



PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

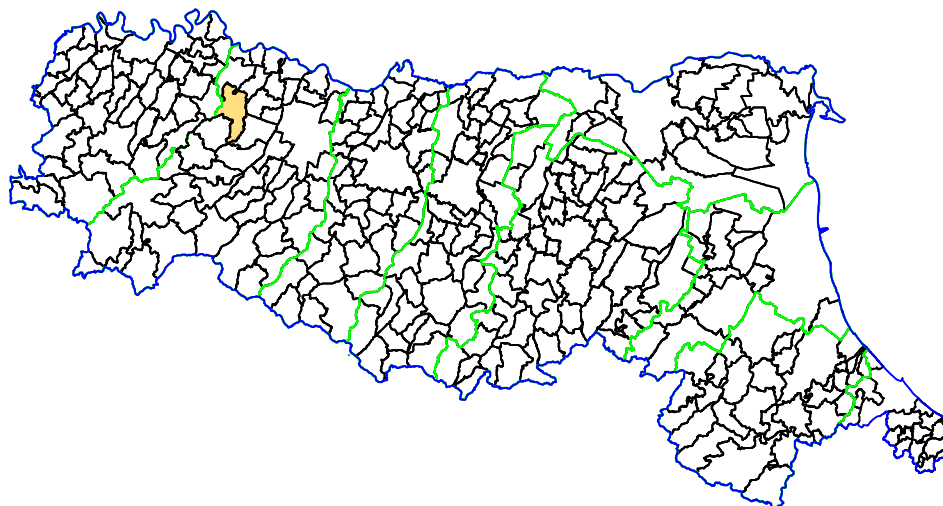


CONFERENZA DELLE REGIONI E
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Regione Emilia- Romagna Comune di Fidenza



Regione	<p>Soggetto realizzatore</p>  <p>AMBITER s.r.l. società di ingegneria ambientale</p> <p>Via Nicolodi, 5/A - 43126 Parma (PR) Tel: 0521-942630 - Fax: 0521-942436 e-mail: info@ambiter.it PEC: ambiter@pec.ambiter.eu</p> <p>Dott. Geol. Giorgio Neri Dott. Geol. Adriano Biasia</p>	<p>Data Maggio 2013</p>
---------	---	-----------------------------



PROTEZIONE CIVILE
 Presidenza del Consiglio dei Ministri
 Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E
 DELLE PROVINCE AUTONOME

UBICAZIONE

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI FIDENZA

OGGETTO

STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 11 DELLA LEGGE 24 GIUGNO 2009, N. 77



AMBITER s.r.l.
 società di ingegneria ambientale

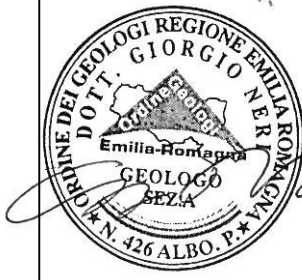
Via Nicolodi, 5/A 43126 – Parma tel. 0521-942630 fax 0521-942436 www.ambiter.it info@ambiter.it

DIREZIONE TECNICA

dott. Giorgio Neri

REDAZIONE

dott. geol. Adriano Biasia



CODIFICA

1 4 0 3

0 1

R I

0 1

1 3

ELABORATO

DESCRIZIONE

RI

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

01	05/2013	A. Biasia		F. Ravaglia	G. Neri	Emissione
REV.	DATA	REDAZIONE		VERIFICA	APPROV.	DESCRIZIONE

FILE	RESP. ARCHIVIAZIONE	COMMESSA
1403_RI	AB	1403

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI	4
1.2	RIFERIMENTI NORMATIVI REGIONALI	5
2	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	6
2.1	EVOLUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI FIDENZA.....	6
2.2	SISMICITA' STORICA.....	9
2.3	SISMICITA' RECENTE.....	13
2.4	ZONAZIONE SISMOGENETICA	14
3	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE	16
3.1	ASSETTO STRUTTURALE GENERALE	17
3.2	ASSETTO STRATIGRAFICO GENERALE	20
4	MICROZONAZIONE SISMICA.....	25
4.1	FIDENZA CAPOLUOGO	25
4.2	FRAZIONE DI PIEVE DI CUSIGNANO	59
5	INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE.....	62
6	ELABORATI CARTOGRAFICI	63
6.1	CARTA DELLE INDAGINI	63
6.2	CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	64
6.3	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SIMICA	67
6.4	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	70
6.5	COMMENTI FINALI E CRITICITA'	72

ALLEGATI

1. DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI INDAGINE
2. ELABORAZIONE DELLE INDAGINI MASW
3. ELABORAZIONE DELLE ANALISI DEI MICROTREMORI HVSR

1 INTRODUZIONE

La microzonazione sismica (MS), rappresenta la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento; costituisce quindi un supporto fondamentale agli strumenti di pianificazione urbanistica comunale per indirizzare le scelte urbanistiche verso quelle aree a minore pericolosità sismica.

Gli studi di MS prevedono diverse fasi di realizzazione e differenti livelli di approfondimento in funzione del contesto territoriale e degli obiettivi da perseguire, con complessità ed impegno crescenti, passando dal livello 1 fino al livello 3:

- il livello 1 costituisce un livello propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. Consiste nell'elaborazione di un quadro conoscitivo generale, tramite una raccolta di dati preesistenti, in cui le varie parti del territorio vengono suddivise in microzone qualitativamente omogenee rispetto alla suscettibilità ad effetti locali in cui effettuare le successive indagini di MS;
- il livello 2 oltre a definire e confermare le condizioni di pericolosità del precedente livello 1, fornisce quantificazioni numeriche (con metodi semplificati) dei fenomeni di modificazione locale del moto sismico e dei fenomeni di deformazione permanente e definisce la Carta di microzonazione sismica;
- il livello 3 restituisce una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari, non risolvibili con l'uso di metodologie speditive.

Il livello di approfondimento dello Studio di MS per il Comune di Fidenza, per il quale sono stati richiesti e assegnati i contributi di cui all'OPCM 4007/2012 *"contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'anno 2011"*, è il **Livello 2** come riportato nell'Allegato A della D.G.R. 1302/2012.

Lo Studio di microzonazione sismica (MS) del Comune di Fidenza è stato realizzato sulla base dei criteri e delle indicazioni contenute negli Allegati C e D della D.G.R. 10 settembre 2012, 1302, *"Approvazione dei criteri per gli studi di microzonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all'OPCM 4007/2012 a favore degli Enti Locali"*.

Quale riferimento tecnico per la realizzazione dello studio e per la redazione degli elaborati richiesti è stato inoltre fatto specifico riferimento agli *"Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica"* approvati recentemente dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome (Gruppo di lavoro MS, 2008) ed alla Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n.112 del 2 maggio 2007: *Approvazione dell'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16 comma 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"*.

La presente relazione descrive le fasi di studio, le indagini pregresse e quelle realizzate ex-novo, i dati acquisiti, le elaborazioni e i risultati dello studio, relativi alle aree urbanizzate e in quelle suscettibili di trasformazioni urbanistiche indicate dall'Amministrazione Comunale di Fidenza.

Nello specifico, ad integrazione delle indagini geotecniche e geofisiche disponibili, sono state realizzate:

- n. 12 prove MASW (multichannel analysis of surface waves);
- n. 24 analisi dei microtremori a stazione singola (HVSr).

A corredo della relazione illustrativa è stata redatta inoltre la seguente cartografia, che costituisce lo standard richiesto per l'approvazione dello studio:

- Tav. 01 - Carta delle indagini;
- Tav. 02 - Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica,
- Tav. 03a - Sezioni litotecniche 1, 2, 3;
- Tav. 03b - Sezioni litotecniche 4, 5, 6;
- Tav. 03a - Sezioni litotecniche 7, 8, 9, 10,11, 12;
- Tav. 04 - Carta delle frequenze;
- Tav. 05 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello1);
- Tav. 06 - Carta delle velocità delle onde di taglio S;
- Tav. 07 - Carta di microzonazione sismica (Livello 2) - F.A. P.G.A.;
- Tav. 08 - Carta di microzonazione sismica (Livello 2) - F.A. $0,1s < T_0 < 0,5s$;
- Tav. 09 - Carta di microzonazione sismica (Livello 2) - F.A. $0,5s < T_0 < 1,0s$.

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI

Legge 2 febbraio 1974, n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

Legge 10 dicembre 1981, n. 741, Ulteriori norme per l'accelerazione delle procedure per l'esecuzione di opere pubbliche.

Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11 marzo 1988, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Legge 24 febbraio 1992, n. 225, Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile.

Decreto del Ministro dei lavori pubblici 16 gennaio 1996, Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Decreto del Ministro dell'interno 13 Febbraio 2001, Adozione dei "Criteri di massima per l'organizzazione dei soccorsi sanitari nelle catastrofi" (pubblicati nella G.U. n. 116 del 12 maggio 2001).

Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.

Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

Legge 9 novembre 2001, n. 401, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 7 settembre 2001, n. 343, recante disposizioni urgenti per assicurare il coordinamento operativo delle strutture preposte alle attività di protezione civile.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Legge 27 luglio 2004, n. 186, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, "Disposizioni urgenti per garantire la funzionalità di taluni settori della pubblica amministrazione. Disposizioni per la rideterminazione di deleghe legislative e altre disposizioni connesse".

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 ottobre 2007, Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni.

Decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008, Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni.

Dipartimento della Protezione Civile e la Conferenza delle Regioni e Province Autonome 13 novembre 2008; Indirizzi e criteri per la micro zonazione sismica.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 29 febbraio 2012, n. 4007, Attuazione dell'articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 giugno 2009, n. 77. Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'anno 2011".

1.2 RIFERIMENTI NORMATIVI REGIONALI

Legge Regionale 24 marzo 2000, n. 20, Disciplina generale sulla tutela e uso del territorio.

Delibera dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, 112, Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

Legge Regionale 30 ottobre 2009, n. 19, Norme per la riduzione del rischio sismico.

Delibera della Giunta Regionale 10 settembre 2012, 1302, Approvazione dei criteri per gli studi di micro zonazione sismica ed assegnazione e concessione dei contributi di cui all'OPCM 4007/2012 a favore degli Enti Locali.

2 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 EVOLUZIONE DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI FIDENZA

Nell'ambito della classificazione sismica dell'intero territorio nazionale emanata a partire dal 1909, il Comune di Fidenza, come la gran parte dei territori della Regione Emilia Romagna, è stato classificato sismico solo a partire dal 1998 "Proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano (1998) a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi".

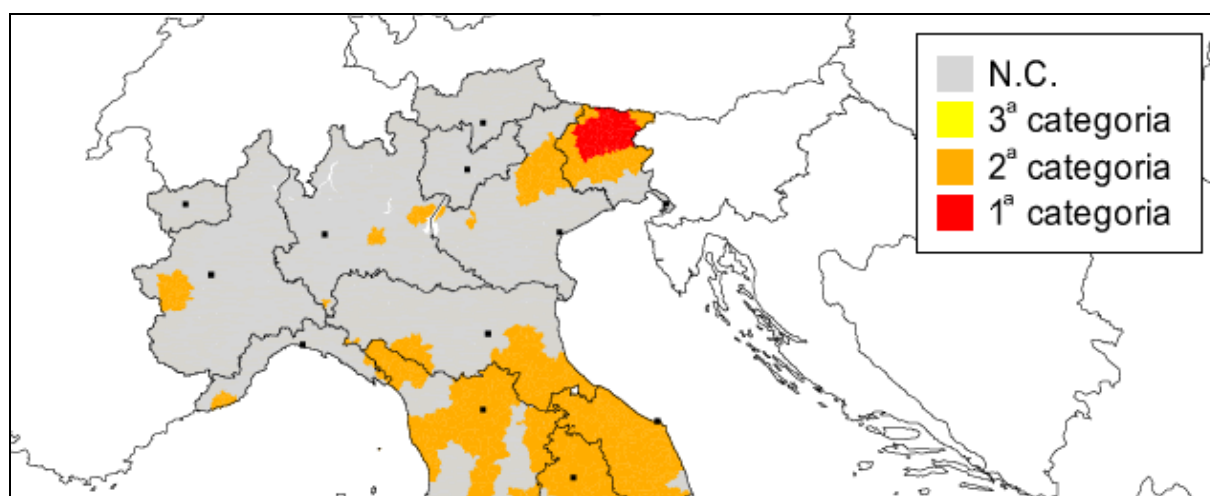


Figura 1: Classificazione sismica del territorio italiano (1984). Decreto MLP del 14/07/1984 e decreti successivi.

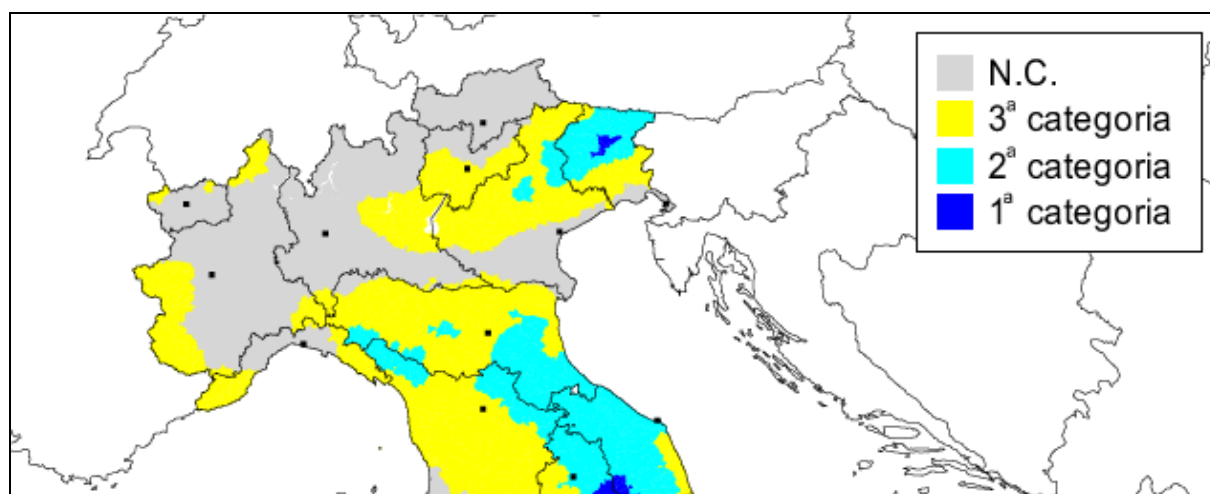


Figura 2: Proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano (1998) a cura del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi.

La classificazione approvata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica" suddivide il territorio nazionale in 4 zone con livelli decrescenti di pericolosità sismica in relazione a 4 differenti valori di accelerazione orizzontale (ag/g) d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico e a 4 differenti valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag/g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

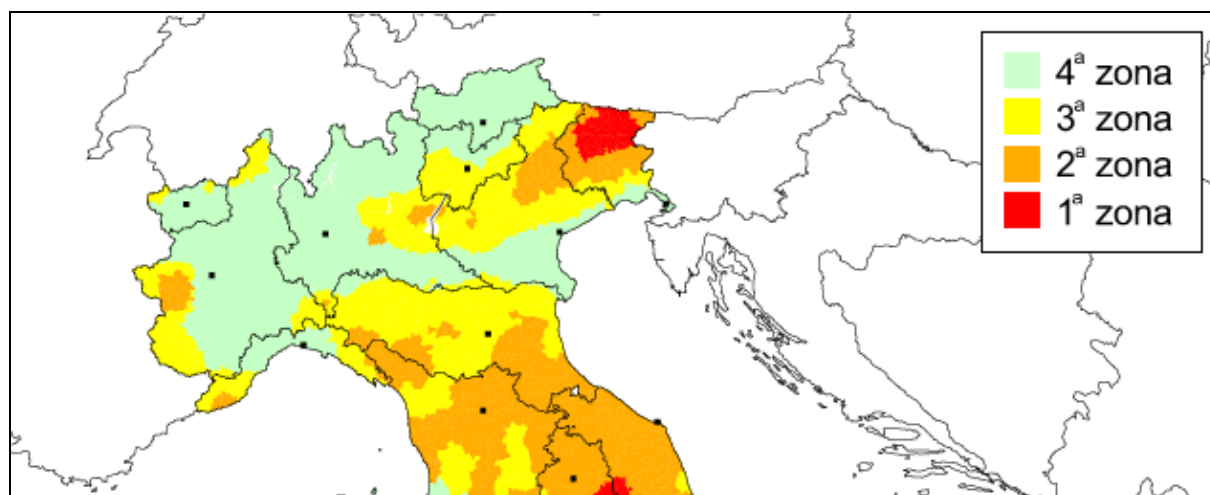


Figura 3: Zone sismiche del territorio italiano (2003). Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	>0.25
2	0.15-0.25
3	0.05-0.15
4	<0.05

Tabella 1: Valori di PGA per le varie zone

Con Delibera 1435 del 21 luglio 2003 "Prime disposizioni di attuazione dell'ordinanza del PCM n. 3274/2003 recante "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", la Regione Emilia Romagna sentiti le Province e i Comuni interessati, ha provveduto all'individuazione delle zone sismiche nonché alla formazione e all'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, ribadendo sostanzialmente quanto riportato nell'OPCM 3274/2003.

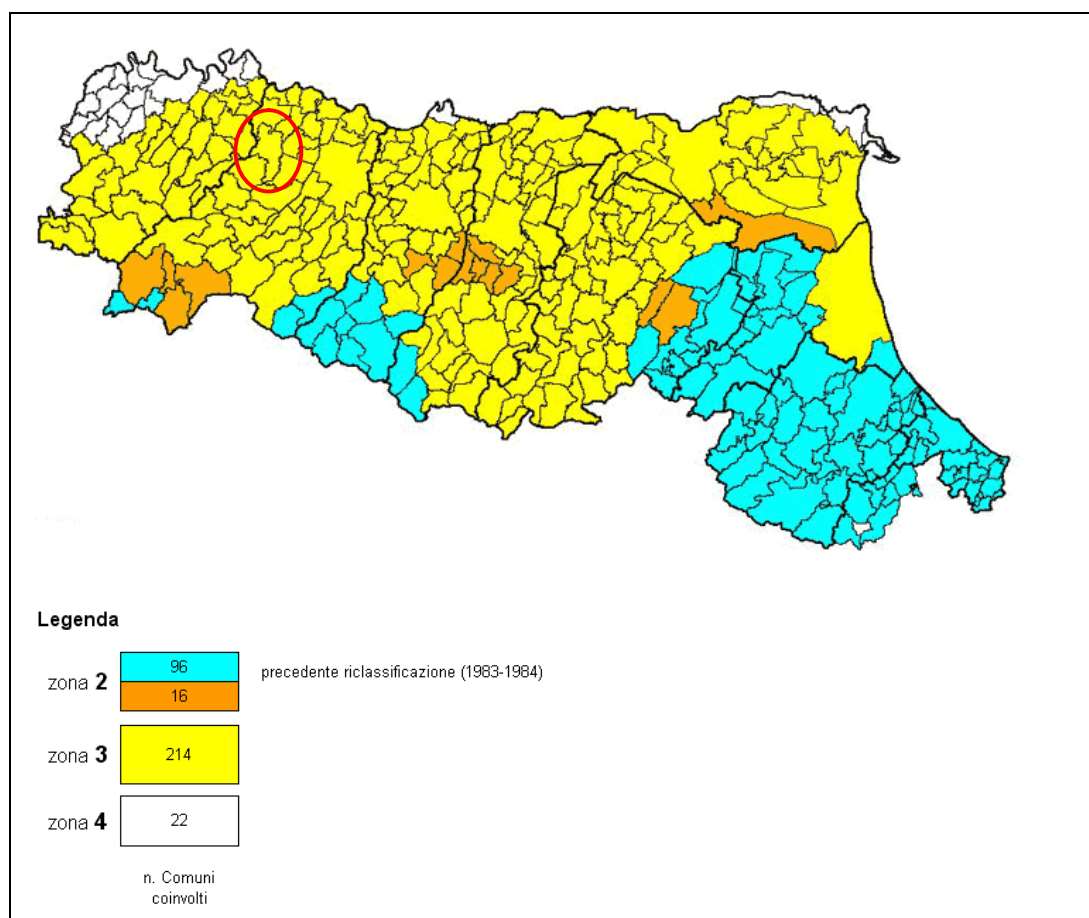


Figura 4: Zone sismiche del territorio italiano con recepimento delle variazioni operate dalle singole Regioni (fino a marzo 2004)

Il territorio comunale di Fidenza è classificato in zona 3, con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compreso tra 0,05 - 0,15. Tali valori d'accelerazione sono relativi al bedrock, ovvero a formazioni litoidi o terreni omogenei molto rigidi.

L'evoluzione normativa in materia sismica, con l'emanazione delle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008), ha fatto sì che i dati e le procedure necessari ai fini strettamente progettuali, siano svincolati dalla classificazione sismica del territorio, con alcune limitate eccezioni, prevedendo l'uso diretto dei parametri sismici del sito in oggetto.

Le norme tecniche forniscono le forme spettrali in funzione di tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento (cfr. Figura 5), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

La pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

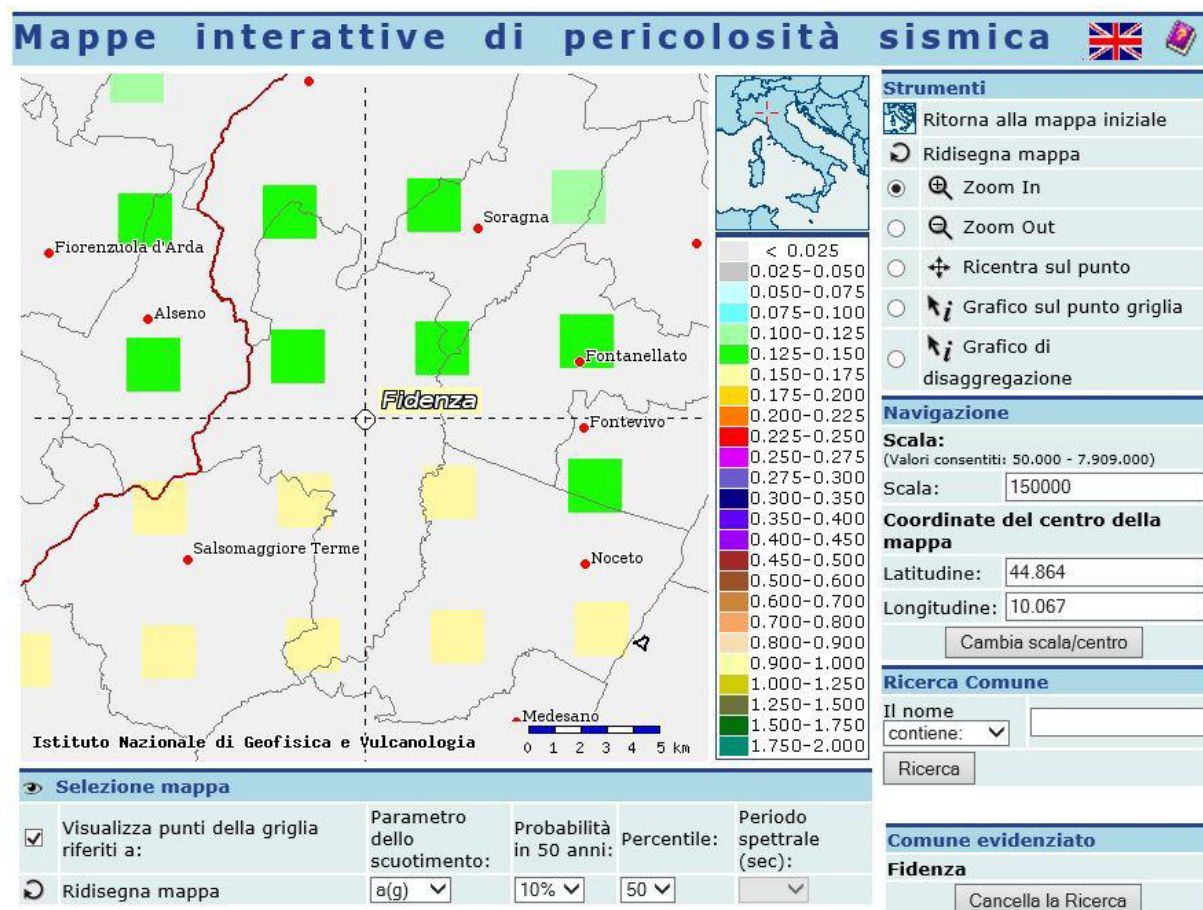


Figura 5: Mappatura dell'accelerazione orizzontale massima del terreno (ag) con tempi di ritorno di 475 anni

2.2 SISMICITA' STORICA

La distribuzione della sismicità storica italiana degli ultimi mille anni è consultabile tramite il Catalogo parametrico dei terremoti italiani CPTI11 (a cura di A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi, 2011), consultabile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>.

Il territorio comunale di Fidenza è caratterizzato da una sismicità storica moderata, confrontabile con quella di altri settori della pianura e del pedeappennino parmense e reggiano, che negli ultimi anni hanno avuto terremoti relativamente frequenti di magnitudo compresa fra 4.5 e 5.5.

La sismicità storica del Comune di Fidenza è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI11. Il database DBMI11, realizzato nell'ambito delle attività del Tema Trasversale Coordinato INGV 5.1

"Banche dati e metodi macrosismici" (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi), è consultabile al sito <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>.

La sismicità del territorio comunale di Fidenza è riassunta graficamente nel diagramma di Figura 6.



Figura 6: Diagramma rappresentante la storia sismica del Comune di Fidenza (nella scala MCS il grado 6 classifica l'inizio del danneggiamento leggero, ma diffuso)

Dall'esame del diagramma di Figura 6, gli episodi più significativi per il Comune di Fidenza sono presumibilmente quelli del 1438 e del 1738, che produssero effetti del VII-VIII grado MCS (Scala Mercalli-Cancani-Sieberg).

Nella successiva Tabella 2 sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità al sito, disponibili per il territorio comunale. Nella tabella sono indicate, oltre alla stessa intensità al sito (I_s), l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi), in cui si è verificato, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (I_o), e la magnitudo momento (M_w).

Seismic history of Fidenza [Borgo San Donnino] [44.866, 10.061]					
Total number of earthquakes: 29					
Effects	Data	Area epicentrale, area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori del terremoto	Numero di punti/osservazioni macrosismiche	Intensità macrosismica epicentrale, da CPTI11, espressa in scala MCS	Magnitudo momento, da CPTI11
NR	1409 11 15 11:15	Parma	5	7	5.14 ±0.34
7-8	1438 06 11 02:00	Parmense	10	8	5.57 ±0.34
NR	1465 04 07 15:30	Pianura Padana	11	5-6	4.51 ±0.34
NR	1572 06 04 22:00	Parma	8	6	4.72 ±0.34
7	1738 11 05 00:30	Parma	10	7	5.14 ±0.34
5	1834 02 14 13:15	Valle Del Taro-Lunigiana	112	9	5.83 ±0.15
3	1837 04 11 17:00	Alpi Apuane	60	9	5.81 ±0.20
F	1857 02 01	Parmense	22	6-7	5.09 ±0.25
4-5	1909 01 13 00:45	Bassa Padana	799	6-7	5.53 ±0.09
4	1929 04 19 04:15:22	Bolognese	82		
4	1929 04 20 01:09:46	Bolognese	109	7	5.34 ±0.13
3	1929 04 22 08:25:33	Bolognese	41		
4	1929 05 11 19:22:48	Bolognese	64		
NF	1937 09 17 12:19:05	Parmense	34	7	4.65 ±0.25
6-7	1951 05 15 22:54	Lodigiano	154	6-7	5.39 ±0.14
4	1961 08 13 22:34:18	Parmense	22	5-6	4.47 ±0.35
5	1961 08 14 01:03:02	Parmense	14		
6	1971 07 15 01:33:23	Parmense	229	8	5.64 ±0.09
4-5	1976 05 06 20:00:12	Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
4	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
6	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
NF	1984 04 29 05:02:60	Gubbio/Valfabbrica	709	7	5.65 ±0.09
NF	1986 12 06 17:07:20	Bondeno	604	6	4.61 ±0.10
NF	1988 03 15 12:03:18	Reggiano	160	6	4.66 ±0.12
4	1989 09 13 21:54:01	Pasubio	779	6-7	4.88 ±0.09
4-5	1991 10 31 09:31:18	Parmense	134	5	4.45 ±0.14
2-3	1995 10 10 06:54:23	Lunigiana	341	7	4.85 ±0.09
NF	2000 06 18 07:42:08	Parmense	300	5-6	4.43 ±0.09
3	2003 09 14 21:42:53	Appennino Bolognese	133	6	5.29 ±0.09

Tabella 2: Eventi sismici di maggiore intensità verificatisi nel Comune di Fidenza

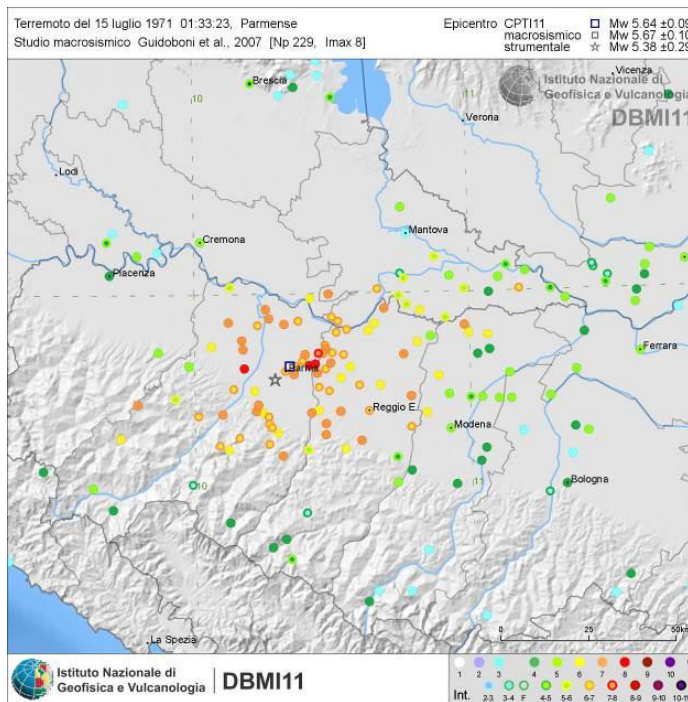
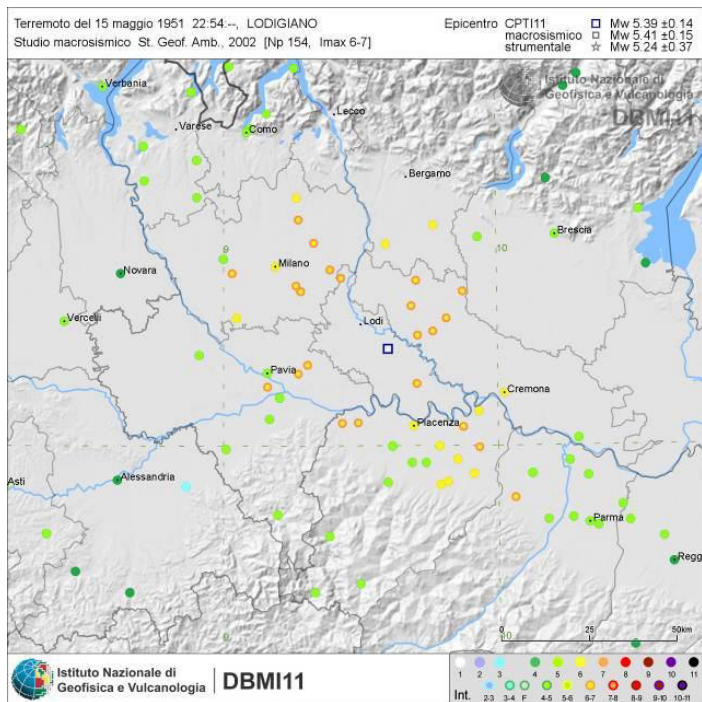
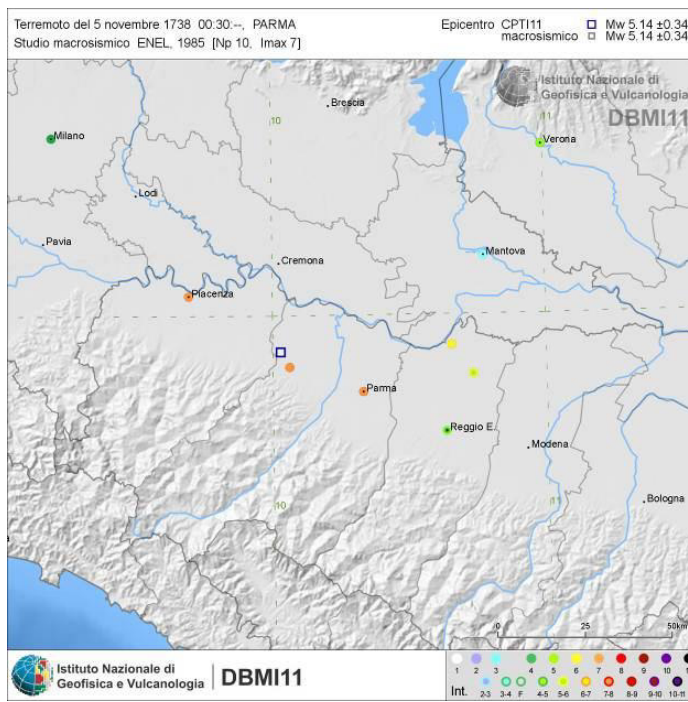
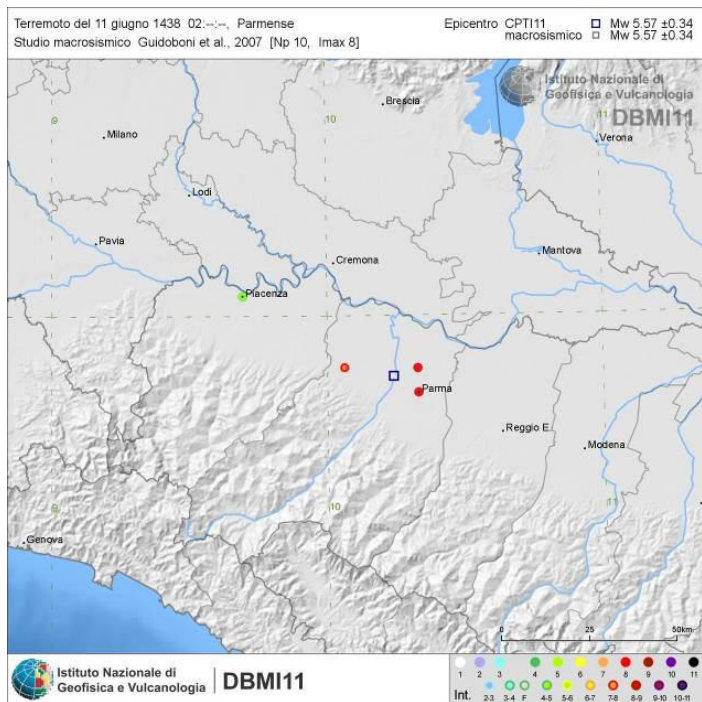


Figura 7: Eventi sismici storici con intensità al sito superiore al grado 6 della scala MCS

2.3 SISMICITA' RECENTE

La sismicità recente che ha interessato il territorio comunale di Fidenza è stata desunta dal Bollettino Sismico Italiano elaborato da ISIDe Working Group (INGV, 2010), Italian Seismological Instrumental and parametric database: <http://iside.rm.ingv.it>.

Nello specifico sono stati ricercati i terremoti aventi una magnitudo minima pari a 5.0, registrati nell'intervallo di tempo tra il 01/01/2007 e il 07/03/2013, in un raggio di 100 Km dal Comune di Fidenza.

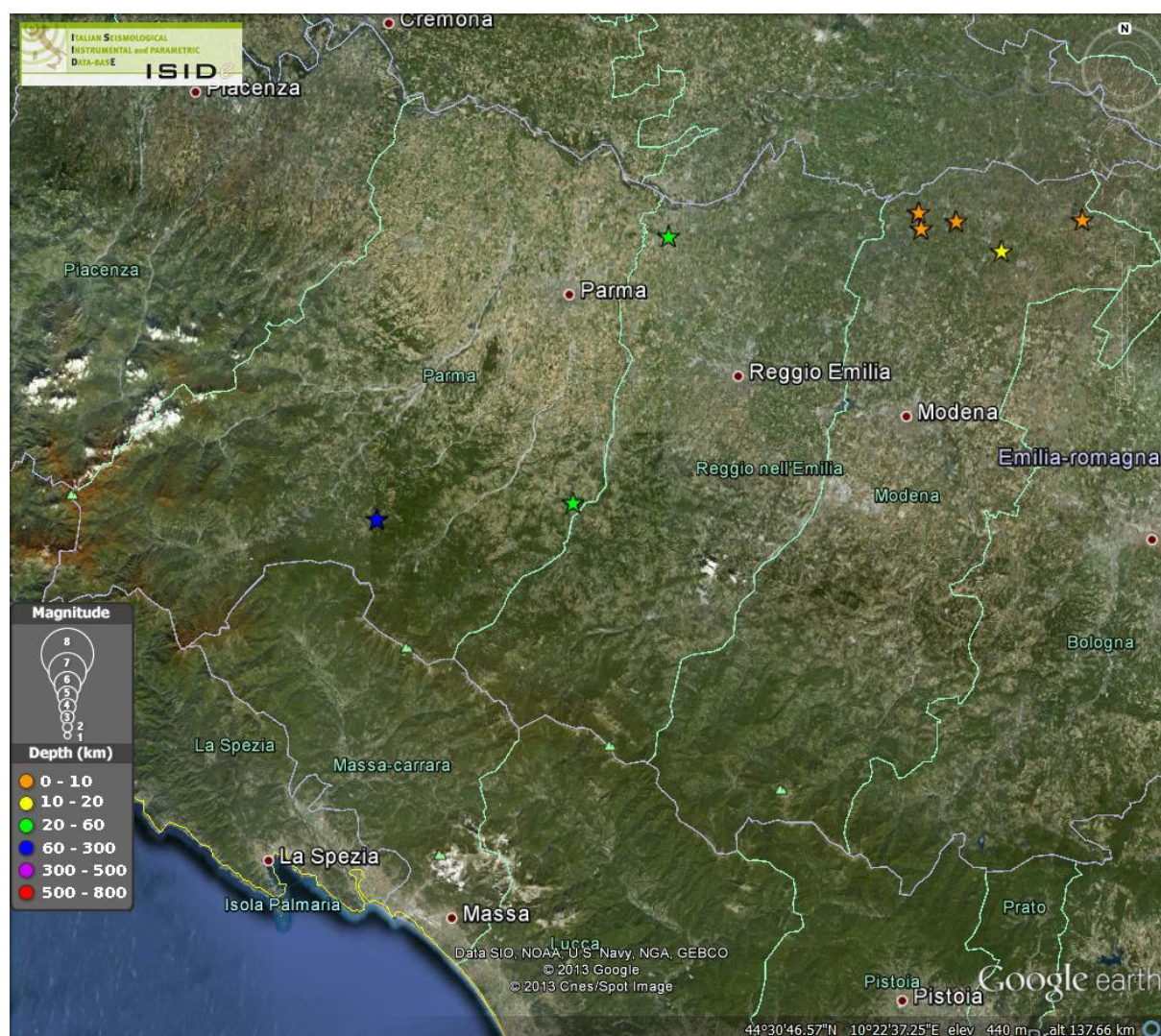


Figura 8: Eventi sismici recenti registrati in un raggio di 100 Km dal Comune di Fidenza

I principali eventi sismici registrati dal 2007 ad oggi sono riassunti nelle seguente Tabella 3.

Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
2012-06-03 19:20:43.000	44.899	10.943	9.2	5.1	SISBAS
2012-05-29 11:00:25.000	44.879	10.947	5.4	5.2	SISBAS
2012-05-29 10:55:57.000	44.888	11.008	6.8	5.3	SISBAS
2012-05-29 07:00:03.000	44.851	11.086	10.2	5.8	SISBAS
2012-05-20 02:03:52.000	44.889	11.228	6.3	5.9	SISBAS
2012-01-27 14:53:12.740	44.523	10.009	72.4	5.2	BOLLSI
2012-01-25 08:06:37.090	44.871	10.510	29	5.0	BOLLSI
2008-12-23 15:24:21.770	44.544	10.345	22.9	5.2	BOLLSI

Tabella 3: Eventi sismici recenti registrati in un raggio di 100 Km dal Comune di Fidenza

Come si evince dalla Tabella 3 gli eventi principali registrati nel raggio di 100 Km dal Comune di Fidenza sono stati i terremoti della primavera del 2012 con epicentro nella pianura modenese e ferrarese, quelli del gennaio 2012 con epicentro nell'area di Berceto (PR) e Brescello (RE) e del dicembre 2008 con epicentro nell'area di Neviano degli Arduini (PR).

2.4 ZONAZIONE SISMOGENETICA

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto una zonazione sismogenetica (ZS9) del territorio nazionale che tiene conto dell'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale ("Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici").

Il modello sismogenetico suddivide il territorio italiano in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da "A" a "F" fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F).

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche.

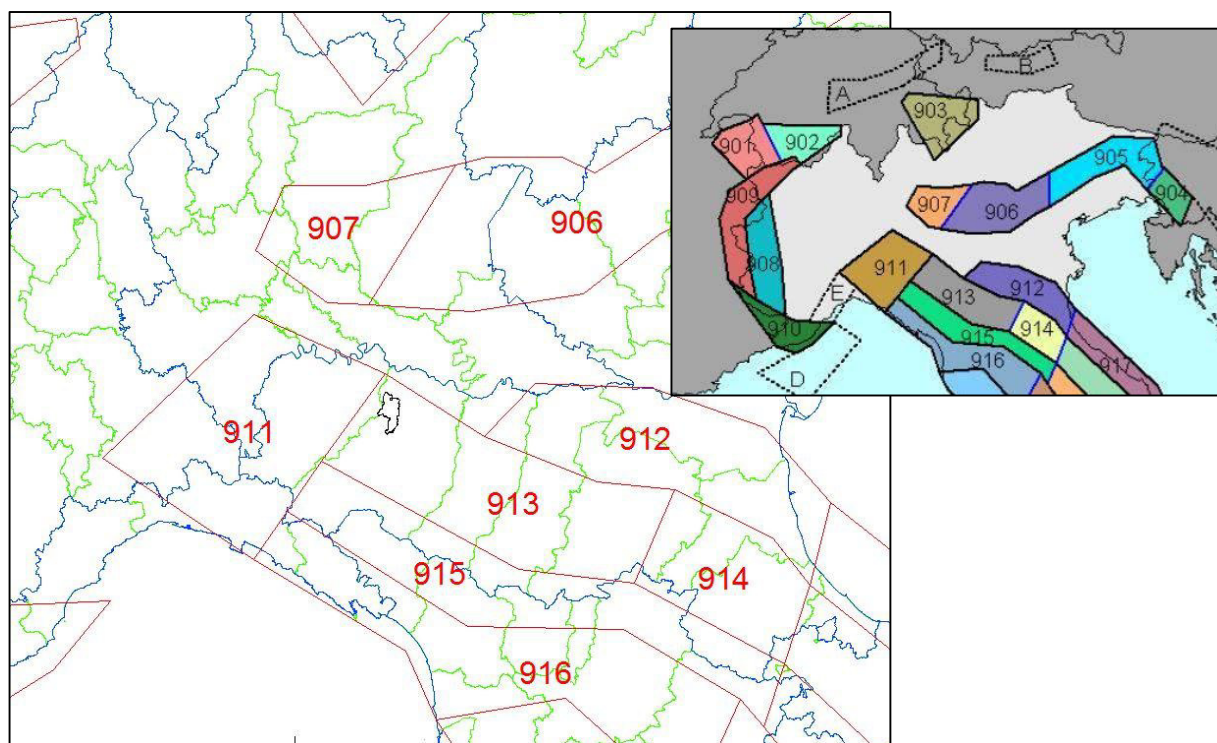


Figura 9: Zonizzazione sismogenetica ZS9 ridisegnata

Dall'esame della Figura 9 si evince che il Comune di Fidenza ricade all'interno della Zona Sismogenetica 913 e dista circa 10 Km dalla Zona 911 che fanno parte del complesso "Appennino settentrionale e centrale" (zone che vanno dalla 911 alla 923).

Tali zone ricadono in una fascia di transizione a carattere misto in cui convivono meccanismi diversi (essenzialmente compressivi a NW e distensivi a SE); si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture.

All'interno della zona sismogenetica 913, i terremoti storici raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo; la massima magnitudo rilevata è $M_d = 4,8$; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 12 e 20 Km con profondità efficace di 13 km; nella zona sismogenetica 913 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{wmax2} = 6,14$.

La zona Sismogenetica 911 rappresenta la porzione più esterna ed occidentale della fascia in compressione dell'Appennino Settentrionale, caratterizzata dallo sprofondamento passivo della litosfera adriatica (placca tettonica "Adria") sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale (placca tettonica "Northern Apenninic Arc") con cinematismi attesi di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti aventi assi SW-NE; i terremoti storici hanno raggiunto il valore massimo pari a $M_d = 4,1$; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 8 e 12 Km con profondità efficace di 8 km; nella Zona Sismogenetica 911 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{wmax2} = 6,14$.

3 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO GENERALE

Il territorio comunale di Fidenza, che occupa una superficie di circa 95 km², si sviluppa nella fascia pedecollinare parmense, caratterizzato dal passaggio graduale da una morfologia sub-pianeggiante ad un paesaggio collinare riscontrabile nei primi rilievi che, nella porzione meridionale del territorio comunale, raggiungono la quota massima di circa 350 metri s.l.m. in località Case Monte Aliano.

Dal punto di vista della caratterizzazione geologica il territorio comunale risulta costituito per la gran parte dalla piana alluvionale costruita dagli apparati fluviali appenninici, ed in particolare dai torrenti Stirone, Ghiara, Rovacchia e Parola.

I terreni affioranti nell'area collinare appartengono per lo più alla successione post-evaporitica, costituita da prevalenti peliti deposte sul margine interno dell'avanfossa padano-adriatica (Formazione di Tetto, Formazione a Colombacci e Argille Azzurre).

All'estremo settore meridionale, la successione post-evaporitica risulta in contatto tettonico con le unità appartenenti alla successione umbro-marchigiano-romagnola (Formazione del Torrente Ghiara FGH), sollevate dalla Struttura di Salsomaggiore.

Sotto il profilo geomorfologico il territorio comunale di Fidenza rientra, per la quasi totalità, nella zona definita di "alta pianura". Il territorio può essere suddiviso in due settori:

- la porzione centro settentrionale costituita dalla piana alluvionale formata dai torrenti Stirone, Ghiara, Rovacchia e Parola;
- la porzione meridionale dove predominano invece i depositi alluvionali più antichi e la serie di sedimenti marini recenti. Tali depositi risultano articolati in un sistema di pianalti terrazzati, profondamente incisi dai corsi d'acqua del reticolo idrografico.

L'andamento plano-altimetrico delle unità morfologiche di pianura è caratterizzato da superfici topografiche piatte immergenti verso la bassa pianura, con quote che variano dai 110 m s.l.m, nel terrazzo antico sul quale sorge la frazione di Fornio, ai 45 m s.l.m dell'estremo settore settentrionale del Comune.

Il sistema terrazzato della pedecollina si estende a sud dell'allineamento Fornio – S. Margherita costituito da una serie di altipiani interessati da vistose incisioni vallive modellate dai locali rii. Lungo le pendici dei versanti si rinvergono diffusi fenomeni di dissesto che interessano principalmente la coltre superficiale e sono caratterizzati da lenti ma diffusi fenomeni di movimento superficiale quali creeping e soliflusso.

3.1 ASSETTO STRUTTURALE GENERALE

Il territorio comunale di Fidenza ricade nell'area di raccordo fra la parte esterna della catena appenninica strutturata nel Miocene superiore-Pliocene inferiore e il settore padano-adriatico in cui le deformazioni, sepolte, sono prevalentemente Pliocene superiore-quadernarie, parte delle quali tuttora attive.

L'assetto geostrutturale delle formazioni prequadernarie è caratterizzato da una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali spesso fagliate e sovrascorse, con assi a vergenze appenniniche, la cui strutturazione è il frutto di spinte deformative provenienti da Sud-Ovest, che hanno provocato la deformazione secondo un modello a falde sovrapposte ed embrici NE vergenti (Pieri & Groppi, 1982).

Le grandi direttrici strutturali (fronti di accavallamento, pieghe, faglie), hanno pertanto direzione Nord-Ovest/Sud-Est, analogamente a quanto si riscontra in quasi tutto l'Appennino Tosco-Emiliano.

In tale schema la pianura parmense è compresa nell'arco delle pieghe emiliane caratterizzate da due distinti fasci di thrust: il primo, più meridionale, detto fronte di accavallamento appenninico (Pedeappenninic Thrust Front, PTF), definisce il limite della catena appenninica affiorante; il secondo, detto fronte di accavallamento esterno (External Thrust Front, ETF), definisce il limite dell'appennino sepolto, rappresentato, nell'area parmense, dalle strutture anticlinali di Collecchio e Parma.

Dal punto di vista strutturale l'elemento principale dell'area di studio è rappresentato dalla struttura anticlinale di Salsomaggiore, che rappresenta una finestra tettonica che espone le unità di avanfossa del Langhiano-Serravalliano. Tale struttura, la cui impostazione tettonica e deposizionale è stata raggiunta durante la fase intra-Messiniana, mostra un allineamento in direzione NW-SE (The Salsomaggiore structure Northwestern Apennine foothills, Italy: a Messinian mountain front shaped by mass-wasting products; Artoni et alii, 2004)

Le unità alloctone traslate a nord dell'attuale anticlinale Salsomaggiore subito dopo l'inizio dell'evento evaporitico Messiniano, conservano una chiara impronta tettonica, mostrando anche la prova di masse franate su larga scala. Questi processi, che modellano la superficie topografica delle unità alloctone, sono stati scatenati dal sollevamento contemporaneo delle unità di avanfossa sottostanti e da mutate condizioni climatiche.

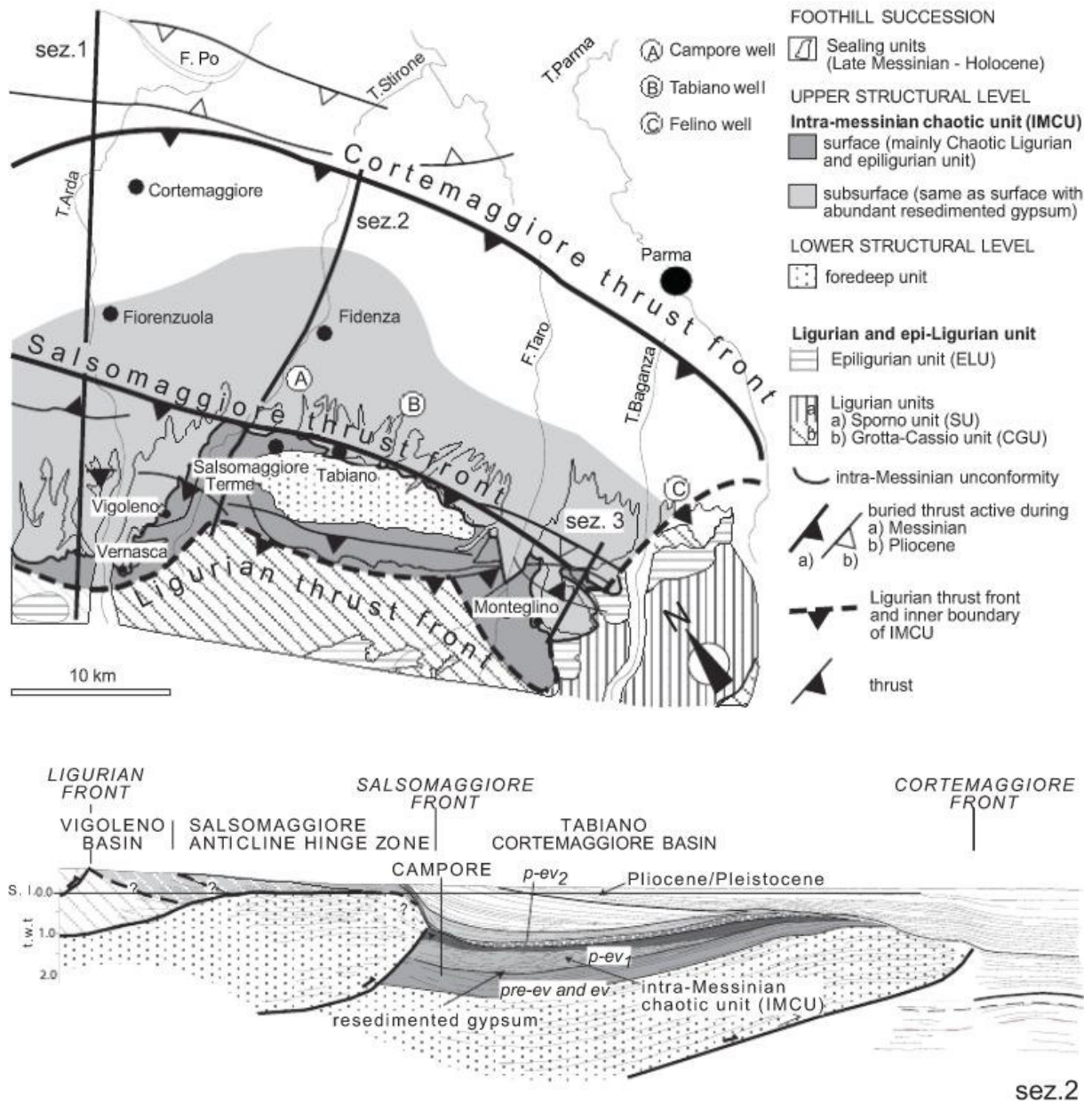


Figura 10: Mappa semplificata della Struttura di Salsomaggiore (Northwestern Apennine foothills, Italy): a Messinian mountain frontshaped by mass-wasting products - Artoni et alii, 2004)

La parte sommitale della copertura sedimentaria del bacino è invece costituita, al di sopra dei depositi pliocenici marini, da sedimenti quaternari che sono suddivisibili, dal basso verso l'alto, in: depositi marini di ambiente prevalentemente litorale, depositi continentali fini riferibili ad ambienti di piana di inondazione alluvionale e depositi continentali grossolani alternati ad argille e limi associabili ad ambienti di conoide alluvionale. Questi ultimi rappresentano i sedimenti più recenti rinvenibili all'interno del bacino.

Tale successione di sedimenti è stata deposta sulla parte frontale del cuneo orogenico appenninico in strutturazione dopo che, con la fase tettonica intramessiniana, la falda ligure nel settore considerato ha cessato di avanzare.

I principali eventi deformativi all'interno della successione padana di wedge top affiorante e sepolta, sono registrati da discontinuità e lacune di vario ordine gerarchico, da corpi caotici e da vari tipi di strutture di crescita.

Nel sottosuolo i depositi di wedge-top della pianura costituiscono un cuneo che si allarga procedendo dal margine appenninico verso nord; all'interno del territorio comunale di Fidenza lo spessore massimo di questi depositi arriva ad oltre 150 metri.

3.1.1 STRUTTURE ATTIVE

L'analisi della sismotettonica dell'Emilia-Romagna, condotta dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione, ha messo in evidenza come parte delle strutture sepolte che interessano il riempimento sedimentario Plio-Pleistocenico siano caratterizzate da attività molto recente ad attuale.

Nello specifico del territorio oggetto del presente Studio di MS, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza-Parma e il fronte coincidente con il margine pedeappenninico tra Salsomaggiore e la Val Taro; l'attività di questa struttura ha determinato la formazione dell'anticlinale e la "finestra tettonica" di Salsomaggiore.

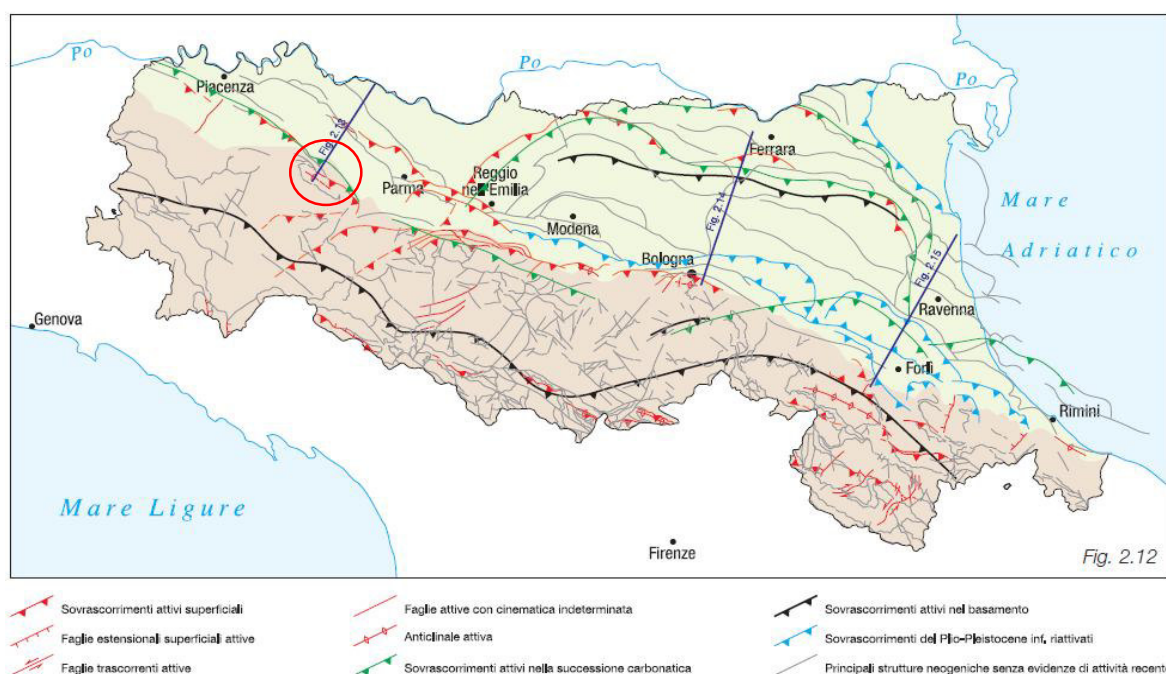


Figura 11: Strutture attive della Regione Emilia Romagna (Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:250.000 – SGSS Regione Emilia Romagna a cura di M. Boccaletti e L. Martelli)

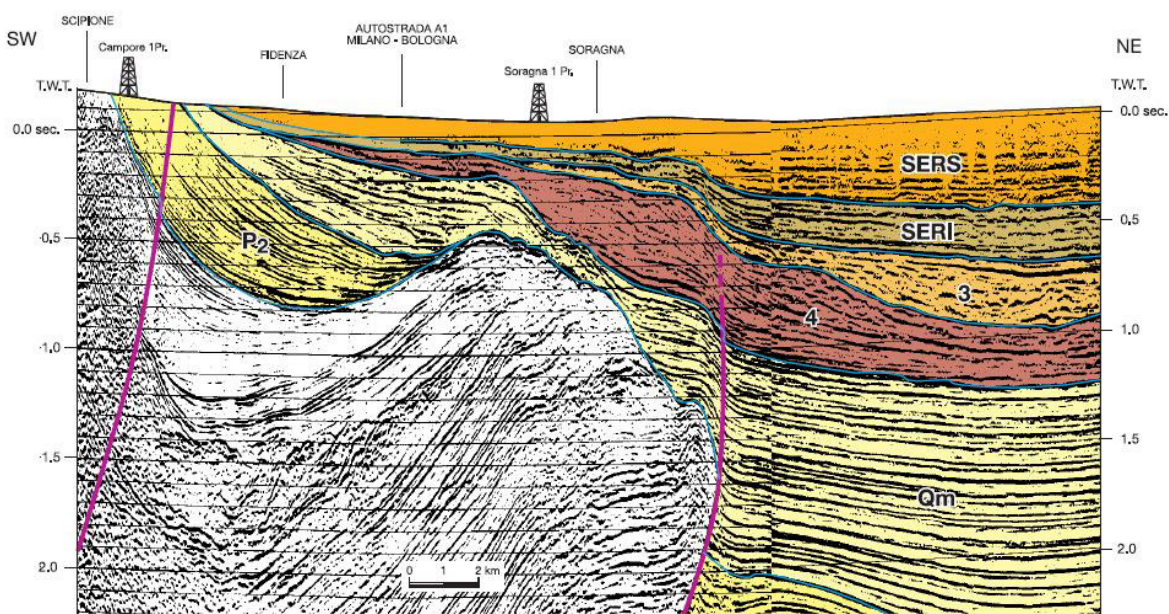


Figura 12: Profilo sismico che interessa parte del territorio comunale di Fidenza (RER & ENI - Agip, 1998)

3.2 ASSETTO STRATIGRAFICO GENERALE

Le unità stratigrafiche riscontrabili nel territorio comunale di Fidenza appartengono a due distinte successioni: umbro-marchigiano-romagnola (estremo settore meridionale) e neogenico-quaternaria del margine appenninico padano.

I litotipi e le formazioni geologiche affioranti e sepolte nel sottosuolo dell'area di studio vengono di seguito descritte, riprendendo la descrizione contenuta nella "Legenda Geologica della Provincia di Parma" redatta a cura del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna:

3.2.1 DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI

AES - Sintema emiliano-romagnolo Superiore

Si tratta di un'unità alluvionale, terrazzata di età compresa tra il pleistocene medio e l'Olocene. Dal punto di vista litologico è costituita da ghiaie prevalenti in corrispondenza dei principali apparati fluviali (depositi di conoide e intravallivi terrazzati), passanti a limi prevalenti con locali intercalazioni sabbioso-ghiaiose nelle aree di interconoide.

Tale sintema occupa interamente la zona pianeggiante del territorio comunale e le aree intravallive del settore collinare.

Il Sintema emiliano-romagnolo Superiore risulta suddivisibile in Subsintemi e Unità, affioranti a quote progressivamente decrescenti verso N.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione dei Subsintemi e delle Unità appartenenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore affioranti lungo il territorio comunale di Fidenza:

AES8a – Unità di Modena (Olocene)

Affiora estesamente in tutta la parte centrale e settentrionale del territorio comunale, comprendendo l'intero capoluogo e le aree in adiacenza ai principali corsi d'acqua (T. Stirone, T. Rovacchia, T. Parola); risulta inoltre affiorante nel settore NO del territorio comunale lungo un allineamento SO-NE nei pressi della frazione di Castione Marchesi.

L'unità è costituita da ghiaie e sabbie prevalenti, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua. Rappresentano depositi alluvionali di conoide distale e di canale. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri.

AES8 – Subsintema di Ravenna (Pleistocene sup. – Olocene)

Affiora estesamente nel settore NO del capoluogo in sponda sinistra del T. Stirone e nelle aree intravallive di pertinenza del T. Parola e T. Gisolo nel settore collinare.

L'unità è costituita da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati ricoperte da una coltre discontinua di limi argillosi. Rappresentano depositi di conoide e intravallivi terrazzati. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discordante sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 20 m.

AES7b - Unità di Vignola (Pleistocene sup)

Affiora ad ovest nei pressi delle frazioni di Fornio e Rimale e ad est nei pressi della frazione di S. Margherita.

E' rappresentata da depositi di conoide e depositi intravallivi terrazzati, costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi. Localmente possono essere prevalenti depositi del reticolo idrografico secondario costituiti da limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 30 m.

AES3 – Subsintema di Agazzano (Pleistocene medio)

Affiora sotto forma di un esteso ripiano ad ovest della frazione di Fornio.

L'unità è costituita da ghiaie e ghiaie sabbioso-argillose prevalenti formanti depositi alluvionali intravallivi e di conoide ghiaiosa. I depositi intravallivi sono generalmente costituiti da un intervallo basale con ghiaie prevalenti, sovrastato da un intervallo fine, limoso-argilloso. I depositi di conoide ghiaiosa, distali, invece, presentano comunemente un livello fine di spessore metrico alla base dell'unità.

Il contatto di base è erosivo e discordante. Lo spessore risulta variabile da alcuni metri a 55 metri circa (nel sottosuolo della pianura).

AES2A - Unità di Miano (Pleistocene medio)

Affiora nelle prime colline a sud di Fidenza (loc. Lodesana).

Sono costituiti da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati. Dal punto di vista litologico sono costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, con copertura di limi argillosi. Lo spessore massimo è inferiore a 15 m.

AES1 – Substema di Monterlinzana (Pleistocene medio)

Il Substema di Monterlinzana affiora nel settore meridionale del territorio comunale, in corrispondenza delle linee spartiacque sulle quali sono state impostate le principali strade di collegamento delle aree collinari (strada Guarda, strada di Siccomonte, strada Castellaro e Strada di Cogolonchio).

Sono costituiti da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati e profondamente incisi. Litologicamente sono costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, con copertura di limi. Lo spessore massimo è inferiore a 15 m.

AEI - Sintema emiliano-romagnolo inferiore (Pleistocene inf. – Pleistocene medio)

Affiora estesamente a sud del capoluogo, in corrispondenza del settore collinare

Si tratta di depositi di piana alluvionale e localmente di conoide alluvionale distale, costituiti da limi e limi argillosi prevalenti di colore grigio-azzurro, con intercalazioni ghiaiose le quali, in corrispondenza dei paleo-apparati fluviali principali possono diventare predominanti. Sono frequenti i livelli ricchi in sostanza organica e gasteropodi continentali.

Lo spessore complessivo dell'unità varia da 0 a circa 60 m. Il contatto di base è netto e discordante, talora erosivo.

3.2.2 DEPOSITI QUATERNARI MARINI

CMZ - Sintema di Costamezzana (Pleistocene inf.)

Gli affioramenti più significativi nel territorio comunale di Fidenza si rinvennero lungo il Rio Gisolo e il Rio di Cogolonchio; i depositi di tale sintema sono comunque presenti al di sotto dei depositi alluvionali del Sintema Emiliano Romagnolo Inferiore (AEI) in tutta l'area del territorio comunale.

Il sintema di Costamezzana è costituito sostanzialmente da 3 associazioni di facies, sovrapposte ciclicamente e giustapposte, che individuano, nel complesso, un prisma sedimentario costiero con tendenza regressiva e progradante verso nord e nord-ovest:

1) Depositi prossimali di delta-conoide costituiti da sabbie e ghiaie argillose in strati spessi, frequentemente gradati e amalgamati, con intercalati livelli argillosi sottili, discontinui, biancastri, sterili, alternate a banconi argilloso-limosi con livelli ricchi in resti vegetali lignitizzati.

2) Depositi lagunari costituiti da sabbie medio-fini in strati sottili e medi con laminazione piano-parallela oppure di tipo hummocky, intercalate a limi argillosi verdi, debolmente bioturbati, contenenti talora macrofaune oligotipiche.

3) Depositi di delta-conoide ad alta energia fluviale e marina costituiti da sabbie, sabbie ghiaiose e subordinatamente ghiaie ciottolose in strati massivi o con una gradazione diretta poco sviluppata e comunque sovente mascherata dalle frequenti amalgamazioni tra strati successivi che possono inglobare clasti pelitici di dimensioni anche metriche. La matrice delle ghiaie è costituita sempre da sabbia medio grossolana.

Lo spessore complessivo dedotto dall'esame delle linee sismiche AGIP risulta variabile da 0 ad oltre 400 m circa.

ATS - Sintema Del Torrente Stirone (Pliocene sup. - Pleistocene inf.)

Il Sintema del torrente Stirone è costituito da depositi paralici e marini e si compone di due litofacies in parte eteropiche. La litofacies ATSa è caratterizzata da depositi di prodelta prevalentemente fini mentre la litofacies ATsb è costituita prevalentemente da corpi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi intervallati ciclicamente a facies pelitiche. Il limite basale è netto e discordante e localmente marcato dalla presenza di un livello calcarenitico di spessore plurimetrico ("crostone fossilifero" nei Profili al mille dei pozzi AGIP). Lo spessore di questa alloformazione varia da poche decine a circa 1200 m.

Nel territorio comunale di Fidenza il Sintema del Torrente Stirone (per gran parte costituito dalla sola litofacies ATsb) è presente nel settore collinare lungo Costa Ferrari, Costa dei Sacchi e Cogolonchio.

3.2.3 FAA - ARGILLE DI LUGAGNANO (PLIOCENE INF.- MEDIO)

La Formazione delle Argille di lugagnano, affiorante nella parte meridionale del territorio comunale di Fidenza, è caratterizzata da sedimenti depositi in un bacino profondo a sedimentazione torbidityca.

Dal punto di vista litologico sono caratterizzate da peliti marnose, grigio-azzurre massive a frattura concoide, in genere a stratificazione poco evidente, con rari livelli sabbioso-siltosi per lo più concentrati nella porzione basale della formazione e rari livelli siltosi in quella superiore. All'interno dei depositi pliocenici si rinvengono frequenti microfossili (foraminiferi planctonici) e macrofossili (lamellibranchi, gasteropodi, pteropodi, eccezionalmente resti di mammiferi sia marini che terrestri).

Abbondanti anche resti di frammenti vegetali lignitizzati e livelli ad intensa bioturbazione. Lo spessore massimo è valutabile in 800 m, il contatto sulla sottostante Formazione a Colombacci risulta netto.

3.2.4 FCOB - FORMAZIONE A COLOMBACCI - LITOFACIES CONGLOMERATICA (MESSINIANO)

La Formazione a Colombacci, affiorante nella parte meridionale del territorio comunale di Fidenza, è caratterizzata da sedimenti di ambiente deposizionale di transizione tra quello continentale e quello lagunare, con facies ed associazioni faunistiche tipiche di ambienti di acqua dolce o sottosalata. La Formazione a Colombacci risulta in contatto discordante sulle unità tettoniche liguri (non affioranti nel territorio comunale di Fidenza) e trasgredisce sulle unità umbro-marchigiano-romagnole (Formazione del Torrente Ghiara). Dal punto di vista litologico la Formazione è costituita da paraconglomerati poligenici grossolani gradati, a matrice sabbiosa, spesso poco cementati e poco organizzati, in corpi canalizzati. Verso l'alto si rinvengono locali intercalazioni di areniti da grossolane a fini in strati da medi a spessi, a geometria lenticolare. Spessore variabile da pochi metri a 60 m circa.)

3.2.5 SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

FGH - Formazione del Torrente Ghiara (Langhiano – Serravalliano)

La Formazione del Torrente Ghiara affiora nell'estremo settore meridionale del territorio comunale. Si tratta di peliti marnose grigie a stratificazione indistinta, con sottili livelli siltosi e più raramente arenitici fini. Abbondante contenuto fossilifero. Spessore parziale massimo 900 m.

4 MICROZONAZIONE SISMICA

Il presente Studio di microzonazione sismica è stato condotto nelle aree urbanizzate e in quelle suscettibili di trasformazioni urbanistiche del Comune di Fidenza.

Le aree oggetto di studio sono le seguenti:

- Fidenza capoluogo;
- Frazione di Bastelli;
- Frazione di Castione;
- Frazione di Fornio;
- Frazione di Pieve di Cusignano;
- Frazione di Ponte Ghiara;
- Frazione di Santa Margherita.

4.1 FIDENZA CAPOLUOGO

L'area di studio comprende l'intero centro storico, i nuclei di recente urbanizzazione, l'area periferica commerciale e artigianale e le aree suscettibili di trasformazioni urbanistiche presenti lungo l'asse N-S che collega il capoluogo all'autostrada e lungo l'asse E-O in adiacenza alla via Emilia.

4.1.1 Assetto geologico e geomorfologico

Dall'interpretazione dei dati disponibili risulta che l'assetto stratigrafico in sottosuolo è costituito da una copertura quaternaria continentale di spessore compreso all'incirca tra 40 e 90 m (con spessori che aumentano significativamente verso la pianura). Tali depositi appartengono ai cicli sedimentari AES e AEI (v. cap. 3.2.1) e sono costituiti da estesi corpi tabulari di ghiaie sabbiose, sabbie e limi con grado di addensamento, cementazione e spessore molto variabili.

Tali sedimenti appoggiano su depositi di prodelta, piattaforma, piana deltizia e di delta-conoide a litologia prevalentemente sabbiosa e limoso-sabbiosa (CMZ e ATS), presenti nel sottosuolo della pianura sino a profondità di oltre 100 m e affioranti nelle aree collinari del territorio comunale assieme ai depositi delle formazioni marine pre-Quaternarie.

Per quanto riguarda i terreni presenti in superficie, sulla base dell'insieme dei dati disponibili, è possibile rilevare la sostanziale prevalenza di materiali a grana fine (limo argilloso e limo sabbioso). Tali depositi presentano al loro interno livelli discontinui di corpi ghiaiosi immersi in abbondante matrice

sabbiosa e/o sabbioso-limoso, il cui tetto risulta generalmente attestato a profondità variabili dai 5 ai 10 m da p.c., con generale approfondimento nei settori settentrionali e orientali dell'area.

Lo spessore del primo livello ghiaioso risulta in generale esiguo e limitato a pochi metri di spessore; più in profondità ed in corrispondenza delle aree di pertinenza degli apparati fluviali principali, i corpi ghiaioso-sabbiosi possono diventare preponderanti e risultare tra loro amalgamati in banchi spessi oltre 10 m.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni litotecniche 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 di Tav. 03.

Dal punto di vista morfologico l'area è sostanzialmente pianeggiante con quote medie che si attestano tra 90 e 50 m s.l.m, con pendenze comprese tra 0,5 e 1% debolmente digradanti verso N.

L'area è attraversata da tutti i corsi d'acqua principali della zona (T. Stirone, T. Ghiara, T. Rovacchia e T. Parola), i cui alvei sono raccordati alla piana circostante da scarpate di altezze modeste, sempre inferiori a 10 metri.

Dal punto di vista idrogeologico, i depositi porosi-permeabili corrispondenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) sono sede del serbatoio acquifero più superficiale (Gruppo Acquifero "A" secondo quanto riportato nel volume "Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna", Di Dio et alii, 1998).

La superficie piezometrica presenta una direzione di flusso verso nord-est, con soggiacenze molto ridotte variabili da 2 a 5 m dal p.c. e oscillazioni stagionali in grado di innalzare il livello freatico sino a quote prossime al piano campagna.

Non si evidenziano particolari anomalie strutturali del serbatoio idrogeologico ne disturbo di origine antropica.

4.1.2 Indagini pregresse

La raccolta delle indagini disponibili è stata effettuata attingendo dagli archivi del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna (SGSS)¹ e dalle elaborazioni di indagini fornite direttamente dalla Società AMBITER S.r.l. o dall'Ufficio tecnico del Comune di Fidenza.

Le indagini raccolte sono costituite da stratigrafie di pozzi per acqua, sondaggi a carotaggio continuo (18) con i relativi dati di Standard Penetration Test SPT, prove penetrometriche statiche CPT (36) e indagini geofisiche tipo MASW (3), HVSR (3), REMI (2).

¹ I dati provenienti dalle indagini pregresse messe a disposizione dal SGSS della Regione Emilia Romagna non sono state state archiviate nel Software "SoftMS Versione 1.0".

4.1.3 Indagini geofisiche realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Nell'area del capoluogo sono stati monitorati 17 siti ubicati in aree in cui la densità dei dati geofisici è stata ritenuta insufficiente; le misure sono state ubicate sempre in corrispondenza di indagini geotecniche pregresse (delle quali è stata preventivamente verificata l'affidabilità) oppure congiuntamente.

In considerazione della notevole densità di dati provenienti da indagini geotecniche in sito e della omogeneità delle condizioni geologiche e geotecniche dell'area, nel presente Studio di MS si è ritenuto opportuno integrare i dati pregressi mediante la realizzazione di n. 6 prove MASW e n. 17 analisi dei microtremori HVSR.

L'ubicazione delle indagini MASW è riportata in Tav. 01 - Carta delle indagini e in Tav. 06 - Carta delle Velocità delle onde S; in quest'ultima, oltre all'ubicazione della prova, è riportato anche il valore della Vs30 e della VsH nelle aree appartenenti al margine.

Per quanto riguarda le analisi dei microtremori, l'ubicazione è riportata in Tav. 01 - Carta delle indagini e in Tav. 04 - Carta delle frequenze; in quest'ultima, oltre all'ubicazione della prova, è riportato anche il valore della frequenza fondamentale del sito. I valori di f_0 sono rappresentati mediante cerchi il cui diametro è proporzionale all'ampiezza del picco di risonanza; nei siti in cui sono stati individuati 2 picchi chiari nei rapporti H/V la seconda frequenza è stata indicata con f_1 .

Di seguito si riporta una sintesi delle misure effettuate all'interno dell'area di studio, comprensive del valore della frequenza fondamentale (f_0) ed eventuali altri picchi significativi (f_1); tra parentesi viene inoltre indicata l'ampiezza massima del picco di risonanza.

Indagine	f_0 (Hz)	f_1 (Hz)
HVSR 02	$f_0 = 6.72$ (2.42)	
HVSR 04	$f_0 = 0.88$ (2.03)	
HVSR 05	$f_0 = 3.72$ (2.35)	
HVSR 06	$f_0 = 8.66$ (1.84)	
HVSR 08	$f_0 = 12.47$ (2.74)	
HVSR 09	$f_0 = 4.56$ (2.15)	$f_1 = 11$ (1.9)
HVSR 10	$f_0 = 6.31$ (2.05)	
HVSR 11	$f_0 = 5.97$ (2.65)	
HVSR 12	$f_0 = 6.0$ (3.07)	
HVSR 13	$f_0 = 15.56$ (2.11)	
HVSR 14	$f_0 = 6.25$ (2.32)	
HVSR 15	$f_0 = 2.28$ (2.57)	$f_1 = 15.94$ (3.08)
HVSR 16	$f_0 = 0.6$ (1.9)	$f_1 = 14.06$ (1.94)
HVSR 17	$f_0 = 8.94$ (1.78)	
HVSR 18	$f_0 = 8.19$ (2.90)	
HVSR 19	$f_0 = 13.72$ (3.02)	
HVSR 21	$f_0 = 14.31$ (2.08)	

Tabella 4: Sintesi delle elaborazioni delle misure dei microtremori

Elaborazione dei dati

I dati provenienti dalle indagini in sito consentono di effettuare alcune considerazioni generali relativamente alle caratteristiche sismo-elastiche dei terreni sub-superficiali (30 - 40 m di profondità di indagine).

La velocità delle onde di taglio V_S nei primi 30 m di profondità, determinata mediante prove MASW (pregresse e di nuova realizzazione), risulta compresa tra circa 230 - 300 m/s;

Si osserva inoltre come tutte le aree indagate sono caratterizzate dalla presenza in superficie di un primo livello di terreno con spessore compreso tra 6 m e 16 m, caratterizzato da valori modesti di V_{s30} compresi tra circa 100 - 240 m/s.

Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata, corrispondenti evidentemente ai corpi prevalentemente ghiaiosi, con valori di V_s 30 compresi tra circa 320 - 550 m/s.

Dai diagrammi si osserva un generale aumento delle velocità delle onde di taglio con la profondità, anche se localmente si registrano leggere inversioni di velocità una volta oltrepassato il primo livello ghiaioso.

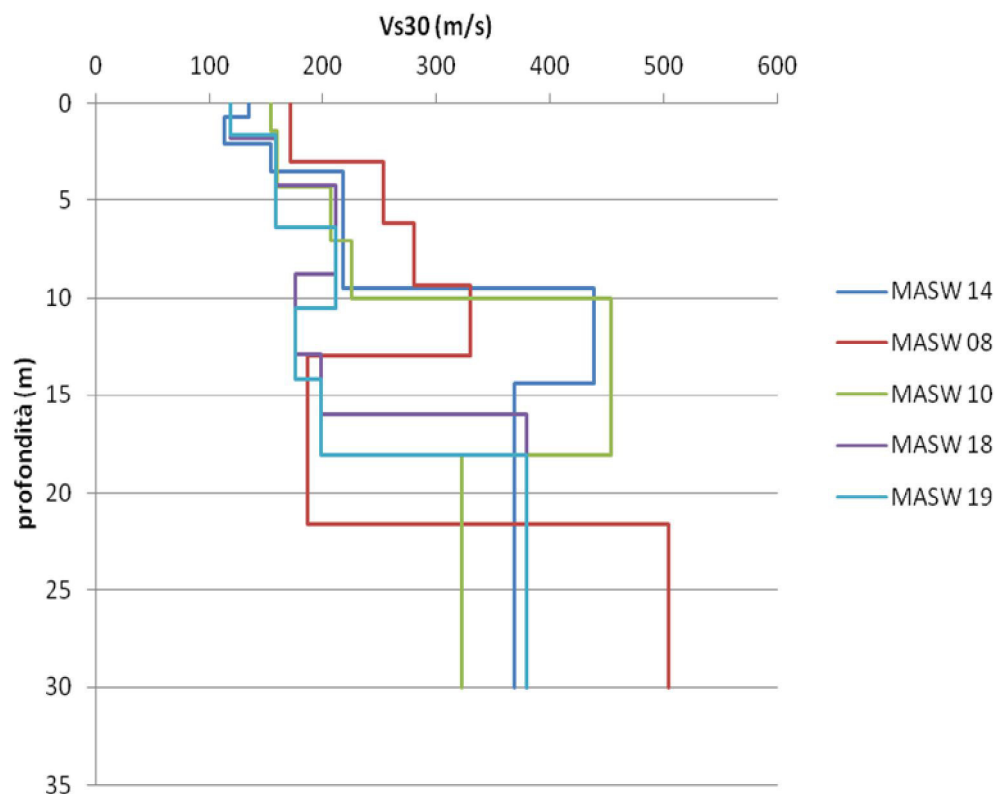


Figura 13: Profili di Vs30 relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza del capoluogo di Fidenza

I profili di velocità delle onde di taglio sono stati elaborati anche attraverso le misure a stazione singola del tremore sismico; mediante il processo di inversione le misure del microtremore consentono infatti di stimare in maniera rapida il valore di Vs.

I profili di Vs ottenuti registrano un netto salto di velocità delle onde S a profondità variabili tra 70 e 100 m, presumibilmente correlabili con la discontinuità tra i depositi alluvionali continentali (AES e AEI) e i depositi transizionali del Sintema di Costamezzana (CMZ).

Si ritiene utile sottolineare che i profili di Vs ottenuti indirettamente dalle misure dei microtremori, risultano tutti sostanzialmente confrontabili tra di loro, ad eccezione del profilo ottenuto dalla misura HVSR15, in cui si registra un netto salto di Vs già alla profondità di ca 15 m (primo livello ghiaioso) ed un secondo alla profondità di ca 55 m in corrispondenza di un secondo potente banco ghiaioso dello spessore di ca 30 m (v. Sez. 9 di Tav 3c).

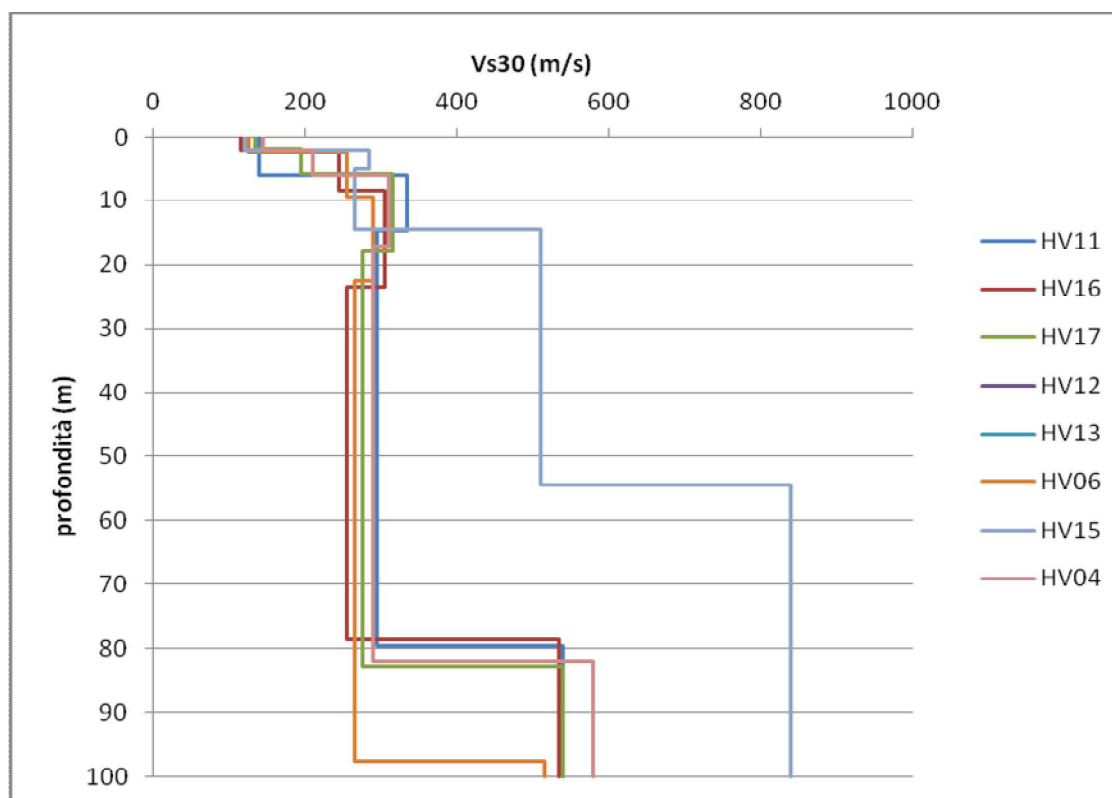


Figura 14: Profili di Vs stimati con il metodo HVSR relativi ai siti indagati all'interno dell'area di pertinenza del capoluogo di Fidenza

Per quanto riguarda le frequenze fondamentali del terreno, tramite le rilevazioni dei microtremori sono stati individuati picchi di risonanza a frequenza compresa tra 4,5 – 15 Hz, compatibili con la presenza di interfacce risonanti poste entro i primi 30 m di profondità e correlabili con le discontinuità superficiali che segnano il passaggio tra i depositi fini e i corpi ghiaiosi.

Dall'analisi della Carta delle frequenze si osserva che i picchi a frequenza più alta si registrano in adiacenza delle aree di pertinenza degli apparati fluviali del T. Stirone (a ovest) e del torrente Parola (ad est).

Le ampiezza massime delle curve HVSR sono comunque sempre inferiori a 3, evidenziando contrasti di impedenza deboli tra i terreni fini di copertura ed i corpi ghiaiosi sottostanti.

Nel settore settentrionale dell'area (nei pressi dell'area occupata dalla linea ferroviaria ad alta velocità e dall'autostrada) i valori delle frequenze di risonanza risultano più bassi (< 1 Hz) e individuano presumibilmente, in assenza di significativi corpi ghiaiosi superficiali, la profondità del tetto dei depositi sabbiosi del Sintema di Costamezzana.

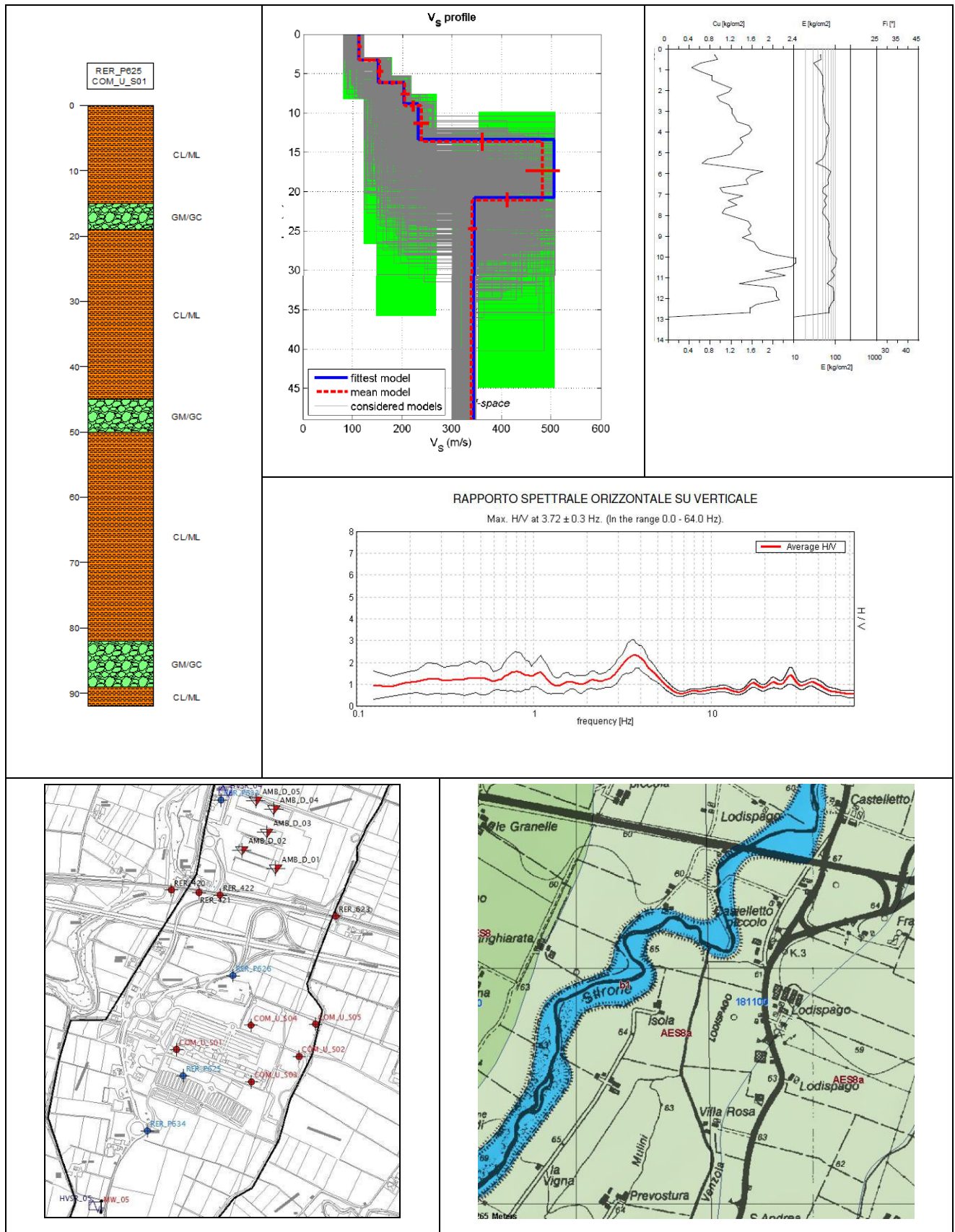
Per quanto riguarda i fattori di amplificazione dell'area è stata effettuata una stima mediante l'utilizzo degli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici previsti nell'Allegato A2 della Delibera

dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, 112, Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

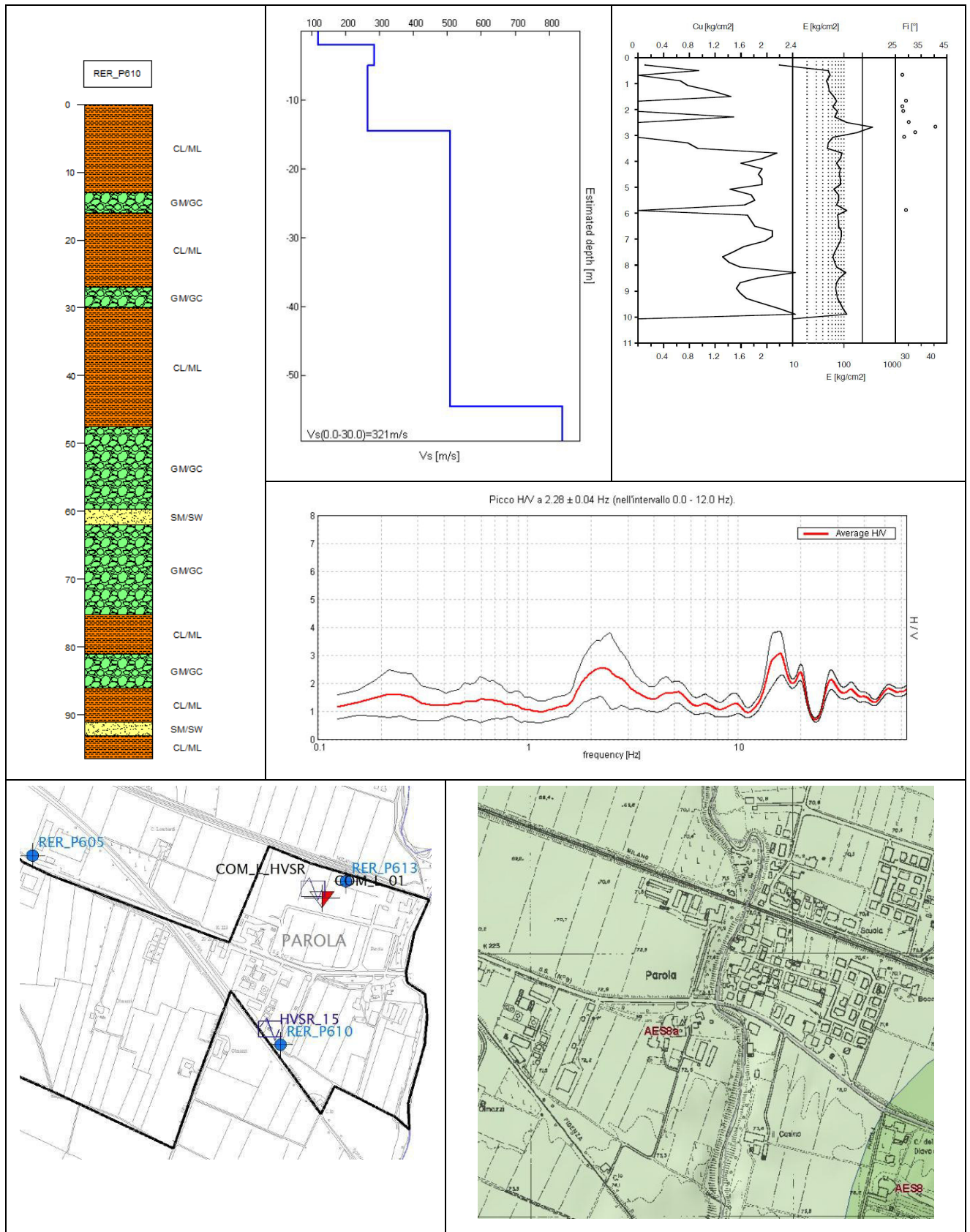
Nel caso specifico, per il calcolo dei fattori di amplificazione FA_{PGA} , $FA_{0.1-0.5S}$ e $FA_{0.5-1S}$, sono stati considerati gli abachi relativi all' Ambito Pianura 1 (v. A2.1.2 degli Indirizzi Regionali).

Dai risultati ottenuti si evince che tutta l'area studiata è suscettibile di amplificazioni caratterizzate da $FA_{PGA} = 1,6 \div 1,7$ - $FA_{0.1-0.5S} = 1,8 \div 1,9$ - $FA_{0.5-1S} = 2,4 \div 2,5$.

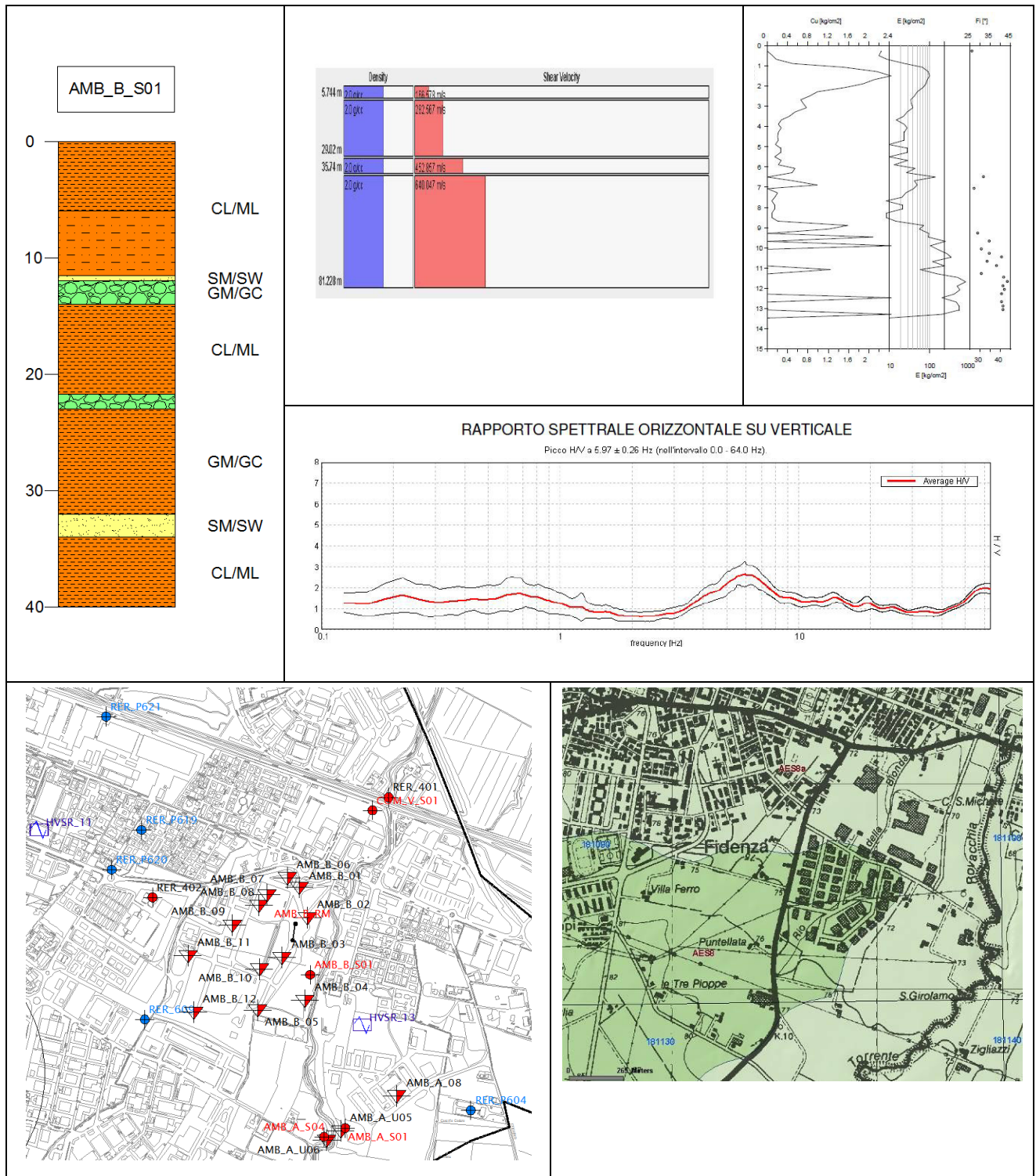
Per riassumere e schematizzare in forma sintetica i dati raccolti all'interno dell'area del capoluogo di Fidenza sono state realizzate n. 8 schede riportanti lo schema stratigrafico dei vari siti indagati comprensivo dei profili di velocità delle onde di taglio V_S e del diagramma del rapporto spettrale H/V ricavati dalle indagini sismiche realizzate ex-novo.

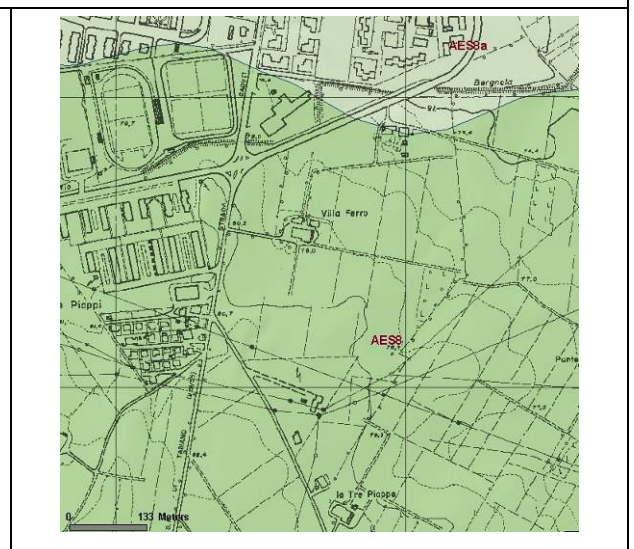
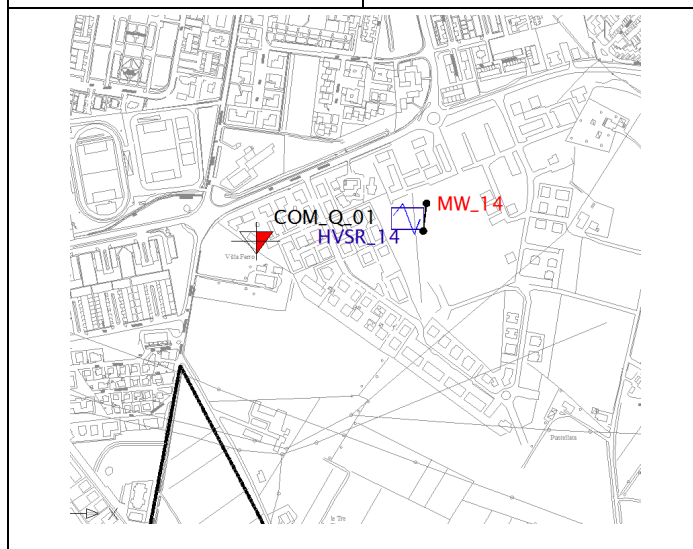
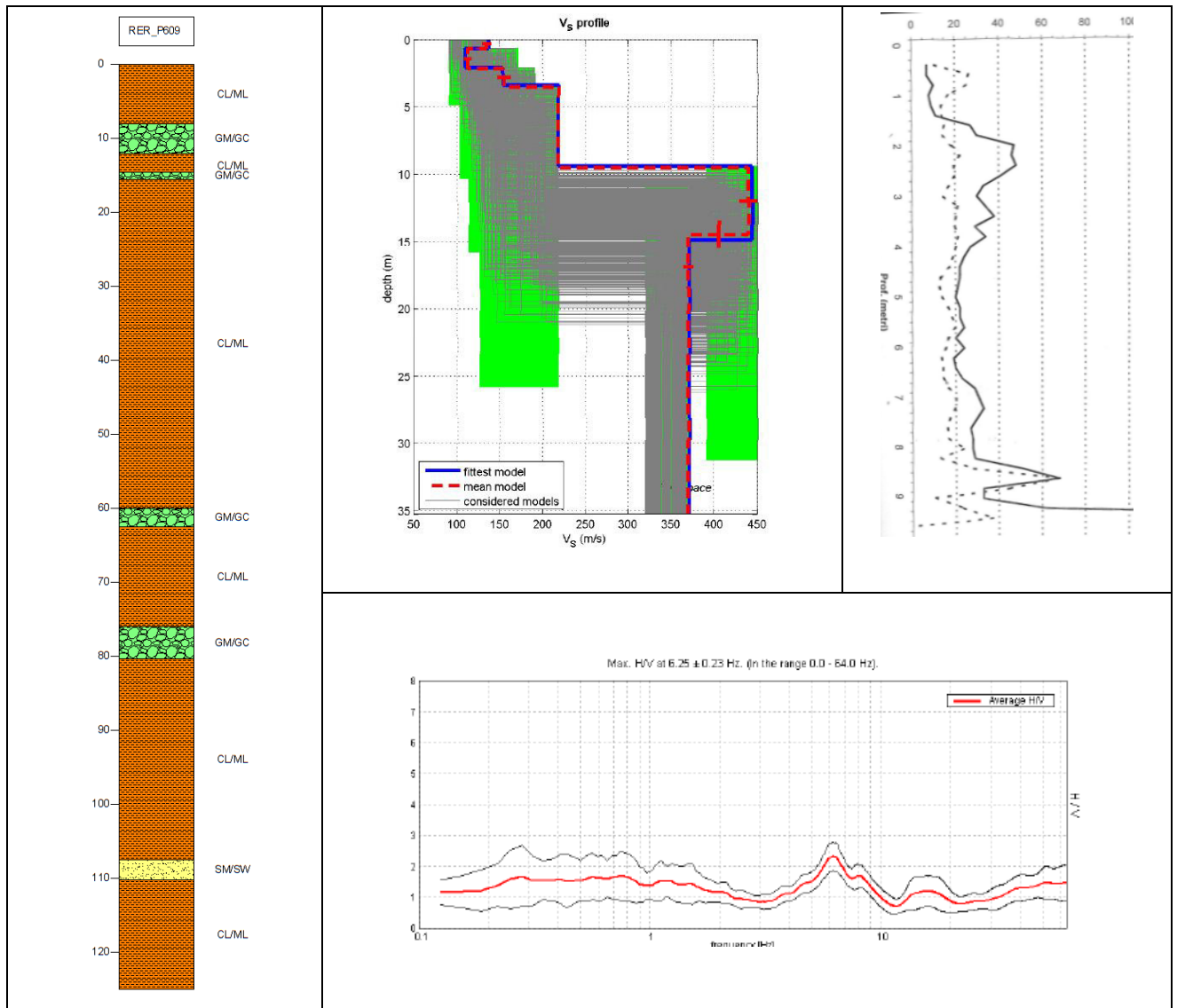


Scheda riassuntiva Capoluogo Fidenza NE (Zona Outlet/A1)

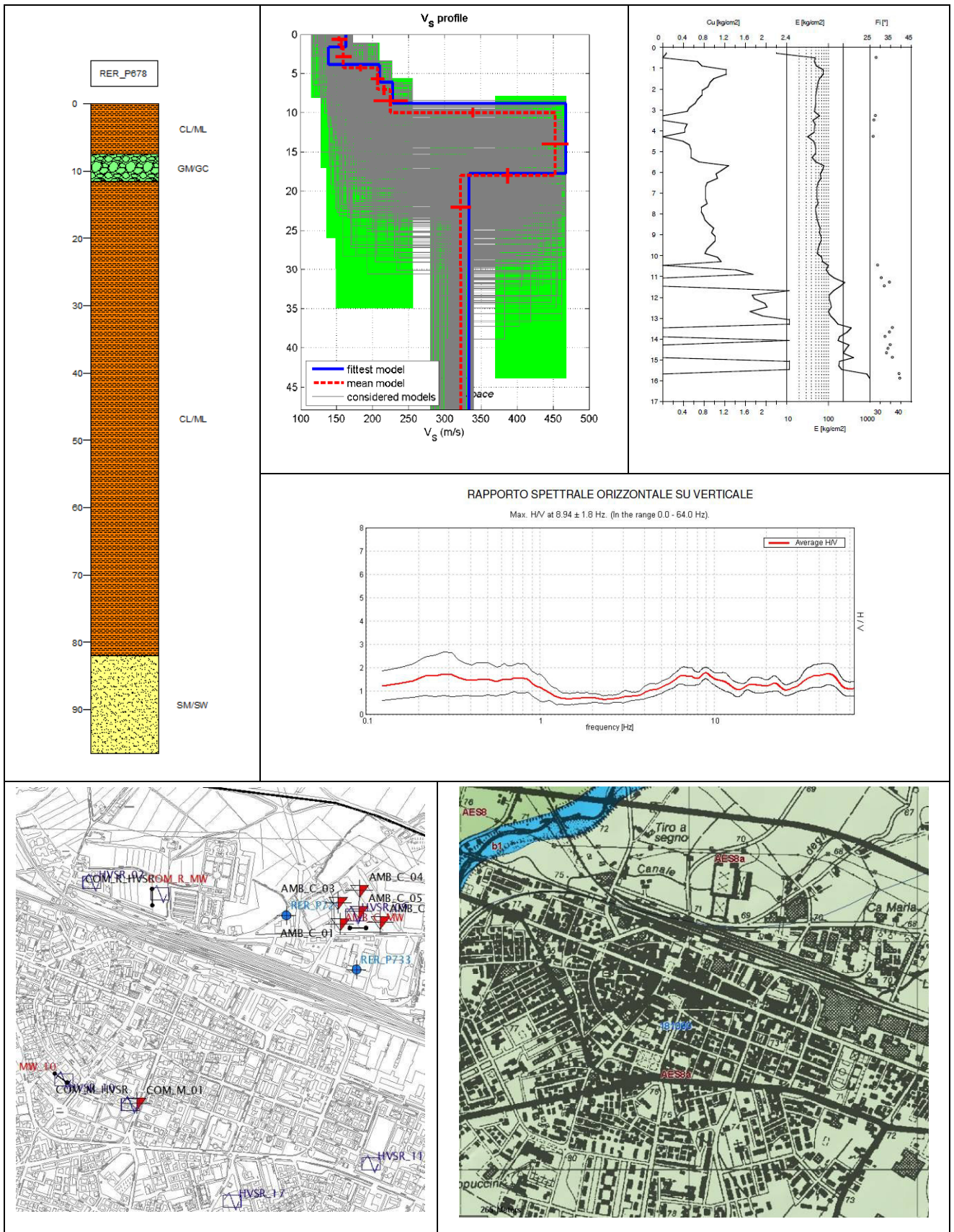


Scheda riassuntiva Capoluogo Fidenza E (Parola)

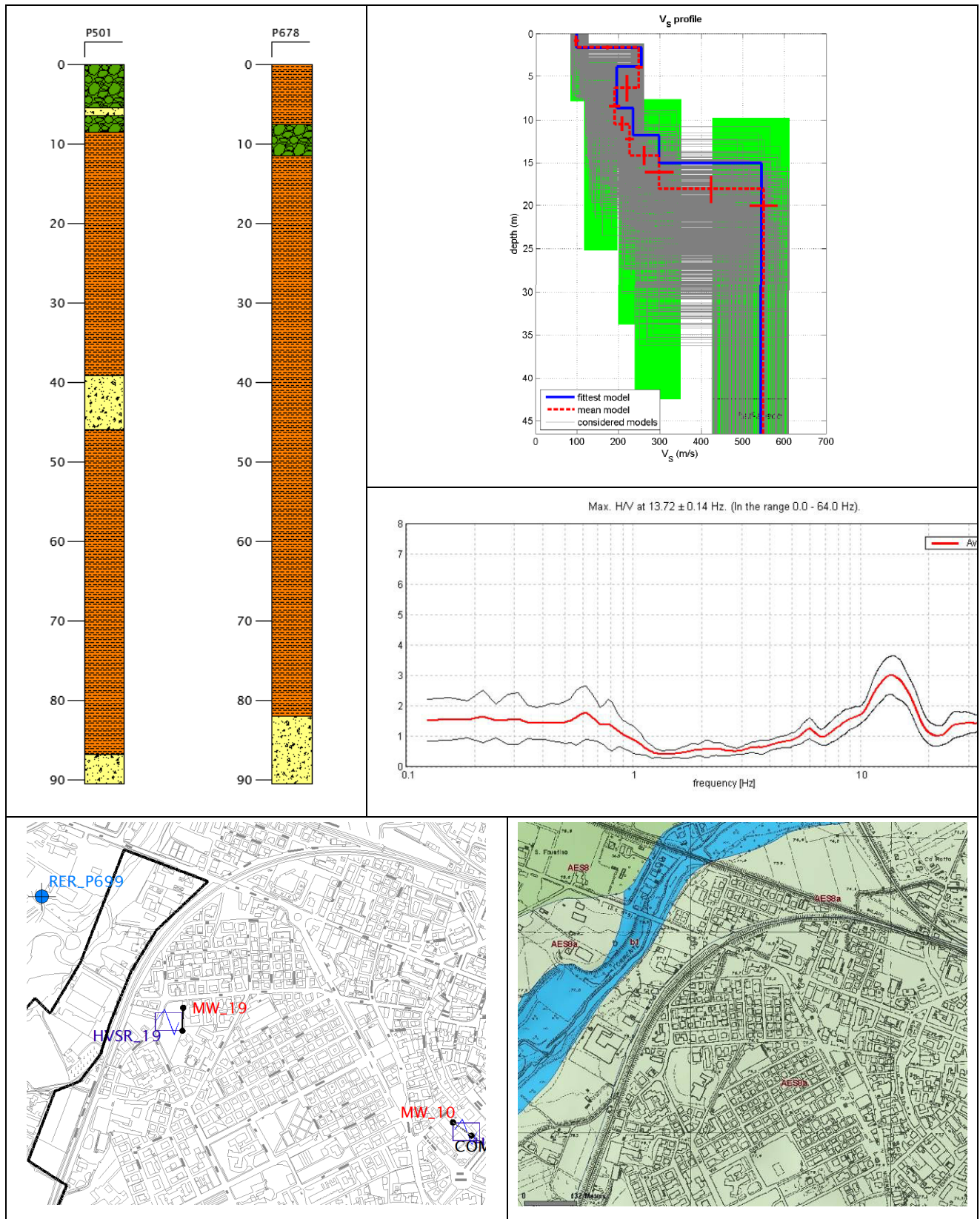




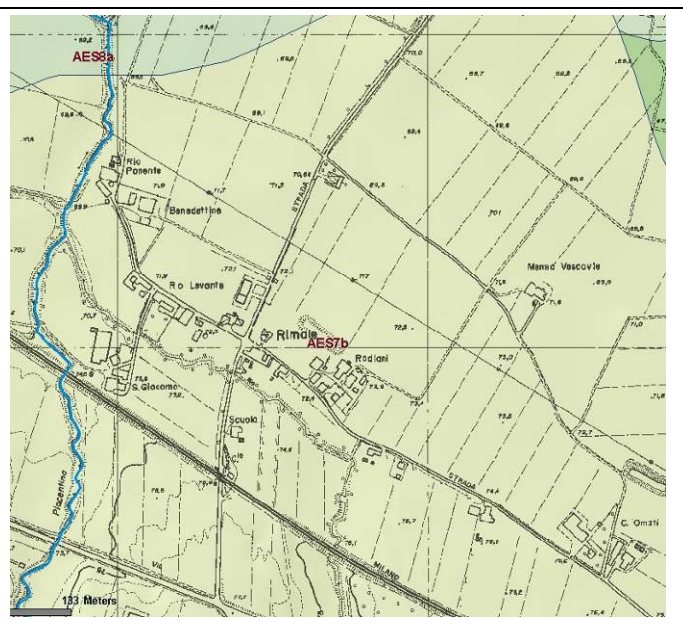
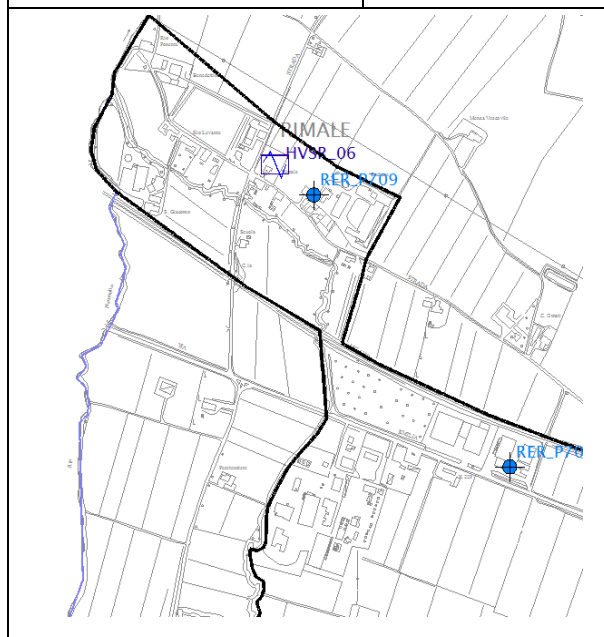
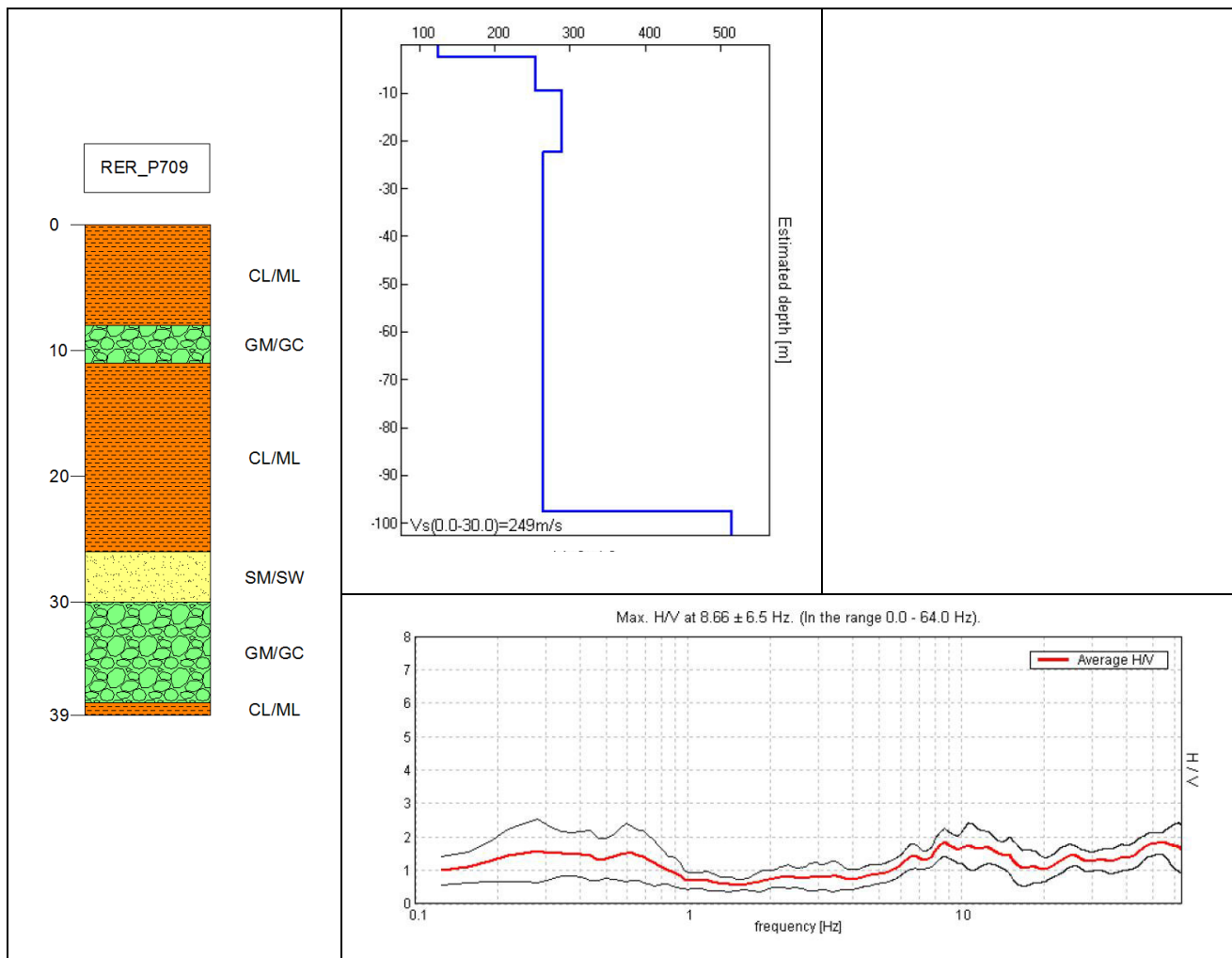
Scheda riassuntiva Capoluogo Fidenza (Quartiere Villa Ferro)



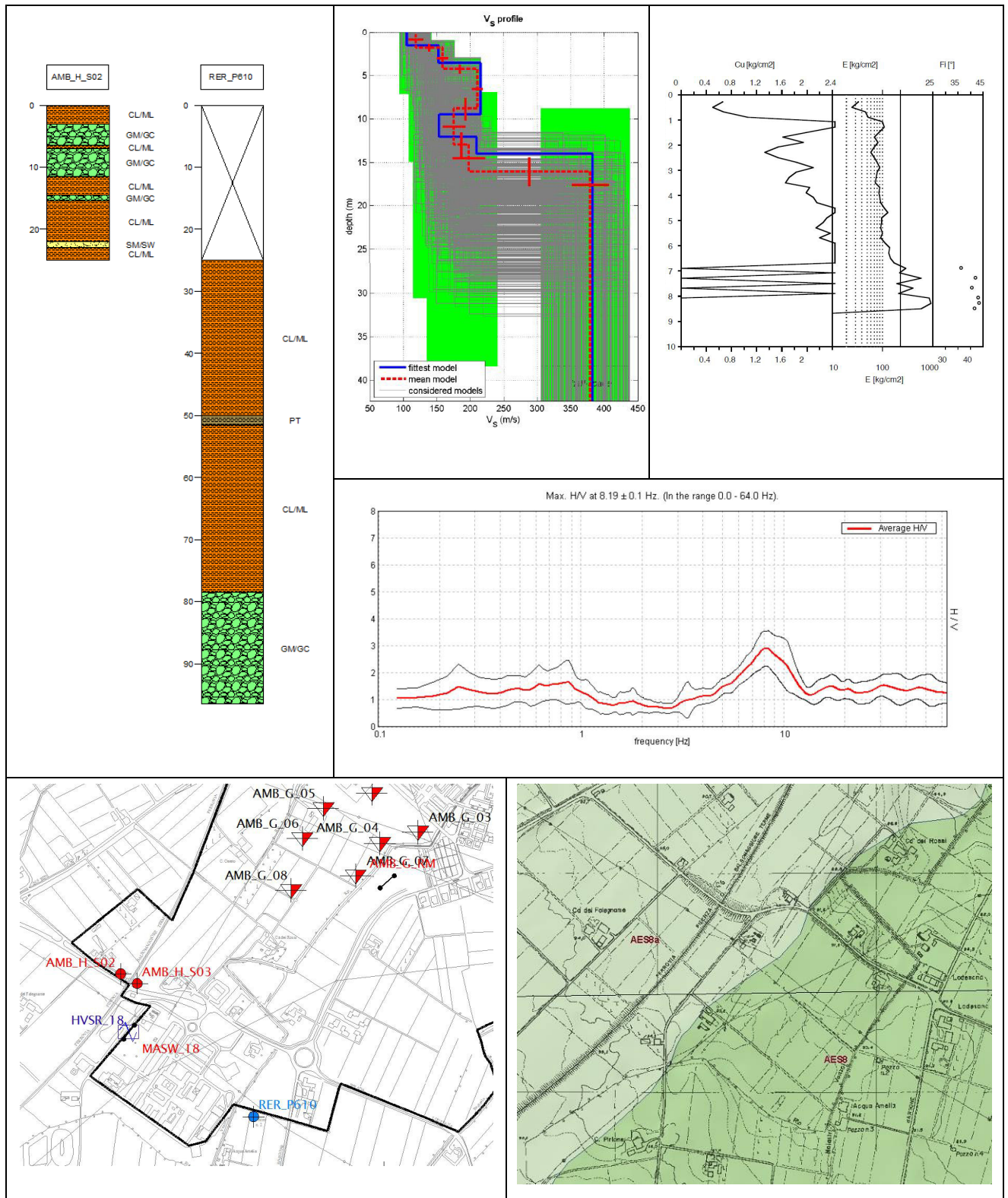
Scheda riassuntiva Capoluogo Fidenza (Centro storico)



Scheda riassuntiva Capoluogo Fidenza O (Quartiere Luce)



Scheda riassuntiva Capoluogo Fidenza O (frazione di Rimale)



Scheda riassuntiva Capoluogo Fidenza SO (Frazione di Vaio)

4.1.4 SCUOLA MATERNA LODESANA

L'area della scuola materna Lodesana è ubicata nelle prime colline del territorio comunale, alla sommità di un ripiano terrazzato caratterizzato dall'affioramento dei depositi alluvionali intravallivi, costituiti da limi e limi sabbiosi prevalenti con intercalazioni di lenti ghiaiose (AES 2A e AEI).

Lo spessore complessivo dei depositi alluvionali è valutabile in circa 60 m. Tali sedimenti appoggiano su depositi di prodelta, piattaforma, piana deltizia e di delta-conoide a litologia prevalentemente sabbiosa e limoso-sabbiosa afferenti al Sintema di Costamezzana.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nella sezione litotecnica 10 di Tav. 03c

4.1.4.1 Indagini pregresse

Le indagini pregresse disponibili nell'area si limitano a n. 4 prove penetrometriche CPT spinte sino alla profondità massima di 10 m e una prova MASW, realizzate nell'ambito della progettazione di villette unifamigliari ubicate a circa 200 m dall'area in esame.

4.1.4.2 Indagini geofisiche realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

In relazione alle indagini esistenti, si è ritenuto opportuno eseguire una prova MASW e una analisi dei microtremori HVSR; le due indagini sono state eseguite congiuntamente al fine di ottenere il confronto diretto dei dati.

Per la descrizione della metodologia d'indagine, della strumentazione utilizzata e dei software di elaborazione dei dati acquisiti, si rimanda alla descrizione contenuta negli allegati.

L'ubicazione delle prove è riportata nella Carta delle Indagini di Tav. 01 alla scala 1:10.000.

4.1.4.3 Elaborazione dei dati

La velocità delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità, determinata mediante prove MASW (pregresse e di nuova realizzazione), risulta compresa tra circa 247 - 260 m/s;

La velocità delle onde di taglio V_{s30} m risulta sempre crescente con la profondità e generalmente compresa tra circa 170 - 360 m/s; le indagine geofisiche non ha messo in evidenza inversioni di velocità nei primi 30 m.

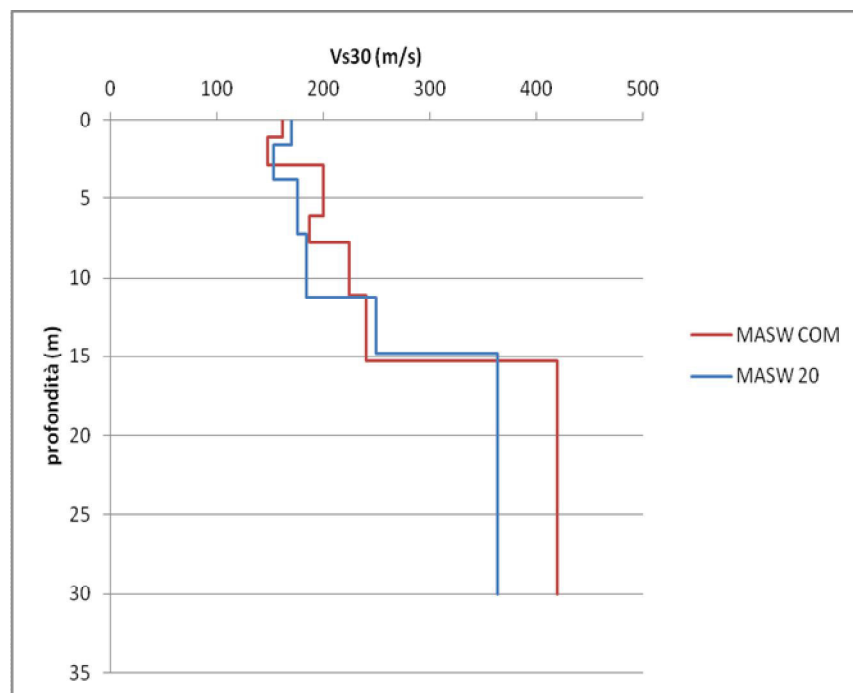


Figura 15: Confronto tra i profili di Vs30 relativi alle indagini pregresse e realizzate ex-novo

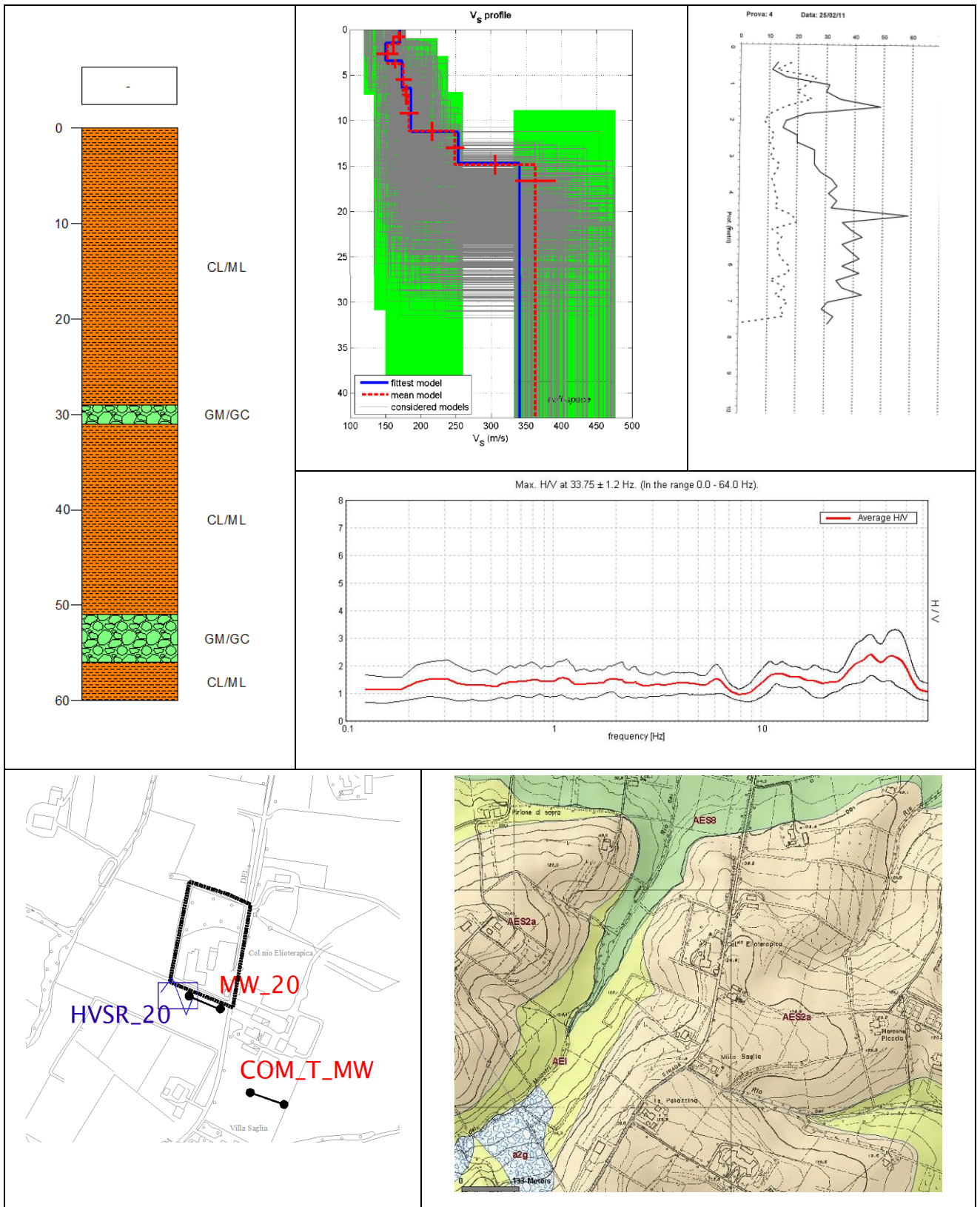
Il rilievo dei microtrempi non ha individuato alcun picco di risonanza.

Per quanto riguarda i fattori di amplificazione dell'area è stata effettuata una stima mediante l'utilizzo degli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici previsti nell'Allegato A2 della Delibera dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, 112, Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

Per il calcolo dei fattori di amplificazione FA_{PGA} , $FA_{0.1-0.5S}$ e $FA_{0.5-1S}$, soprattutto in considerazione alla presenza di una scuola materna, si è ritenuto in via cautelativa, di utilizzare gli abachi riferiti ad una situazione di "Appennino e margine appenninico-padano in caso di substrato marino caratterizzato da $V_s < 800$ m/s" (v. Tab. A2.1.1 degli Indirizzi Regionali), considerando quale bedrock sismico la discontinuità tra le Unità stratigrafiche AES2A e AEI.

Dai risultati ottenuti si evince che l'area di pertinenza della scuola materna Lodesana è suscettibile di amplificazioni elevate caratterizzate da $FA_{PGA} = 2,0$ - $FA_{0.1-0.5S} = 2,4$ - $FA_{0.5-1S} = 2,8$.

Per riassumere e schematizzare in forma sintetica i dati raccolti all'interno dell'area di pertinenza della scuola materna "Lodesana", si riporta di seguito una scheda riportante lo schema stratigrafico del sito indagato.



Scheda riassuntiva Capoluogo Fidenza S (Scuola Materna Lodesana)

4.1.5 CASTIONE MARCHESI

4.1.5.1 *Assetto geologico e geomorfologico*

L'abitato di Castione è ubicato nel settore settentrionale del Comune di Fidenza, in un contesto di piana alluvionale, morfologicamente pianeggiante con quote medie che si attestano tra 58 e 54 m s.l.m., con pendenze dello 0,4 % debolmente digradanti verso N.

L'area è caratterizzata dalla presenza di depositi continentali costituiti da limi e limi sabbiosi prevalenti con intercalazioni di corpi ghiaiosi discontinui con grado di addensamento, cementazione e spessore molto variabili, il cui spessore può essere valutato in circa 90 ÷ 100.

Tali depositi, con spessori che aumentano rapidamente verso la pianura, appartengono ai cicli sedimentari AES e AEI (v. cap. 3.2.1) e appoggiano in discordanza sui depositi a litologia prevalentemente sabbiosa e limoso-sabbiosa, afferenti al Sintema di Costamezzana. Tali sedimenti sono presenti nel sottosuolo della pianura sino a profondità di oltre 120 m.

Per quanto riguarda i terreni presenti in superficie, sulla base dell'insieme dei dati disponibili, è possibile rilevare la sostanziale prevalenza di materiali a grana fine (limo argilloso limo sabbioso).

Il tetto del primo livello ghiaioso è rinvenibile a circa 10 metri di profondità (Sondaggi 181050P408 e 181050P401 RER) e presenta uno spessore di circa 6 ÷ 10 metri.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni litotecniche 1 e 4 di Tav. 03a e 03b.

L'area risulta esterna alle fasce di influenza dei corsi d'acqua principali.

La superficie piezometrica presenta una direzione di flusso verso nord-est, con soggiacenze molto ridotte variabili da 3 a 4 m dal p.c. e oscillazioni stagionali in grado di innalzare il livello freatico sino a quote prossime al piano campagna.

4.1.5.2 *Indagini pregresse*

Le indagini raccolte sono costituite da stratigrafie di pozzi per acqua, sondaggi a carotaggio continuo (4) con i relativi dati di Standard Penetration Test SPT, prove penetrometriche statiche CPT (6) e una indagine geofisica MASW.

I sondaggi a carotaggio continuo presi a riferimento sono quelli relativi alla progettazione della linea ferroviaria ad alta velocità ed alta capacità Milano-Bologna, mentre le prove penetrometriche e la prova MASW sono state eseguite da AMBITER S.r.l. nell'ambito di pratiche edilizie.

L'indagine geofisica MASW ha fornito un valore di Vs30 pari a 295 m/s.

4.1.5.3 Indagini geofisiche realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Ad integrazione delle indagini disponibili, nell'ambito del presente Studio di MS, si è ritenuto opportuno eseguire una prova MASW e una analisi dei microtremori HVSR; le due indagini sono state eseguite congiuntamente al fine di ottenere il confronto diretto dei dati.

Per la descrizione della metodologia d'indagine, della strumentazione utilizzata e dei software di elaborazione dei dati acquisiti, si rimanda alla descrizione contenuta negli Allegati 1, 2, 3.

L'ubicazione delle prove è riportata nella Carta delle Indagini di Tav. 01 alla scala 1:10.000.

4.1.5.4 Elaborazione dei dati

La velocità delle onde di taglio V_S nei primi 30 m di profondità, determinata mediante prova MASW, è risultata pari a 232 m/s.

L'area indagata presenta un primo livello di terreno con spessore di circa 14 m, caratterizzato da valori modesti di V_S compresi tra circa 148 - 203 m/s. Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata, corrispondenti evidentemente ai corpi prevalentemente ghiaiosi, con valori di V_S compresi tra circa 329 - 395 m/s.

Dal confronto tra la prova MASW eseguita ex-novo e quella disponibile ubicata nei pressi della linea ad alta velocità, posta a circa 900 m di distanza in direzione sud dall'abitato di Castione, si osserva un generale aumento della V_{S30} verso sud (232 – 295 m/s) e una progressiva diminuzione dello spessore della coltre superficiale a bassa rigidità (16 – 9 m).

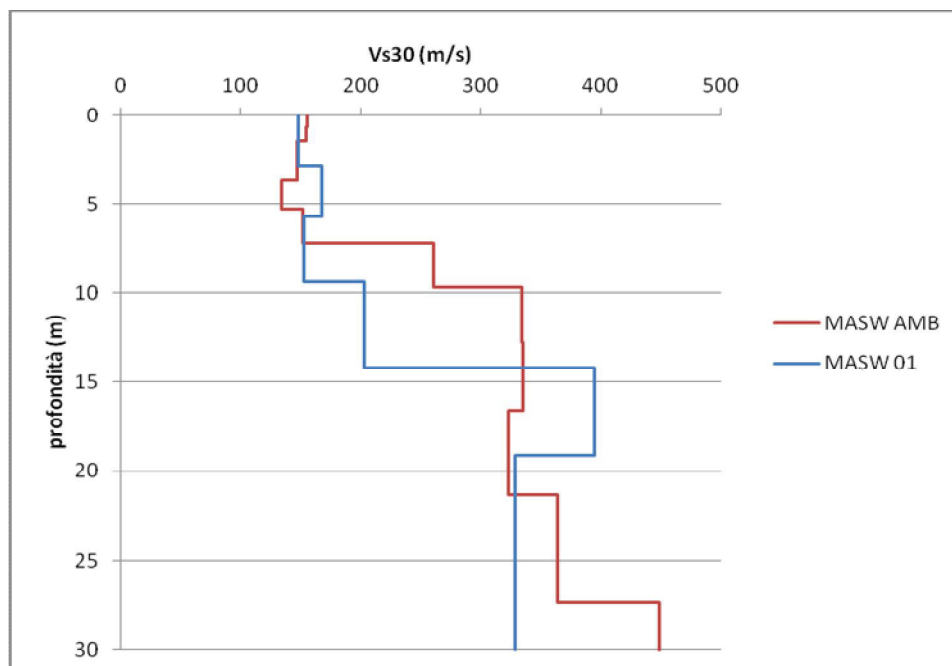


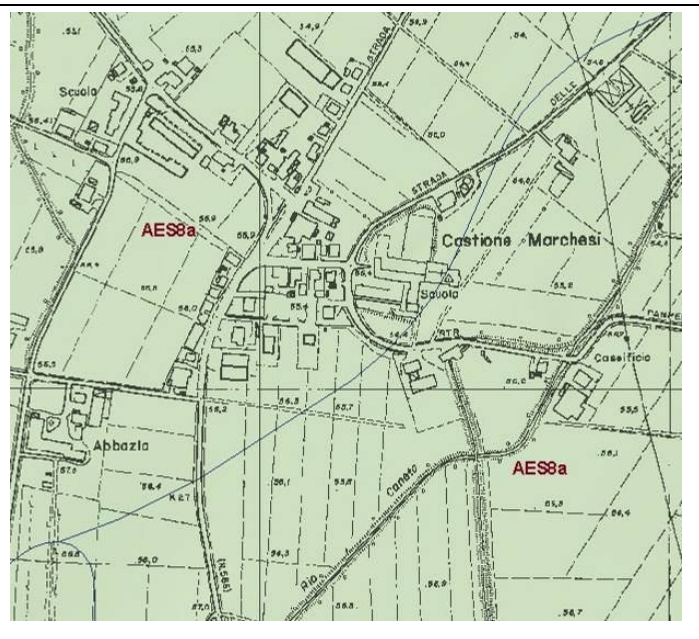
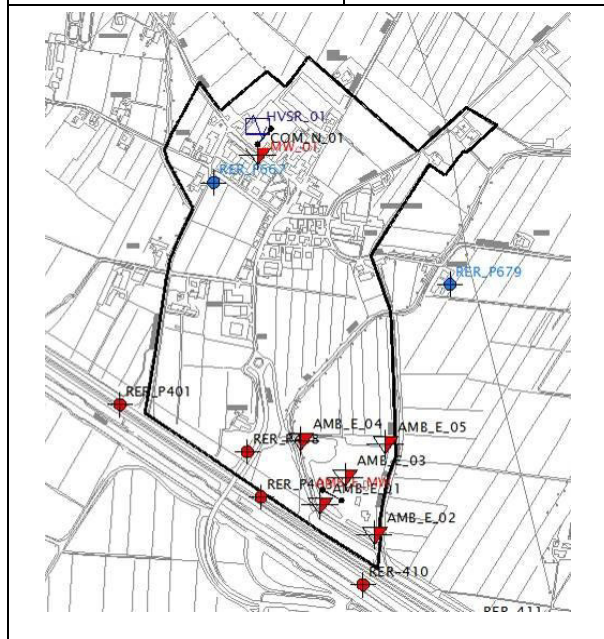
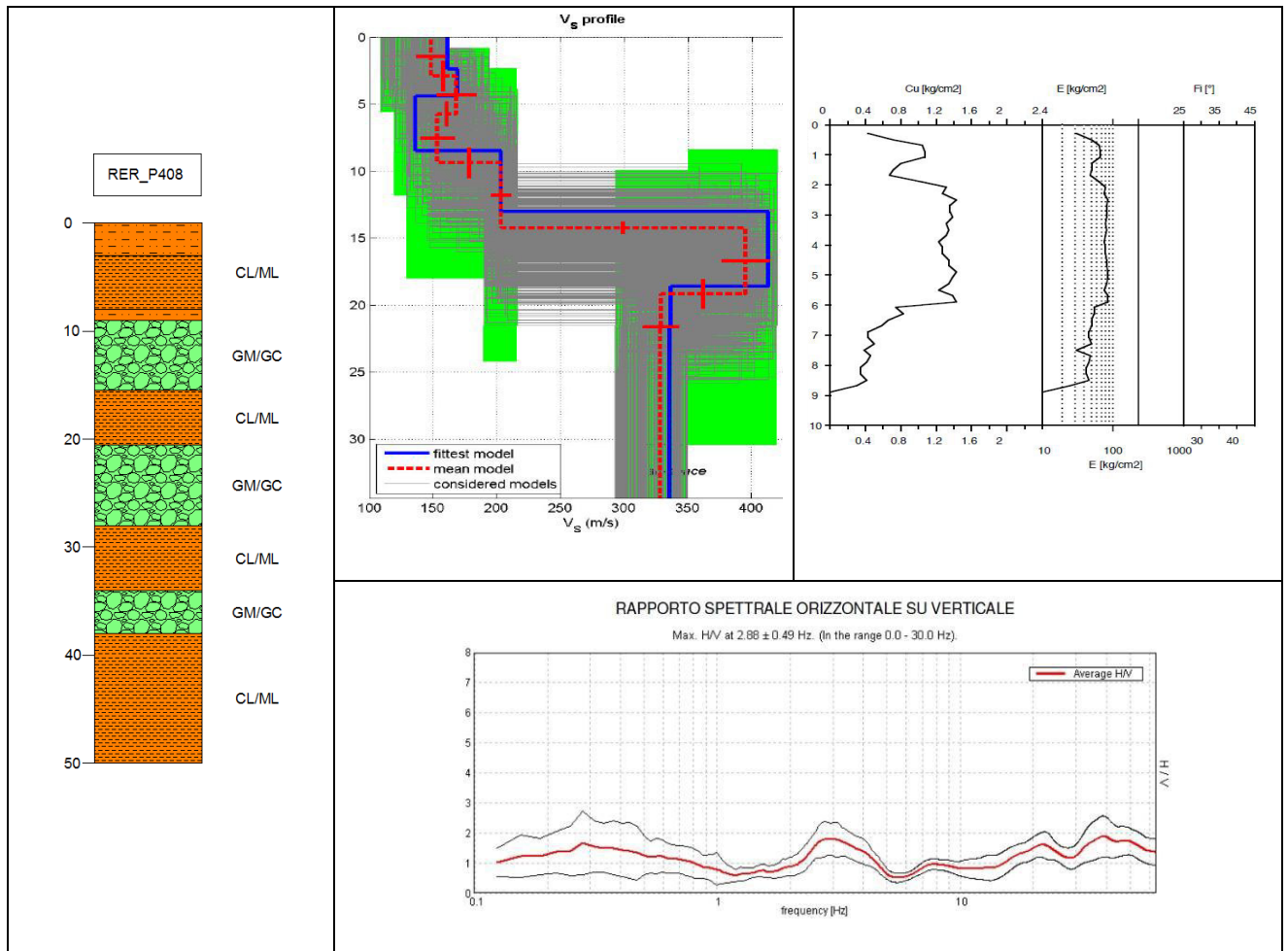
Figura 16: Confronto tra i profili di V_{S30} relativi alle indagini pregresse e realizzate ex-novo

Il rilievo dei microtremori individua un picco di risonanza a frequenza prossima a 2,88 e un'ampiezza massima della curva HVSR poco significativo (1,8).

Per il calcolo dei fattori di amplificazione FA_{PGA} , $FA_{0.1-0.5S}$ e $FA_{0.5-1S}$, sono stati considerati gli abachi assimilabili ad una situazione di Pianura 1 (v. Tab. A2.1.2 degli Indirizzi Regionali) *“profilo stratigrafico costituito da presenza di potenti orizzonti di ghiaie (anche decine di metri) e da alternanze di sabbie e peliti, con substrato poco profondo (< 100 m da p.c.)”*.

Dai risultati ottenuti si evince che l'area di pertinenza della frazione di Castione è suscettibile di amplificazioni caratterizzate da $FA_{PGA} = 1,7$ - $FA_{0.1-0.5S} = 1,9$ - $FA_{0.5-1S} = 2,5$.

Per riassumere e schematizzare in forma sintetica i dati raccolti all'interno della frazione di Castione è stata costruita una scheda riportante lo schema stratigrafico del sito indagato.



Scheda riassuntiva frazione Castione

4.1.6 BASTELLI

4.1.6.1 Assetto geologico e geomorfologico

La frazione di Bastelli è ubicata nel settore settentrionale del Comune di Fidenza, in adiacenza alla linea ferroviaria ad alta velocità ed alta capacità Milano-Bologna.

Dal punto di vista geomorfologico l'area appartiene ad un contesto di piana alluvionale, sostanzialmente pianeggiante con quote medie che si attestano tra 59 e 61 m s.l.m, con pendenze di circa 0,5% debolmente digradanti verso N.

L'area è caratterizzata dalla presenza di depositi continentali, la cui litologia è stata desunta sulla base della stratigrafia del sondaggio 181090P419 disponibile nell'archivio del SGSS della Regione Emilia Romagna, in cui è possibile rilevare la presenza di argille limose, limi sabbiosi e limi argillosi sino a circa 50 metri di profondità. All'interno di questa coltre sono rinvenibili due corpi a litologia prevalentemente ghiaiosa dello spessore di circa 10 metri ciascuno, il cui tetto si rinviene rispettivamente alle profondità di 9 m e 32 m da piano campagna.

Tali depositi, con spessori che aumentano rapidamente verso la pianura, appartengono ai cicli sedimentari AES e AEI (v. cap. 3.2.1) e appoggiano in discordanza su depositi di prodelta, piattaforma, piana deltizia e di delta-conoide a litologia prevalentemente sabbiosa e limoso-sabbiosa, afferenti al Sintema di Costamezzana. Quest'ultimi sono presenti nel sottosuolo della pianura sino a profondità di oltre 120 m.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni litotecniche 1 e 5 di Tav. 03a e 03b.

La superficie piezometrica presenta una direzione di flusso verso nord-est, con soggiacenze molto ridotte variabili da 3 a 4 m dal p.c. e oscillazioni stagionali in grado di innalzare il livello freatico sino a quote prossime al piano campagna.

4.1.6.2 Indagini pregresse

Le indagini pregresse disponibili nell'area si limitano a n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, relativi alla progettazione della linea ferroviaria ad alta velocità ed alta capacità Milano- Bologna, e alcune stratigrafie di pozzi per acqua.

4.1.6.3 Indagini geofisiche realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Ad integrazione delle indagini disponibili, si è ritenuto opportuno eseguire una prova MASW e una analisi dei microtremori HVSR; le due indagini sono state eseguite congiuntamente al fine di ottenere il confronto diretto dei dati.

Per la descrizione della metodologia d'indagine, della strumentazione utilizzata e dei software di elaborazione dei dati acquisiti, si rimanda alla descrizione contenuta negli Allegati 1, 2, 3.

L'ubicazione delle prove è riportata nella Carta delle Indagini di Tav. 01 alla scala 1:10.000.

4.1.6.4 Elaborazione dei dati

La velocità delle onde di taglio V_S nei primi 30 m di profondità, determinata mediante la prova MASW, è pari a 288 m/s.

L'area indagata presenta un primo livello di terreno con spessore di circa 10 m, caratterizzato da valori modesti di V_S compresi tra circa 167 - 194 m/s. Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata, corrispondenti evidentemente ai corpi prevalentemente ghiaiosi, con valori di V_S compresi tra circa 296 - 443 m/s.

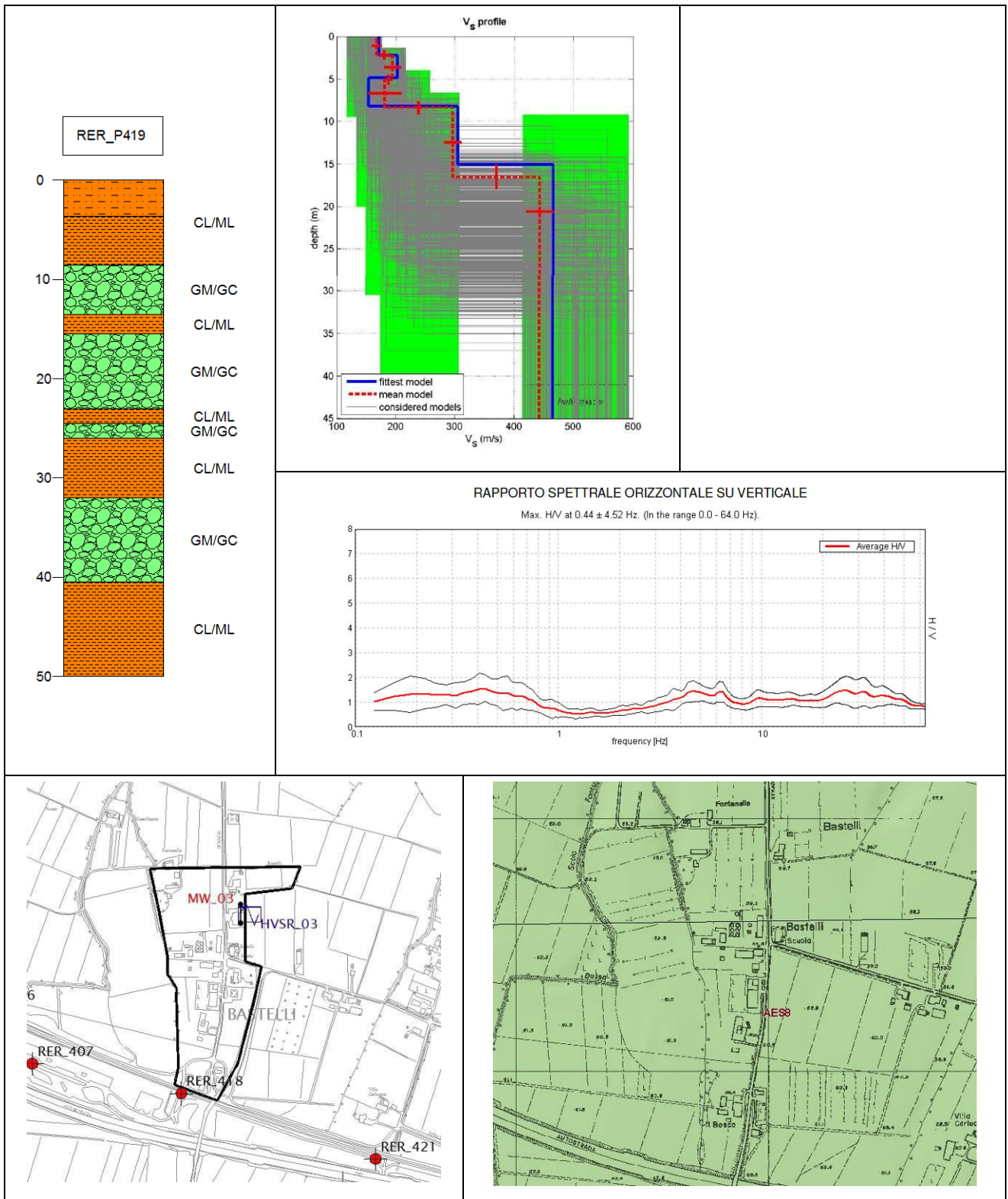
Dal diagramma della prova MASW si osserva un generale aumento delle velocità delle onde di taglio con la profondità, senza inversioni di velocità.

Il rilievo dei microtremori non ha individuato alcun picco di risonanza.

Per il calcolo dei fattori di amplificazione FA_{PGA} , $FA_{0.1-0.5S}$ e $FA_{0.5-1S}$, sono stati considerati gli abachi assimilabili ad una situazione di Pianura 1 (v. Tab. A2.1.2 degli Indirizzi Regionali) assimilabile ad un *"profilo stratigrafico costituito da presenza di potenti orizzonti di ghiaie (anche decine di metri) e da alternanze di sabbie e peliti, con substrato poco profondo (< 100 m da p.c.)"*.

Dai risultati ottenuti si evince che l'area di pertinenza dell'area di Bastelli è suscettibile di amplificazioni caratterizzate da $FA_{PGA} = 1,7$ - $FA_{0.1-0.5S} = 1,9$ - $FA_{0.5-1S} = 2,5$.

Per riassumere e schematizzare in forma sintetica i dati raccolti all'interno della frazione di Bastelli si riporta di seguito una scheda riportante lo schema stratigrafico del sito indagato.



4.1.7 FORNIO

4.1.7.1 Assetto geologico e geomorfologico

La frazione di Fornio è situata nel settore occidentale del Comune di Fidenza, su di un ripiano morfologico leggermente rialzato rispetto alla piana circostante, costituito in prevalenza da limi e limi sabbiosi con intercalazioni di lenti discontinue di ghiaie sabbiose.

Lo spessore di tali depositi può essere stimato in circa 70 ÷ 80 m e appoggia in discordanza sui depositi a litologia prevalentemente sabbiosa e limoso sabbiosa del sistema di Costamezzana.

Per quanto riguarda i terreni presenti in superficie, sulla base dell'insieme dei dati disponibili, è possibile rilevare la sostanziale prevalenza di materiali a grana fine (limo argilloso limo sabbioso).

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni litotecniche 3 e 4 di Tav. 03a e 03b.

Morfologicamente l'area si presenta sostanzialmente pianeggiante con quote medie che si attestano tra 110 e 92 m s.l.m., con pendenze di circa 1% digradanti verso N.

La superficie piezometrica presenta una direzione di flusso verso nord-est, con soggiacenze molto ridotte variabili da 4 a 5 m dal p.c. e oscillazioni stagionali in grado di innalzare il livello freatico sino a quote prossime al piano campagna.

4.1.7.2 Indagini pregresse

Le indagini raccolte sono costituite da stratigrafie di pozzi per acqua e 2 prove penetrometriche statiche CPT realizzate a supporto di opere di edilizia ordinaria.

L'ubicazione delle prove è riportata nella Carta delle Indagini di Tav. 01 alla scala 1:10.000.

4.1.7.3 Indagini geofisiche realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Ad integrazione delle indagini disponibili, nell'ambito del presente Studio di MS, si è ritenuto opportuno eseguire una prova MASW e una analisi dei microtremori HVSR; le due indagini sono state eseguite congiuntamente al fine di ottenere il confronto diretto dei dati.

Per la descrizione della metodologia d'indagine, della strumentazione utilizzata e dei software di elaborazione dei dati acquisiti, si rimanda alla descrizione contenuta negli Allegati 1, 2, 3.

4.1.7.4 Elaborazione dei dati

La velocità delle onde di taglio V_S nei primi 30 m di profondità, determinata mediante prove MASW, è pari a 310 m/s.

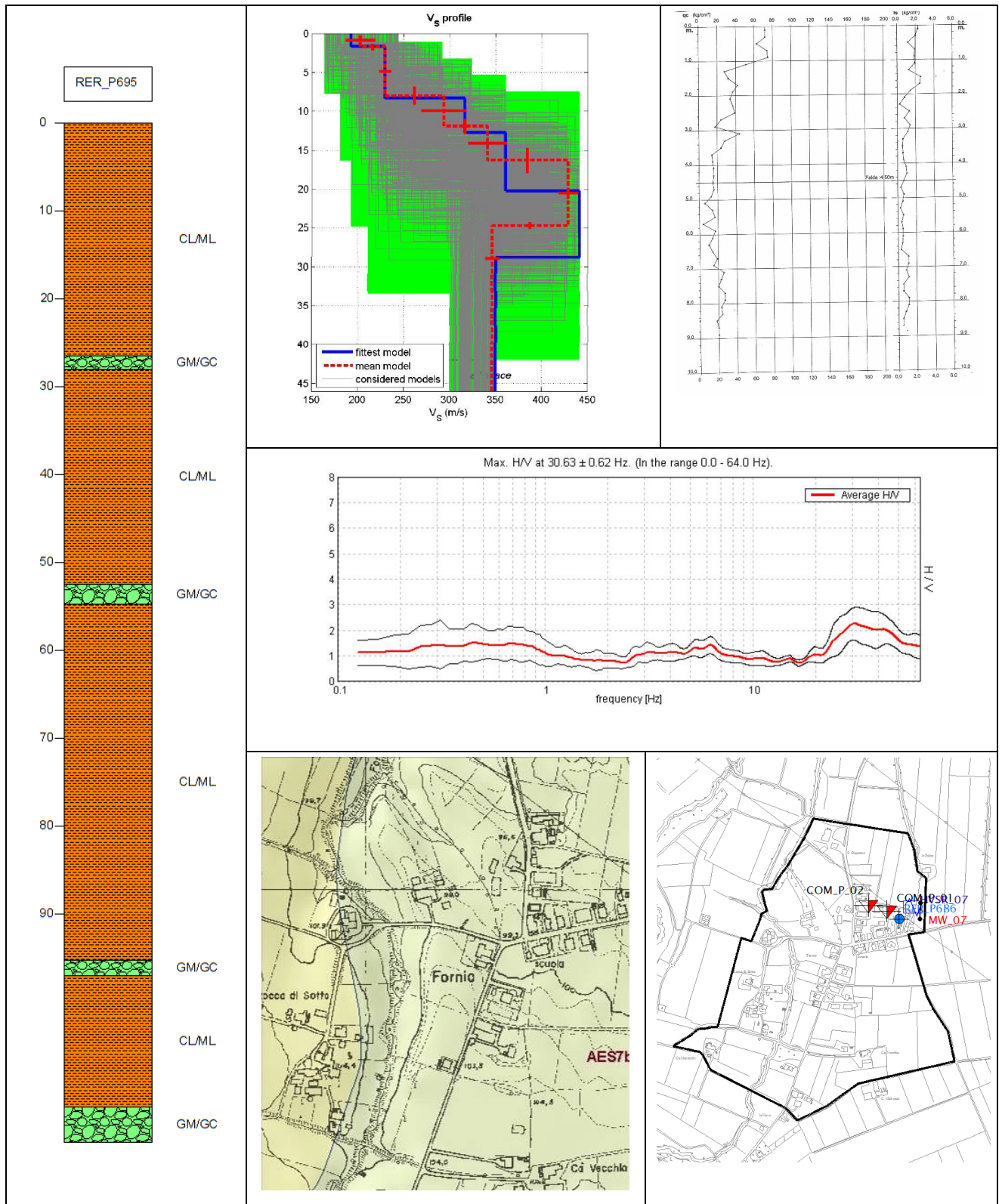
L'area indagata presenta un primo livello di terreno con spessore di circa 12 m, caratterizzato da valori di Vs compresi tra circa 203 - 294 m/s. Inferiormente si rileva, la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata, corrispondenti evidentemente ai corpi prevalentemente ghiaiosi, con valori di Vs compresi tra circa 341 - 429 m/s.

Il rilievo dei microtremori non ha individuato alcun picco di risonanza.

Per il calcolo dei fattori di amplificazione FA_{PGA} , $FA_{0.1-0.5S}$ e $FA_{0.5-1S}$, sono stati considerati gli abachi assimilabili ad una situazione di Pianura 1 (v. Tab. A2.1.2 degli Indirizzi Regionali) *“profilo stratigrafico costituito da presenza di potenti orizzonti di ghiaie (anche decine di metri) e da alternanze di sabbie e peliti, con substrato poco profondo (< 100 m da p.c.)”*.

Dai risultati ottenuti si evince che tutta l'area studiata è suscettibile di amplificazioni elevate caratterizzate da $FA_{PGA} = 1,6$ - $FA_{0.1-0.5S} = 1,8$ - $FA_{0.5-1S} = 2,4$.

Per riassumere e schematizzare in forma sintetica i dati raccolti all'interno della frazione di Fornio è stata costruita una scheda riportante lo schema stratigrafico del sito indagato.



Scheda riassuntiva frazione di Forno

4.1.8 PONTE GHIARA

4.1.8.1 Assetto geologico e geomorfologico

La frazione di Ponte Ghiara è situata nel settore centro-occidentale del Comune di Fidenza, in prossimità del confine con il Comune di Salsomaggiore Terme.

L'abitato sorge in un contesto sostanzialmente pianeggiante con quote medie che si attestano all'incirca a 110 m s.l.m, con pendenze di circa 0,5% debolmente digradanti verso N.

L'area è caratterizzata dalla presenza di depositi continentali costituiti dall'alternanza di sabbie e limi con intercalazioni di ghiaie-sabbiose, con grado di addensamento, cementazione e spessore molto variabili, il cui spessore complessivo può essere valutato in circa 20 m. Al di sotto di tali depositi si rinvencono i depositi a litologia prevalentemente sabbiosa e limoso sabbiosa del Sintema di Costamezzana.

L'assetto dei terreni sub-superficiali può essere desunto dalla stratigrafia ottenuta da un sondaggio a carotaggio continuo effettuato dalla Ditta AMBITER S.r.l., nell'ambito della progettazione dello scolmatore di piena sul T. Ghiara.

Dall'esame della stratigrafia del sondaggio si evince che i terreni più superficiali sono costituiti da argille limose sino alla profondità di circa 15 metri a cui fanno seguito delle sabbie e sabbie limose dello spessore di circa 9 – 10 metri. Al di sotto è presente un banco ghiaioso uniforme che si estende sino alla massima profondità indagata (35 m).

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nella sezione litotecnica 8 di Tav. 03c

La superficie piezometrica presenta una direzione di flusso verso nord-est, con soggiacenze molto ridotte di circa 3 m; in relazione alle variabilità degli apporti idrici ed all'alimentazione di subalveo del T. Ghiara è ipotizzabile che il livello piezometrico possa subire variazioni stagionali significative, raggiungendo talora quote prossime al piano campagna.

4.1.8.2 Indagini pregresse

Le indagini raccolte sono costituite da stratigrafie di pozzi per acqua, un sondaggio a cartotaggio continuo e una prova MASW.

L'ubicazione delle prove è riportata nella Carta delle Indagini di Tav. 01 alla scala 1:10.000.

4.1.8.3 Indagini geofisiche realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Ad integrazione delle indagini disponibili, nell'ambito del presente Studio di MS, si è ritenuto opportuno eseguire la sola analisi dei microtremiti HVSR.

Per la descrizione della metodologia d'indagine, della strumentazione utilizzata e dei software di elaborazione dei dati acquisiti, si rimanda alla descrizione contenuta negli Allegati 1, 2, 3.

4.1.8.4 Elaborazione dei dati

La velocità delle onde di taglio V_S nei primi 30 m di profondità, desunta dalla prova MASW disponibile, ha determinato un valore di V_{S30} pari a 290 m/s. L'area indagata presenta un primo livello di terreno con spessore di circa 15 m, caratterizzato da valori di V_S compresi tra circa 210 - 235 m/s. Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata, corrispondenti ai corpi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi, con valori di V_S di circa 450 m/s.

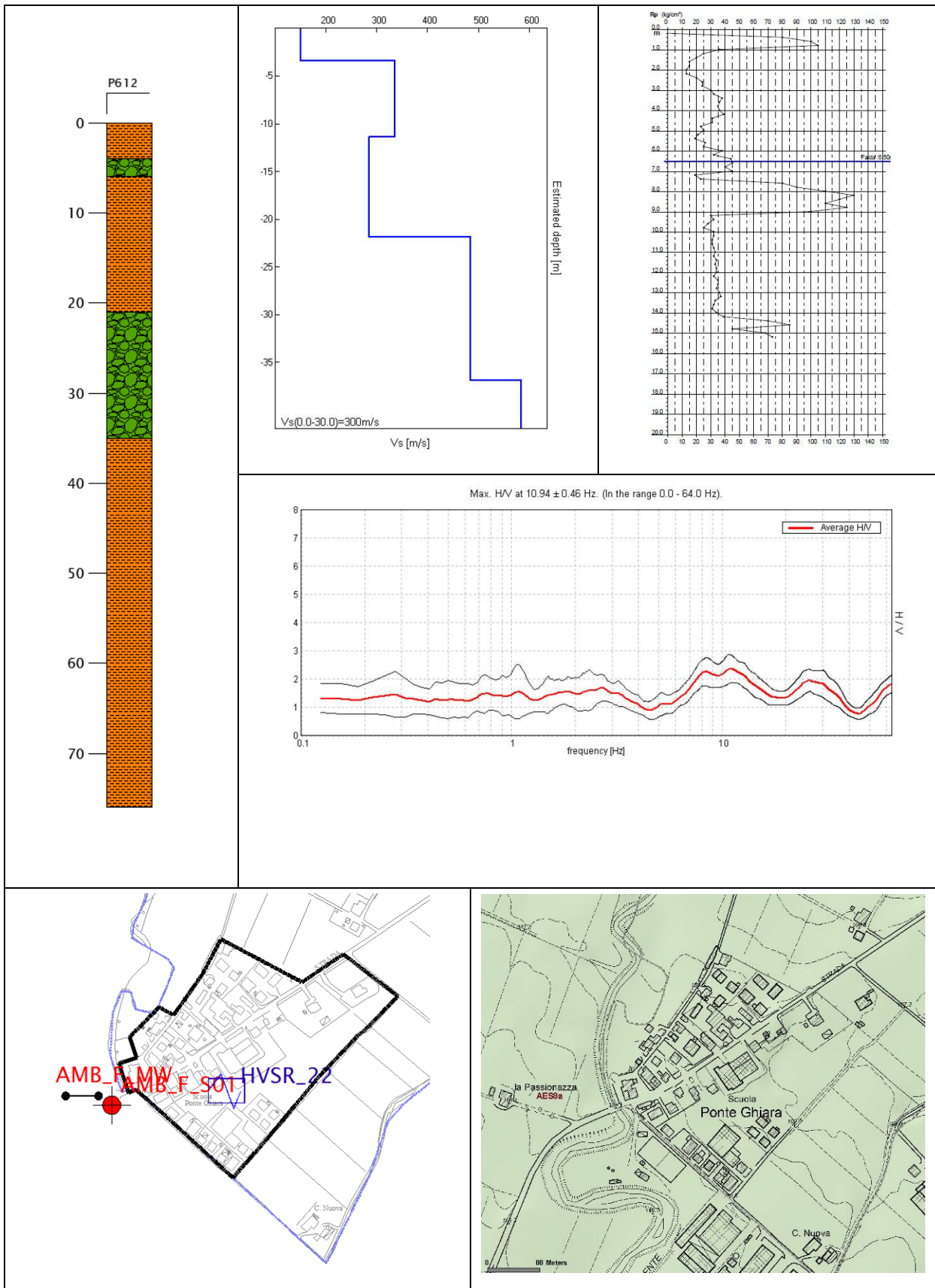
Il rilievo dei microtrempi individua un picco di risonanza a frequenza prossima a 10,94 Hz e un'ampiezza massima della curva HVSr pari a 2,37.

Per quanto riguarda i fattori di amplificazione dell'area è stata effettuata una stima mediante l'utilizzo degli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici previsti nell'Allegato A2 della Delibera dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, 112, Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

Nel caso specifico, per il calcolo dei fattori di amplificazione FA_{PGA} , $FA_{0,1-0,5S}$ e $FA_{0,5-1S}$, sono stati considerati gli abachi assimilabili ad una situazione di "Appennino e margine appenninico-padano in caso di substrato marino caratterizzato da $V_S < 800$ m/s" (v. Tab. A2.1.1 degli Indirizzi Regionali), considerando quale bedrock sismico la discontinuità tra le unità litostratigrafiche AEI e CMZ posta a circa 20 m di profondità.

Dai risultati ottenuti si evince che tutta l'area studiata è suscettibile di amplificazioni caratterizzate da $FA_{PGA} = 2,2$ - $FA_{0,1-0,5S} = 2,5$ - $FA_{0,5-1S} = 1,9$.

Per riassumere e schematizzare in forma sintetica i dati raccolti all'interno della frazione di Ponte Ghiara è stata costruita una scheda riportante lo schema stratigrafico del sito indagato.



Scheda riassuntiva frazione Ponte Ghiara

4.1.9 SANTA MARGHERITA

4.1.9.1 Assetto geologico e geomorfologico

La frazione di S. Margherita è ubicata nel settore orientale del Comune di Fidenza, su di un ripiano morfologico leggermente rialzato rispetto alla piana circostante, caratterizzato da depositi intravallivi costituiti in prevalenza da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, con copertura discontinua di limi argillosi.

Morfologicamente l'area si presenta sostanzialmente pianeggiante con quote medie che si attestano tra 80 e 100 m s.l.m, con pendenze comprese tra 0,5 e 1% debolmente digradanti verso N

Dall'interpretazione dei dati disponibili risulta che lo spessore dei depositi alluvionali continentali è stimabile in circa 60 ÷ 70 m, tali depositi intravallivi o di conoide appoggiano in discordanza su depositi prevalente sabbiosi e limosi sabbiosi afferenti al Sintema di Costamezzana.

Il sottosuolo di questo settore del territorio comunale di Fidenza è contraddistinto dalla marcata prevalenza dei depositi ghiaiosi, frutto presumibilmente della coalescenza delle conoidi del T. Parola e del T. Rovacchia; in particolare è possibile osservare che i corpi ghiaioso-sabbiosi risultano tra loro amalgamati in banchi che possono raggiungere spessori di oltre 30 m.

Per quanto riguarda i terreni presenti in superficie, sulla base di prove penetrometriche presenti in zona, è possibile rilevare la sostanziale prevalenza di materiali a grana fine (limo e limi sabbiosi).

Il tetto del primo livello ghiaioso è rinvenibile a circa 5 ÷ 10 metri di profondità.

L'assetto litostratigrafico di riferimento è schematizzato nelle sezioni litotecniche 3 e 9 di Tav. 03a e 03c.

La superficie piezometrica presenta soggiacenze molto ridotte variabili da 3 a 4 m dal p.c. e oscillazioni stagionali in grado di innalzare il livello freatico sino a quote prossime al piano campagna.

4.1.9.2 Indagini pregresse

Le indagini raccolte sono costituite da stratigrafie di pozzi per acqua, due prove penetrometriche statiche CPT e un'analisi dei microtremori HVSR.

Il rilievo dei microtremori disponibile individua un picco di risonanza a frequenza prossima a 5,16 Hz.

L'ubicazione delle prove è riportata nella Carta delle Indagini di Tav. 01 alla scala 1:10.000.

4.1.9.3 Indagini geofisiche realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Ad integrazione delle indagini disponibili, nell'ambito del presente Studio di MS, si è ritenuto opportuno eseguire una prova MASW e una analisi dei microtremori HVSR; le due indagini sono state eseguite congiuntamente al fine di ottenere il confronto diretto dei dati.

Per la descrizione della metodologia d'indagine, della strumentazione utilizzata e dei software di elaborazione dei dati acquisiti, si rimanda alla descrizione contenuta negli Allegati 1, 2, 3.

4.1.9.4 Elaborazione dei dati

La velocità delle onde di taglio V_S nei primi 30 m di profondità, determinata mediante prove MASW, è pari a 296 m/s.

L'area indagata presenta un primo livello di terreno con spessore di circa 15 m, caratterizzato da valori di V_S compresi tra circa 145 - 230 m/s. Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi rigidità più elevata, corrispondenti evidentemente ai corpi prevalentemente ghiaiosi, con valori di V_S compresi tra circa 592 - 633 m/s.

Il rilievo dei microtremori realizzato ex-novo individua un picco di risonanza a frequenza prossima a 3,81. L'ampiezza massima della curva H/V è risultata maggiore di 3, evidenziando pertanto un contrasto di impedenza significativo tra le coperture a litologia fine e le ghiaie della conoide.

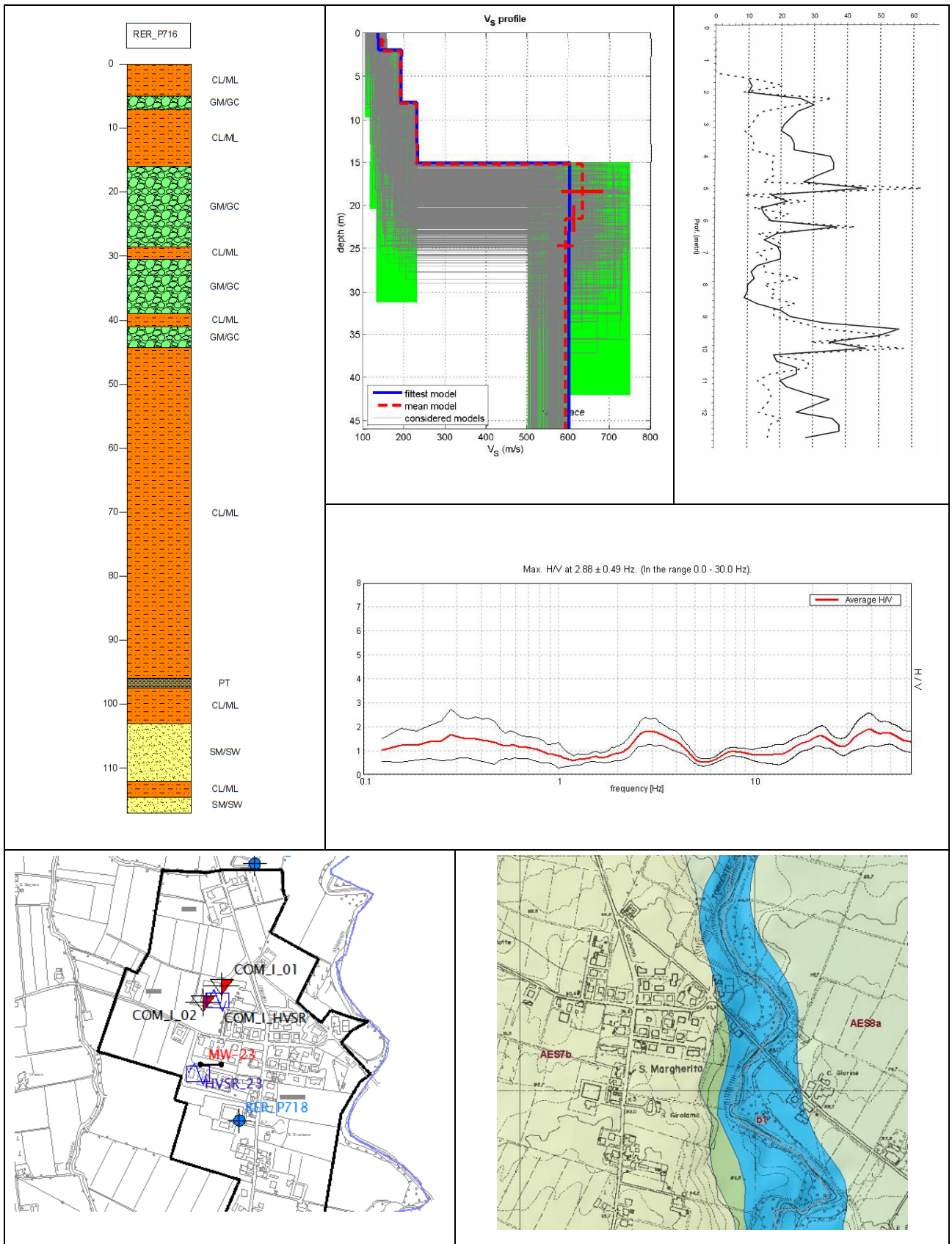
Alla luce dei dati ottenuti dalle indagini geofisiche, si ritiene pertanto che i corpi ghiaiosi della conoide antica del T. Parola, in considerazione della loro rigidità e del notevole spessore, possano essere costituenti il bedrock sismico dell'area.

Per quanto riguarda i fattori di amplificazione dell'area è stata effettuata una stima mediante l'utilizzo degli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici previsti nell'Allegato A2 della Delibera dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, 112, Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

Nel caso specifico, per il calcolo dei fattori di amplificazione FA_{PGA} , $FA_{0,1-0,5S}$ e $FA_{0,5-1S}$, sono stati considerati gli abachi assimilabili ad una situazione di "Appennino e margina appenninico-padano in caso di substrato marino caratterizzato da $V_S < 800$ m/s" (v. A2.1.1 degli Indirizzi Regionali).

Considerando pertanto uno spessore delle coperture pari a 15 m è possibile determinare i seguenti valori di amplificazione: $FA_{PGA} = 2,5$ - $FA_{0,1-0,5S} = 2,6$ - $FA_{0,5-1S} = 1,9$.

Per riassumere e schematizzare in forma sintetica i dati raccolti all'interno della frazione di Santa Margherita è stata costruita una scheda riportante lo schema stratigrafico del sito indagato.



Scheda riassuntiva frazione Santa Margherita

4.2 FRAZIONE DI PIEVE DI CUSIGNANO

La frazione di Pieve di Cusignano, ubicata nel settore collinare del territorio comunale di Fidenza, presenta caratteristiche geologiche differenti rispetto alle altre aree considerate nel presente Studio di MS.

Il settore collinare del territorio comunale risulta infatti caratterizzato dall'affioramento del substrato marino pliocenico in superficie o nell'immediato sottosuolo.

4.2.1.1 Assetto geologico e geomorfologico

Nell'area considerata affiorano depositi continentali quaternari del tutto simili a quelli rilevati nella porzione centro - settentrionale del Comune di Fidenza e descritti nel capitolo precedente, tali depositi sono costituiti da ghiaie e sabbie prevalenti ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, il cui spessore massimo risulta di circa 15 m.

I depositi alluvionali appoggiano in discordanza direttamente sulle peliti marnose, grigio-azzurre, massive, afferenti il substrato marino non rigido della Formazione delle Argille Azzurre.

Morfologicamente l'area si presenta sostanzialmente pianeggiante, bordata da fianchi vallivi con pendenze dolci e quote medie che non superano i 250 m s.l.m. I ripiani più elevati risultano profondamente incisi dai corsi d'acqua del reticolo idrografico minore.

Dal punto di vista idrogeologico nell'area in esame non si può parlare di una vera e propria superficie piezometrica, ma di sporadiche emergenze idriche che si formano generalmente al contatto tra i depositi gravitativi e il substrato. Pur trattandosi di acquiferi senza alcuna importanza per l'approvvigionamento idrico, essi assumono grande rilevanza nel condizionare la stabilità dei pendii.

L'andamento degli assi principali di flusso di tali acque è nel complesso in accordo con l'orientamento della rete idrografica principale e, soprattutto, del gradiente topografico.

4.2.1.2 Indagini geofisiche realizzate ex novo nell'ambito del presente Studio di MS

Nell'ambito del presente Studio di MS sono state eseguite una prova MASW e una analisi dei microtremori HVSR; le due indagini sono state eseguite congiuntamente al fine di ottenere il confronto diretto dei dati.

Per la descrizione della metodologia d'indagine, della strumentazione utilizzata e dei software di elaborazione dei dati acquisiti, si rimanda alla descrizione contenuta negli Allegati 1, 2, 3.

4.2.1.3 Elaborazione dei dati

La velocità delle onde di taglio V_S nei primi 30 m di profondità, determinata mediante prova MASW, è pari a 312 m/s.

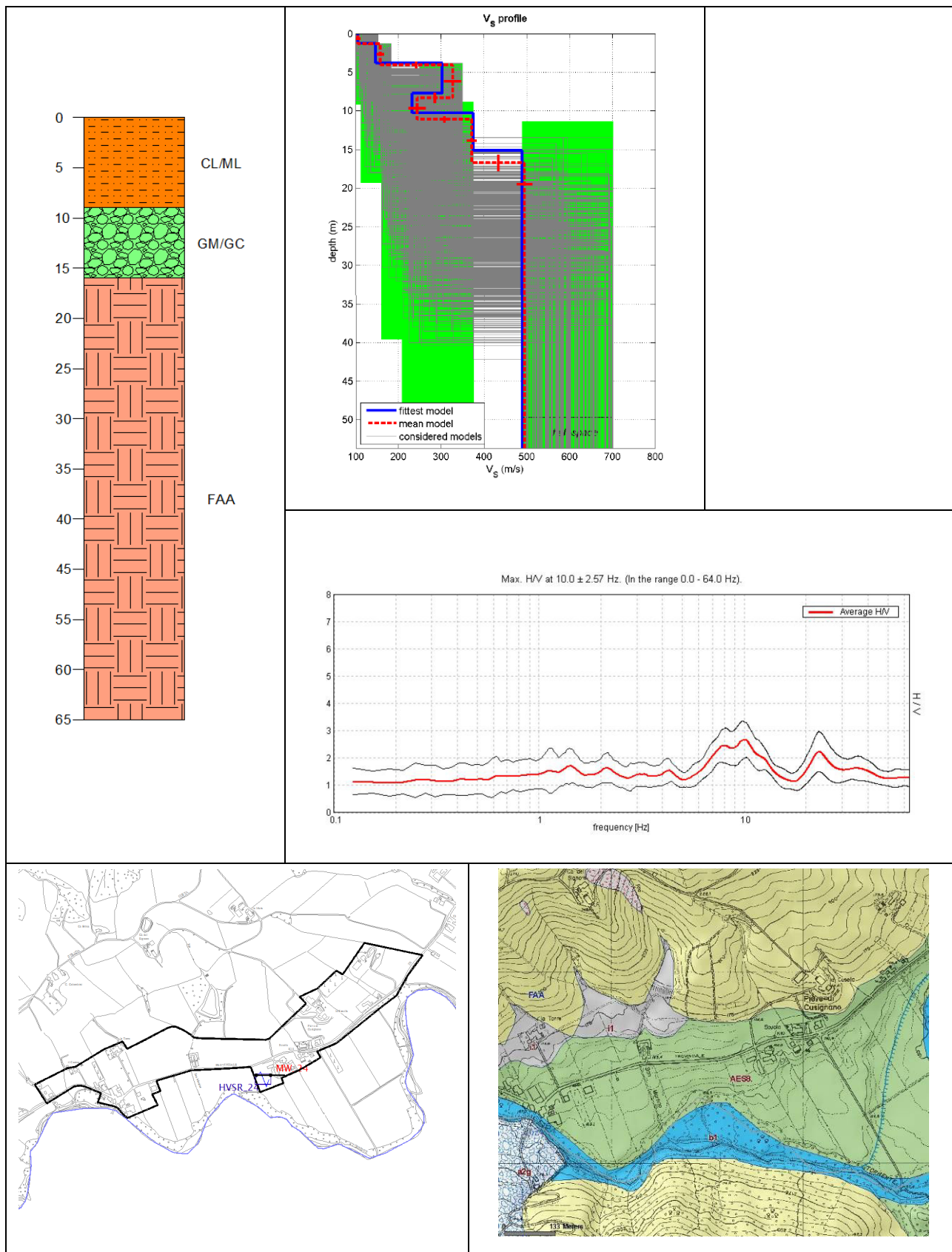
L'area indagata presenta un primo livello di terreno con spessore di circa 5 m, caratterizzato da valori di V_S compresi tra circa 106 - 158 m/s. Inferiormente si rileva la presenza di mezzi aventi V_S più elevate comprese tra 244 - 372 m/s, corrispondenti presumibilmente a corpi ghiaiosi, il cui spessore può essere valutato intorno ai 10 ÷ 12 m. Al di sotto si registrano velocità ancora superiori di 495 m/s che indicano presumibilmente l'inizio dei depositi argilloso-marnosi del substrato marino pliocenico.

Il rilievo dei microtrempi realizzato ex-novo individua un picco di risonanza a frequenza prossima a 10 Hz e un'ampiezza massima della curva HVSR significativa (2,67).

Per quanto riguarda i fattori di amplificazione dell'area è stata effettuata una stima mediante l'utilizzo degli abachi assimilabili ad una situazione di "Appennino e margina appenninico-padano in caso di substrato marino caratterizzato da $V_S < 800$ m/s", previsti nell'Allegato A2 della Delibera dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, 112, Indirizzi per gli studi di micro zonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica.

In questo caso, considerando il bedrock sismico coincidente con il substrato geologico marino non rigido posto alla profondità di circa 20 m dal piano campagna, è possibile determinare i seguenti valori di amplificazione: $FA_{PGA} = 2,2$ - $FA_{0,1-0,5S} = 2,2$ - $FA_{0,5-1S} = 1,7$.

Per riassumere e schematizzare in forma sintetica i dati raccolti all'interno della frazione di S. Pieve di Cusignano è stata costruita una scheda riportante lo schema stratigrafico del sito indagato.



Scheda riassuntiva frazione Pieve di Cusignano

5 INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

In relazione alla sostanziale omogeneità delle condizioni geologiche delle aree oggetto dello Studio di MS, la densità dei dati reperiti da indagini pregresse e indagini realizzate ex-novo è da ritenersi sufficiente alle finalità del II Livello di approfondimento richiesto per il Comune di Fidenza.

Nonostante la buona densità di dati disponibili, permangono comunque livelli di incertezza, in particolare per quanto concerne la definizione della stratigrafia profonda, basata principalmente sulle stratigrafie speditive di pozzi idrici e di alcuni sondaggi disponibili dalle Banche Dati della Regione.

Tali incertezze risultano particolarmente influenti nella determinazione della profondità e dell'andamento del limite bedrock sismico-coperture che caratterizza il moto di input sismico del sistema.

Relativamente al bedrock sismico appare chiaro che in questo settore della pianura parmense la sua collocazione risulta molto complessa e di difficile interpretazione a causa dell'assenza di un substrato geologico rigido ben identificabile.

Dalle interpretazioni delle prove geofisiche eseguite si è inoltre riscontrato come, nei settori a cavallo della fascia di pertinenza del torrente Parola, contrasti di impedenza significativi in grado di provocare forti amplificazioni del moto sismico in superficie, possano essere associabili alla presenza di estesi corpi ghiaioso-sabbiosi aventi spessore di oltre 20 metri.

Nell'area collinare (frazione di Pieve di Cusignano) il limite bedrock sismico-copertura si configura più nettamente grazie alla presenza superficiale del substrato geologico non rigido, coesivo e sovraconsolidato, caratterizzato dalle Formazioni marine della successione post-evaporitica.

Per quanto riguarda la determinazione dei fattori di amplificazione, come indicato nel capitolo precedente, sono stati utilizzati gli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici previsti nell'Allegato A2 della Delibera dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, 112.

L'utilizzo di tale procedura semplificata è ritenuta corretta in considerazione dell'assetto geologico del sottosuolo, assimilabile ad un modello fisico monodimensionale; tuttavia la sua applicazione risulta a volte difficoltosa e oggetto di possibili diverse interpretazioni relativamente alla tipologia di abachi da utilizzare (margine appenninico/Pianura dell'A2.1.1 degli Indirizzi Regionali), soprattutto nelle aree di studio poste nella fascia di transizione tra le zone di pianura e di margine appenninico.

6 ELABORATI CARTOGRAFICI

6.1 CARTA DELLE INDAGINI

In Tavola 01 è riportata l'ubicazione delle indagini geognostiche pregresse ed ex-novo utilizzate per il presente Studio di Microzonazione sismica.

La raccolta delle indagini disponibili è stata effettuata per un'area più estesa di quelle oggetto dello studio, allo scopo di comprendere e documentare il modello geologico preliminare e i fenomeni naturali che possono interessare le aree e avere implicazioni nella MS .

1. Indagini pregresse messe a disposizione dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna²:
 - n. 57 Pozzi per acqua;
 - n. 21 Sondaggi a carotaggio continuo.

2. Indagini pregresse messe a disposizione dall'Ufficio Tecnico del Comune di Fidenza:
 - n. 3 Indagini geofisiche tipo MASW;
 - n. 5 analisi dei microtremori HVSR;
 - n. 24 Prove penetrometriche statiche con punta meccanica CPT;
 - n. 8 Sondaggi a carotaggio continuo.

3. Indagini pregresse realizzate dalla Ditta AMBITER S.r.l.:
 - n. 3 Indagini geofisiche tipo MASW;
 - n. 2 Indagini geofisiche tipo REMI
 - n. 33 Prove penetrometriche statiche con punta meccanica CPT;
 - n. 2 Prove penetrometriche statiche con punta piezocono CPTU;
 - n. 6 Sondaggi a carotaggio continuo.

² I dati alfanumerici provenienti dalle indagini pregresse messe a disposizione dal SGSS della Regione Emilia Romagna non sono state state archiviate nel Software "SoftMS Versione 1.0".

4. Indagini realizzate ex-novo per il presente Studio di Microzonazione Sismica:

- n. 12 Indagini geofisiche tipo MASW;
- n. 24 Indagini geofisiche tipo HVSR.

Le indagini sono rappresentate, in forma simbolica per tipologia, seguendo lo schema della Figura 1.1.1-1 della Legenda della Carta delle indagini del Documento "Microzonazione sismica. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Versione 2.0".

Il simbolo di ciascuna indagine è corredata da un suffisso che ne indica la fonte (RER: SGSS della Regione Emilia Romagna, COM: archivio dell'Ufficio Tecnico comunale di Fidenza, AMB: archivio Società Ambiter s.r.l.), l'ubicazione del sito d'indagine (es. A, B, ecc..) e il numero della prova (01, 02, ecc..).

A titolo di esempio il suffisso di un sondaggio a carotaggio continuo fornito dal Comune di Fidenza sarà indicato come: COM_A_01.

I dati provenienti dagli archivi del SGSS della Regione Emilia Romagna sono stati nominati con lo stesso suffisso indicato nella Banca Dati Geognostica della Regione Emilia-Romagna.

La scala di rappresentazione della Carta delle Indagini, coerentemente a quanto previsto per gli studi di MS è 1:10.000.

6.2 CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

Nella Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica sono riportate tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, idrogeologia) tratte dalle seguenti cartografie ed elaborati esistenti:

- Carta Geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna;
- Carta Geologica in scala 1:50.000 della Regione Emilia-Romagna;
- Carta Provinciale del Dissesto Idrogeologico della Provincia di Parma;
- Progetto IFFI - Inventario dei fenomeni franosi in Italia. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia;
- Banca Dati Geognostica della Regione Emilia-Romagna.

La scala di rappresentazione della Carta Geologico tecnica è 1:10.000.

Coerentemente a quanto previsto per gli studi di MS, le unità geologico-litotecniche individuate sono state distinte tra terreni di copertura e substrato geologico.

La rappresentazione cartografica dei terreni di copertura (cfr. Tavola 02) raffigura la litologia prevalente di tali depositi nei primi 5-10 metri di profondità dal p.c.

Per la descrizione della litologia delle coperture è stato utilizzato il metodo *Unified Soil Classification System* (leggermente modificato, ASTM, 1985).

La rappresentazione, in forma simbolica per tipologia, è stata realizzata seguendo lo schema della Figura 1.1.2-1 - Legenda della Carta della Carta Geologico tecnica del Documento "Microzonazione sismica. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Versione 2.0".

Per la comprensione degli aspetti litostratigrafici nel sottosuolo e schematizzare in forma sintetica i dati disponibili, sono state costruite n. 13 sezioni litotecnice, una delle quali (Sez. 3-3') riprende esattamente la "Sezione pubblicata" n. 70 consultabile tra le "Sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola" del SGSS della Regione Emilia Romagna.

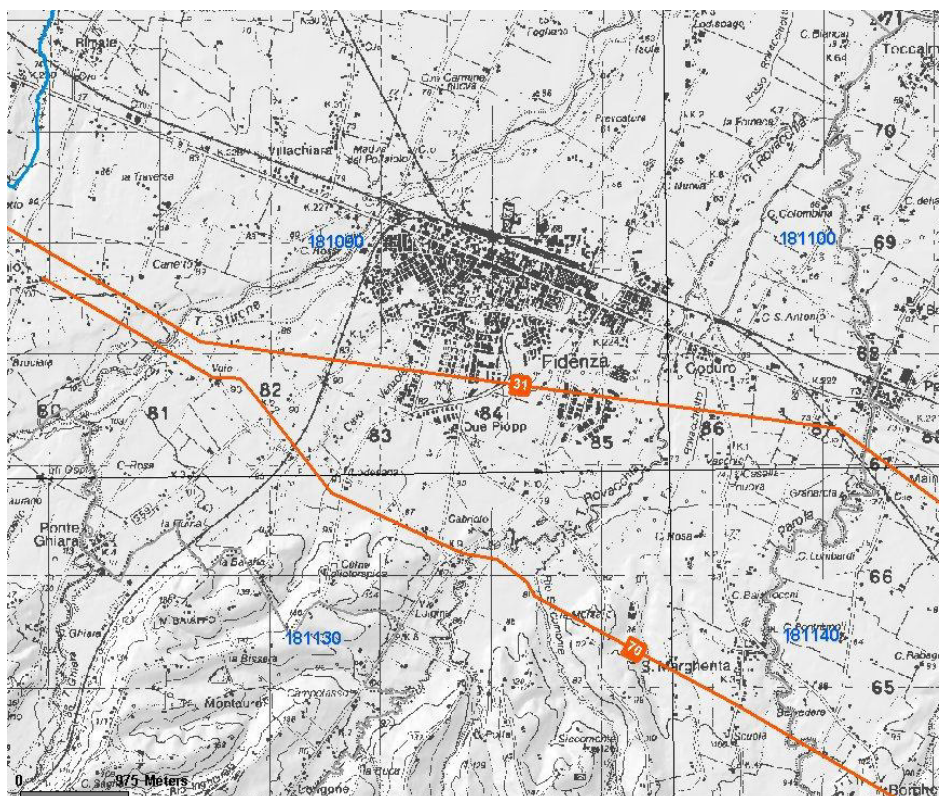


Figura 17: Traccia della sezione pubblicata n. 70 (da "Sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola" del SGSS della Regione Emilia Romagna)

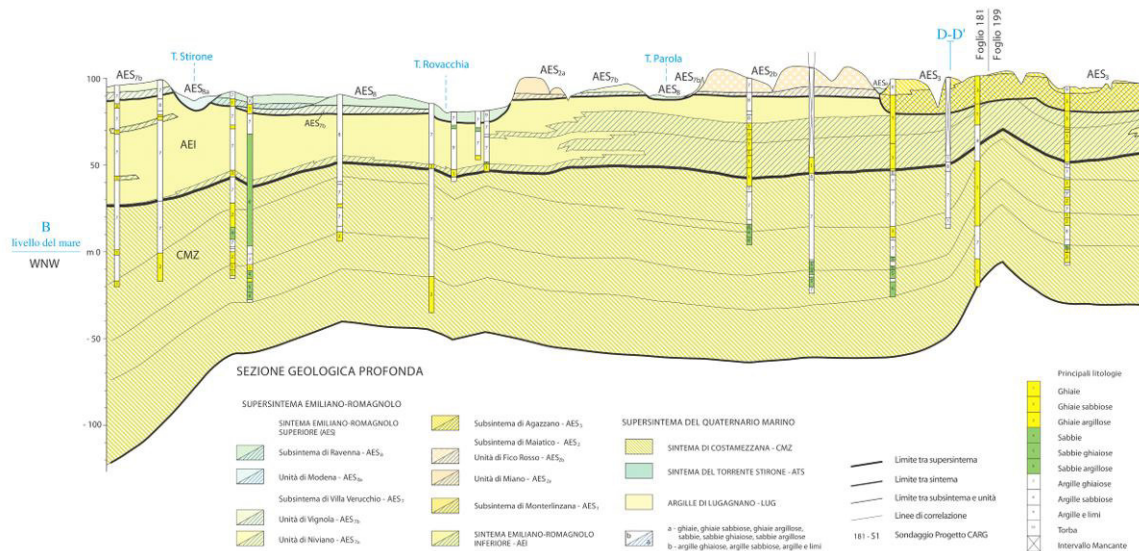


Figura 18: Estratto della sezione pubblicata n. 70 (da "Sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola" del SGSS della Regione Emilia Romagna)

Come si evince dalla Carta Geologico tecnica e dalle sezioni litotecniche elaborate, le aree oggetto dello Studio di MS presentano caratteristiche geologiche assimilabili, caratterizzate da una coltre di depositi alluvionali costituiti da alternanze stratificate di limi argillosi, ghiaia sabbiose e sabbie di spessore variabile che appoggiano al di sopra di un substrato marino/transizionale non rigido.

Nel settore settentrionale e pianeggiante del territorio comunale, lo spessore della coltre alluvionale di origine continentale, risulta compresa tra 40 e 100 m, in rapido inspessimento verso la pianura; nelle aree collinari invece (es. frazione di Pieve di Cusignano), le alluvioni presentano un esiguo spessore (talora anche inferiore ai 3 m lungo i versanti) e risultano in diretto contatto con i depositi marini della Formazione delle Argille Azzurre.

Per quanto riguarda la rappresentazione delle coperture di origine continentale, trattandosi di imponenti spessori di materiali eterogenei, nella Carta Geologico tecnica è stata sinteticamente rappresentata la litologia "prevalente", presente dalla superficie topografica sino ai depositi transizionali e marini (CMZ, ATS e FAA).

Come si evince dalla Carta Geologico tecnica la litologia prevalente è senz'altro quella fine ad esclusione del settore orientale del territorio Comunale (frazioni di Parola e S. Margherita) in cui prevalgono i depositi di conoide e interconoide del torrente Parola.

Nessuna delle aree oggetto dello Studio di MS risulta oggetto di dissesti gravitativi, il rilievo geomorfologico effettuato consente di escludere effettivi elementi di pericolosità, fatta eccezione per gli isolati abitati il Casino e la Torre nella frazione di Pieve di Cusignano interessate da depositi di conoide detritica di pertinenza del versante di M. Manulo.

6.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica costituisce il documento fondamentale del Livello 1 di approfondimento degli studi di MS.

La Carta è stata elaborata sulla base dei dati geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici, geofisici riportati nella Carta Geologico tecnica e nella Carta delle indagini, descritte nei capitoli precedenti.

In base ai dati raccolti il territorio comunale è stato suddiviso in categorie che presentano caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e geomeccaniche simili, in grado di fornire risposte sismiche locali assimilabili.

Inoltre nella carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica sono indicati i vari elementi e forme morfologiche (soggiacenza della falda, orlo di terrazzi, paleovalvei, frane ecc..) in grado di influenzare il moto sismico in superficie.

La legenda della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica, indicata nel Documento "Microzonazione sismica. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. Versione 2.0" prevede la suddivisione del suolo in tre classi differenti:

- a) **Zone stabili:** nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco acclive);
- b) **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:** nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- c) **Zone suscettibili di instabilità:** affiorano materiali con caratteristiche geotecniche scadenti o mediocri e gli effetti sismici attesi e predominanti possono condurre a deformazioni permanenti del territorio, indurre instabilità di versante, liquefazioni, cedimenti differenziali e ovviamente a fenomeni di amplificazione del moto.

Nel porzione di territorio indagato sono state individuate le seguenti **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**:

- **Zona 1:** area caratterizzata da copertura di depositi alluvionali prevalentemente fini di spessore variabile da 40 a 90 m, suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici.

A tale area appartiene l'intera superficie del capoluogo ad eccezione dell'estrema appendice orientale (loc. Parola) e della fascia adiacente il T. Stirone nonché le frazioni di Fornio e Rimale.

Si ritiene sufficiente la stima del fattore di amplificazione con metodi semplificati (secondo livello di approfondimento).

- **Zona 2:** area caratterizzata da copertura di depositi alluvionali prevalentemente fini di spessore variabile da 40 a 90 m, suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici. Tale zona si differenzia dalla precedente per la presenza di ghiaie e ghiaie sabbiose affioranti, dello spessore di circa 5÷10 m.

A tale area appartiene la fascia adiacente al T. Stirone all'interno dell'area del capoluogo.

Si ritiene sufficiente la stima del fattore di amplificazione con metodi semplificati (secondo livello di approfondimento).

- **Zona 3:** area caratterizzata da copertura di depositi alluvionali prevalentemente granulari di spessore variabile da 70 a 80 m, suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici. Tale area si caratterizza per la presenza di estese bancate di depositi grossolani a partire dalla profondità di circa 50 metri dal piano campagna, che presentano spessori di circa 20÷25 metri

A tale area appartiene la frazione di Parola.

Si ritiene sufficiente la stima del fattore di amplificazione con metodi semplificati (secondo livello di approfondimento).

- **Zona 4:** area caratterizzata da copertura di depositi alluvionali fini di spessore variabile da 90 a 100 m, suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici. Tale zona si caratterizza rispetto alle altre per l'esigua presenza di livelli ghiaiosi.

A tale area appartiene la frazione di Chiusa Ferranda e la porzione del capoluogo a nord dell'Autostrada A1.

Si ritiene sufficiente la stima del fattore di amplificazione con metodi semplificati (secondo livello di approfondimento).

- **Zona 5:** area caratterizzata da copertura di depositi alluvionali prevalentemente fini di spessore variabile da 90 a 100 m, suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici. Tale zona si caratterizza per la presenza di estesi banchi ghiaiosi di spessore plurimetrico sino a circa 30 m di profondità.

A tale area appartengono le frazioni di Bastelli e Castione.

Si ritiene sufficiente la stima del fattore di amplificazione con metodi semplificati (secondo livello di approfondimento).

- **Zona 6:** area caratterizzata da copertura di depositi alluvionali prevalentemente granulari di spessore di circa 30 m, con presenza di depositi sabbiosi fossiliferi a partire dalla profondità di circa 15 ÷ 20 m.

A tale area appartiene la frazione di Ponte Ghiara.

Si ritiene sufficiente la stima del fattore di amplificazione con metodi semplificati (secondo livello di approfondimento).

- **Zona 7:** area terrazzata caratterizzata da copertura di depositi alluvionali prevalentemente fini di spessore di circa 60 m, suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici.

A tale area appartiene la località Lodesana.

Si ritiene sufficiente la stima del fattore di amplificazione con metodi semplificati (secondo livello di approfondimento).

- **Zona 8:** area caratterizzata da copertura di depositi alluvionali prevalentemente granulari di spessore variabile da 60 a 70 m, suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici.

Tale area si caratterizza per la presenza di estese bancate di depositi grossolani a partire dalla profondità di circa 20 metri dal piano campagna, che presentano spessori di circa 10÷15 metri

A tale area appartiene la frazioni di Santa Margherita.

Si ritiene sufficiente la stima del fattore di amplificazione con metodi semplificati (secondo livello di approfondimento).

- **Zona 9:** area caratterizzata da copertura di depositi alluvionali prevalentemente granulari di spessore variabile (inferiore ai 3 m lungo i versanti), che poggiano su di un substrato non rigido coesivo sovraconsolidato (Formazione delle Argille Azzurre), suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici.

A tale area appartiene la frazione di Pieve di Cusignano.

Si ritiene sufficiente la stima del fattore di amplificazione con metodi semplificati (secondo livello di approfondimento).

6.4 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

La Carta di microzonazione sismica (Livello 2) è stata elaborata tenendo conto delle indicazioni della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Livello 1) e della simulazione numerica ottenuta mediante l'utilizzo degli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici previsti nell'Allegato A2 della Delibera dell'assemblea legislativa 2 maggio 2007, 112.

Sulla base dei dati ottenuti, il territorio è stato suddiviso in zone omogenee con uguale fattore di amplificazione FA; i coefficienti di amplificazione sono espressi in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) sia di Intensità di Housner (SI/SI_0) per prefissati intervalli di periodi.

6.4.1 F.A. P.G.A.

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono state suddivise in funzione del valore di amplificazione sismica FA nelle seguenti microzone:

- FA = 1,6 – 1,7: caratterizza l'intera area del del capoluogo di Fidenza e le frazioni di Castione, Bastelli, Fornio e Parola;
- FA = 2,0: caratterizza la frazione di Lodesana;
- FA = 2,2: caratterizza le frazioni di Ponte Ghiara e Pieve di Cusignano;
- FA \geq 2,5: caratterizza la frazione di Santa Margherita.

6.4.2 F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.1s < T_0 < 0.5s$

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono state suddivise in funzione del valore di amplificazione sismica FA $_{0.1s < T_0 < 0.5s}$ nelle seguenti microzone:

- FA $_{0.1s < T_0 < 0.5s} = 1,8 - 1,9$: caratterizza l'intera area del del capoluogo di Fidenza e le frazioni di Castione, Bastelli, Fornio e Parola;
- FA $_{0.1s < T_0 < 0.5s} = 2,2$: caratterizza la frazione di Pieve di Cusignano;
- FA $_{0.1s < T_0 < 0.5s} = 2,4$: caratterizza la frazione di Lodesana;
- FA $_{0.1s < T_0 < 0.5s} \geq 2,5$ caratterizza le frazioni di Ponte Ghiara e Santa Margherita.

6.4.3 F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.5s < T_0 < 1.0s$

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono state suddivise in funzione del valore di amplificazione sismica $FA_{0.5s < T_0 < 1.0s}$ nelle seguenti microzone:

- $FA_{0.5s < T_0 < 1.0s} = 2,4 - 2,5$: caratterizza l'intera area del del capoluogo di Fidenza e le frazioni di Castione, Bastelli, Fornio e Parola;
- $FA_{0.5s < T_0 < 1.0s} = 1,7$: caratterizza la frazione di Pieve di Cusignano;
- $FA_{0.5s < T_0 < 1.0s} = 1,9$: caratterizza le frazioni di Ponte Ghiara e Santa Margherita.
- $FA_{0.5s < T_0 < 1.0s} \geq 2,5$: caratterizza la frazione di Lodesana;.

6.5 COMMENTI FINALI E CRITICITA'

Il presente studio di microzonazione sismica del Comune di Fidenza, sulla base delle indagini e delle analisi eseguite, consente di effettuare alcune considerazioni relative al comportamento dei terreni durante un evento sismico:

1. Gli studi effettuati confermano il rischio di amplificazione sismica in tutte le aree considerate dal presente Studio di MS dovuto ai soli effetti stratigrafici.
2. Quale bedrock sismico delle aree di studio, sono stati considerati i depositi marini e transizionali afferenti rispettivamente la Formazione delle Argille Azzurre per il settore collinare meridionale e i depositi transizionali a litologia prevalentemente sabbiosa del Sintema di Costamezzana per il settore pianeggiante e delle prime colline; in entrambi i casi si tratta di un substrato non rigido (come dimostrano le basse velocità delle onde di taglio registrate durante le indagini che lo hanno intercettato).
3. La profondità del bedrock sismico risulta molto variabile e compresa tra 40 e 90 m nelle aree pianeggianti e sub-affiorante in quelle collinari.
4. In relazione alla profondità del bedrock sismico, i valori dell'amplificazione in termini di PGA (calcolati tramite l'utilizzo degli abachi dell'A2.1.1 degli Indirizzi Regionali) risultano maggiori nelle aree collinari prossime al margine padano rispetto alle aree del settore settentrionale. I valori risultano ≥ 2 nelle frazioni di Ponte Ghiara, Lodesana e Pieve di Cusignano e di 2,5 nella frazione di Santa Margherita.
5. Nell'area collinare afferente la scuola materna Lodesana, per quanto riguarda il calcolo dei fattori di amplificazione si è ritenuto, in via cautelativa, di utilizzare gli abachi riferiti ad una situazione di "Appennino e margine appenninico-padano" (A2.1.1 degli Indirizzi Regionali), considerando quale bedrock sismico la discontinuità tra le Unità stratigrafiche AES2A e AEI. Per tale area permangono comunque significative incertezze relativamente alla stratigrafia profonda. Qualora si volessero approfondire le caratteristiche sismiche dei luoghi, soprattutto in considerazione della destinazione d'uso dell'area (scuola materna), occorrerà quindi procedere con una una analisi di terzo livello;
6. Nella frazione di Santa Margherita i valori di amplificazione di 2,5 sono legati alla presenza di considerevoli corpi ghiaiosi amalgamati di pertinenza della conoide del T. Parola. Tali corpi presentano spessore di oltre 30 m ed elevata rigidità (valori di Vs compresi tra circa 592 - 633 m/s). Il rilievo dei microtremori realizzato ex-novo individua in questa area un picco di risonanza a frequenza prossima a 3,81, compatibile quindi con la presenza di un'interfaccia risonante posta entro i primi 30 m di profondità, e una ampiezza massima della curva H/V maggiore di 3.

7. In relazione all'assetto altimetrico e alla morfologia sub-pianeggiante delle aree considerate, non sono presenti dissesti morfologici e non sono possibili effetti di amplificazione locale dovuti all'assetto topografico.
8. Per quanto riguarda possibili fenomeni di liquefazione, in relazione alle stratigrafie desunte dai dati bibliografici esistenti, si ritiene che il rischio all'interno del territorio comunale di Fidenza possa essere considerato molto basso. Occorre tuttavia rilevare margini di incertezza nell'area di pertinenza della frazione di Ponte Ghiara in cui sono presenti livelli di sabbie fossilifere sottofalda al di sopra dei 20 m di profondità. Tali sabbie presentano comunque un grado di addensamento molto elevato, con valori di $N_{SPT} > 70$ riscontrati durante l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio continuo nei pressi dell'abitato.
9. In considerazione della ridotta soggiacenza della falda, della possibile locale presenza di livelli sabbiosi e limoso-sabbiosi e della magnitudo massima attesa ($M_{wmax2} = 6,14$) nell'intero territorio comunale, nel caso di nuove edificazioni o interventi su manufatti esistenti, è comunque necessario effettuare specifiche verifiche a liquefazione.

ALLEGATO 1

DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI INDAGINE

MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Il metodo MASW consente di ottenere una curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz. Tramite un processo di inversione iterativo è possibile risalire, a partire dalla curva di dispersione di sito, al profilo verticale delle velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità (onde S).

Nell'area del capoluogo sono stati monitorati 6 siti ubicati in aree in cui la densità dei dati geofisici è stata ritenuta insufficiente; le misure sono state ubicate sempre in corrispondenza di indagini geotecniche pregresse (delle quali è stata verificata l'affidabilità) oppure congiuntamente ad un'indagine di tipo HVSR.

L'acquisizione dei dati è avvenuta tramite sismografo a 24 canali (PASI 16S-U) collegato a 24 geofoni verticali a frequenza propria di 4,5 Hz (spaziatura tra geofoni 2 m, 2 s di acquisizione, offset minimi di 2 - 5 - 10 m).

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software winMASW 4.8 Pro (www.eliosoft.it).

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in Tav. 01 - Carta delle indagini e in Tav. 06 - Carta delle Velocità delle onde di taglio, in quest'ultima tavola oltre all'ubicazione della prova è riportato anche il valore della V_{s30} ottenuto.

ANALISI DEI MICROTREMORI (horizontal to vertical spectral ratio - HVSR)

Nelle aree di indagine sono state condotte acquisizioni con tecnica HVSR tramite registrazione con tromografo di rumore sismico ambientale di fondo (microtremore). L'indagine si pone come obiettivo preminente l'individuazione delle diverse frequenze di risonanza del terreno, nell'ottica di valutare eventuali fenomeni di amplificazione del moto sismico nel terreno d'indagine

La registrazione di rumore sismico ambientale è stata effettuata tramite tromografo digitale Tromino della Micromed s.p.a; tale strumento permette sia l'acquisizione digitale in alta risoluzione in modo passivo/non intrusivo che il pre-processing dei dati. Lo strumento è costituito da tre velocimetri elettrodinamici ortogonali (N-S, E-W e UP-DOWN) autobloccanti in fase di non acquisizione.

In ogni sito d'indagine sono state effettuate n° 2 acquisizioni da 16-20 min ciascuna.

Le registrazioni sono state effettuate su terreni mediamente compatti; a tal proposito si specifica che sono stati eliminati i primi centimetri di terreno pulendo e regolarizzando il piano di posa al fine di un corretto posizionamento/funzionamento dello strumento.

L'elaborazione dei dati è stata effettuata tramite il software *Grilla vers. 6.1* in dotazione allo strumento; esso permette di definire gli spettri delle singole componenti (N-S, E-W e UP-DOWN), di effettuare le analisi H/V e di stimare eventualmente la V_{s30} .

Interpretazione dei dati

L'ipotesi alla base della metodologia di elaborazione è che essendo i microtremori causati prevalentemente dalle onde di Rayleigh, la componente verticale del moto non subisce fenomeni di amplificazione in corrispondenza di marcati contrasti di impedenza sismica, mentre detto fenomeno avviene per le componenti orizzontali, soprattutto in corrispondenza della frequenza fondamentale di risonanza (F_0) dei terreni indagati. Eseguendo quindi il rapporto tra gli spettri di frequenza orizzontale e verticale (H/V) si ottiene un grafico in cui si evidenziano le frequenze in cui si hanno i maggiori effetti di amplificazione locale.

In fase di elaborazione dati è stata eseguita anche un'analisi H/V con una percentuale di *smoothing* inferiore ovvero pari all'1% in modo tale da individuare i vari picchi antropici e le loro frequenze; tale analisi conferma, sostanzialmente, che i picchi H/V alle frequenze individuate sono di natura stratigrafica.

Il software GRILLA permette inoltre di determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sul piano orizzontale e verticale. A questo scopo, la serie di rumore ambientale è stata suddivisa in una serie di finestre temporali di uguale durata (finestre di 20 secondi) per ciascuna delle quali è stato determinato lo spettro del moto. Su ciascuna di queste finestre viene calcolato lo spettro di ampiezza del segnale nelle tre componenti. In questa fase è stato applicato un sistema di lisciamento (*smoothing*) triangolare del 10% adottato per la determinazione dello spettro.

Dopo un opportuno *lisciamento*, le ordinate spettrali del moto sul piano orizzontale, ottenute mediando opportunamente i valori ottenuti nelle due direzioni principali, sono state divise per quelle ottenute nella direzione verticale.

L'andamento dei rapporti spettrali è stato quindi ottenuto mediando i valori ottenuti per le diverse finestre temporali considerate. Per definire la qualità delle misure sono state anche valutate le variazioni temporali e azimutali dei rapporti spettrali nel corso della sessione di misura e fatta una stima del relativo intervallo di confidenza.

Di seguito viene sinteticamente descritta la procedura di analisi seguita:

- a) ciascuna traccia è suddivisa in segmenti o finestre di 20 secondi;
- b) in ogni finestra e per ciascuna traccia viene eseguita:
 - un'analisi preliminare: eliminazione di trend lineari (*detrend*) e *tapering* delle estremità;
 - la trasformata di Fourier (FFT);
 - il lisciamento degli spettri con finestra triangolare ampia e una frazione della frequenza centrale (in questo lavoro generalmente il 10%).
- c) le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali vengono mediate in modo geometrico, e vengono calcolati i rapporti HVSR (f), in ciascuna finestra temporale;

- d) si calcolano i rapporti HVSR medi ed il relativo intervallo di confidenza al 95%. Alla frequenza di risonanza viene associata una stima dell'incertezza sperimentale.

Lo spettro relativo alla componente orizzontale viene ottenuto effettuando la media (solitamente geometrica) delle due componenti spettrali del rumore sul piano orizzontale. La combinazione delle stime ottenute nelle diverse finestre temporali viene poi utilizzata per costruire la funzione H/V finale e stimare il relativo intervallo di confidenza. In particolare, la funzione H/V è ottenuta facendo la media dei valori delle funzioni H/V calcolate in ogni finestra temporale.

Per verificare se le misure sono state effettuate in condizioni ottimali per i fini geognostici (campo d'onde diffuso), oltre alla stima della curva H/V, risulta quindi utile valutare l'eventuale presenza di fenomeni direzionali (eterogeneità del campo di rumore) e la stabilità nel tempo della funzione H/V durante la misura (stazionarietà). In presenza di un campo di rumore diffuso il valore della funzione H/V non deve cambiare nel tempo o al variare della direzione. Al contrario, la presenza di sorgenti dominanti o il cattivo posizionamento dello strumento (basculamento) si manifesta come una variazione direzionale e/o temporale dei rapporti H/V.

Sperimentalmente, l'analisi di qualità della misura può essere effettuata confrontando le ampiezze spettrali medie del rumore misurato lungo le due componenti orizzontali, oppure calcolare diversi valori della funzione H/V di volta in volta proiettando lungo direzioni differenti le ampiezze spettrali ottenute sul piano orizzontale. La stazionarietà nel tempo, invece, può essere valutata rappresentando in funzione del tempo le funzioni H/V ottenute nelle diverse finestre temporali considerate.

ALLEGATO 2

ELABORAZIONE DELLE INDAGINI MASW

PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE METODOLOGIA MASW

Committente: Comune di Fidenza
Località: Territorio comunale di Fidenza
Data prove: Marzo-Aprile 2013

Attrezzatura utilizzata

- Sismografo PASI SG 24 16S-U a 24 canali
- n° 24 geofoni verticali Pasi da 4.5 Hz con clip singola
- geofono starter
- n° 1 cavo schermato su rullo, 100 m, trasmissione geofono starter-Sismografo
- n° 2 cavi sismici su rullo, 75 m, 12 tracce, intervallo 5 m, connettori e attacchi singoli
- mazza di battuta kg 8
- piattello di battuta in alluminio (20x20x5 cm)
- pc portatile
- Software Winmasw Pro 4.8

Finalità d'indagine

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata una serie di acquisizioni MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 gennaio 2008.

Queste acquisizioni, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (VS).

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della Vs30 (il valore *medio* della VS nei primi 30m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{Si}}} \text{ m/s}$$

hi = spessore dello strato i-esimo

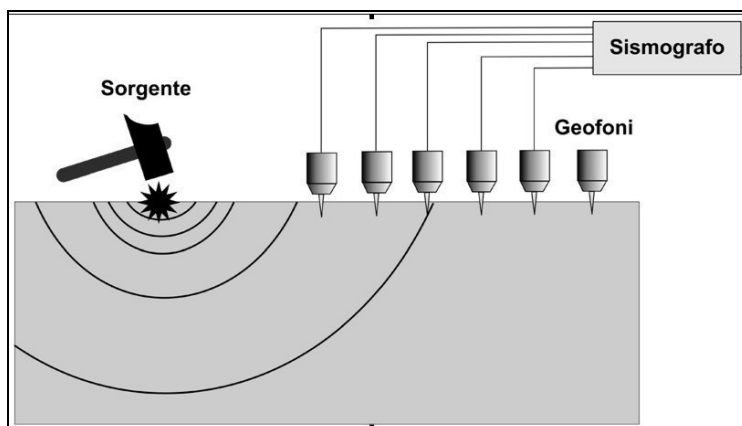
V_{Si} = velocità onde S nello stato i-esimo

N = numero strati considerati

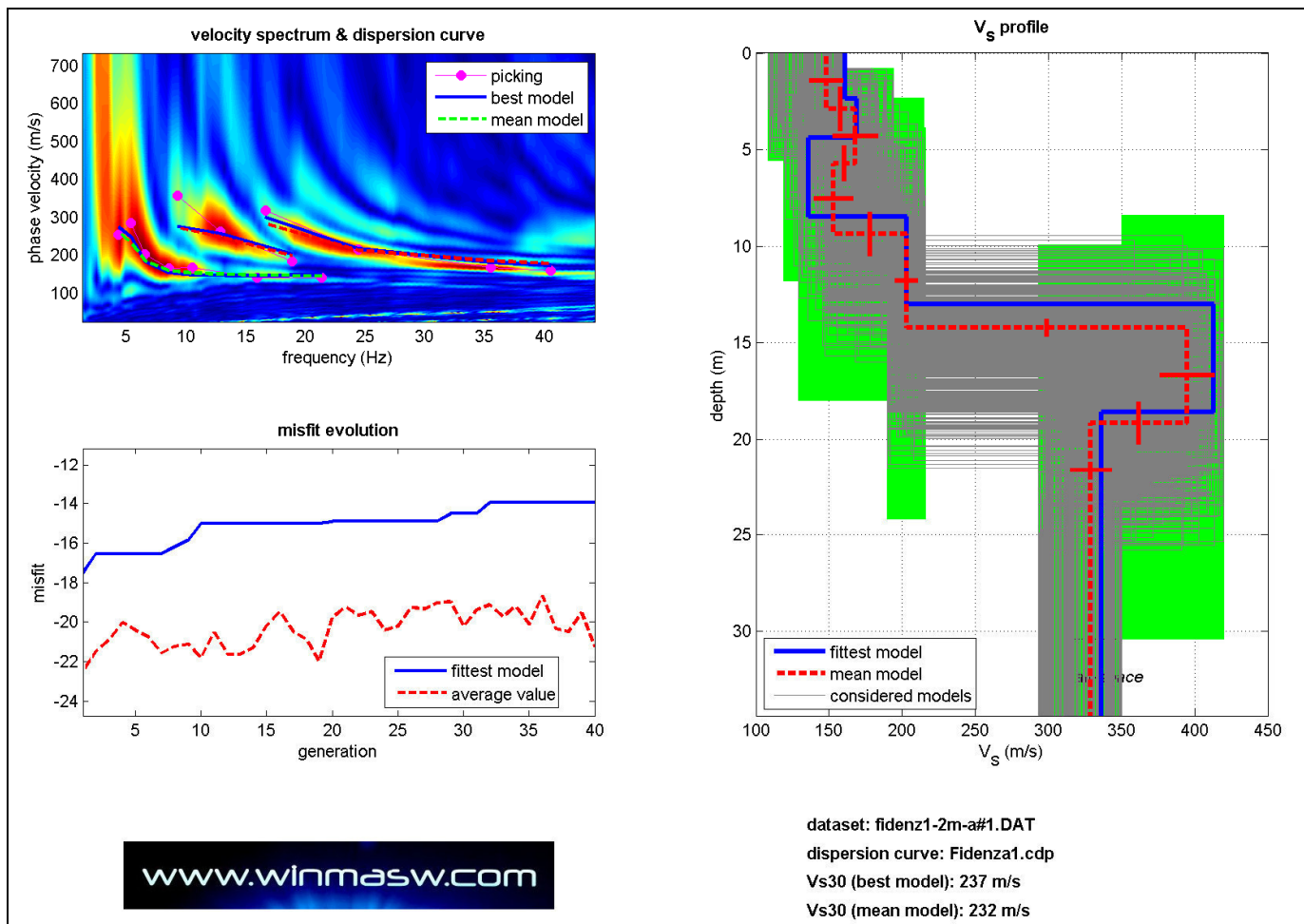
Metodologia ed elaborazione d'indagine

Lunghezza stendimenti: 24-50 m
N° geofoni: 24
Spaziatura geofoni: 1-2 m
Offset energizzazione: 2-5-10 m

Per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS), i dati acquisiti sono stati elaborati tramite i seguenti passaggi: determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime.



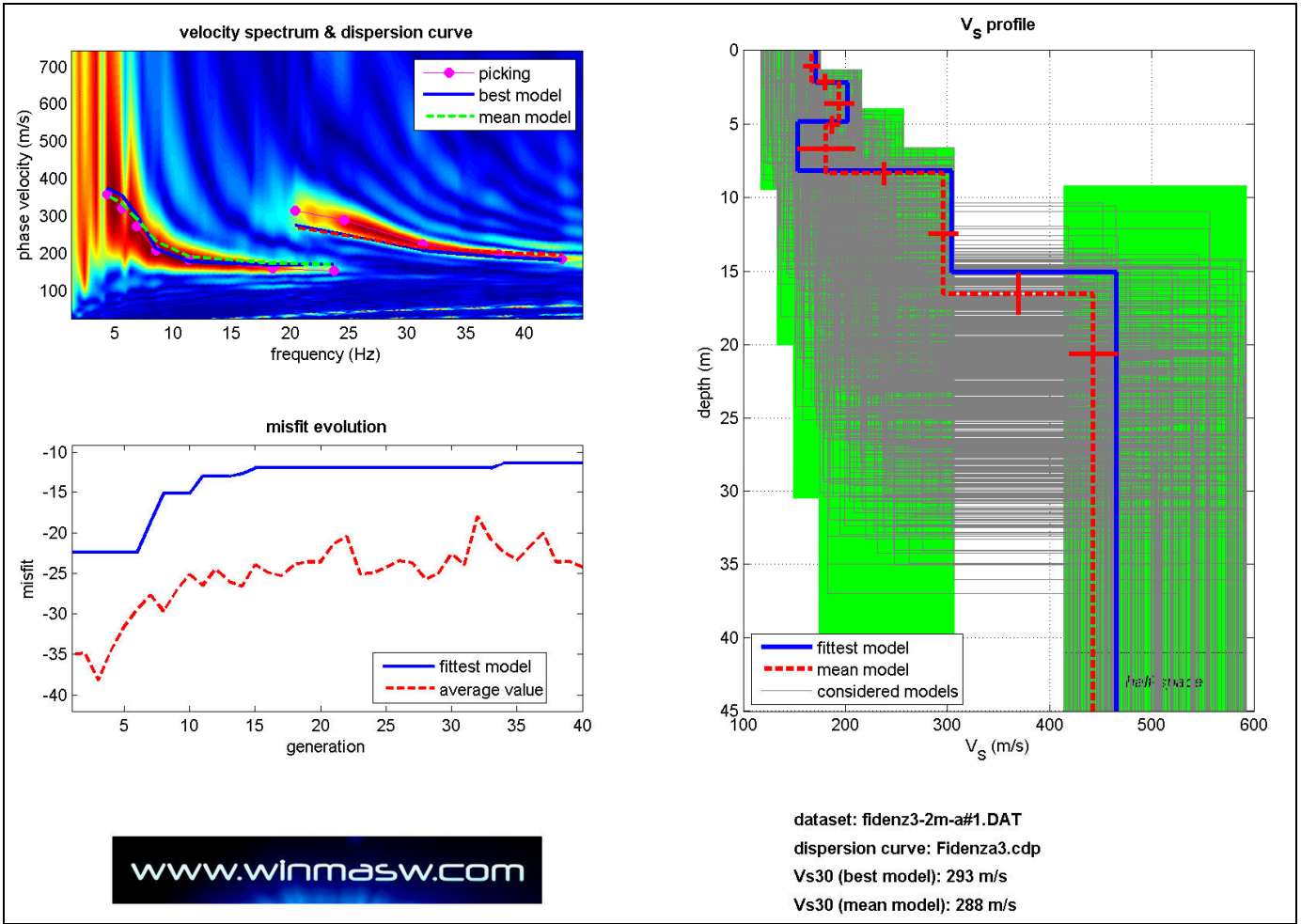
MASW 01



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	2.9	2.9	148
Strato 2	2.9	5.7	2.8	168
Strato 3	5.7	9.4	3.7	153
Strato 4	9.4	14.2	4.8	203
Strato 5	14.2	19.1	4.9	395
Strato 6	19.1			329
Strato 7				

V_{s30} = 232 m/s (0 m da p.c.)

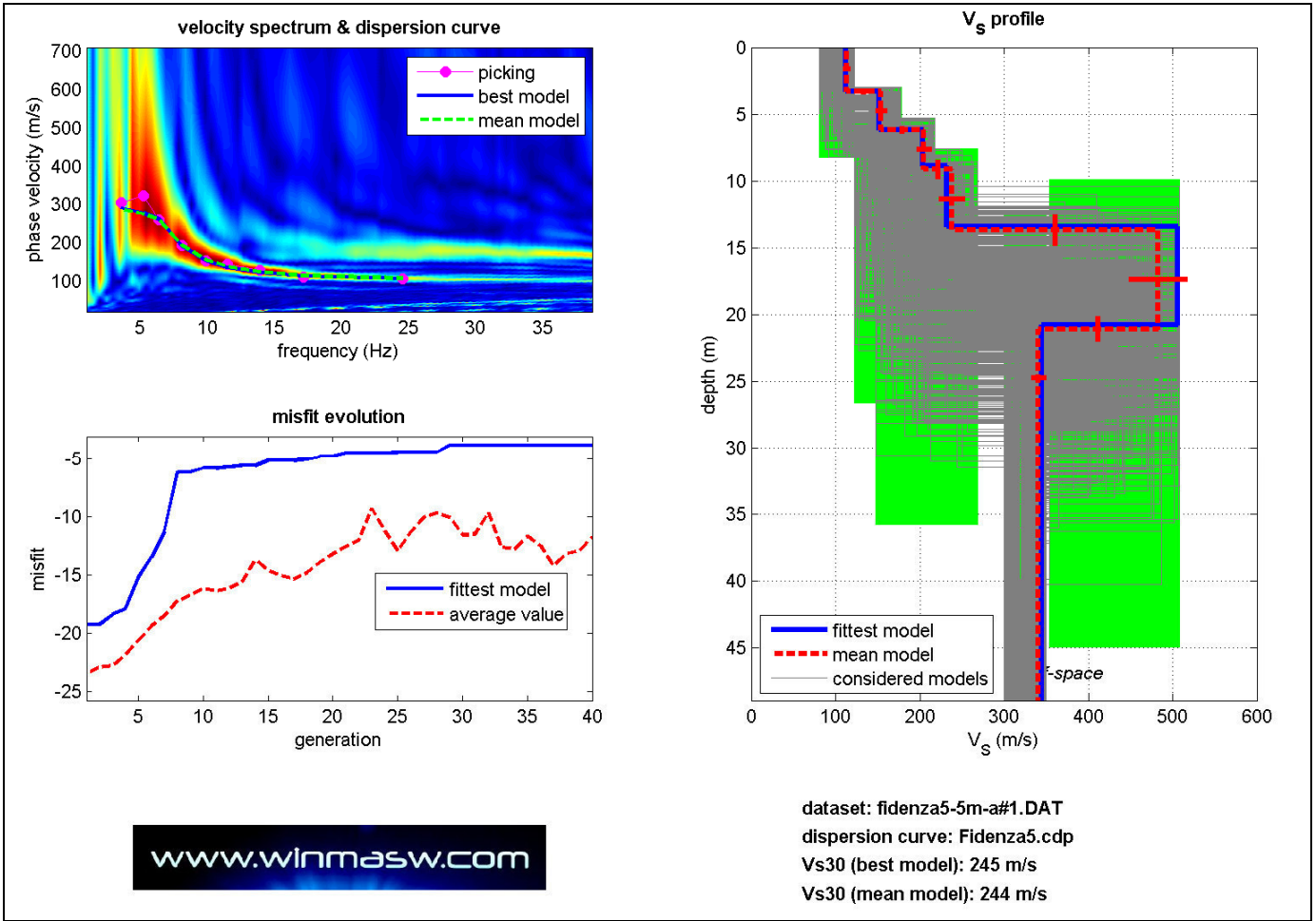
MASW 03



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	2.2	2.2	167
Strato 2	2.2	5.1	2.9	194
Strato 3	5.1	8.4	3.3	181
Strato 4	8.4	16.6	8.2	296
Strato 5	16.6			443
Strato 6				
Strato 7				

V_{s30} = 288 m/s(0 m da p.c.)

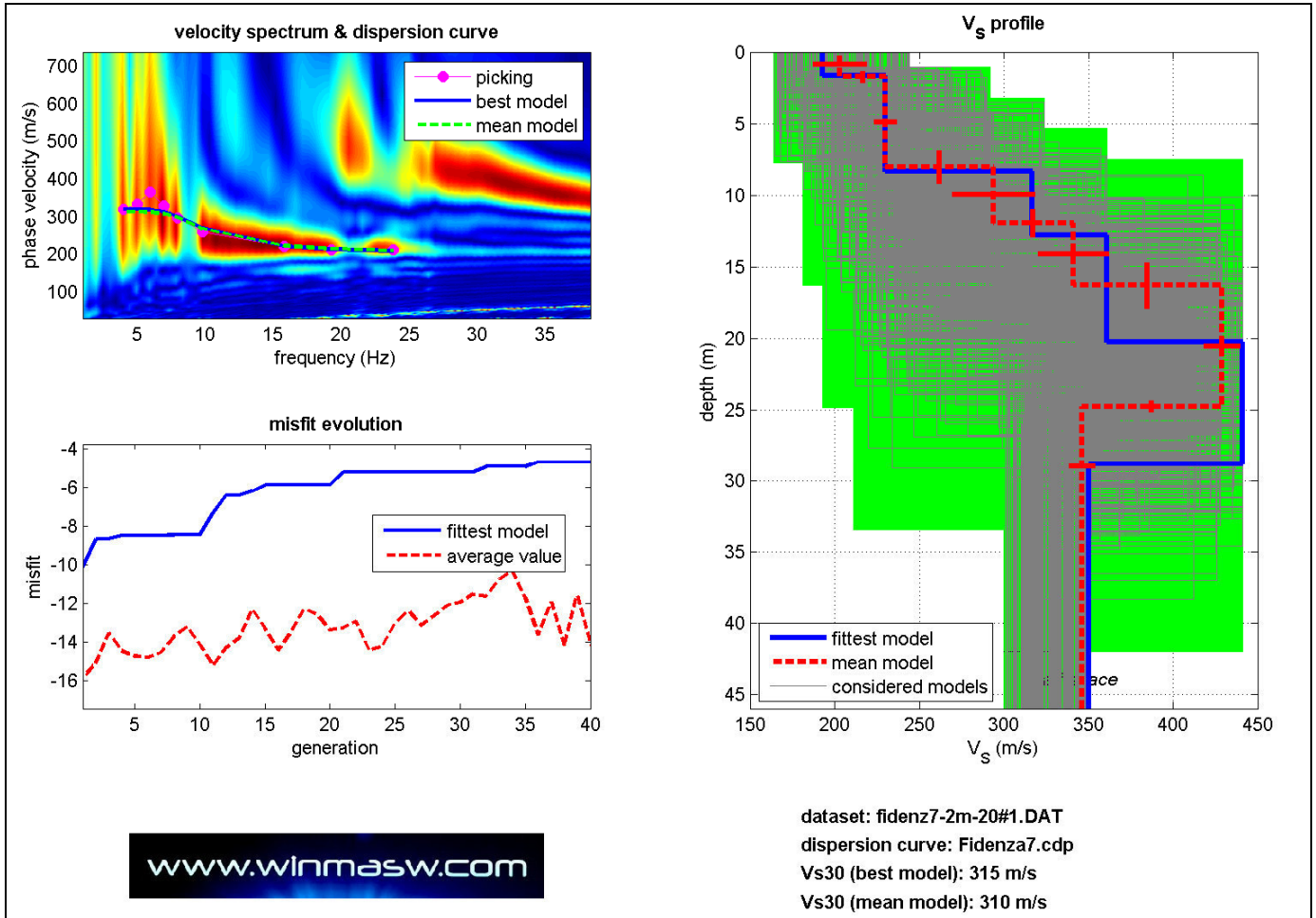
MASW 05



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	3.3	3.3	113
Strato 2	3.3	6.2	2.9	154
Strato 3	6.2	9.1	2.9	205
Strato 4	9.1	13.7	4.6	238
Strato 5	13.7	21.1	7.4	483
Strato 6	21.1			341
Strato 7				

V_{s30} = 244 m/s(0 m da p.c.)

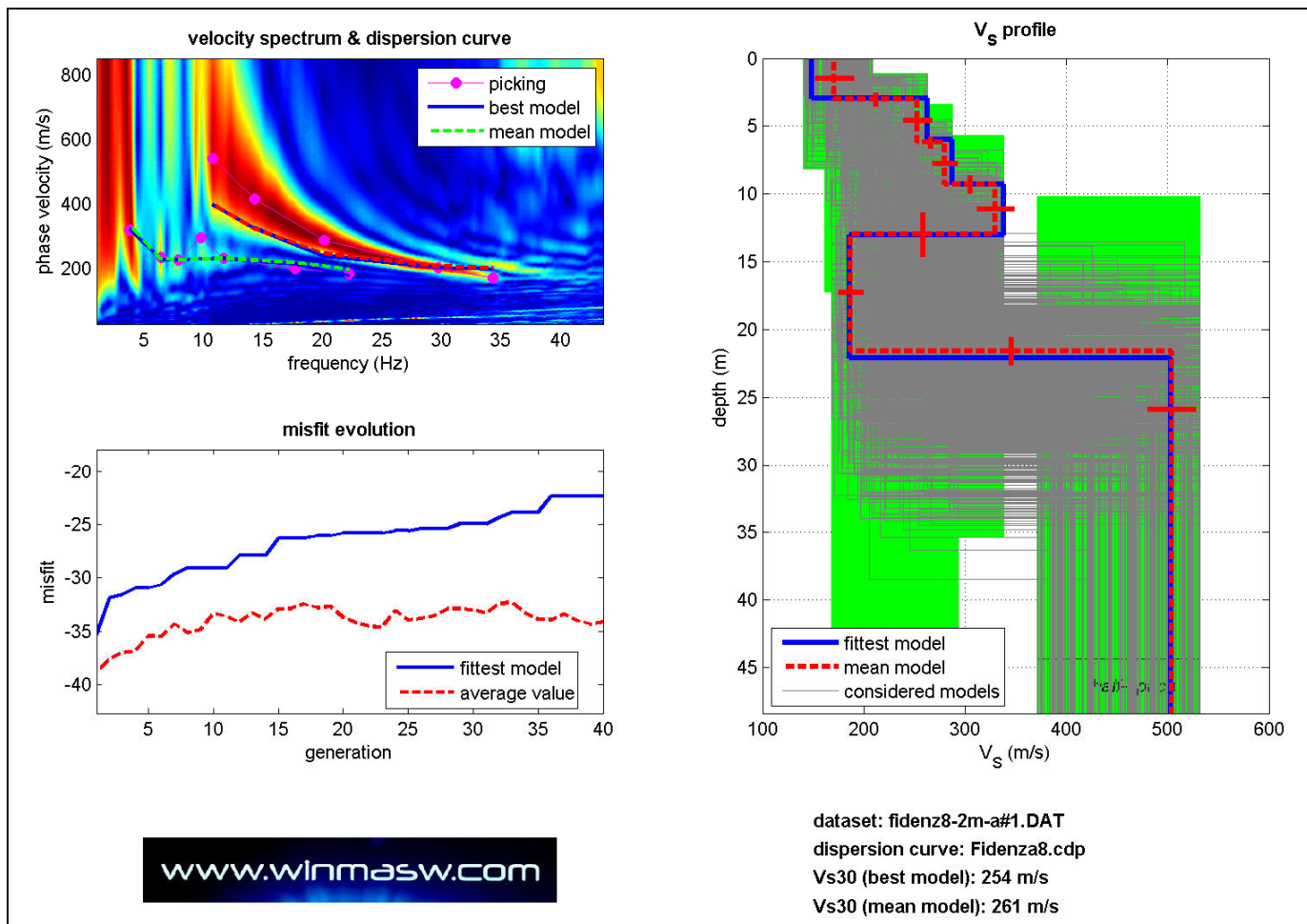
MASW 07



Profondità		spessore		Vel
da	a			m/s
			da	
Strato 1	0.0	1.7	Strato 1	0.0
Strato 2	1.7	8.0	Strato 2	1.7
Strato 3	8.0	11.9	Strato 3	8.0
Strato 4	11.9	16.3	Strato 4	11.9
Strato 5	16.3	24.8	Strato 5	16.3
Strato 6	24.8		Strato 6	24.8
Strato 7			Strato 7	

V_{s30} = 310 m/s(0 m da p.c.)

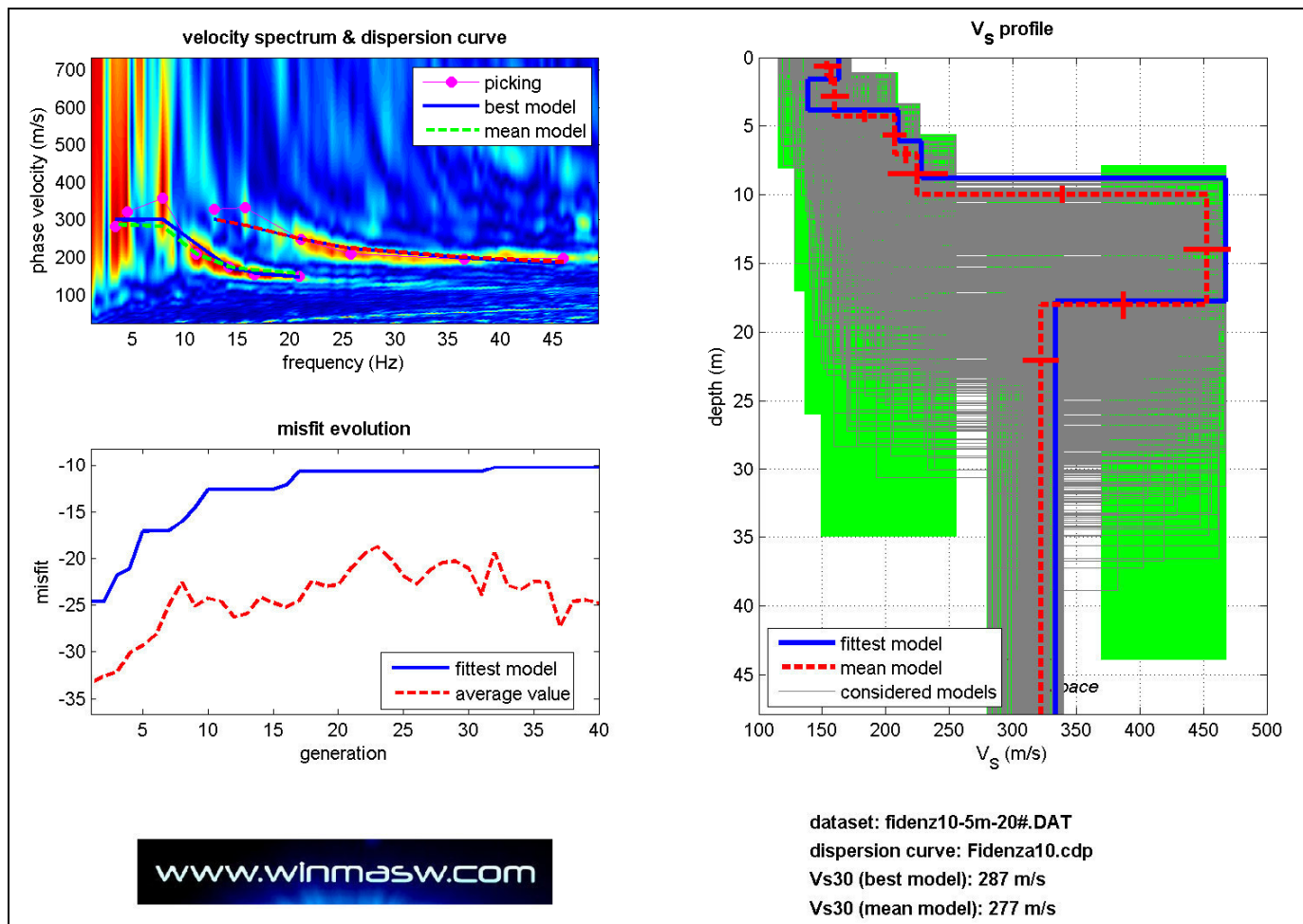
MASW 08



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	3.0	3.0	171
Strato 2	3.0	6.2	3.2	253
Strato 3	6.2	9.3	3.1	280
Strato 4	9.3	13.0	3.7	330
Strato 5	13.0	21.6	8.6	187
Strato 6	21.6			504
Strato 7				

V_{s30} = 261 m/s(0 m da p.c.)

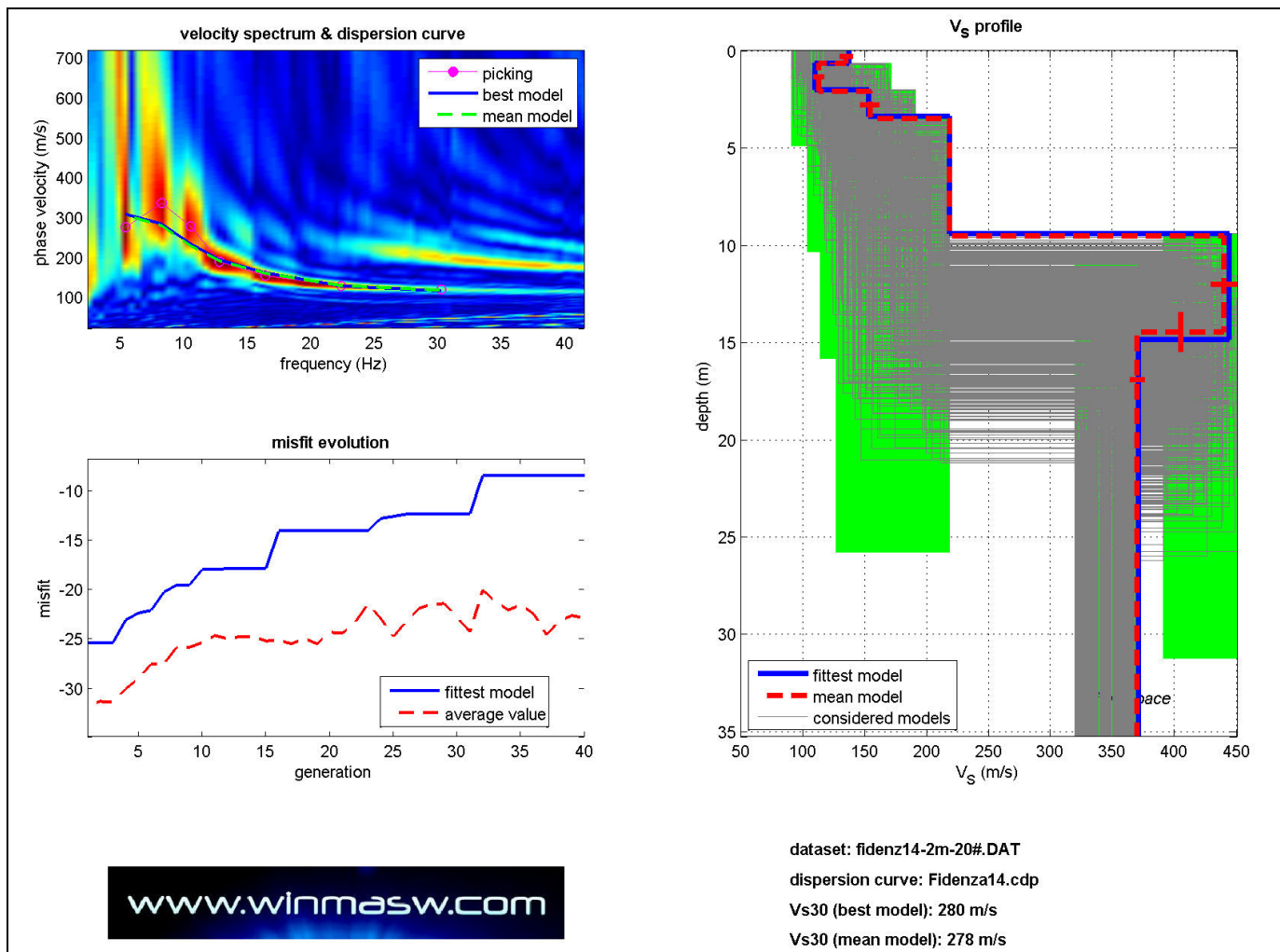
MASW 10



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	1.4	1.4	154
Strato 2	1.4	4.3	2.9	160
Strato 3	4.3	7.1	2.8	207
Strato 4	7.1	10.0	2.9	225
Strato 5	10.0	18.1	8.1	453
Strato 6	18.1			322
Strato 7				

V_{s30} = 277 m/s(0 m da p.c.)

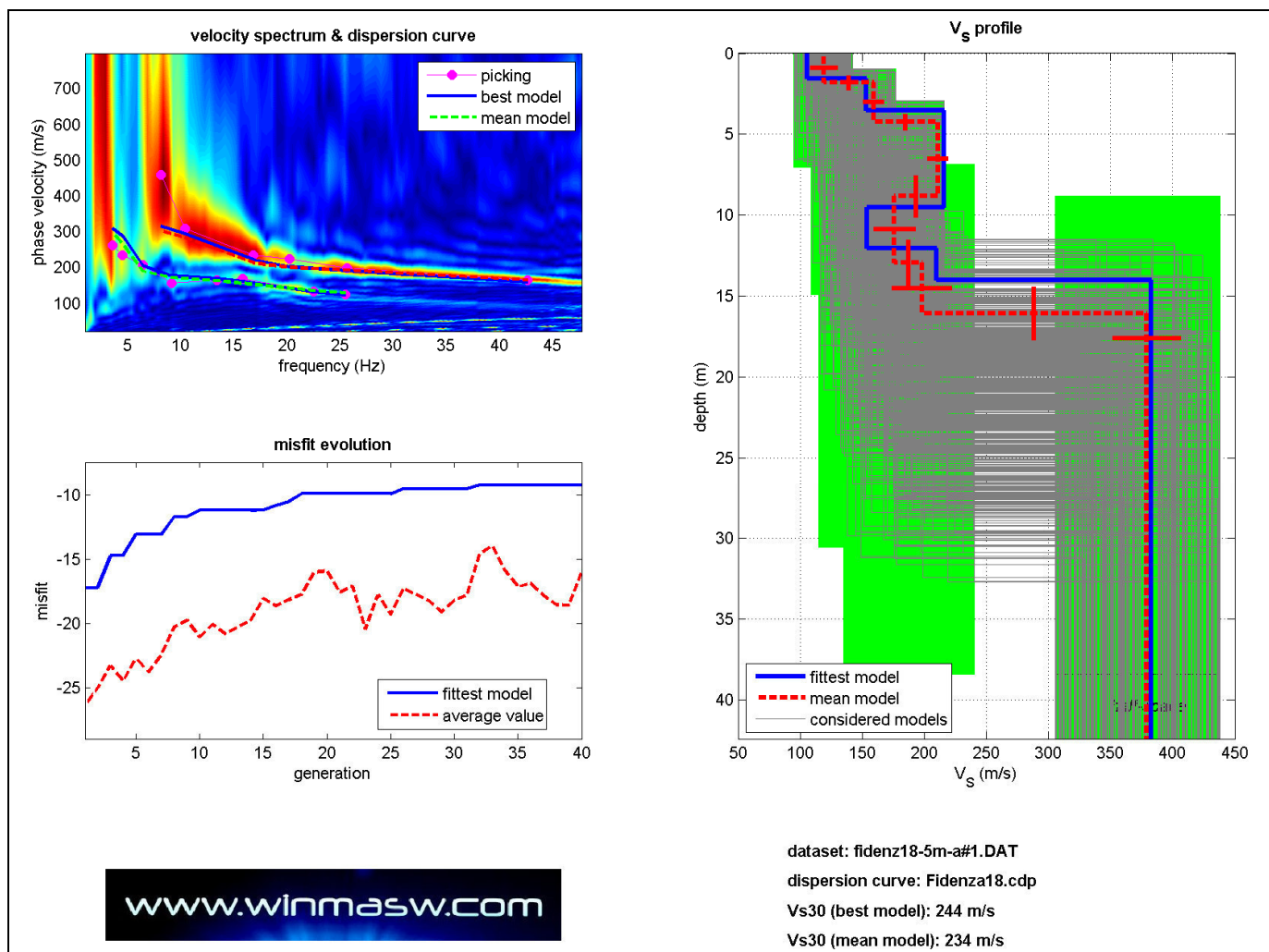
MASW 14



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	0.7	0.7	135
Strato 2	0.7	2.1	1.4	113
Strato 3	2.1	3.5	1.4	154
Strato 4	3.5	9.5	6.0	218
Strato 5	9.5	14.4	4.9	439
Strato 6	14.4			369
Strato 7				

$V_{s30} = 278 \text{ m/s}(0 \text{ m da p.c.})$

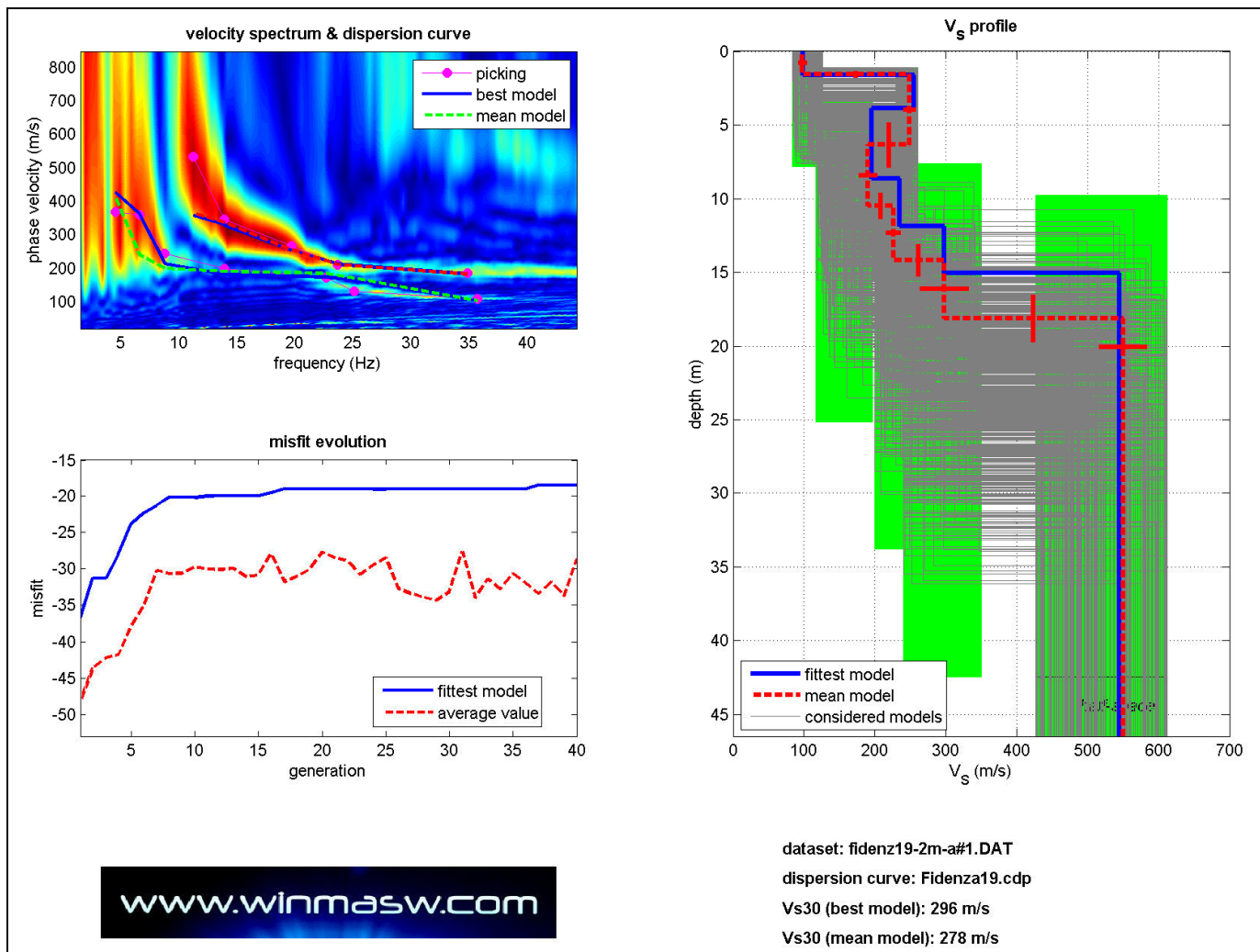
MASW 18



	Profondità		spessore m	Vel m/s
	da	a		
Strato 1	0.0	1.8	1.8	119
Strato 2	1.8	4.2	2.4	159
Strato 3	4.2	8.8	4.6	211
Strato 4	8.8	12.9	4.1	176
Strato 5	12.9	16.0	3.1	198
Strato 6	16.0			379
Strato 7				

V_{s30} = 234 m/s (0 m da p.c.)

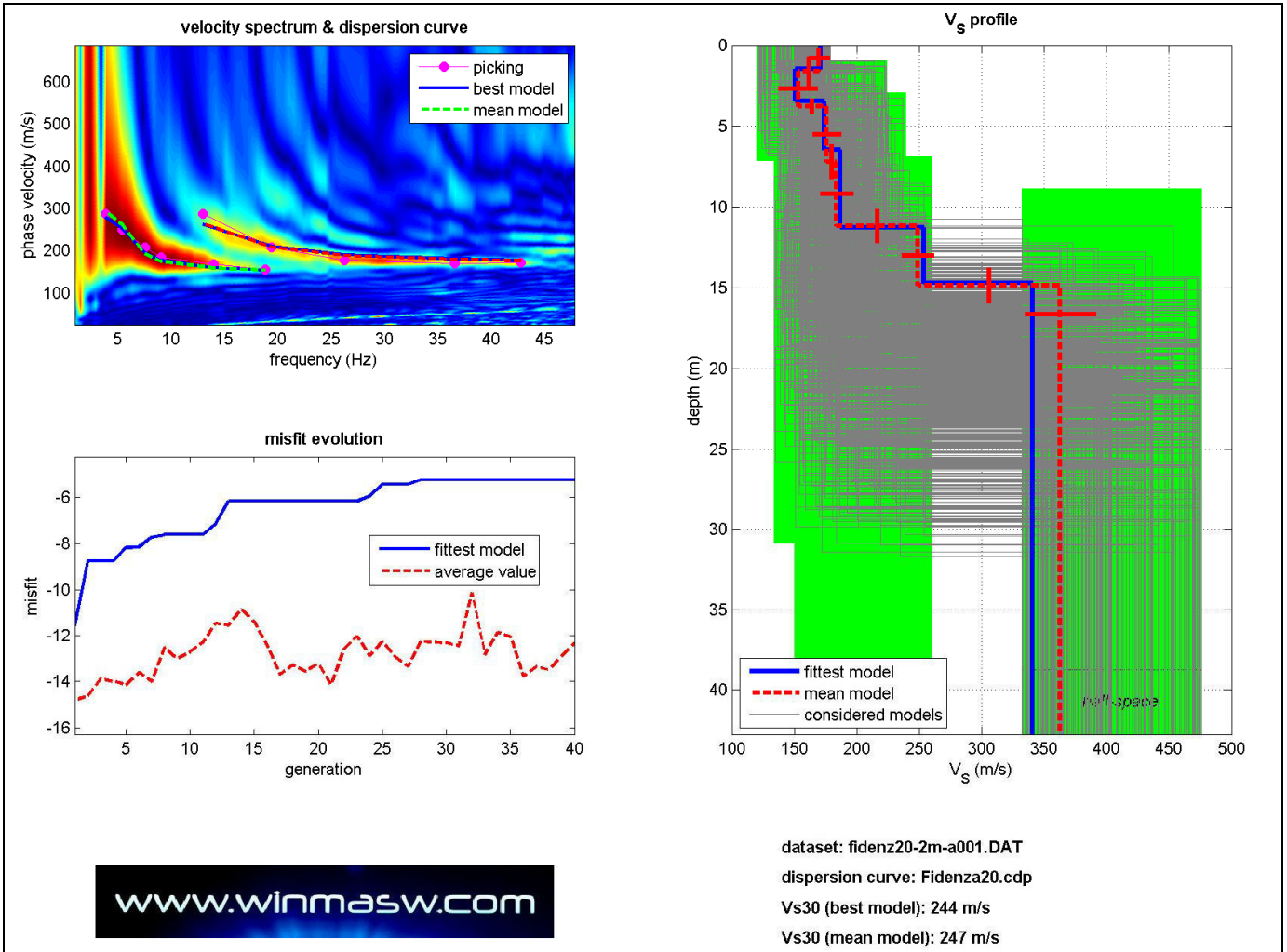
MASW 19



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	1.6	1.6	98
Strato 2	1.6	6.4	4.8	249
Strato 3	6.4	10.5	4.1	190
Strato 4	10.5	14.2	3.7	226
Strato 5	14.2	18.1	3.9	298
Strato 6	18.1			550
Strato 7				

V_{s30} = 278 m/s(0 m da p.c.)

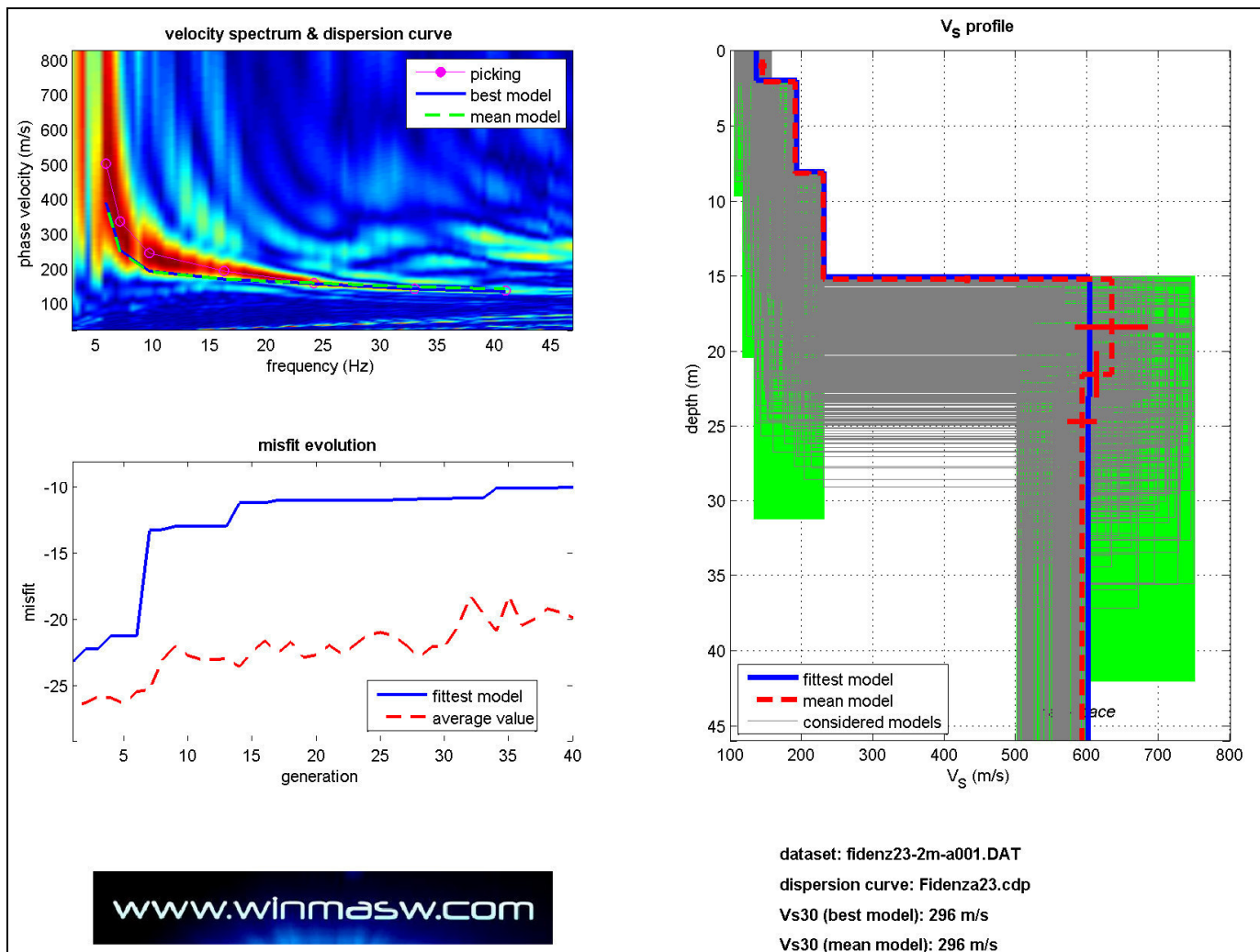
MASW 20



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	1.6	1.6	170
Strato 2	1.6	3.8	2.2	153
Strato 3	3.8	7.2	3.4	176
Strato 4	7.2	11.2	4.0	184
Strato 5	11.2	14.8	3.6	249
Strato 6	14.8			363
Strato 7				

V_{s30} = 247 m/s(0 m da p.c.)

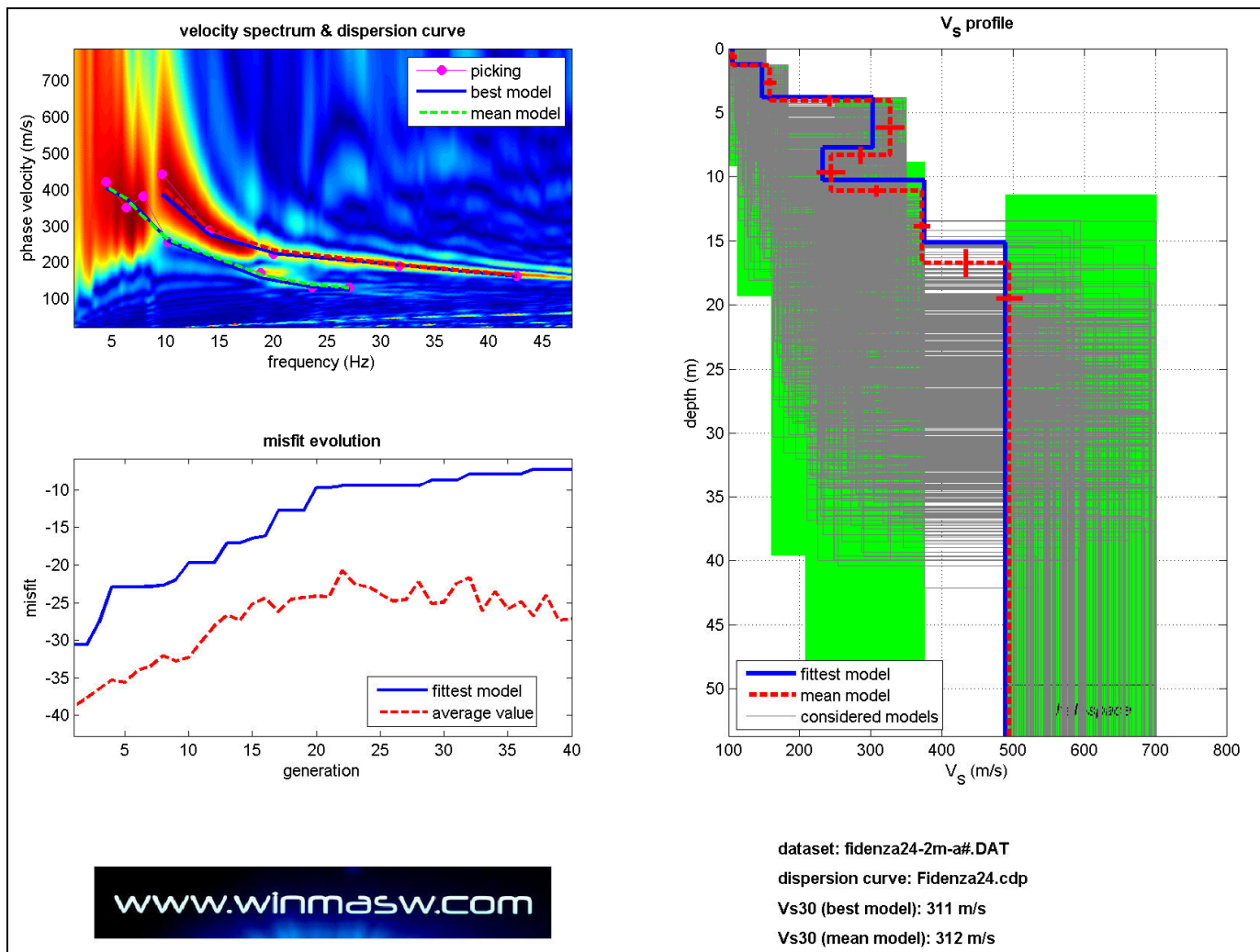
MASW 23



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	2.1	2.1	145
Strato 2	2.1	8.2	6.1	191
Strato 3	8.2	15.3	7.1	230
Strato 4	15.3	21.6	6.3	633
Strato 5	21.6			592
Strato 6				
Strato 7				

$V_{s30} = 296 \text{ m/s}(0 \text{ m da p.c.})$

MASW 24



	Profondità		spessore	Vel m/s
	da	a	m	
Strato 1	0.0	1.3	1.3	106
Strato 2	1.3	4.0	2.7	158
Strato 3	4.0	8.3	4.3	327
Strato 4	8.3	11.1	2.8	244
Strato 5	11.1	16.7	5.6	372
Strato 6				495
Strato 7				

V_{s30} = 312 m/s(0 m da p.c.)

ALLEGATO 3

ELABORAZIONE DELLE ANALISI DEI MICROTREMORI HVSR

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 01

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 17:17:00 Fine registrazione: 03/04/13 17:37:00

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

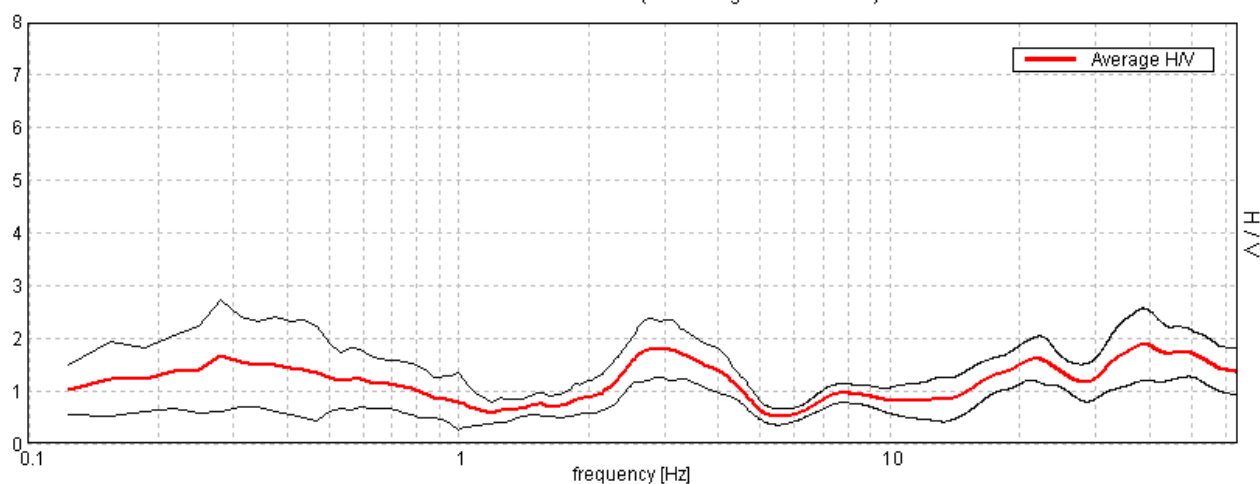
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

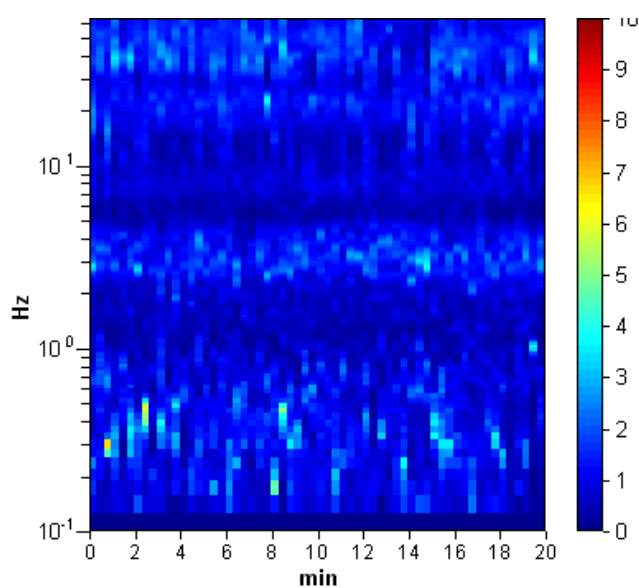
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

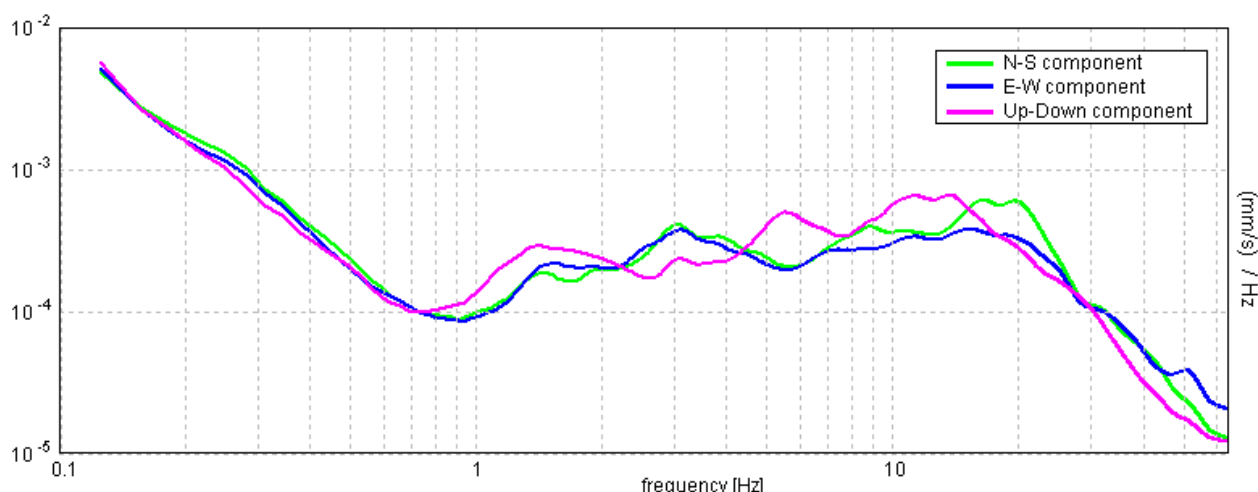
Max. H/V at 2.88 ± 0.49 Hz. (In the range 0.0 - 30.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 2.88 ± 0.49 Hz (nell'intervallo 0.0 - 30.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.88 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3450.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 139	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.031 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.688 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.80 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.08375 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.24079 < 0.14375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2698 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 02

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 09/03/13 09:22:03 Fine registrazione: 09/03/13 09:38:03

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 81% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

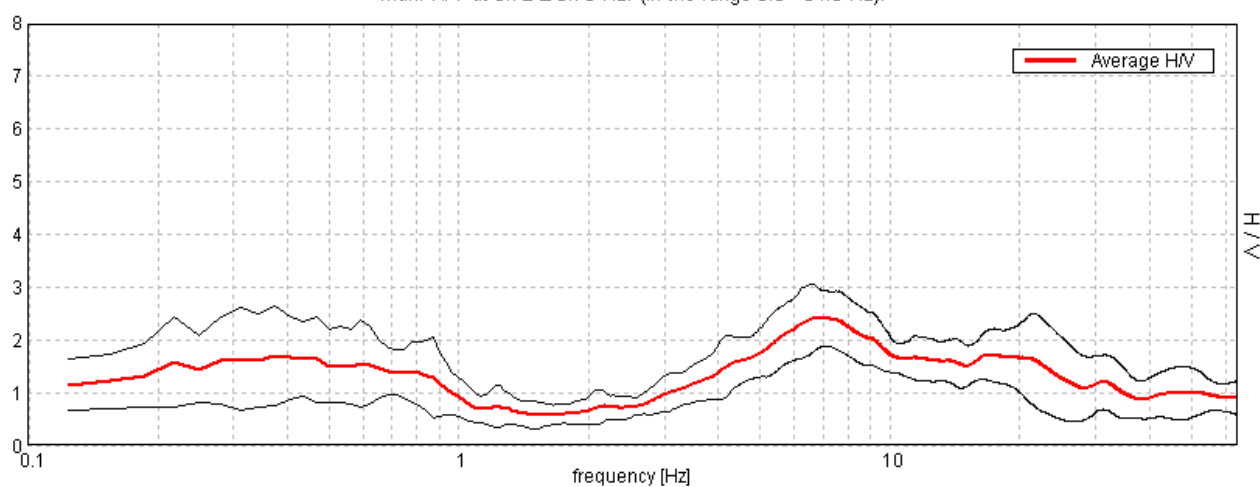
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

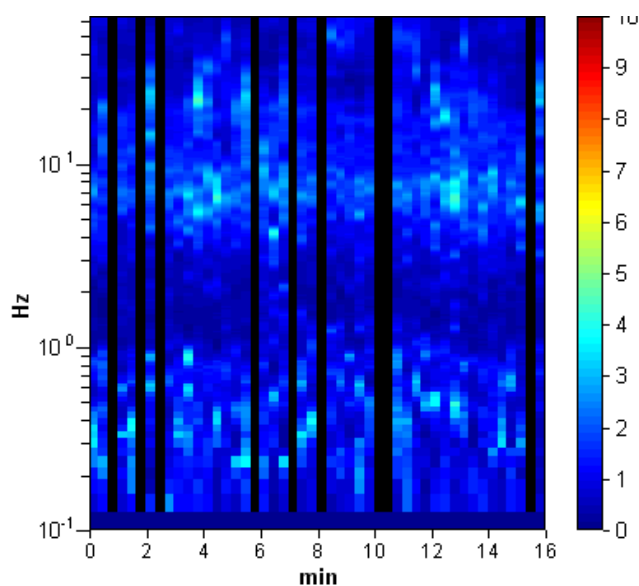
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

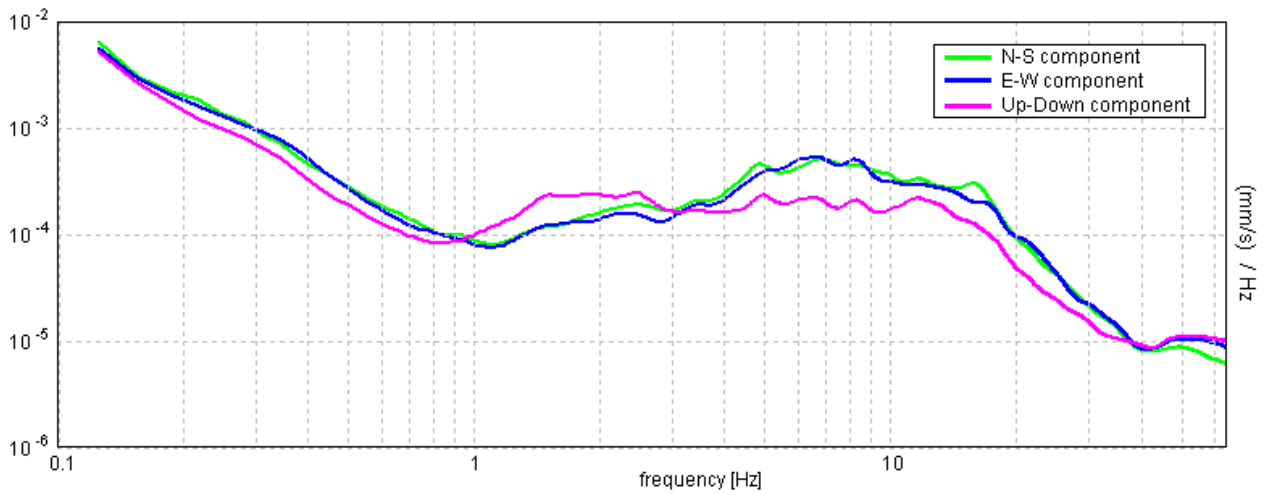
Max. H/V at 6.72 ± 0.76 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 6.72 ± 0.76 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

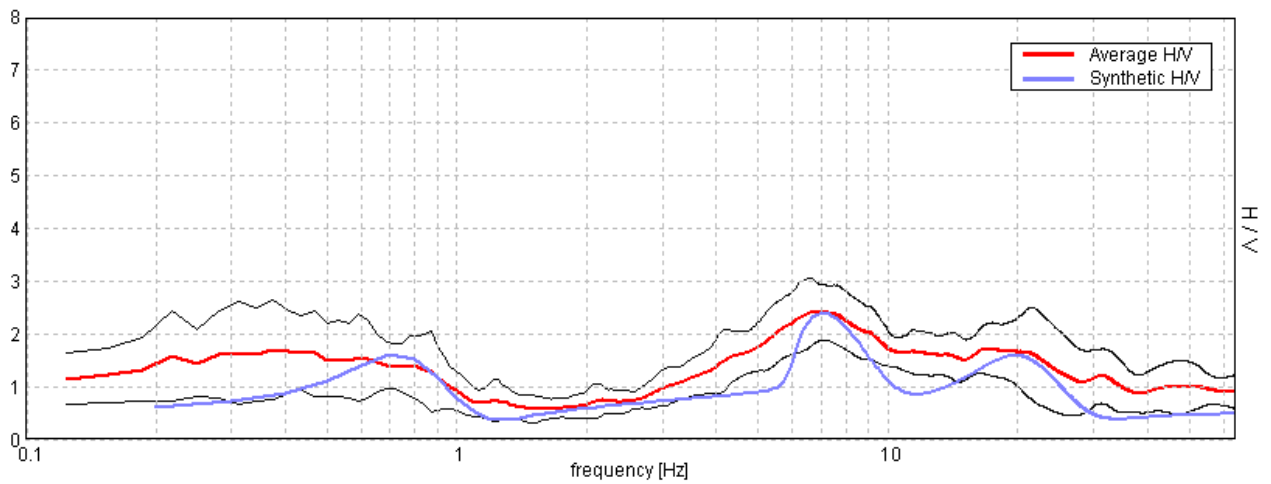
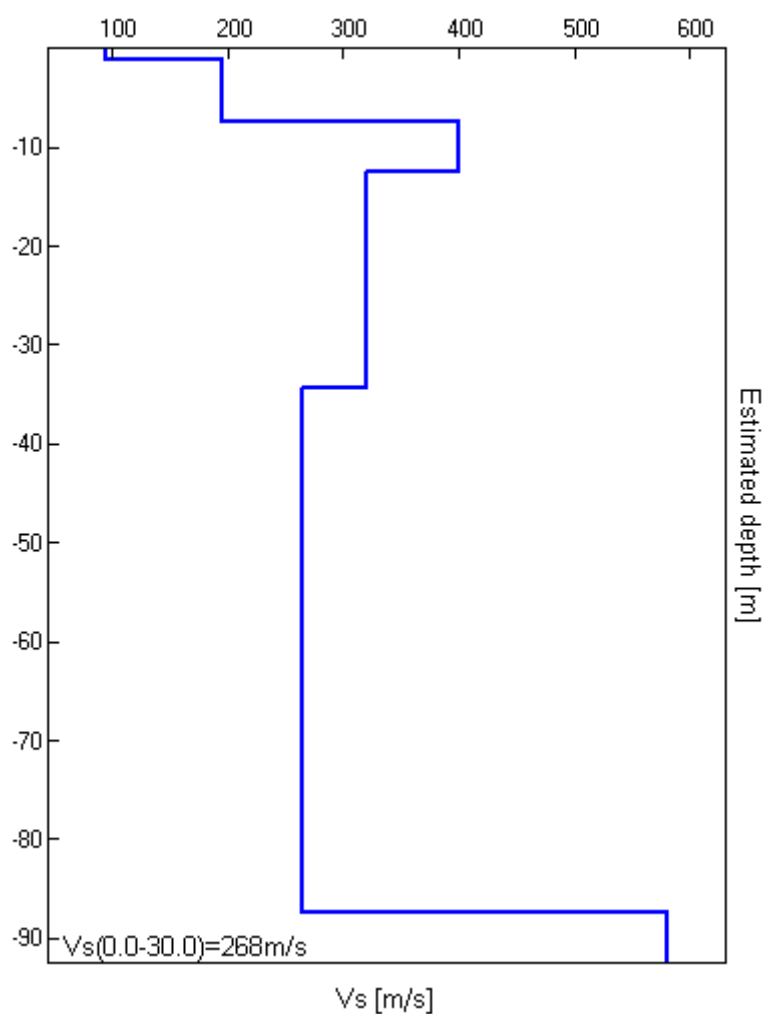


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.20	1.20	95	0.35
7.40	6.20	195	0.35
12.40	5.00	400	0.35
34.40	22.00	320	0.35
87.40	53.00	265	0.35
inf.	inf.	580	0.35

Vs(0.0-30.0)=268m/s



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

Picco H/V a 6.72 ± 0.76 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$6.72 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5240.6 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 324	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.594 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	25.813 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.42 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0549 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.36886 < 0.33594$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2994 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 03

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 18:08:20 Fine registrazione: 03/04/13 18:20:20

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00".

Analizzato 86% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

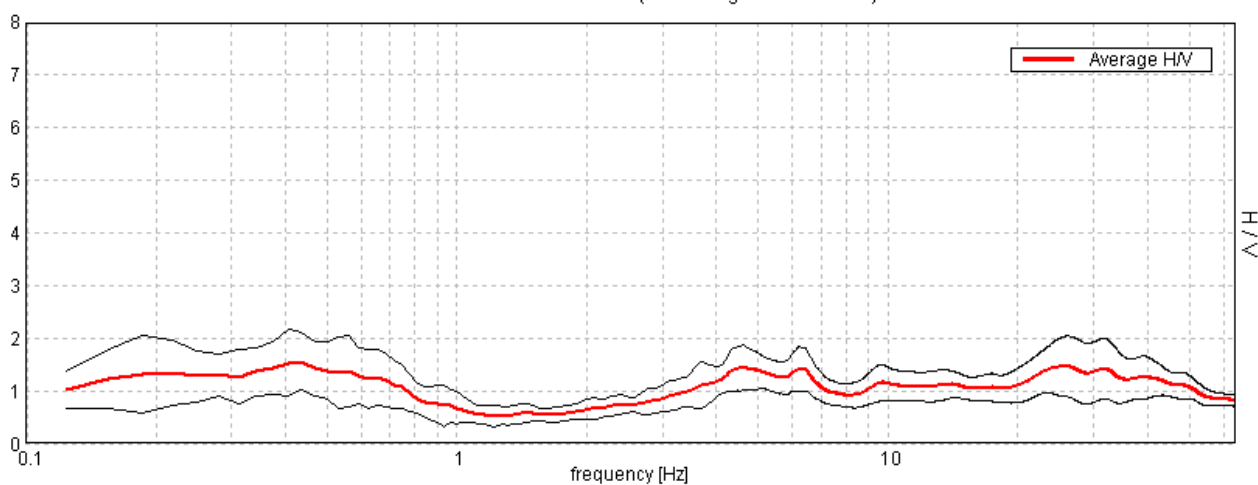
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

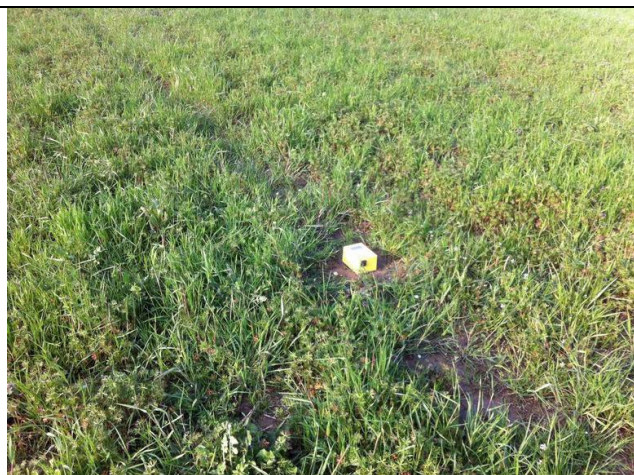
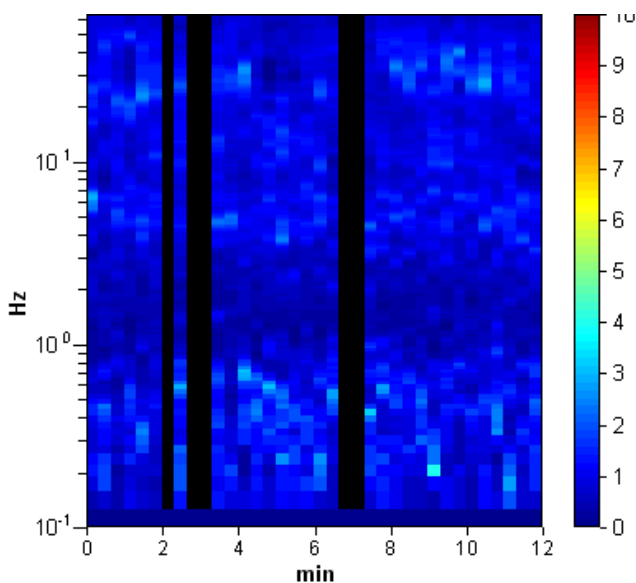
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

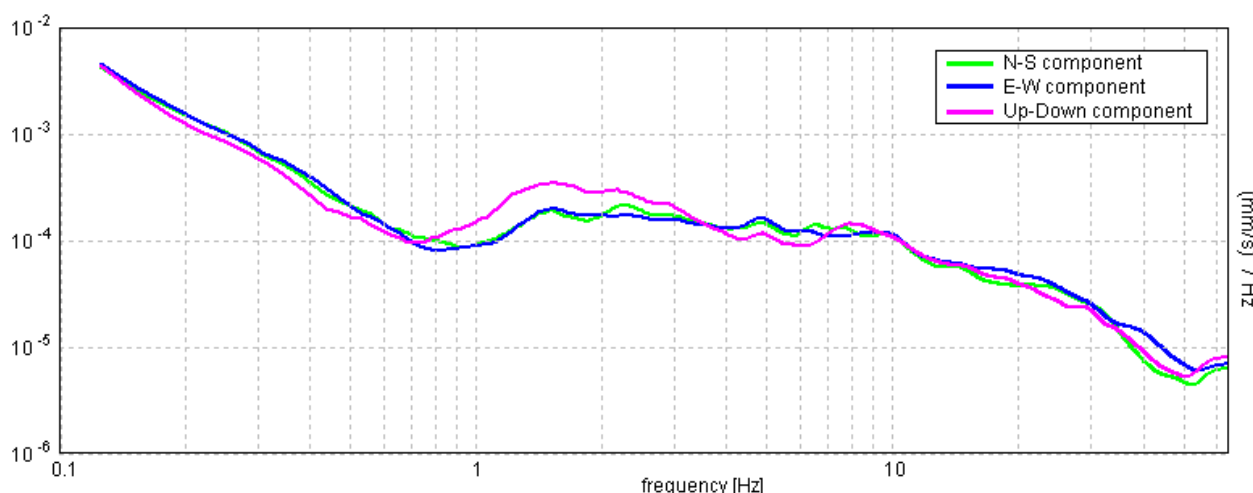
Max. H/V at 0.44 ± 4.52 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 0.44 ± 4.52 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.44 > 0.50$		NO
$n_c(f_0) > 200$	$271.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 22	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$1.56 > 2$		NO
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 4.97972 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$2.17863 < 0.0875$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2626 < 2.5$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 04

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 18:32:54 Fine registrazione: 03/04/13 18:52:54

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

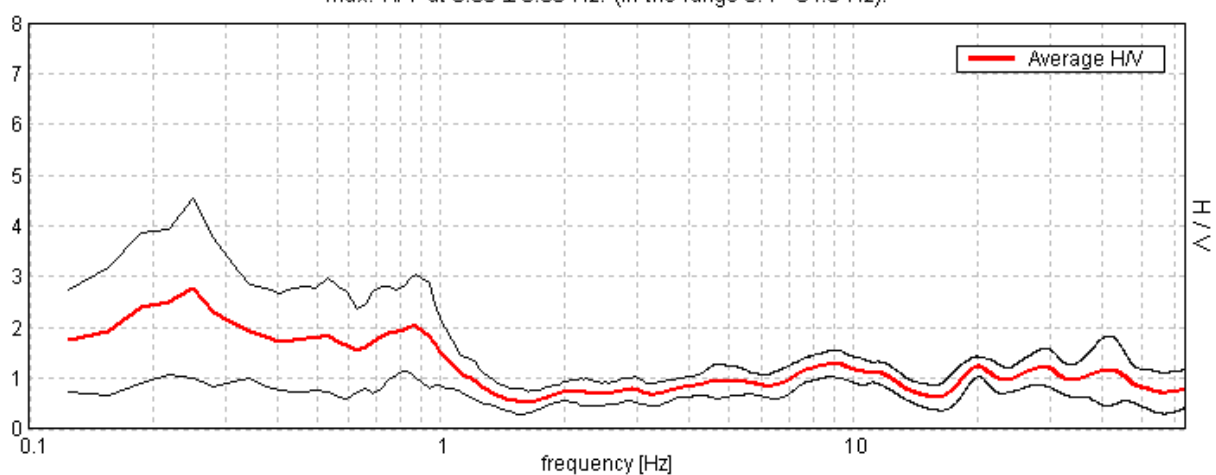
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

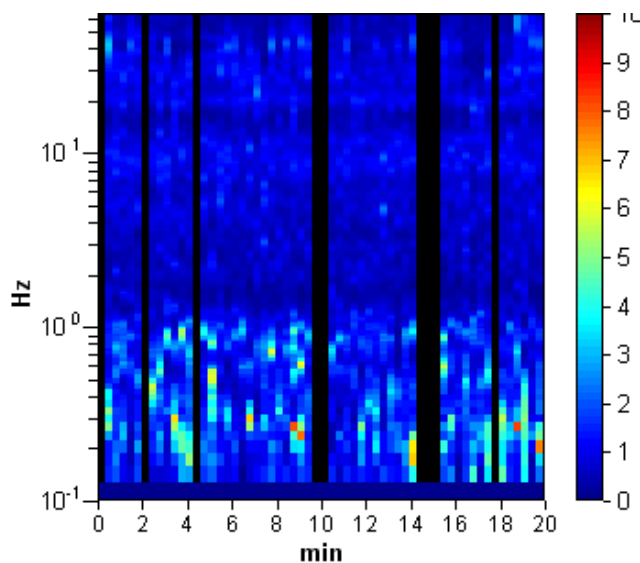
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

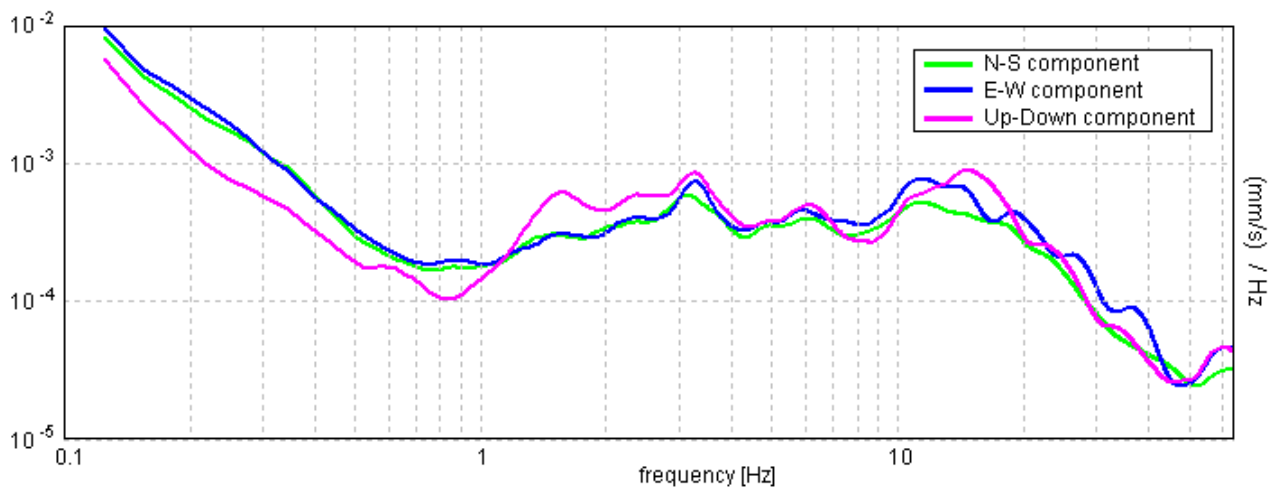
Max. H/V at 0.88 ± 0.05 Hz. (In the range 0.4 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 0.25 ± 0.03 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

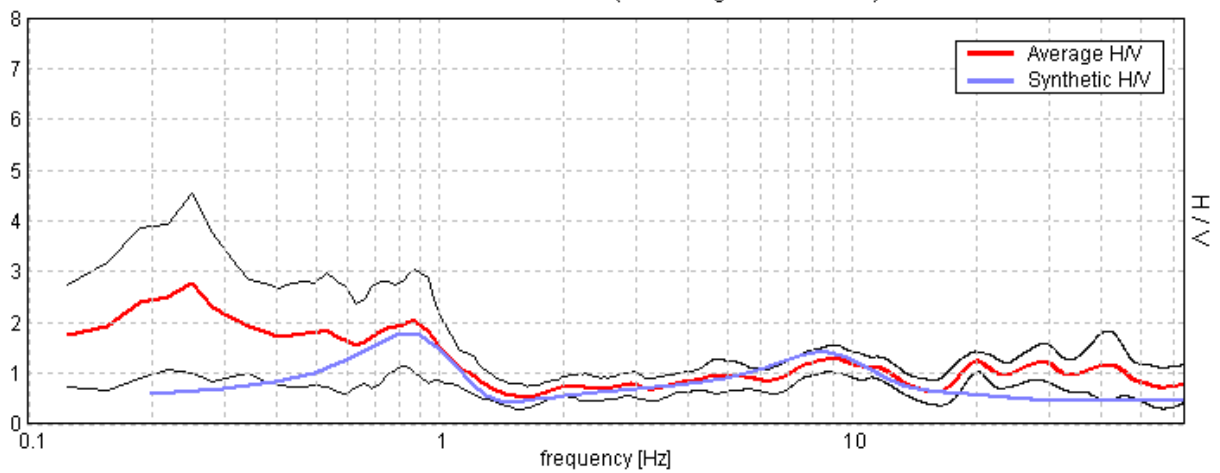
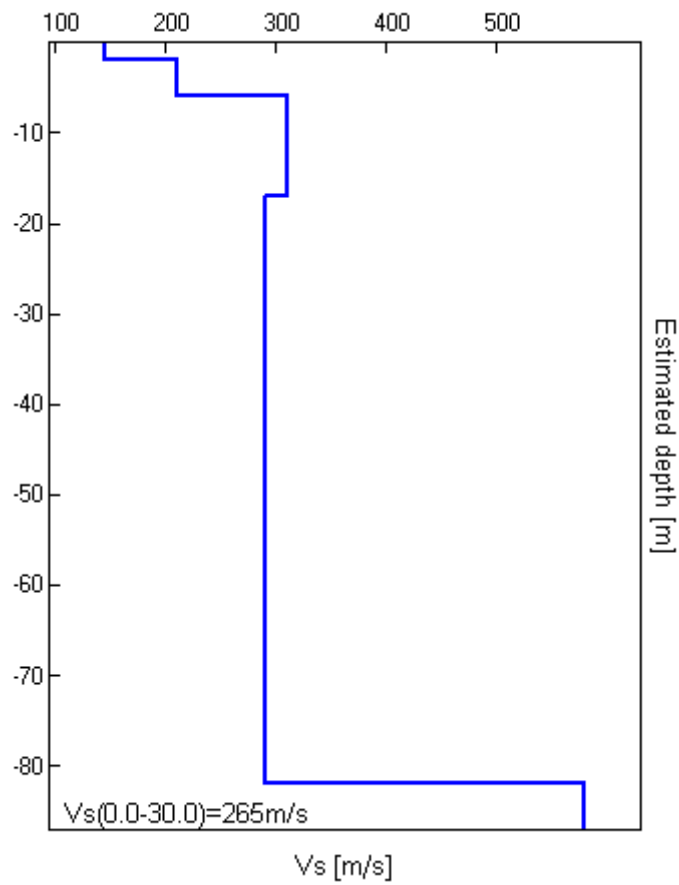


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	145	0.35
6.00	4.00	210	0.35
17.00	11.00	310	0.35
82.00	65.00	290	0.35
inf.	inf.	580	0.35

$V_s(0.0-30.0)=265\text{m/s}$



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

Picco H/V a 0.88 ± 0.05 Hz (nell'intervallo 0.4 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.88 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$892.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 43	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.03 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02775 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.02428 < 0.13125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5035 < 2.0$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 05

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 07:32:00 Fine registrazione: 03/04/13 07:48:00

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

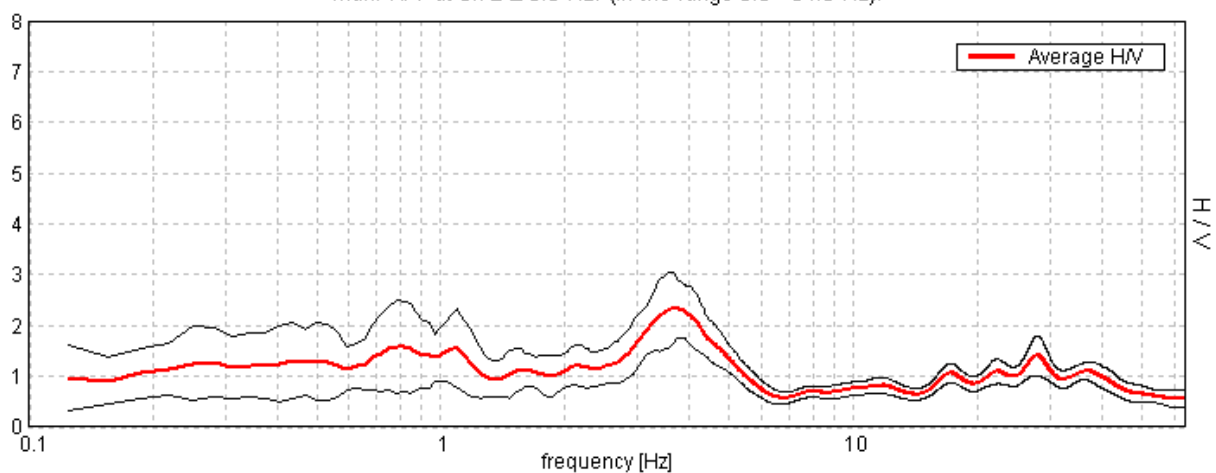
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

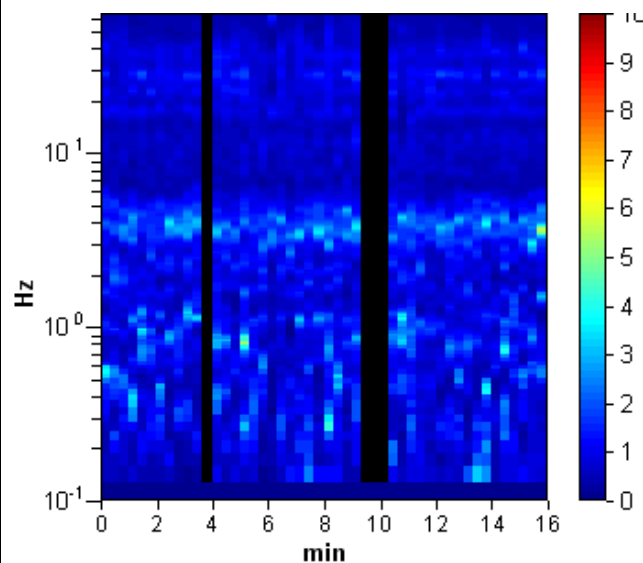
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

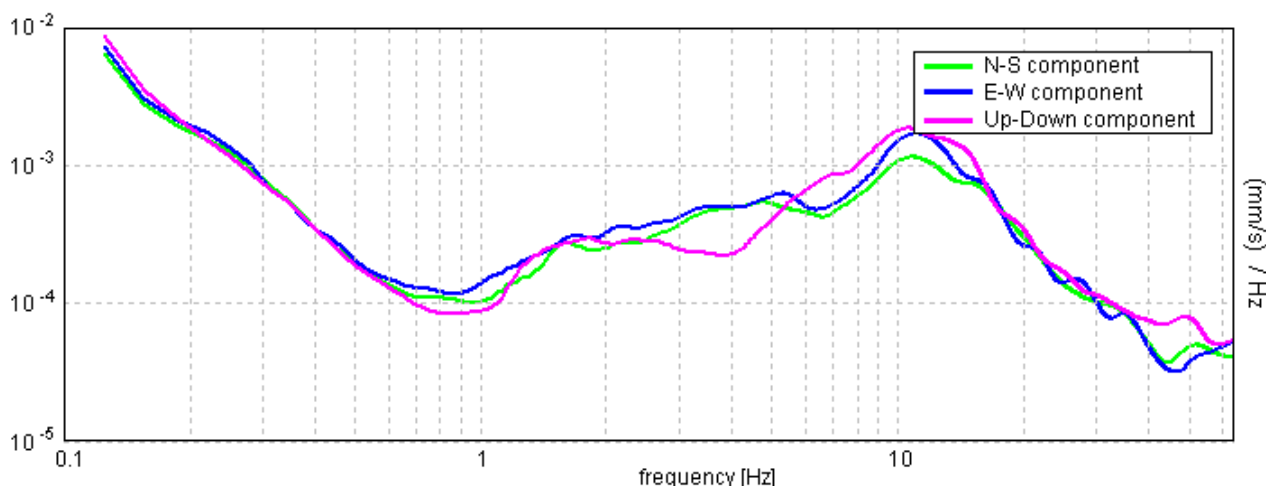
Max. H/V at 3.72 ± 0.3 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 3.72 ± 0.3 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.72 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3272.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 180	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.438 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.35 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03911 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.14545 < 0.18594$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3116 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 06

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 16:34:02 Fine registrazione: 03/04/13 16:54:02

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

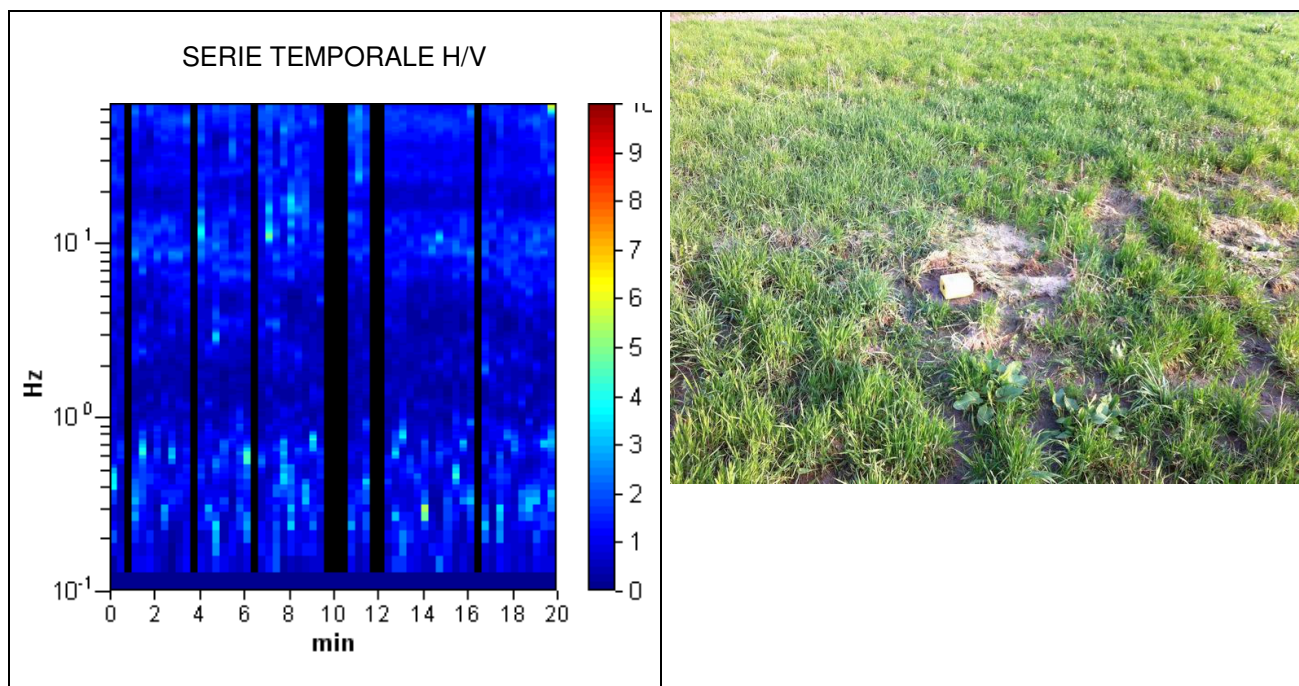
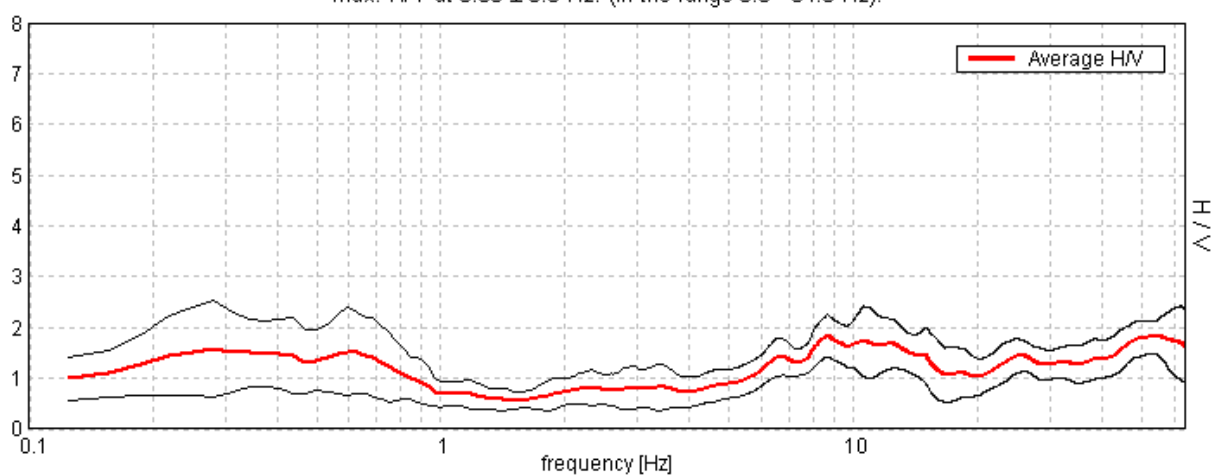
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

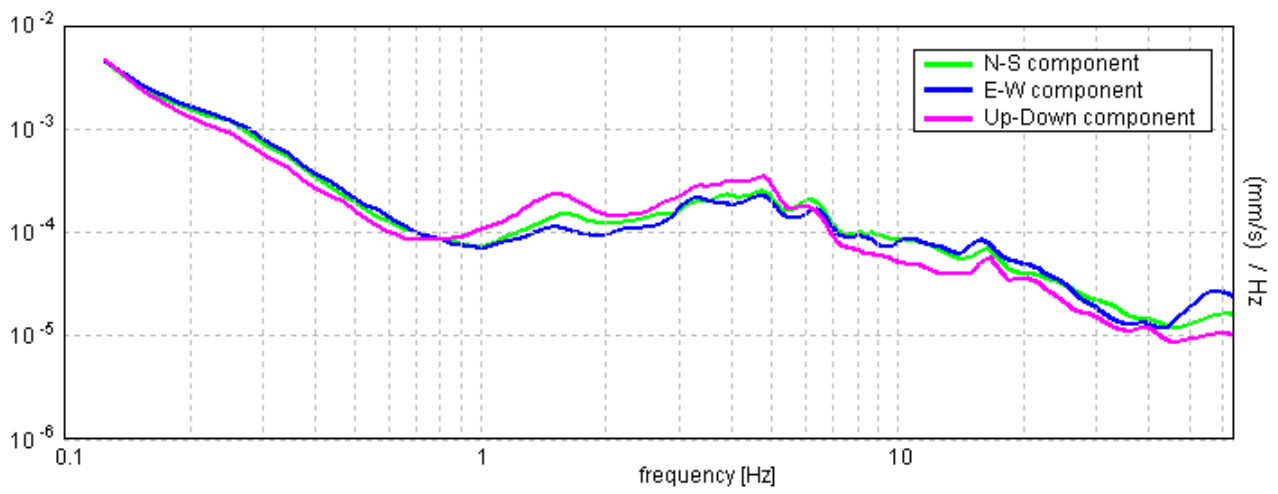
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 8.66 ± 6.5 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 8.66 ± 6.5 Hz. Max. (N-S)/V: 10.13 ± 1.39 Hz. Max. (E-W)/V: 55.63 ± 3.12 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

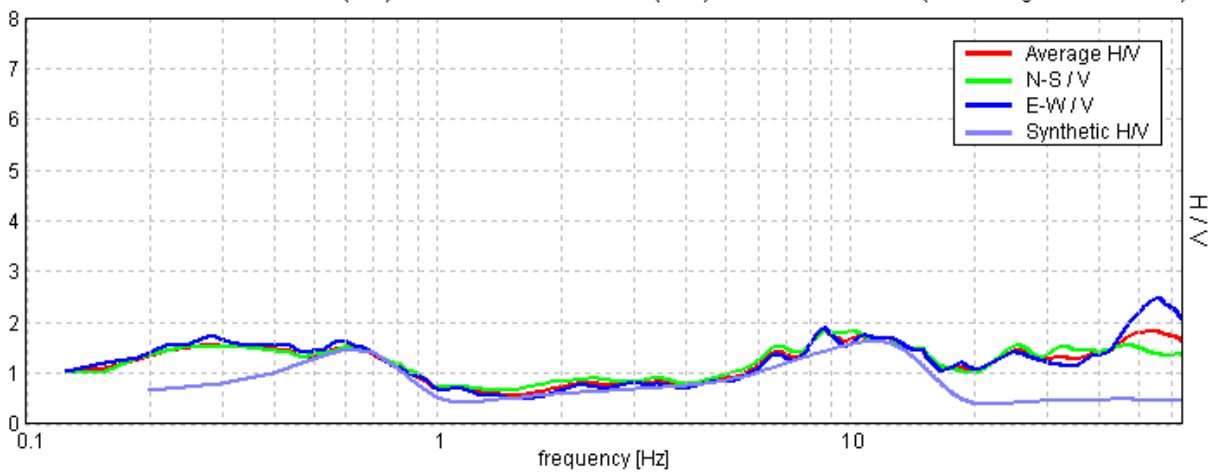
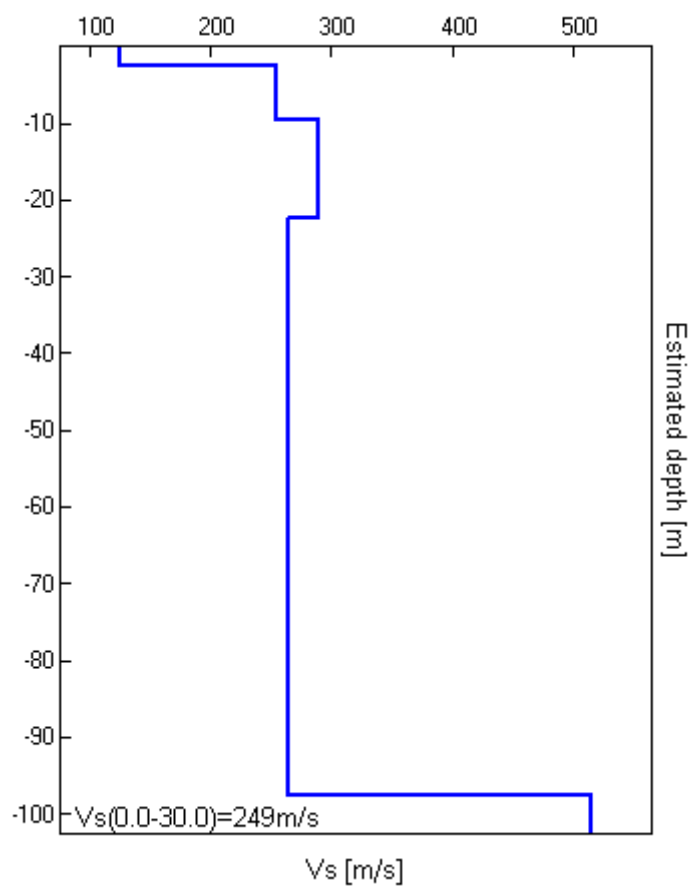


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.50	2.50	125	0.35
9.50	7.00	255	0.35
22.50	13.00	290	0.35
97.50	75.00	265	0.35
inf.	inf.	515	0.35

$V_s(0.0-30.0)=249\text{m/s}$



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

Picco H/V a 8.66 ± 6.5 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$8.66 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$8829.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 416	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.219 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.84 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.37022 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.2047 < 0.43281$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2037 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 07

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 16:07:20 Fine registrazione: 03/04/13 16:23:20

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

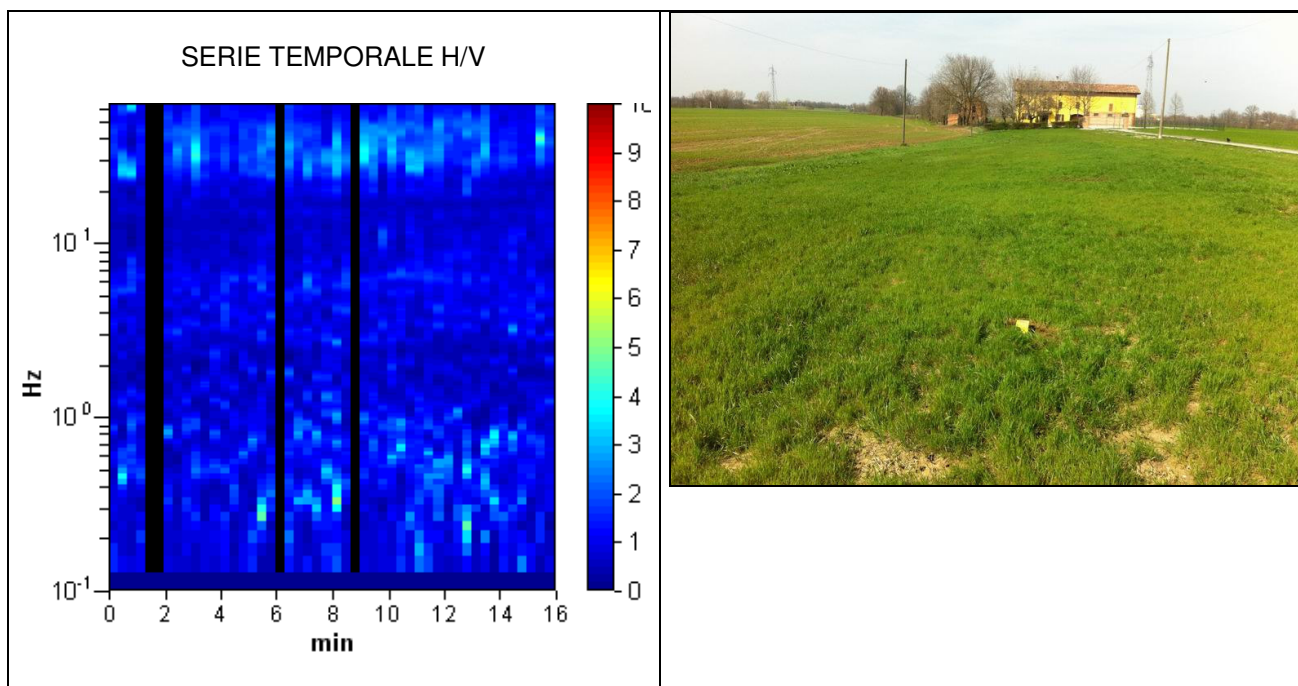
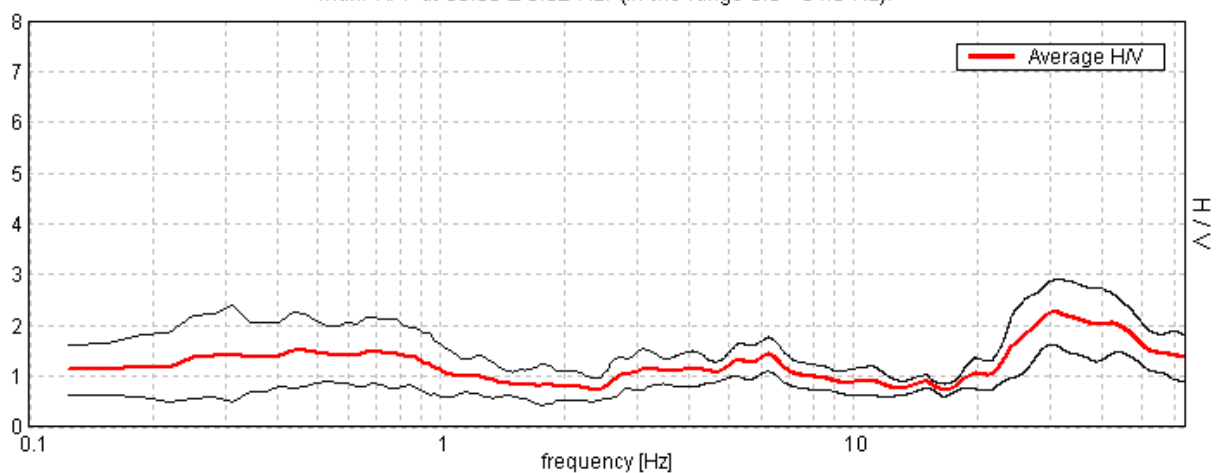
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

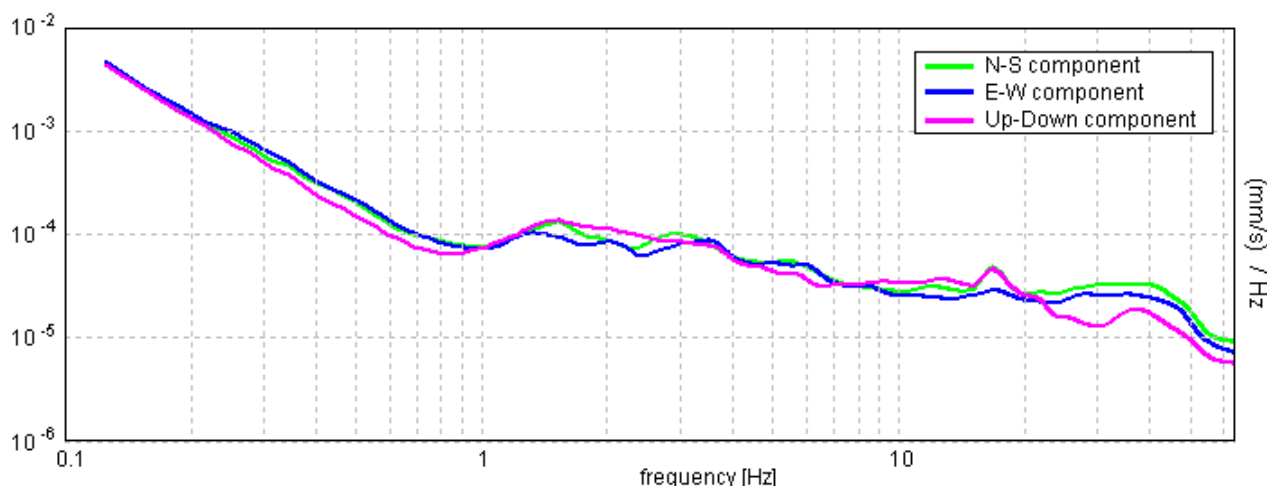
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 30.63 ± 0.62 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 30.63 ± 0.62 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$30.63 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$26950.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1471	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	22.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.26 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0099 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.30324 < 1.53125$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3126 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 08

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 15:25:22 Fine registrazione: 03/04/13 15:37:23

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00".

Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

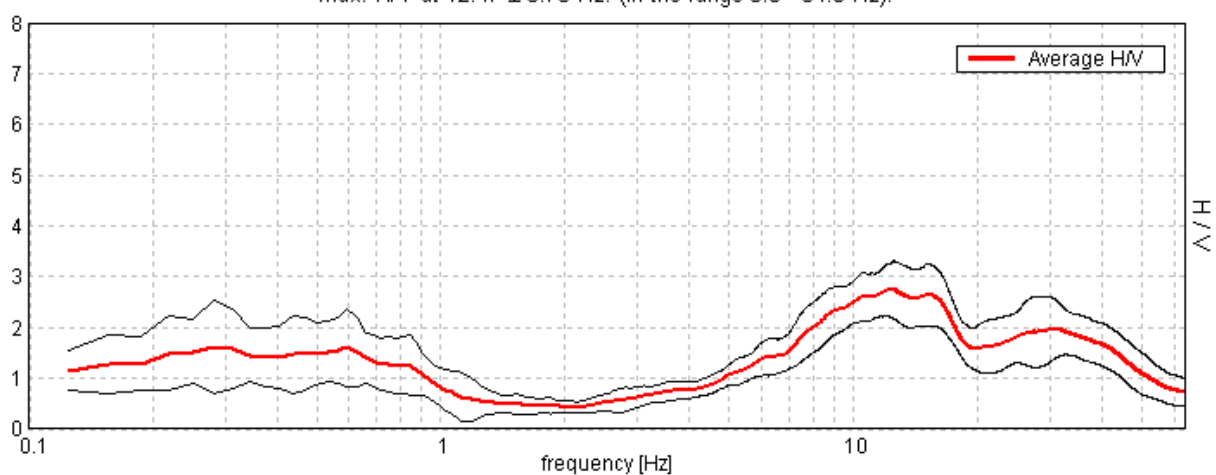
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

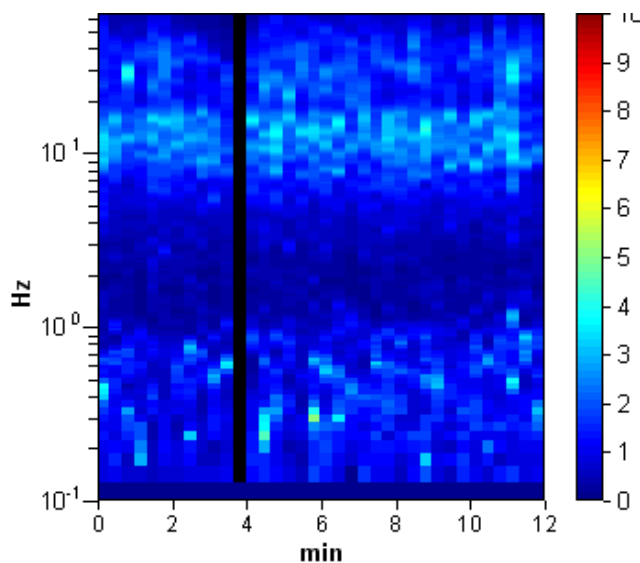
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

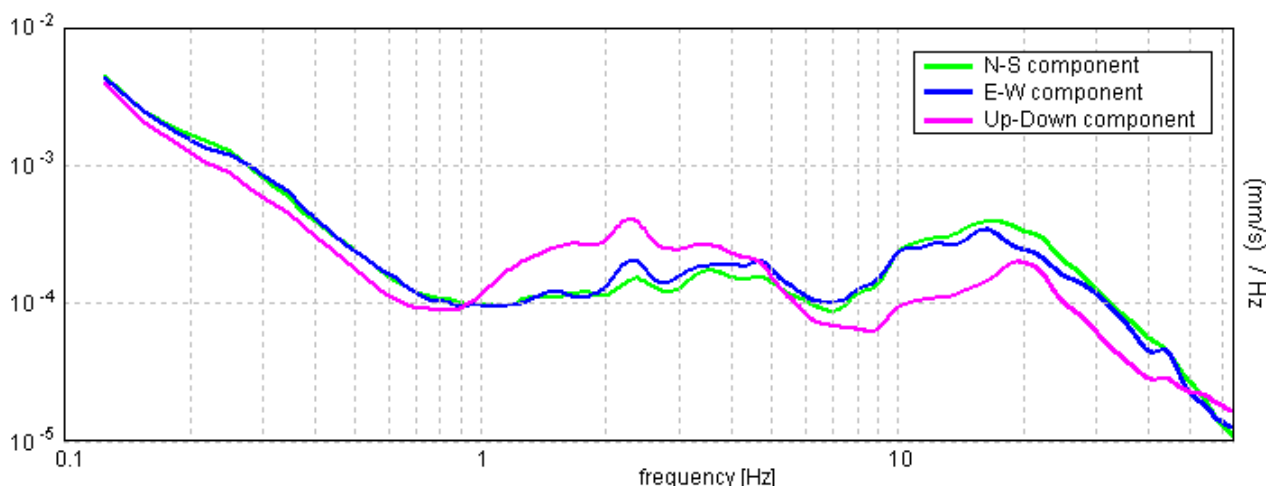
Max. H/V at 12.47 ± 0.76 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 12.47 ± 0.76 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	12.47 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	8728.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 600	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.938 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	45.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.74 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02945 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.36718 < 0.62344	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2699 < 1.58	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 09

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 09/03/13 10:24:12 Fine registrazione: 09/03/13 10:40:12

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 96% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

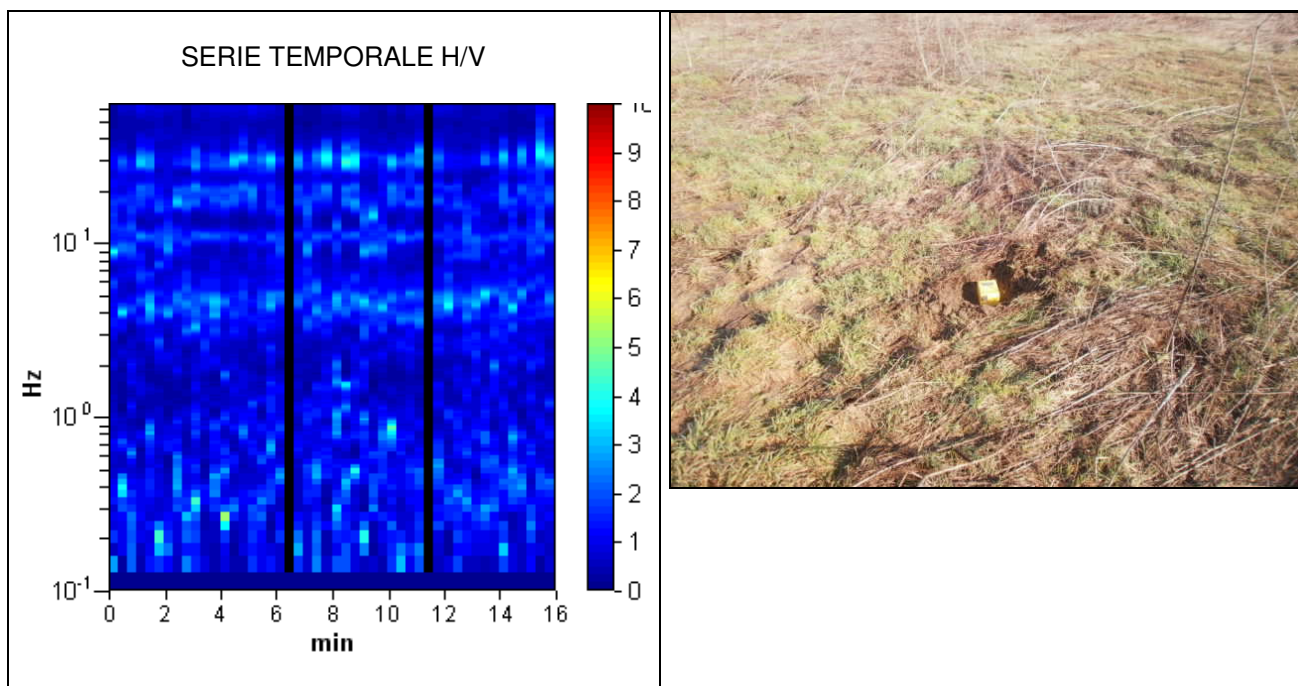
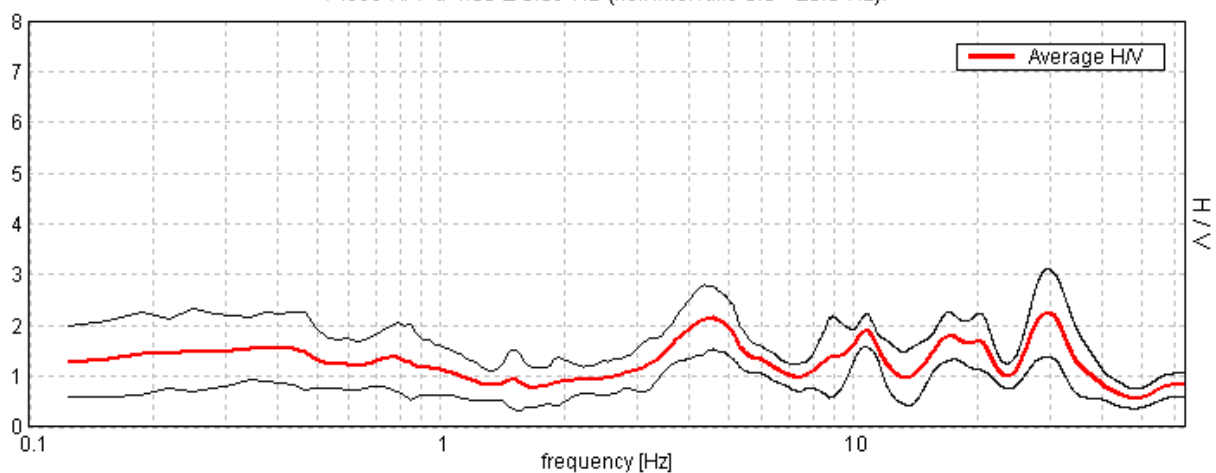
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

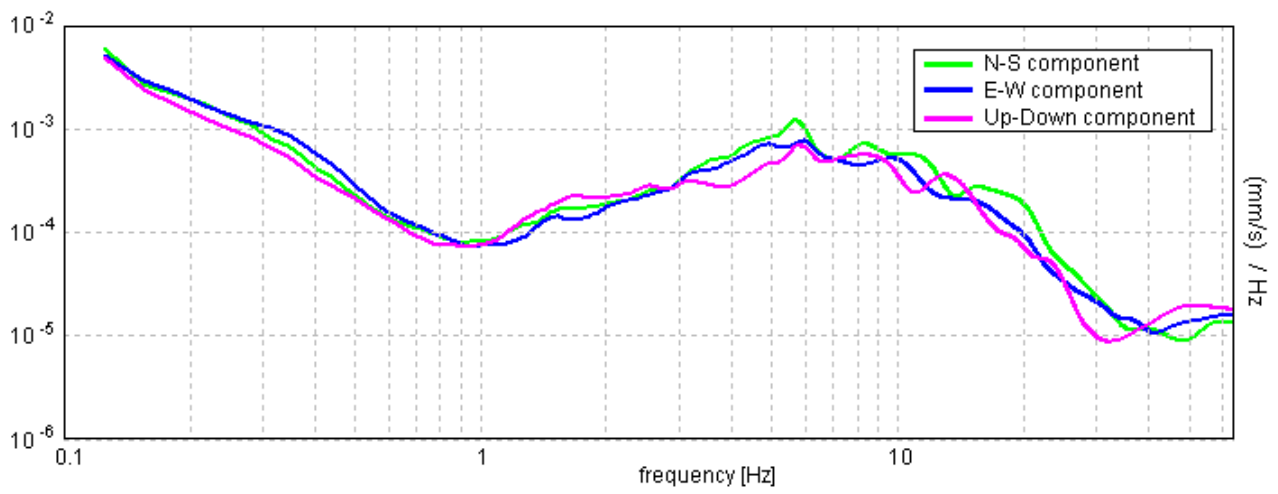
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a 4.56 ± 0.39 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 4.56 ± 0.39 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

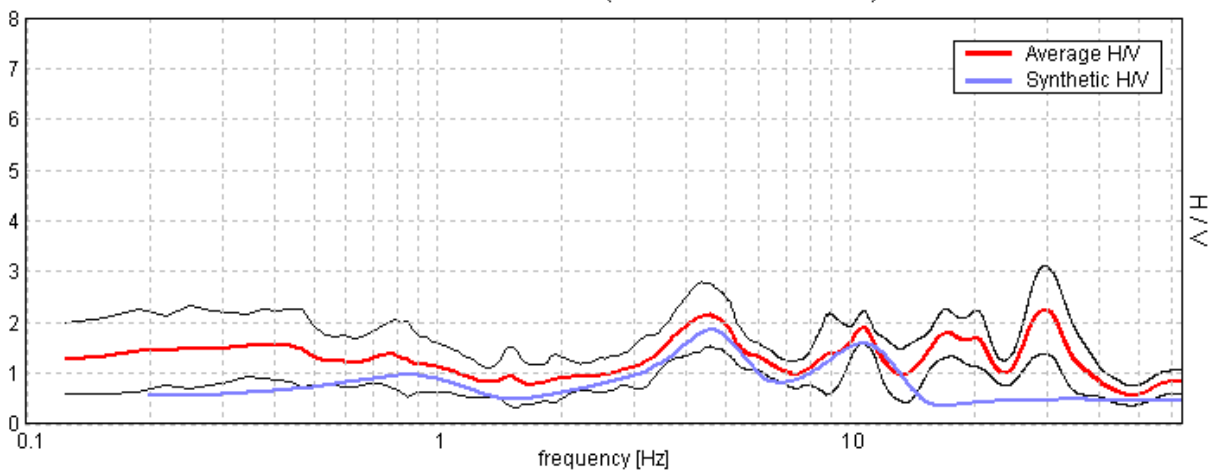
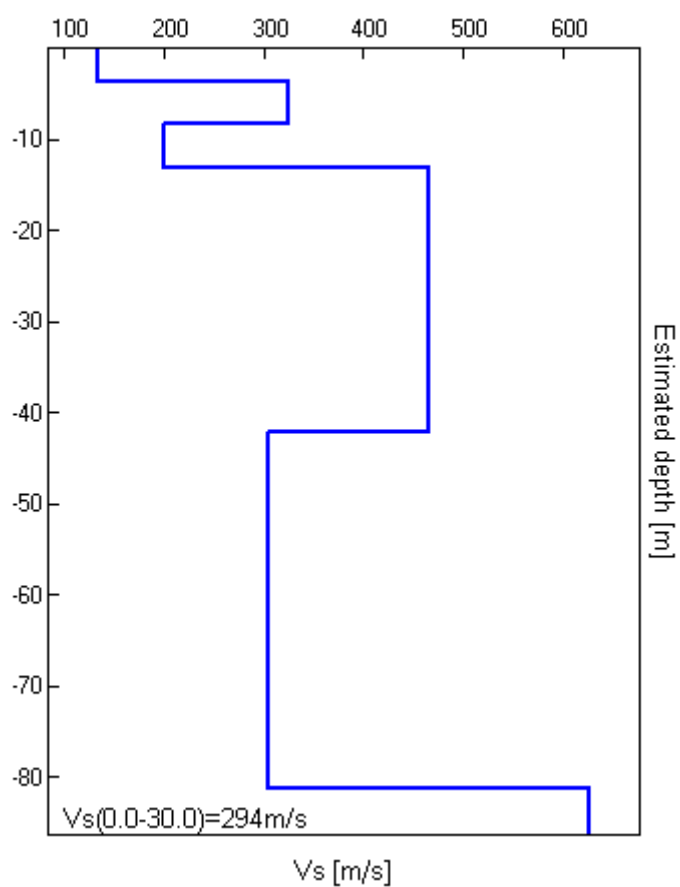


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.60	3.60	135	0.35
8.20	4.60	325	0.35
13.20	5.00	200	0.35
42.20	29.00	465	0.35
81.20	39.00	305	0.35
inf.	inf.	625	0.35

Vs(0.0-30.0)=294m/s



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

Picco H/V a 4.56 ± 0.39 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.56 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4197.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 220	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.781 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.15 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04162 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.18988 < 0.22813$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3019 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 10

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 12:58:46 Fine registrazione: 03/04/13 13:14:46

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

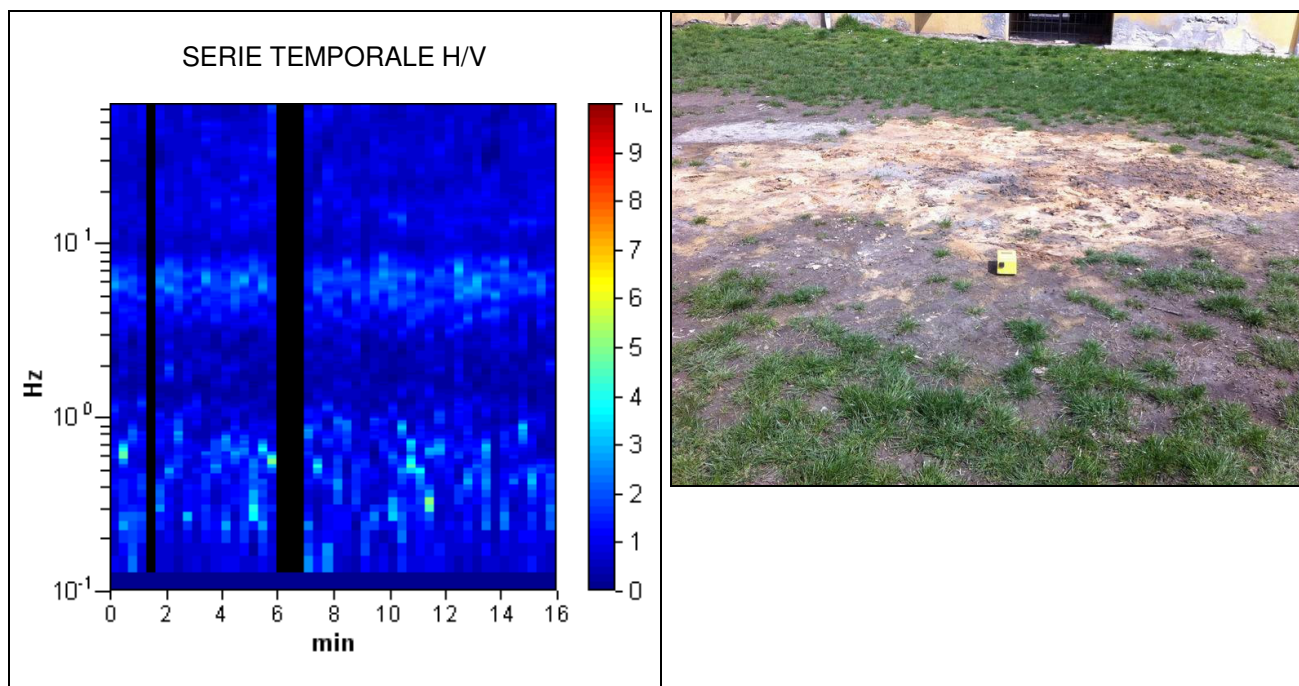
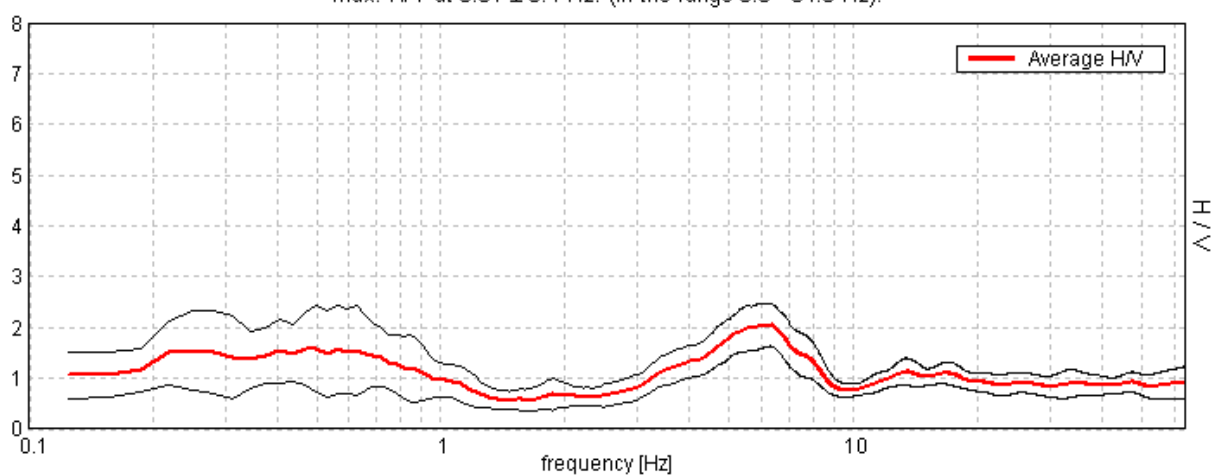
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

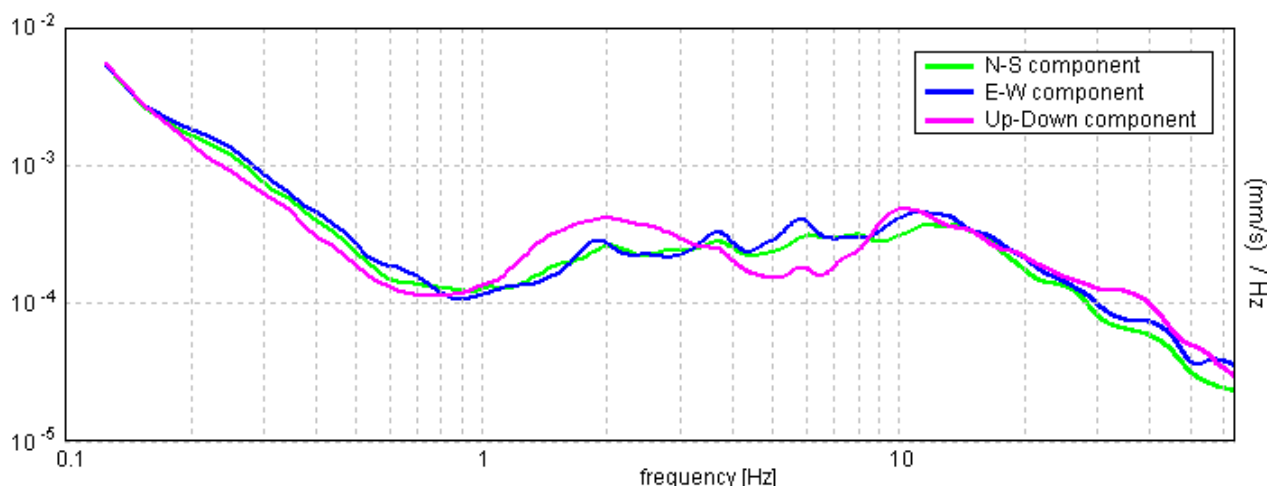
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 6.31 ± 0.4 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 6.31 ± 0.4 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$6.31 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5555.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 304	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.281 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	8.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.05 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.03107 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.19615 < 0.31563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2017 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSr 11

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 09/03/13 17:39:11 Fine registrazione: 09/03/13 17:55:11

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

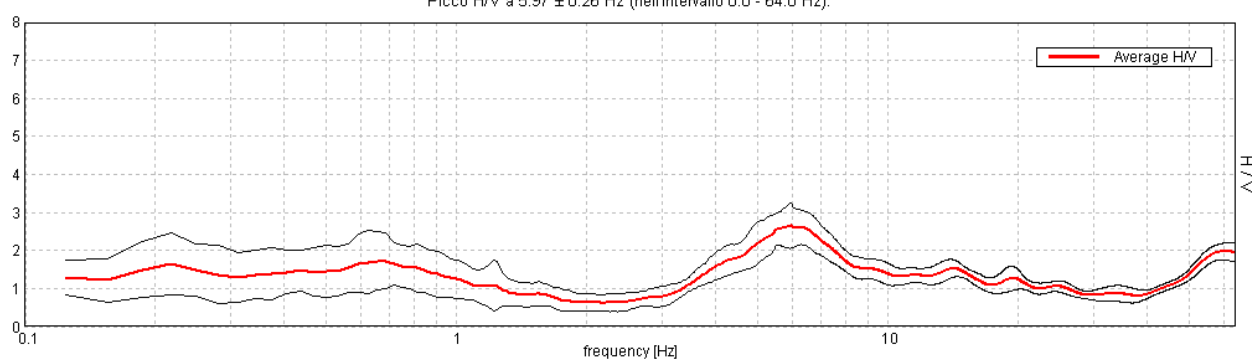
Tipo di liscio: Triangular window

Liscio: 10%

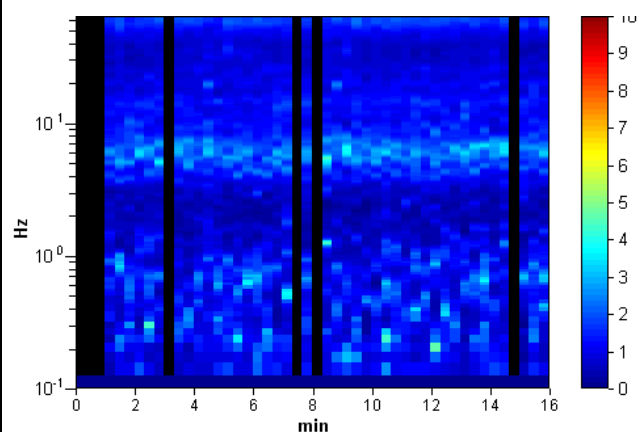
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

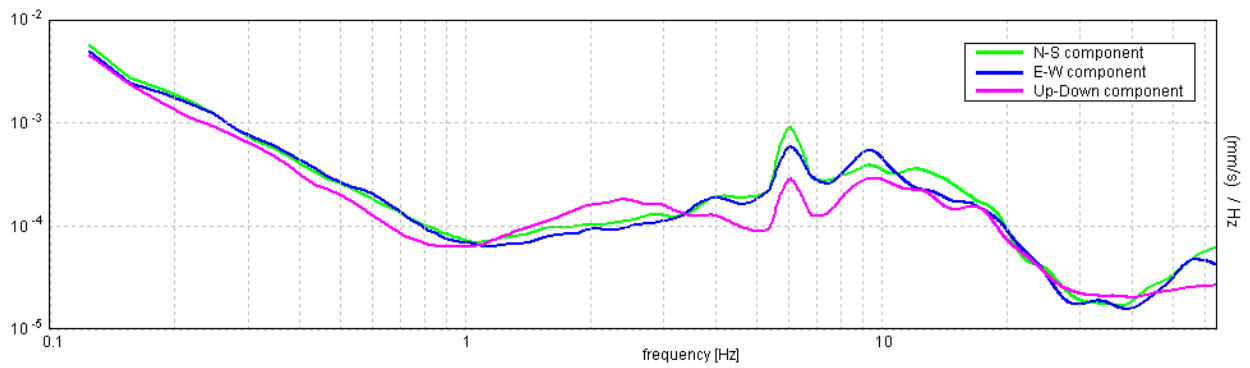
Picco H/V a 5.97 ± 0.26 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a $5.97 \pm 0.26 \text{ Hz}$ (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

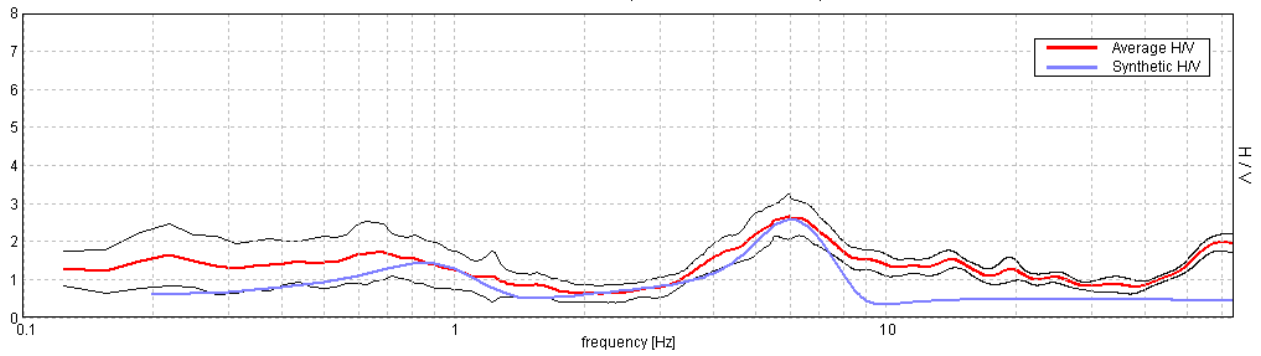
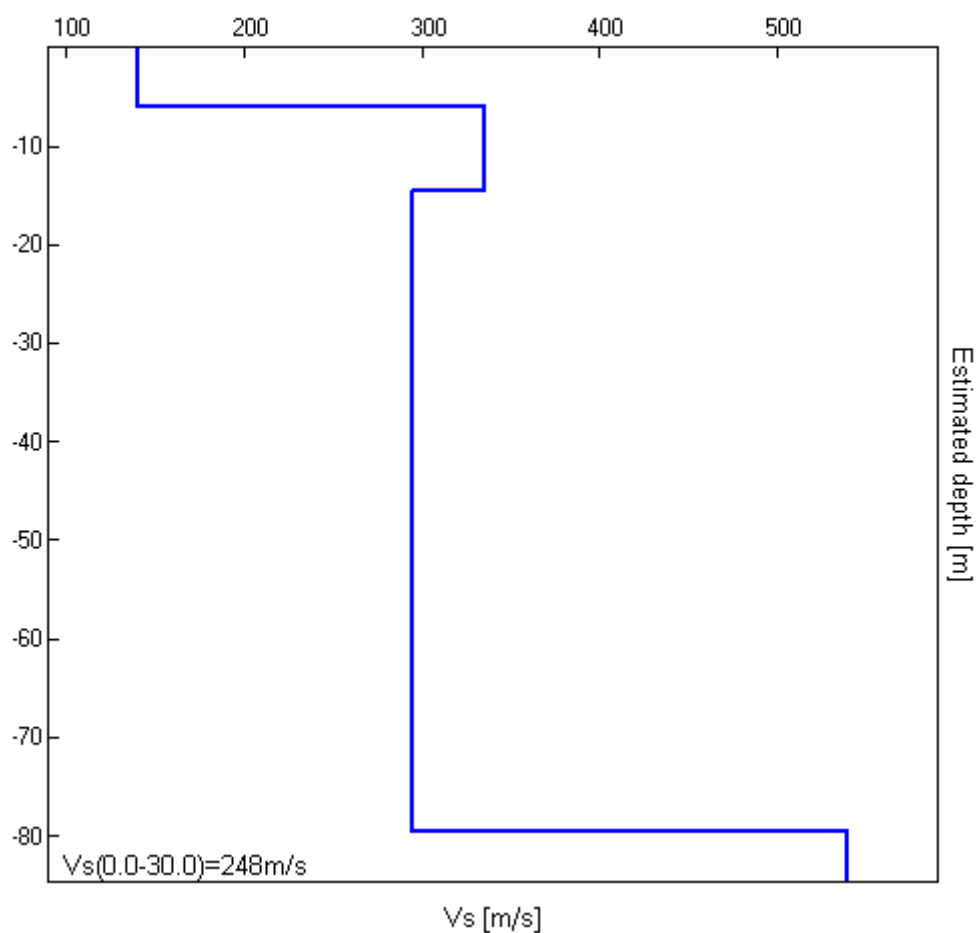


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
6.10	6.10	140	0.35
14.60	8.50	335	0.35
79.60	65.00	295	0.35
inf.	inf.	540	0.35

Vs(0.0-30.0)=248m/s



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

Picco H/V a 5.97 ± 0.26 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.97 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4894.4 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 288	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.656 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.406 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.65 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0216 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.1289 < 0.29844$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.287 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSr 12

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 09/03/13 10:50:47 Fine registrazione: 09/03/13 11:06:47

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

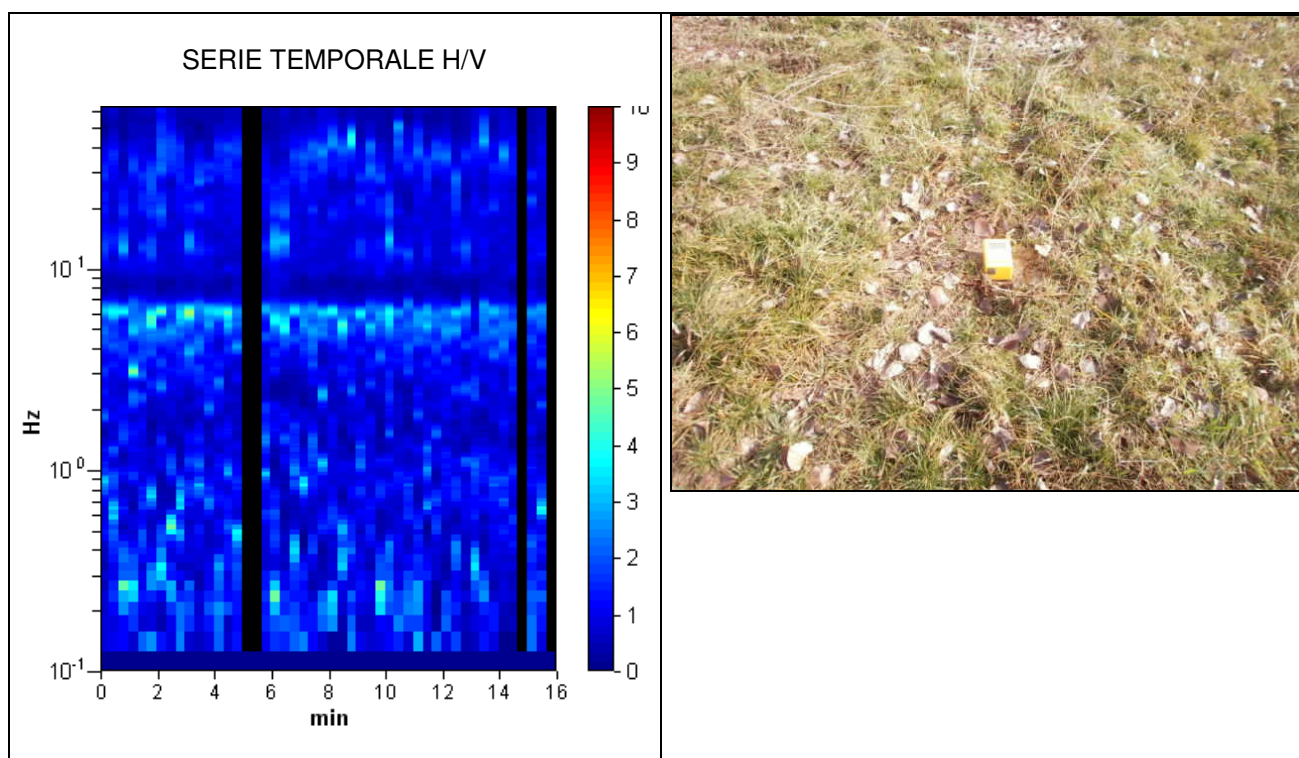
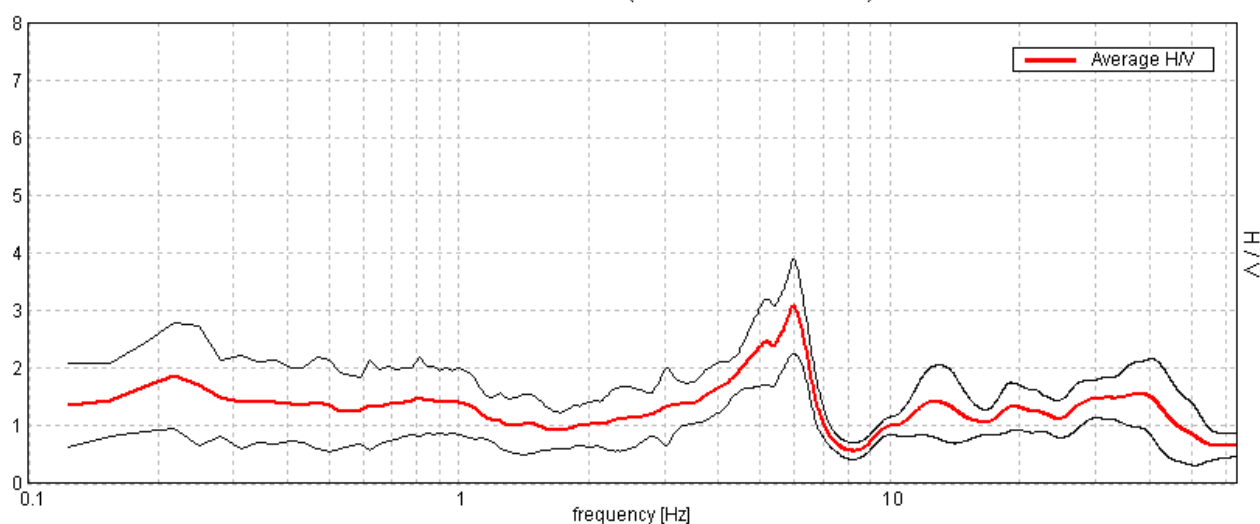
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

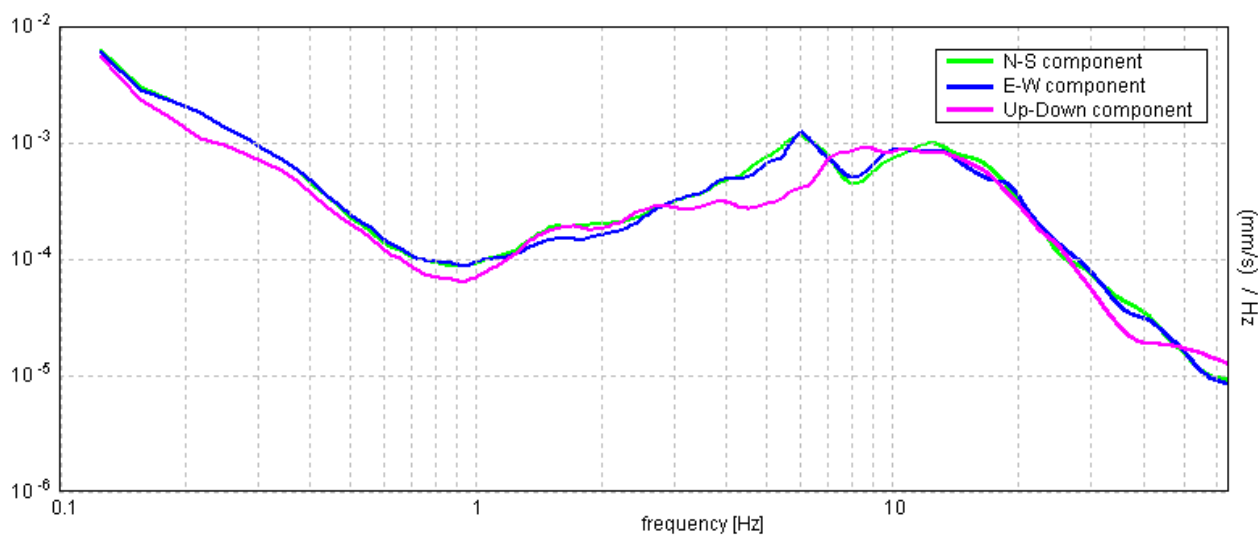
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a 6.0 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 6.0 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

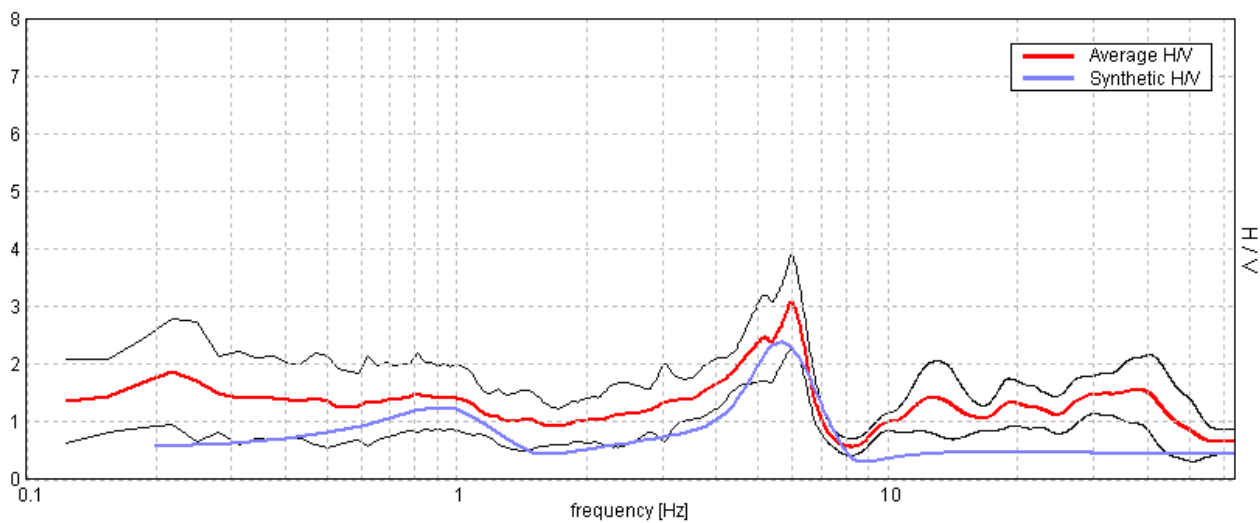
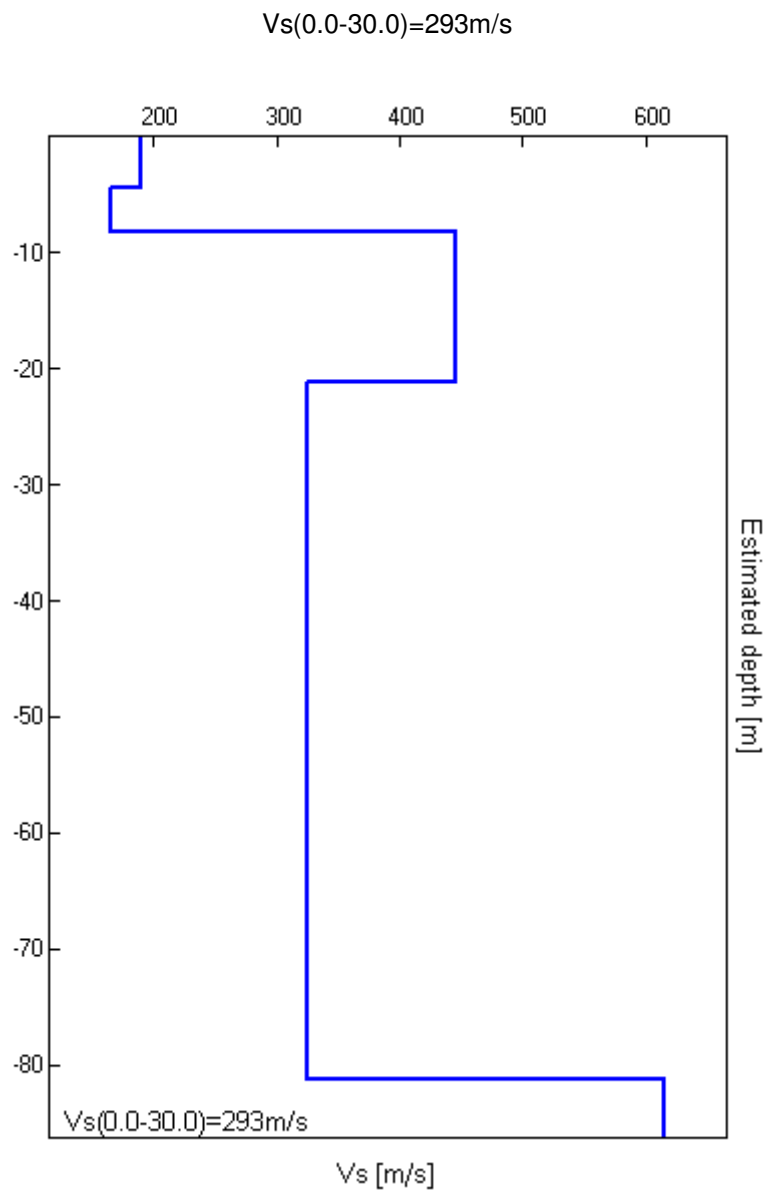


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
4.50	4.50	190	0.35
8.20	3.70	165	0.35
21.20	13.00	445	0.35
81.20	60.00	325	0.35
inf.	inf.	615	0.35



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

Picco H/V a 6.0 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$6.00 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5280.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 289	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.75 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.07 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00072 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.00432 < 0.3$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.402 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 13

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 09/03/13 15:18:34 Fine registrazione: 09/03/13 15:34:34

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00". Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

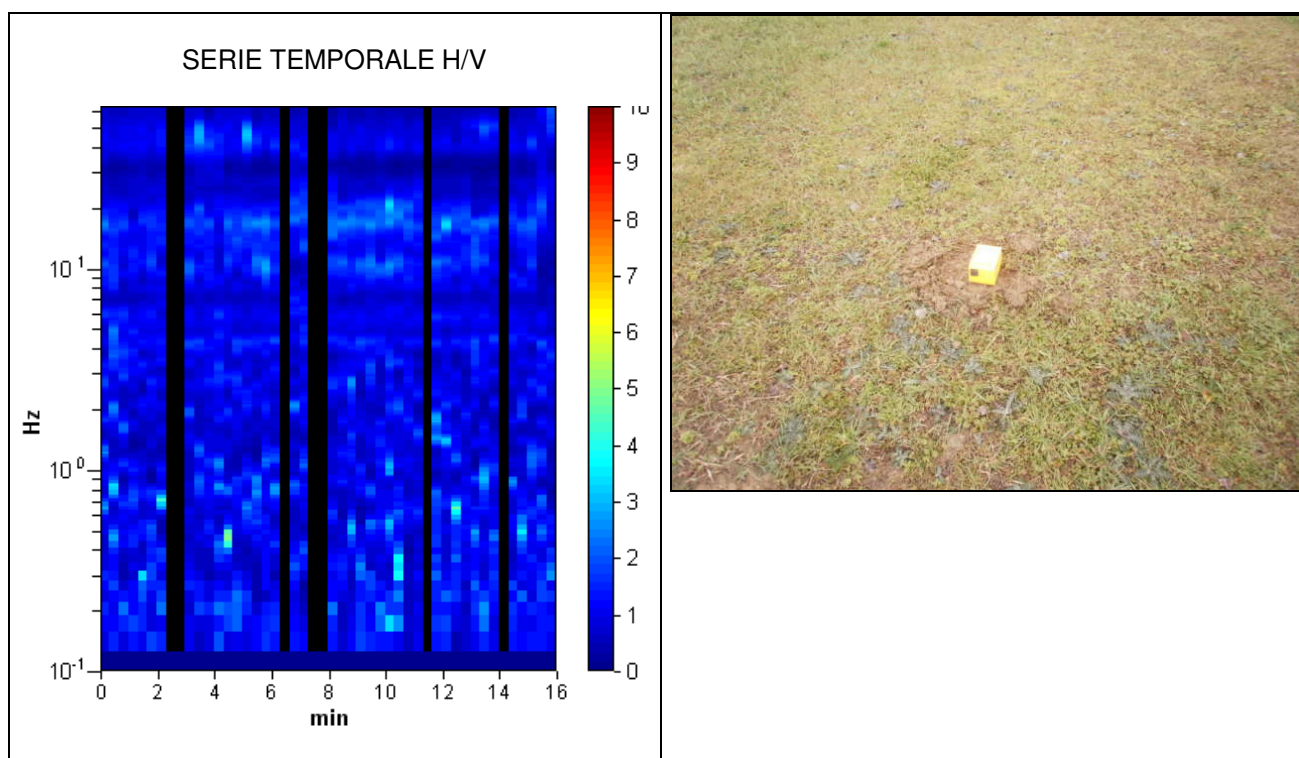
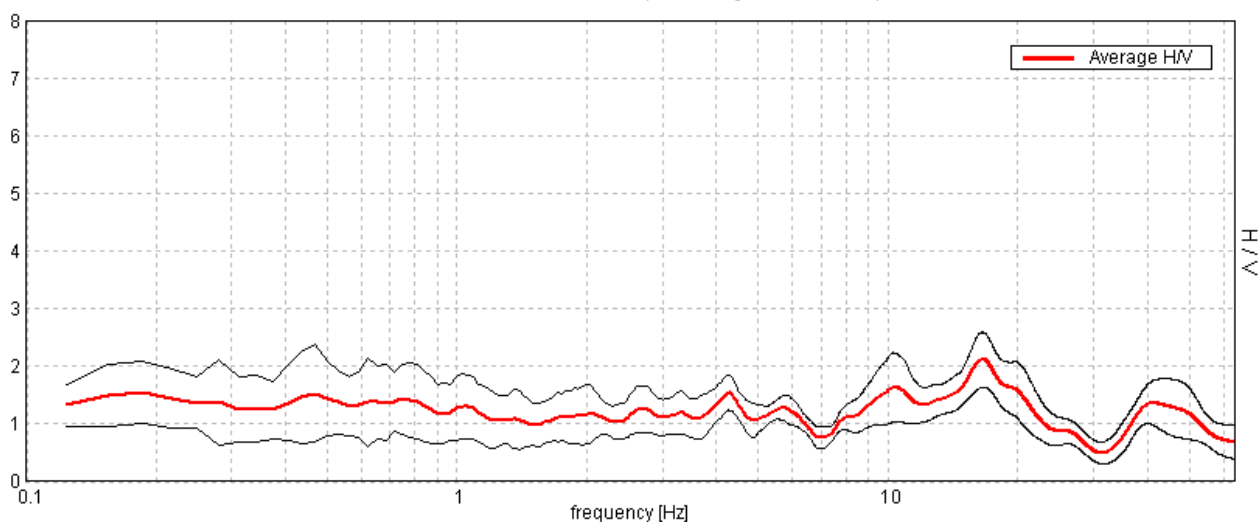
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

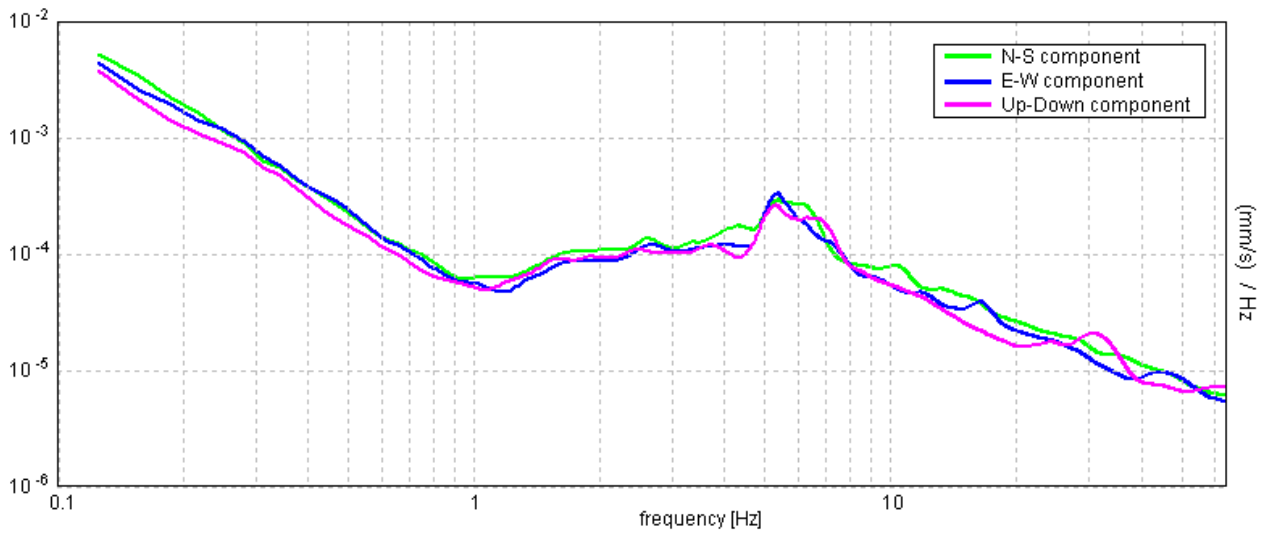
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 16.56 ± 1.37 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 16.56 ± 1.37 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

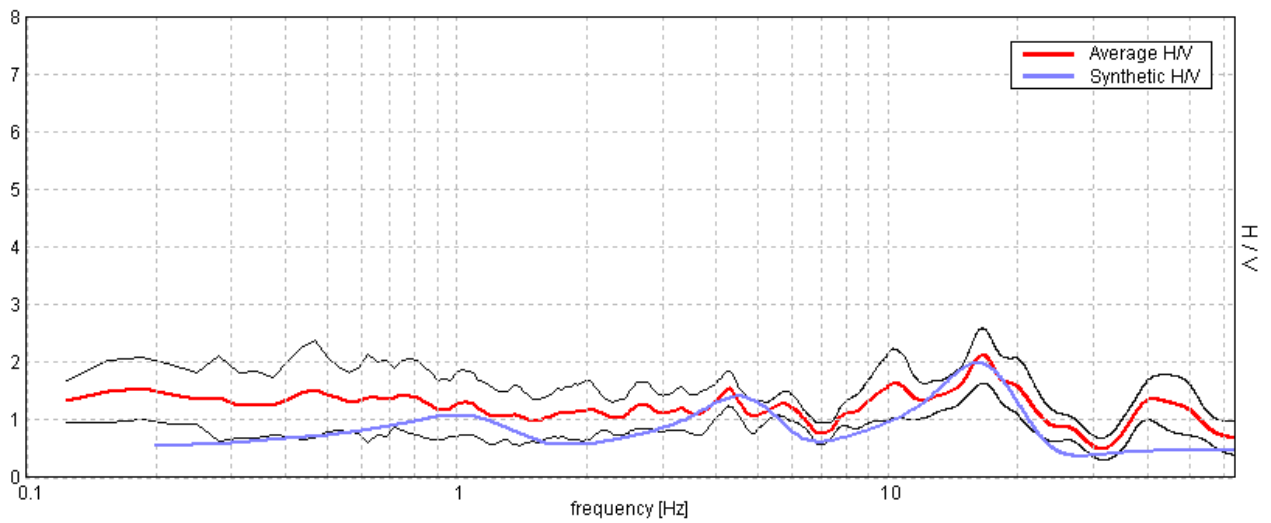
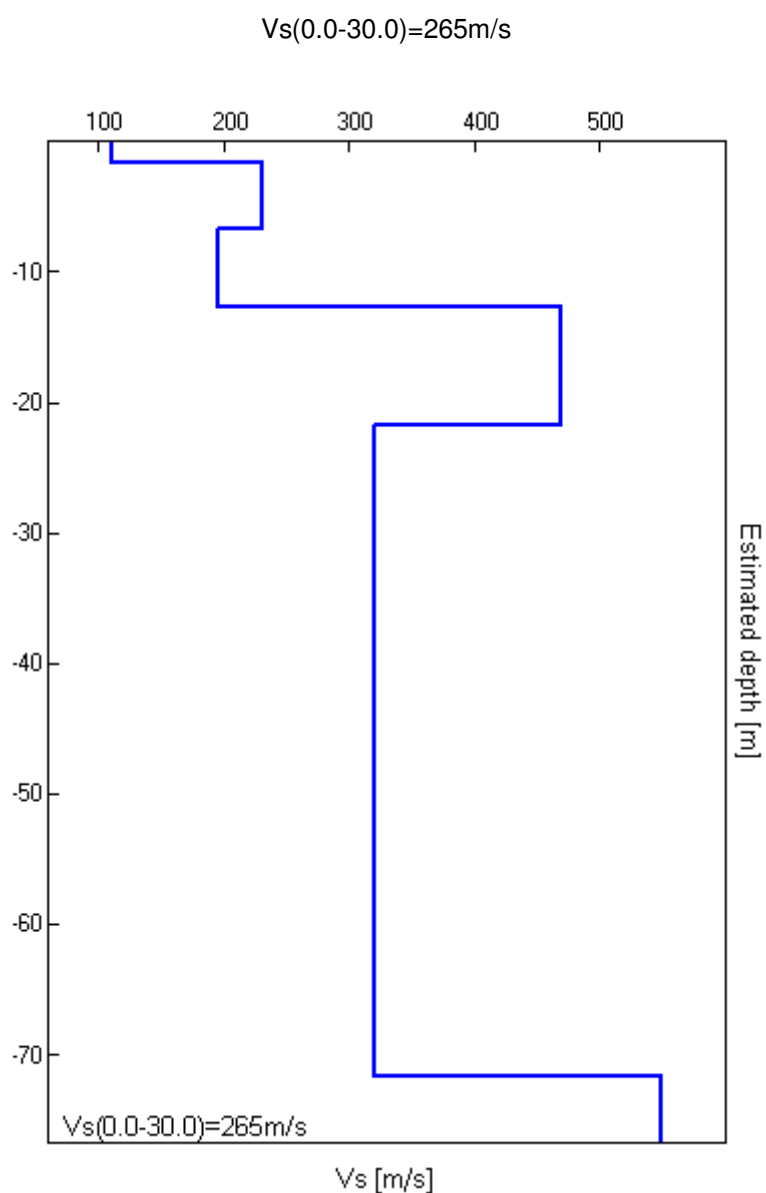


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.70	1.70	110	0.35
6.70	5.00	230	0.35
12.70	6.00	195	0.35
21.70	9.00	470	0.35
71.70	50.00	320	0.35
inf.	inf.	550	0.35



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

Picco H/V a 16.56 ± 1.37 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$16.56 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$13581.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 796	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	7.75 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	22.719 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.11 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04046 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.67009 < 0.82813$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.233 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 14

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 11:53:51 Fine registrazione: 03/04/13 12:13:51

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

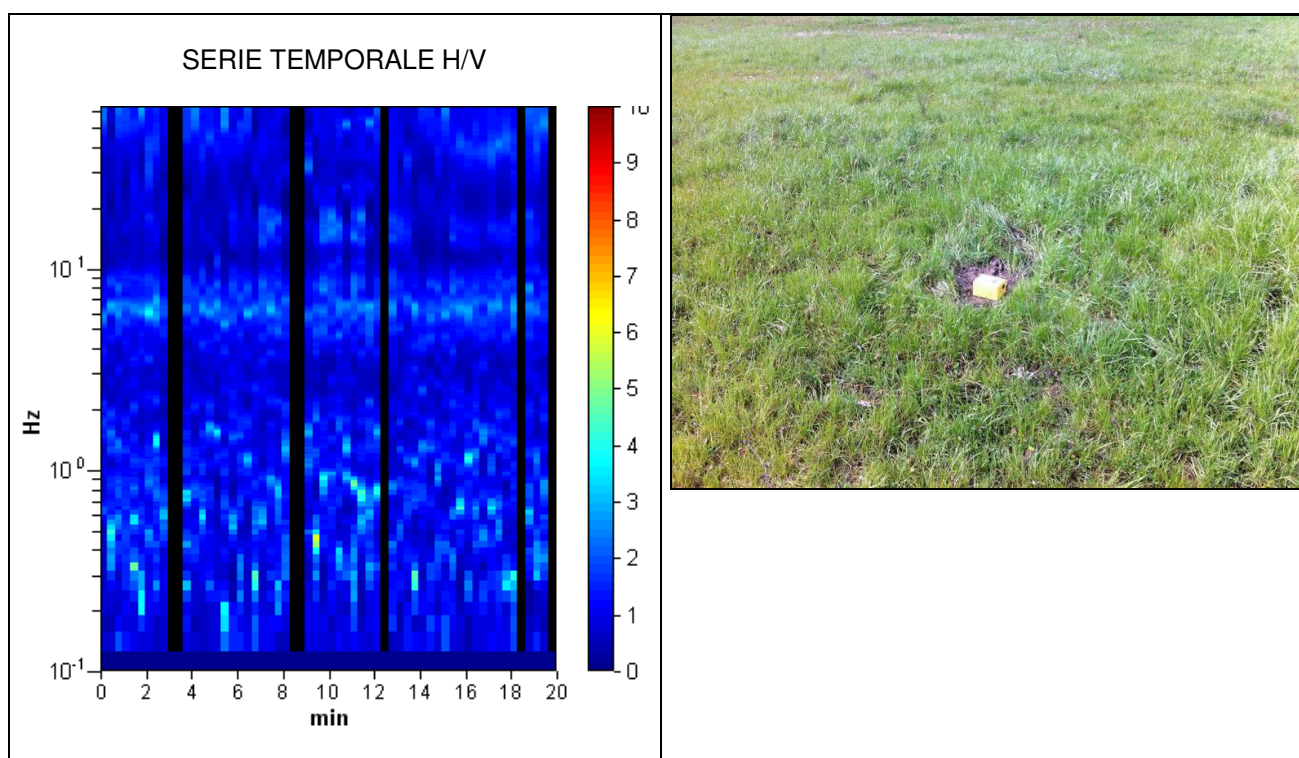
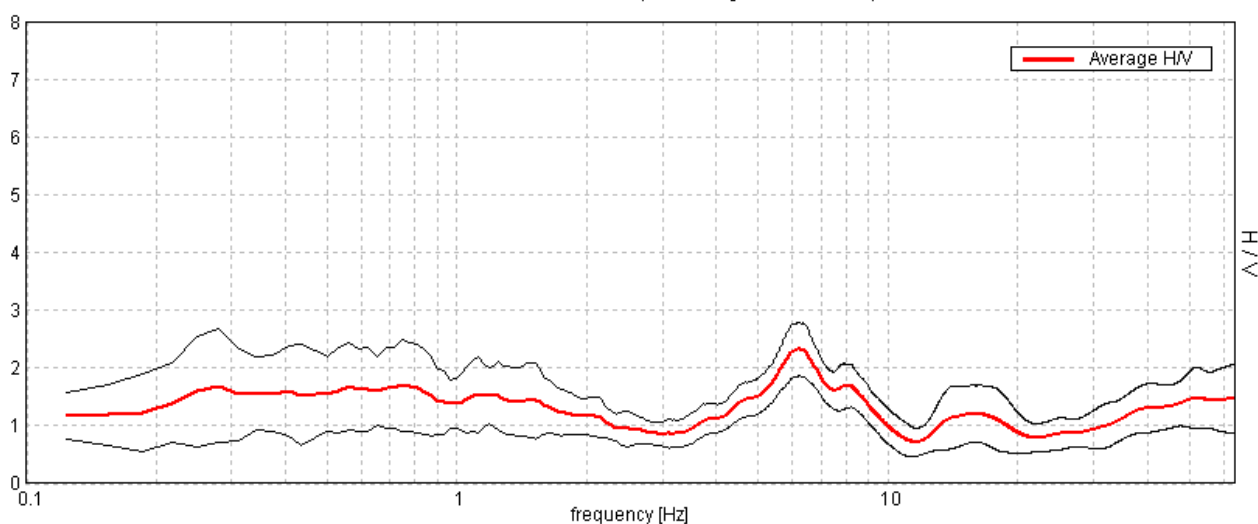
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

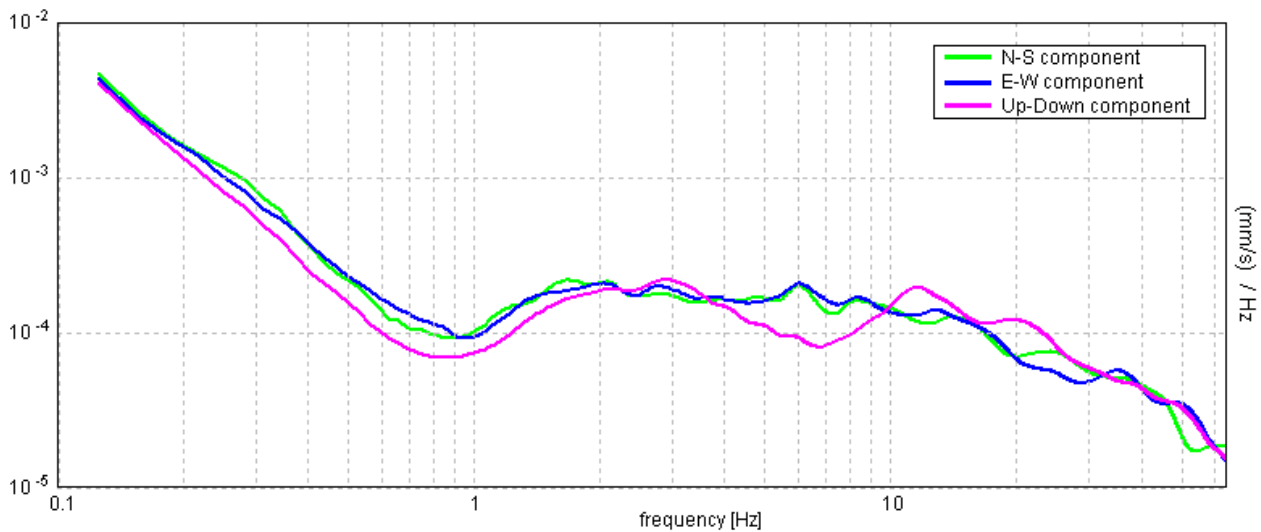
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 6.25 ± 0.23 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 6.25 ± 0.23 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	6.25 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6625.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 301	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.125 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.32 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01792 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.112 < 0.3125	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2283 < 1.58	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 15

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 09/03/13 14:15:59 Fine registrazione: 09/03/13 14:31:59

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

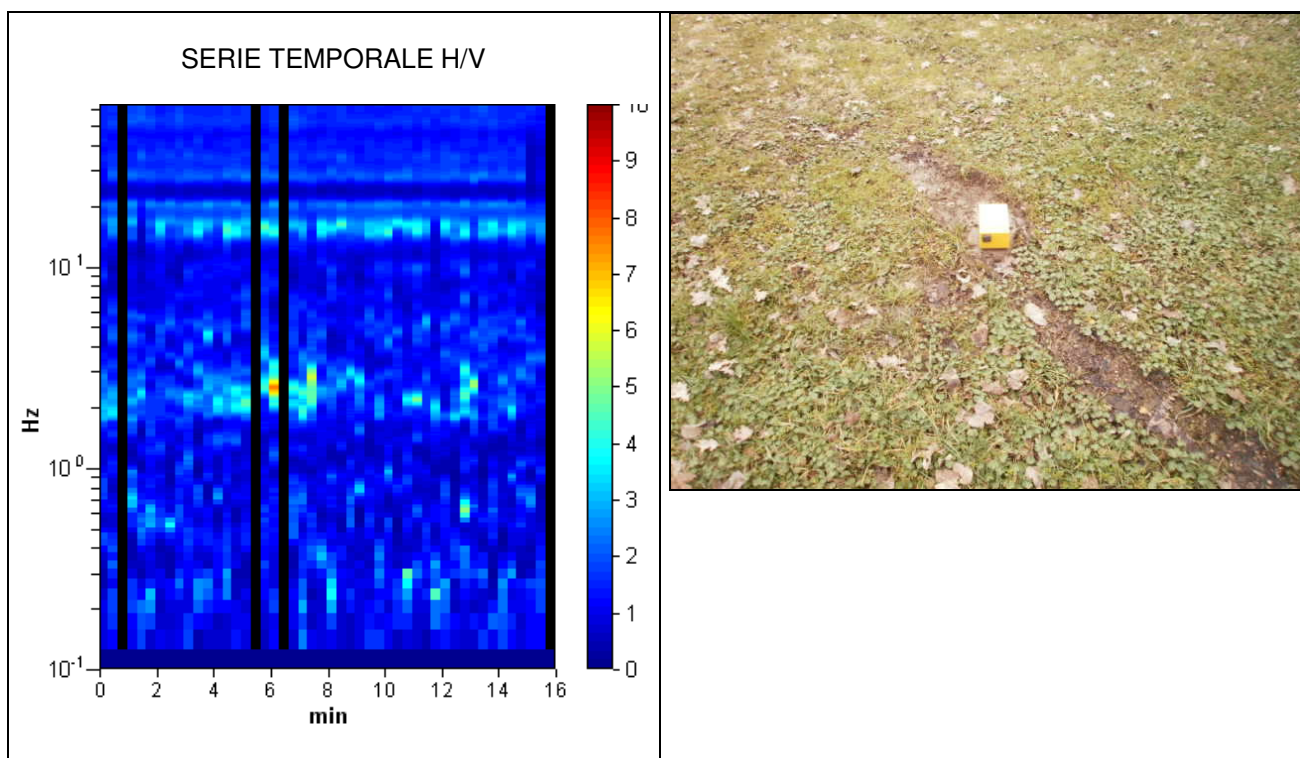
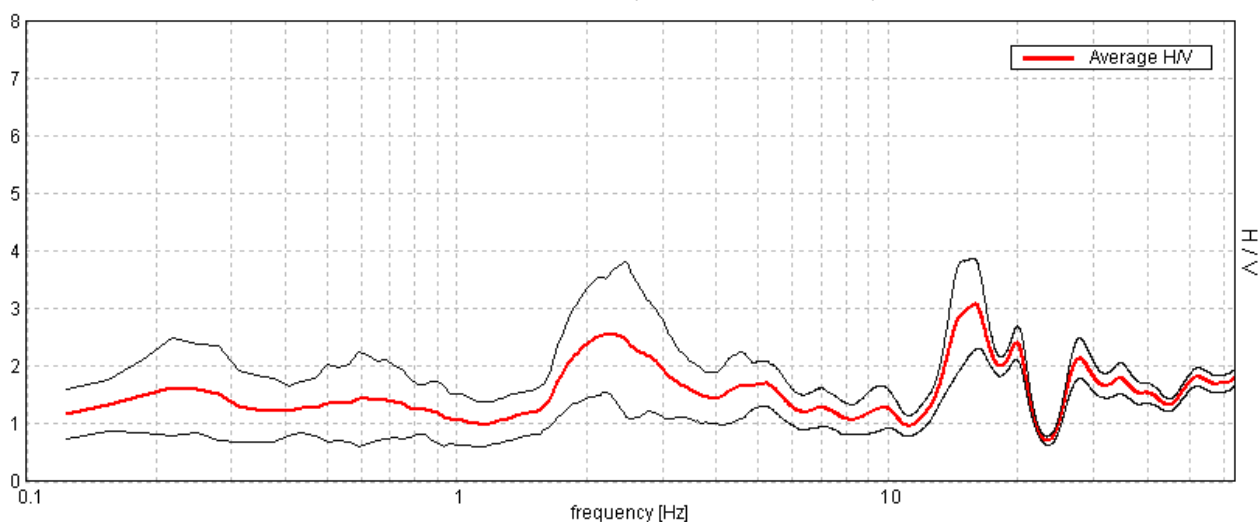
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

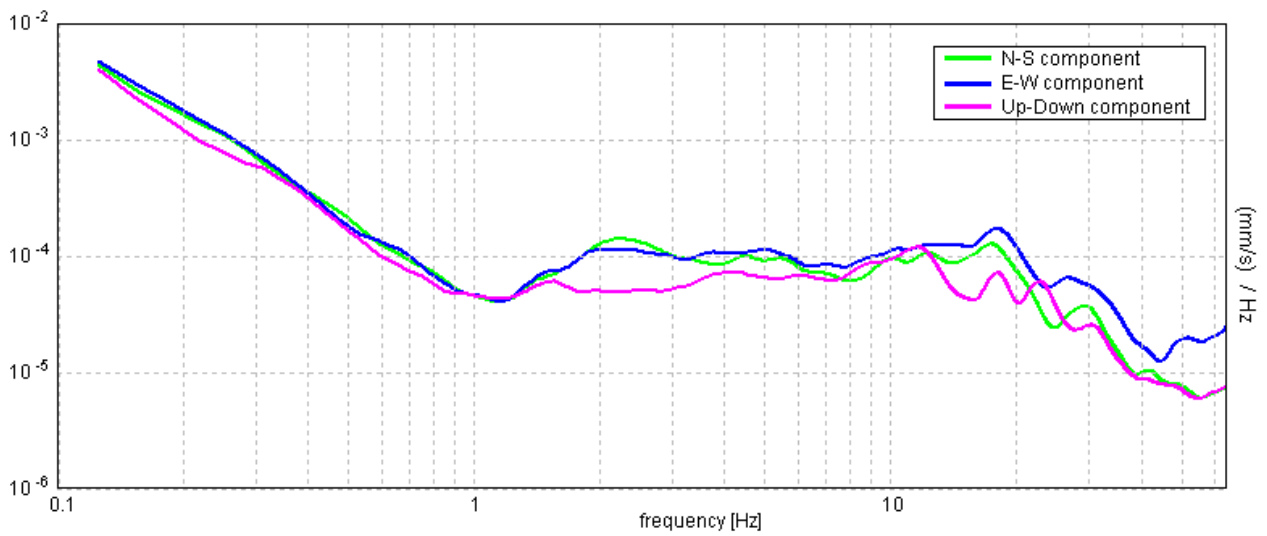
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a 2.28 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 12.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 2.28 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 12.0 Hz).

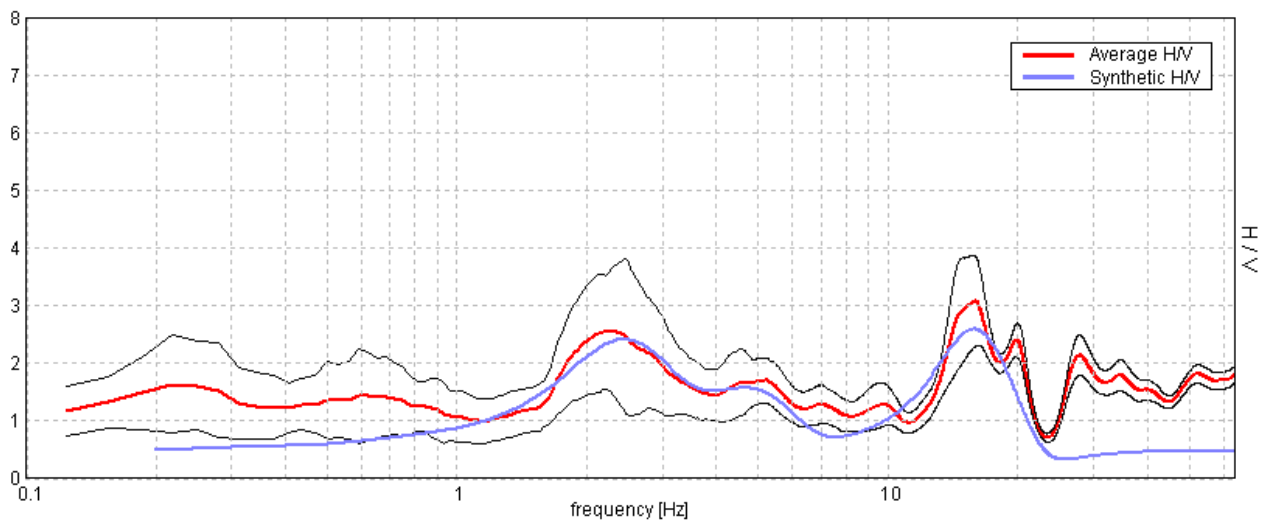
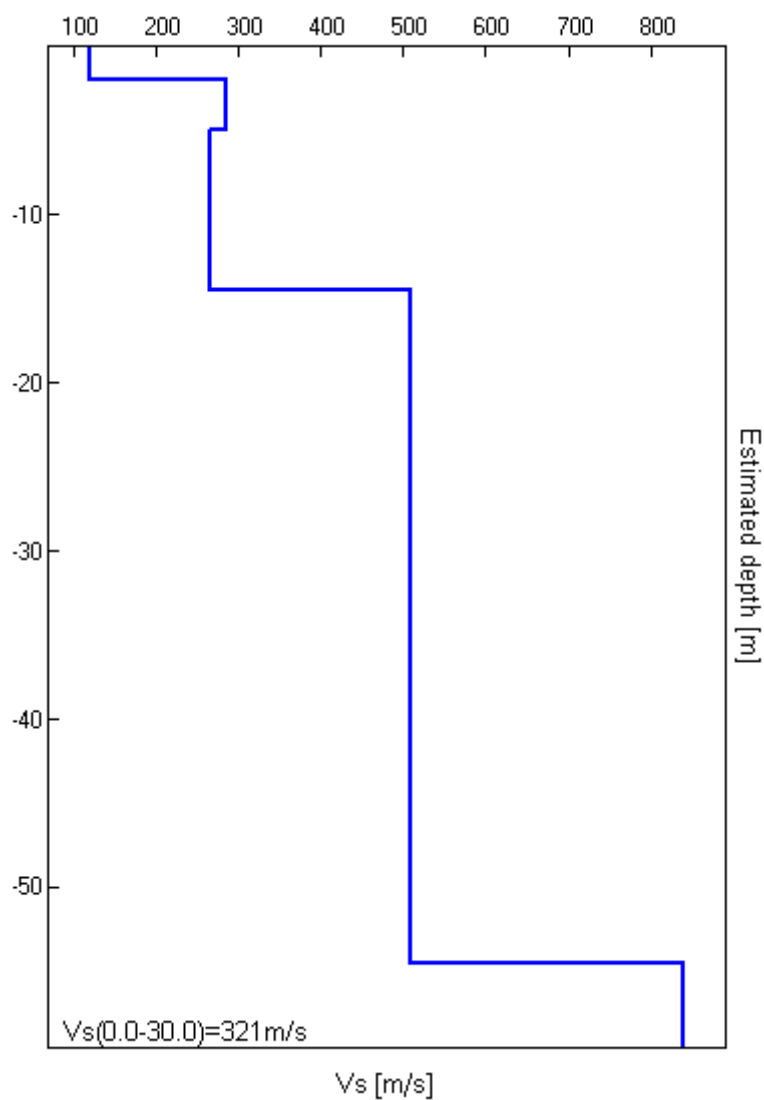


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	120	0.35
5.00	3.00	285	0.35
14.50	9.50	265	0.35
54.50	40.00	510	0.35
inf.	inf.	840	0.35

$V_s(0.0-30.0)=321\text{m/s}$



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

Picco H/V a 2.28 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 12.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$2.28 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$2007.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 110	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.563 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.031 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.57 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00847 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.01933 < 0.11406$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5309 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 16

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 11:23:07 Fine registrazione: 03/04/13 11:43:07

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 97% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

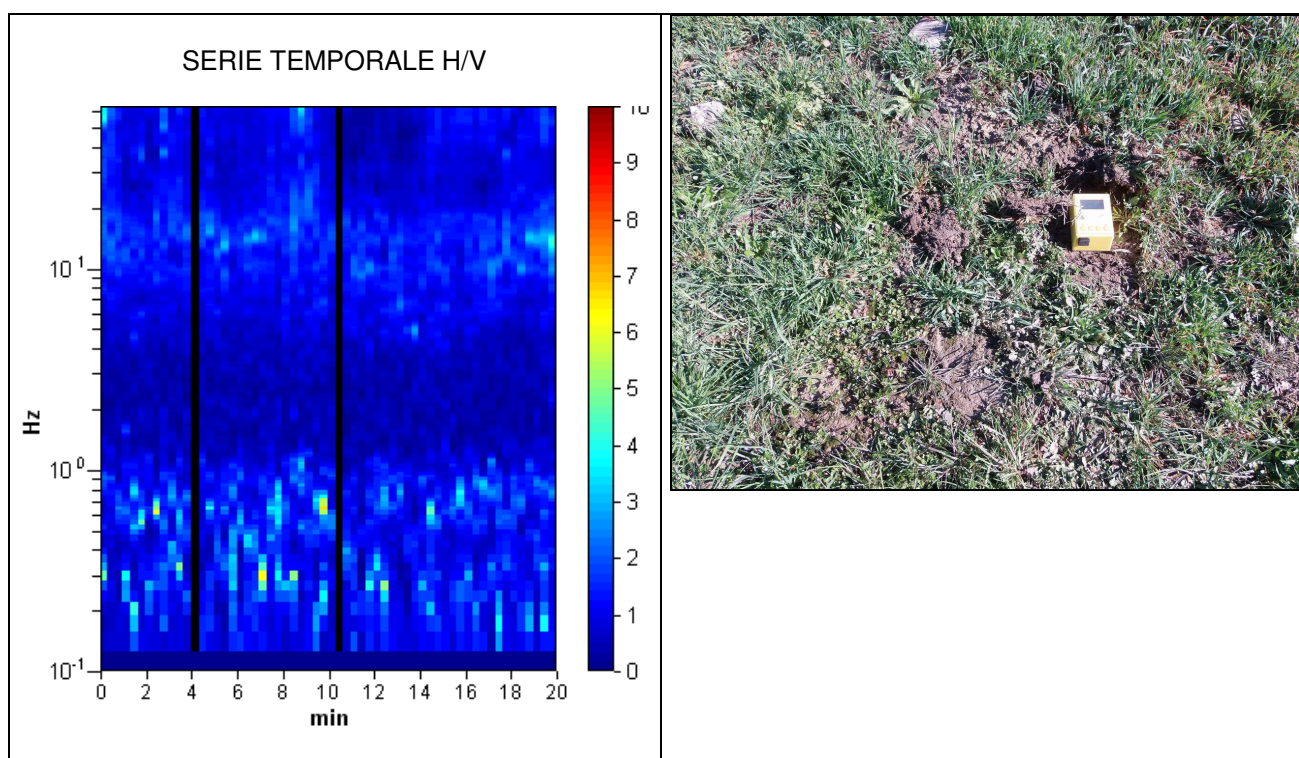
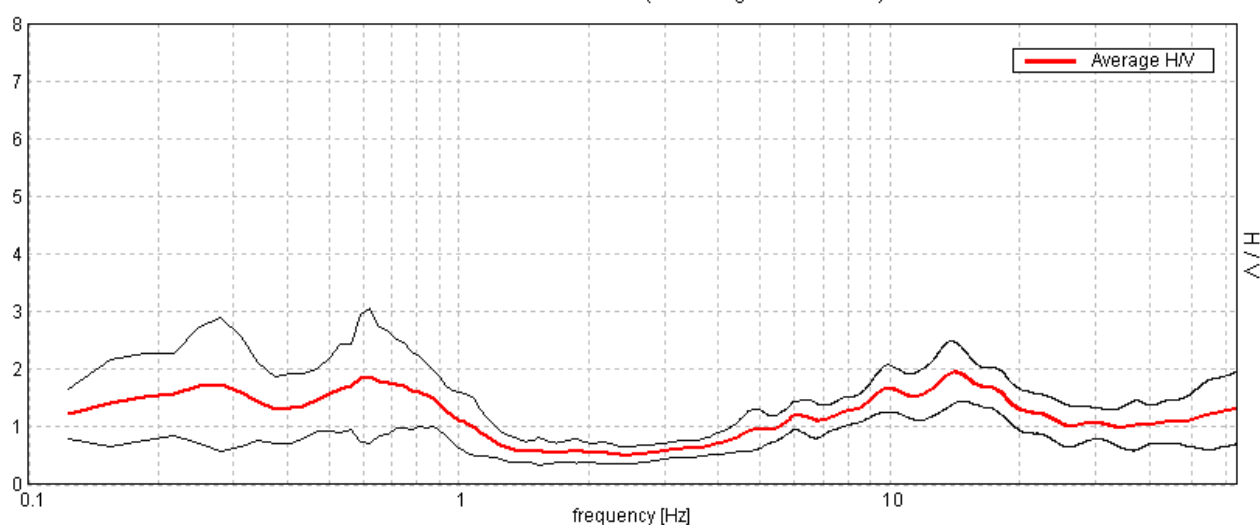
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

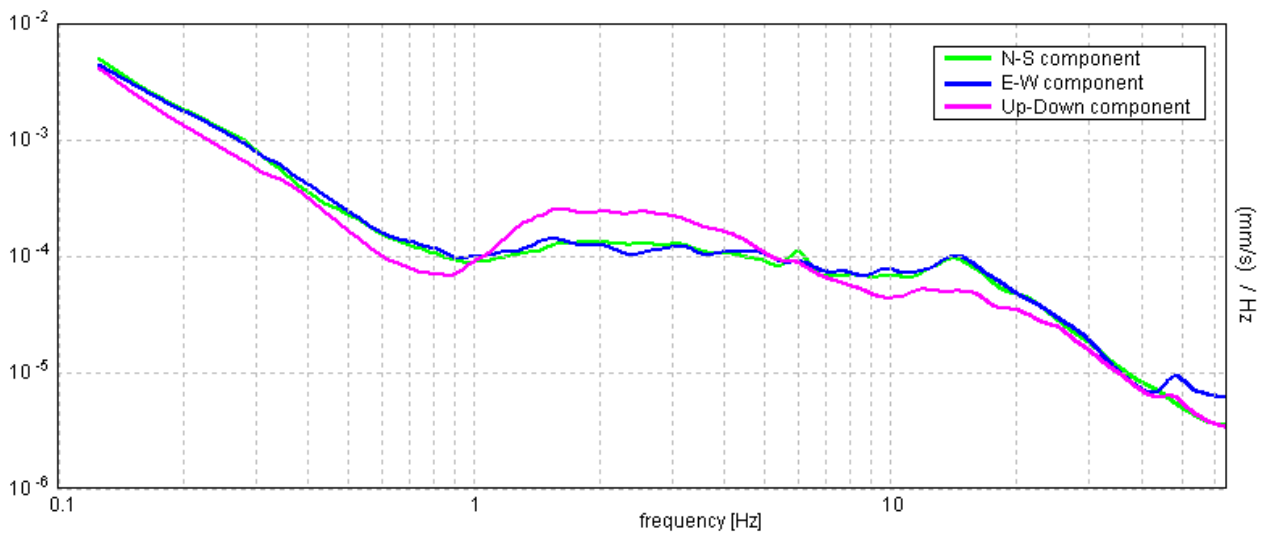
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 14.06 ± 3.96 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 14.06 ± 3.96 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

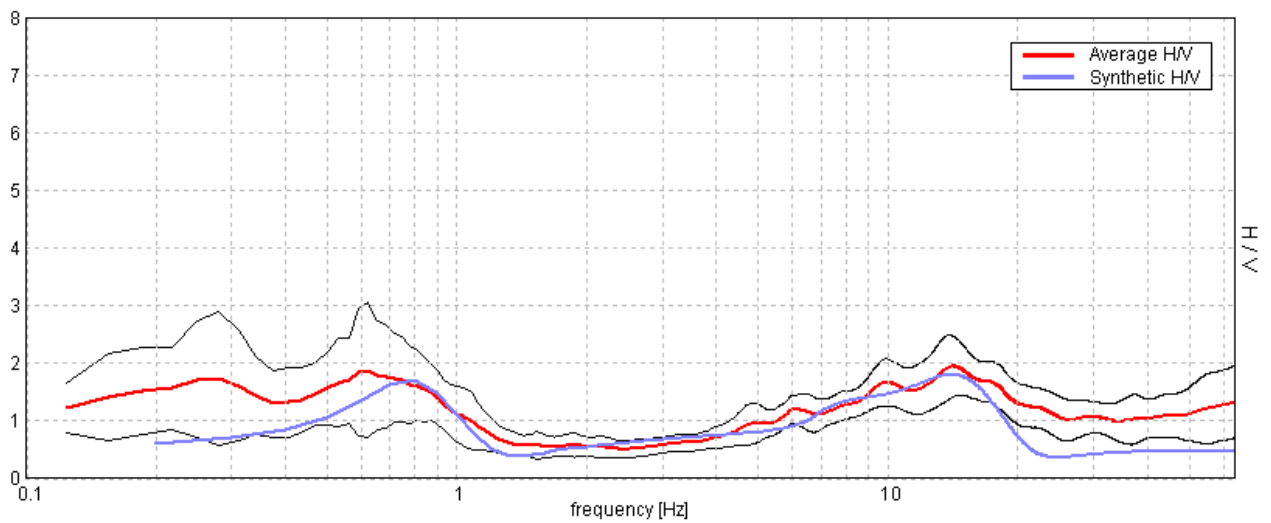
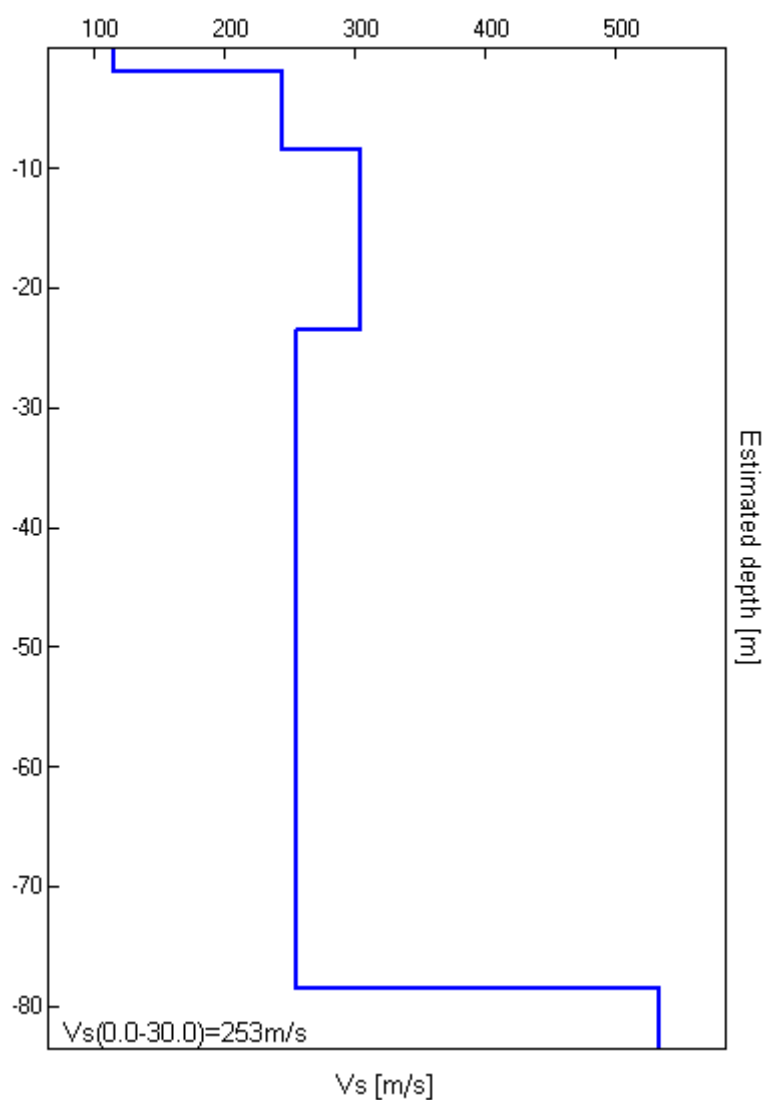


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	115	0.35
8.50	6.50	245	0.35
23.50	15.00	305	0.35
78.50	55.00	255	0.35
inf.	inf.	535	0.35

$V_s(0.0-30.0)=253\text{m/s}$



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

Picco H/V a 14.06 ± 3.96 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	14.06 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	16312.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 676	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.438 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.94 > 2		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13926 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.9583 < 0.70313		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.2667 < 1.58	OK	

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 17

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 12:23:42 Fine registrazione: 03/04/13 12:43:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 92% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

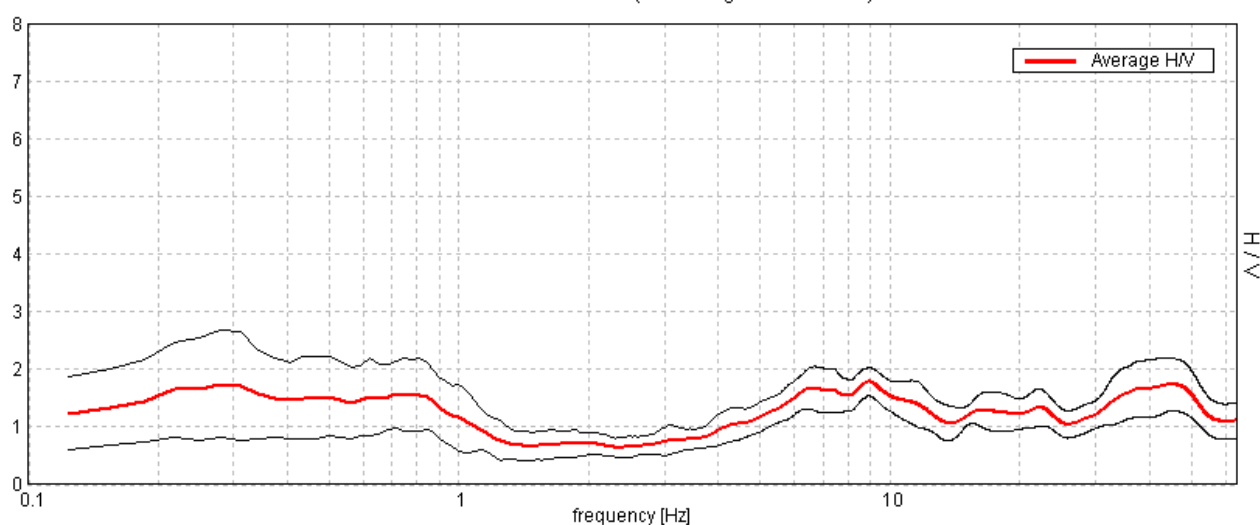
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

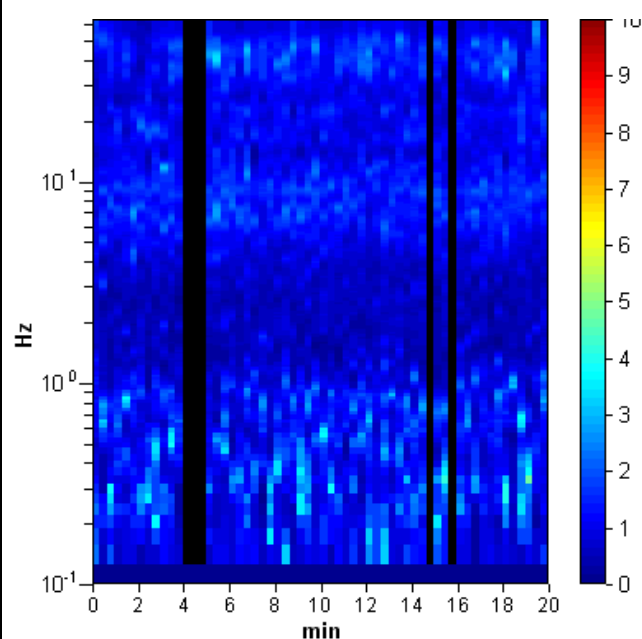
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

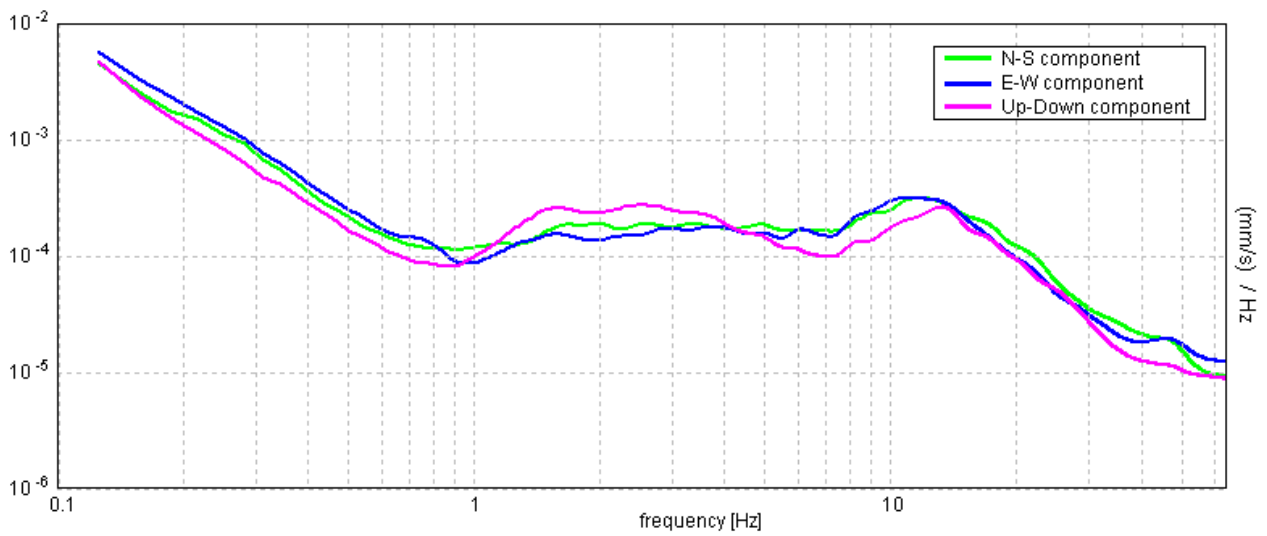
Max. H/V at 8.94 ± 1.8 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 8.94 ± 1.8 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

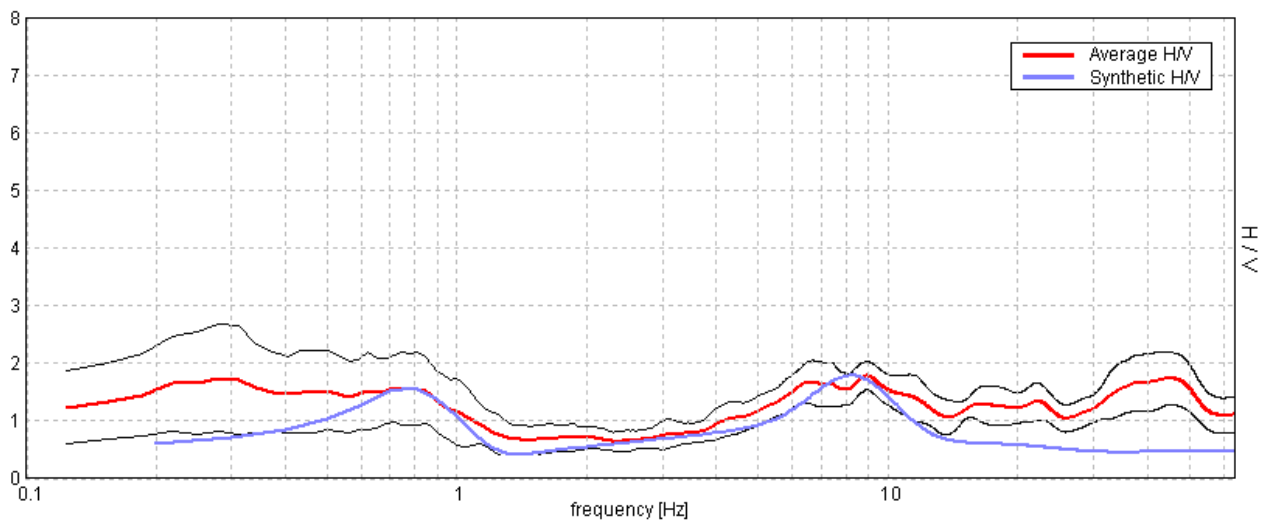
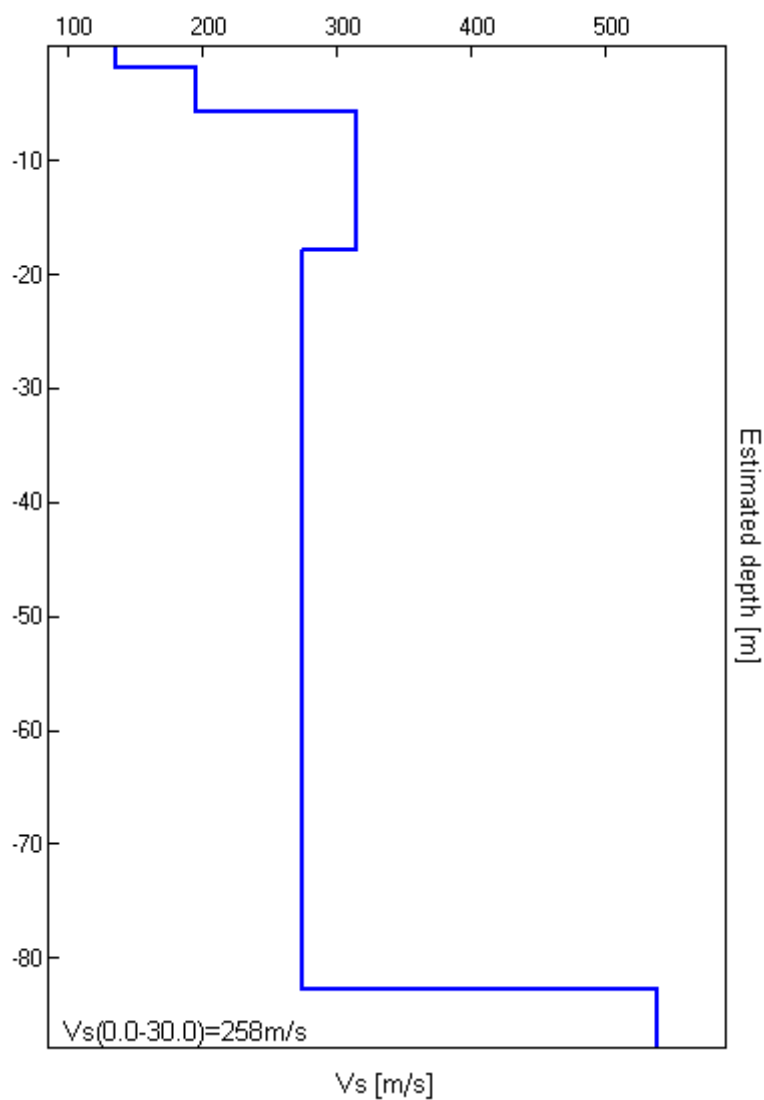


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.80	1.80	135	0.35
5.80	4.00	195	0.35
17.80	12.00	315	0.35
82.80	65.00	275	0.35
inf.	inf.	540	0.35

$V_s(0.0-30.0)=258\text{m/s}$



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

Picco H/V a 8.94 ± 1.8 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$8.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$9831.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 430	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.875 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$1.78 > 2$		NO
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.09948 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.88912 < 0.44688$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.119 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 18

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 09:59:54 Fine registrazione: 03/04/13 10:15:54

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 79% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

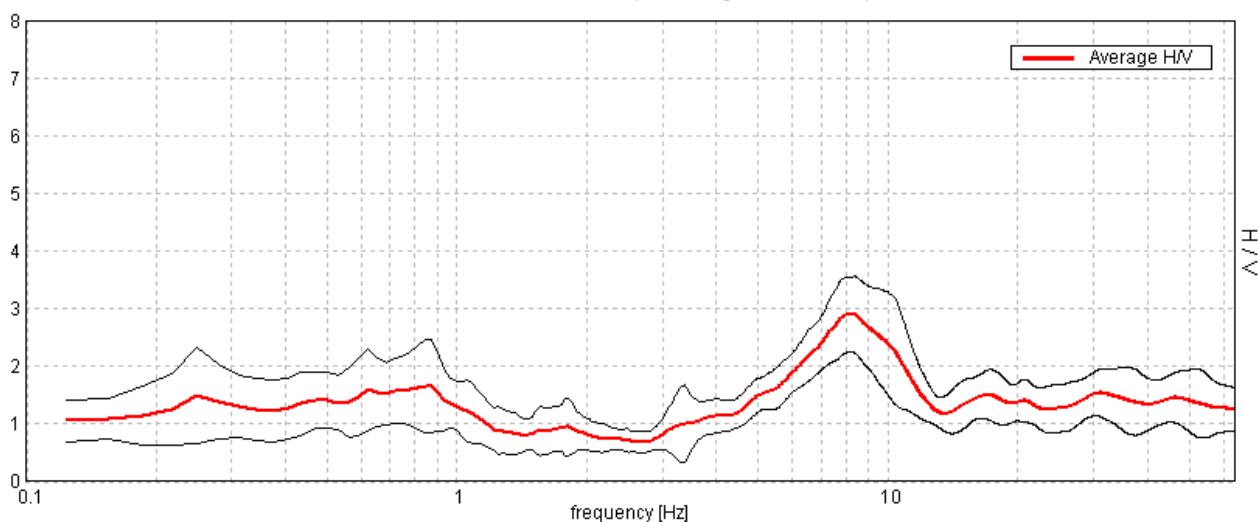
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

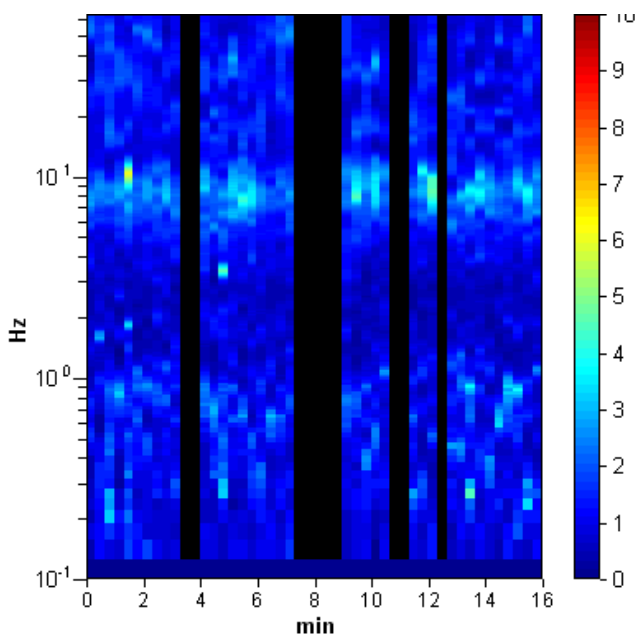
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

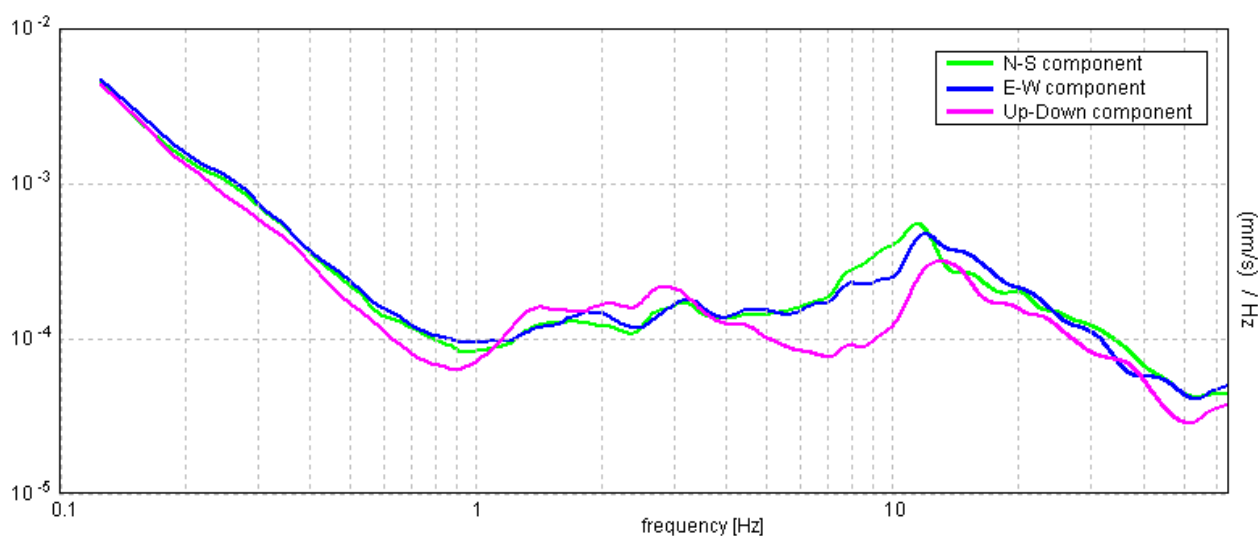
Max. H/V at 8.19 ± 0.1 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 8.19 ± 0.1 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	8.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6222.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 394	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.875 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.156 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.90 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00588 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.04811 < 0.40938	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3126 < 1.58	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 19

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 13:44:13 Fine registrazione: 03/04/13 14:00:13

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 73% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

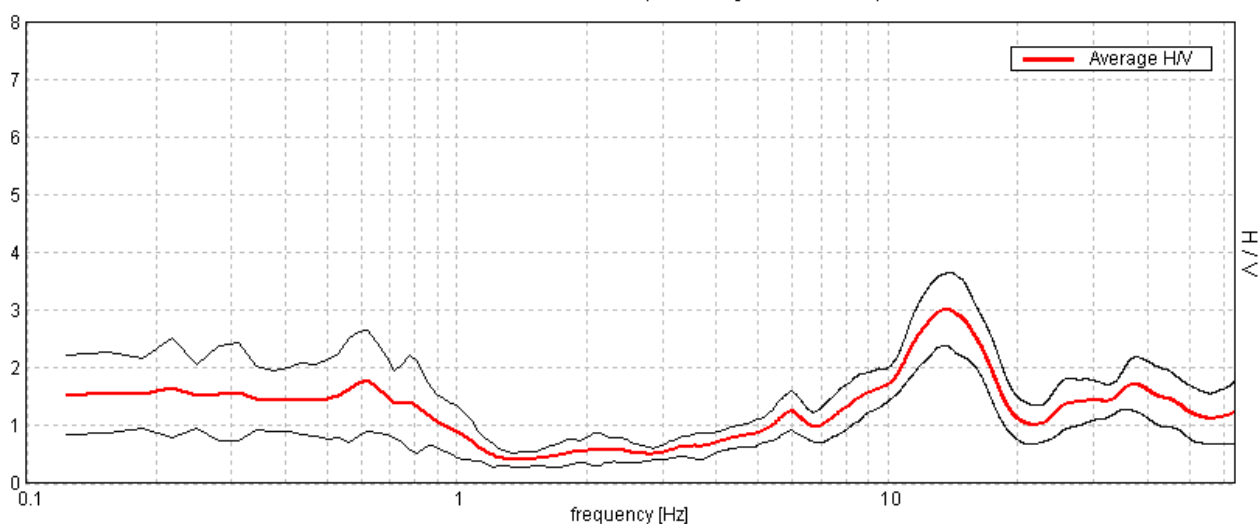
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

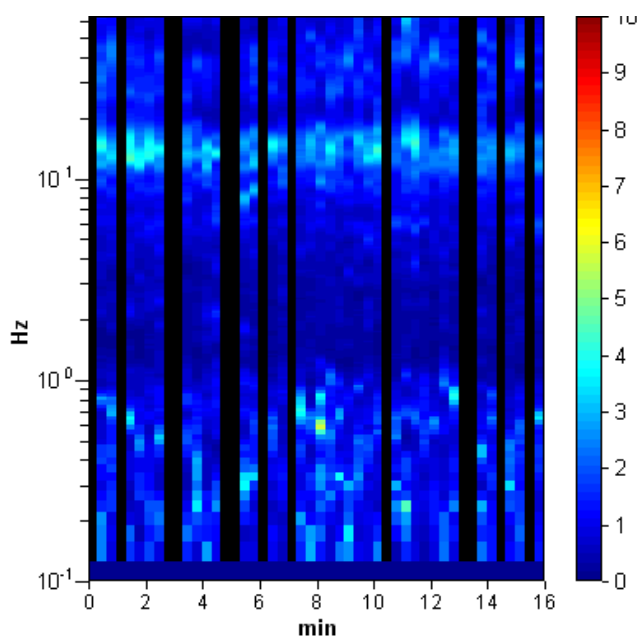
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

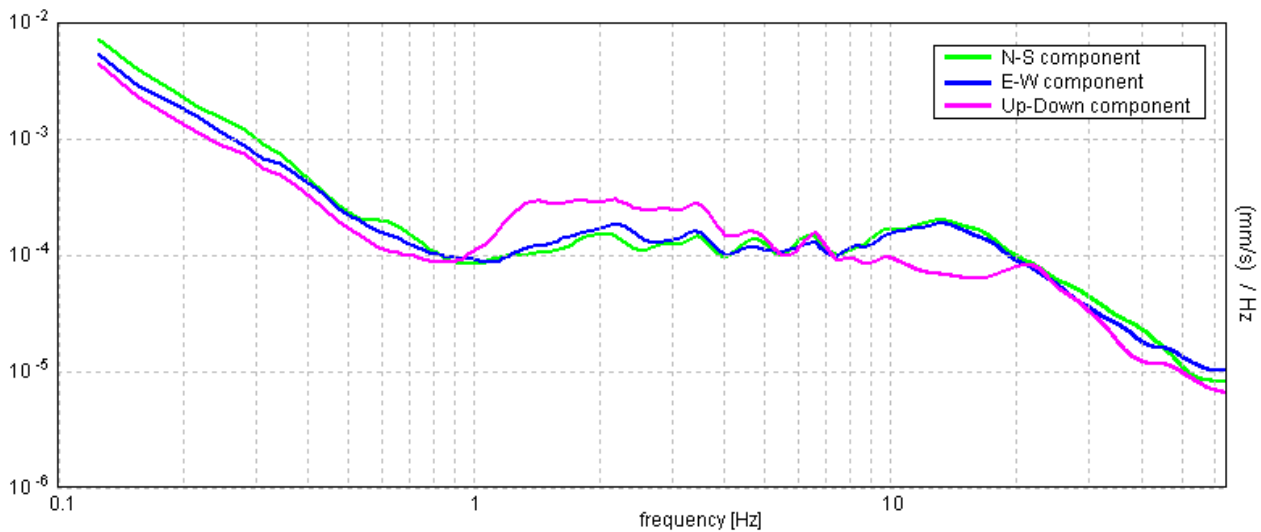
Max. H/V at 13.72 ± 0.14 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 13.72 ± 0.14 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	13.72 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	9603.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 660	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	8.656 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	18.531 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.02 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00504 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06919 < 0.68594	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3051 < 1.58	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 20

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 09:22:35 Fine registrazione: 03/04/13 09:38:35

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 90% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

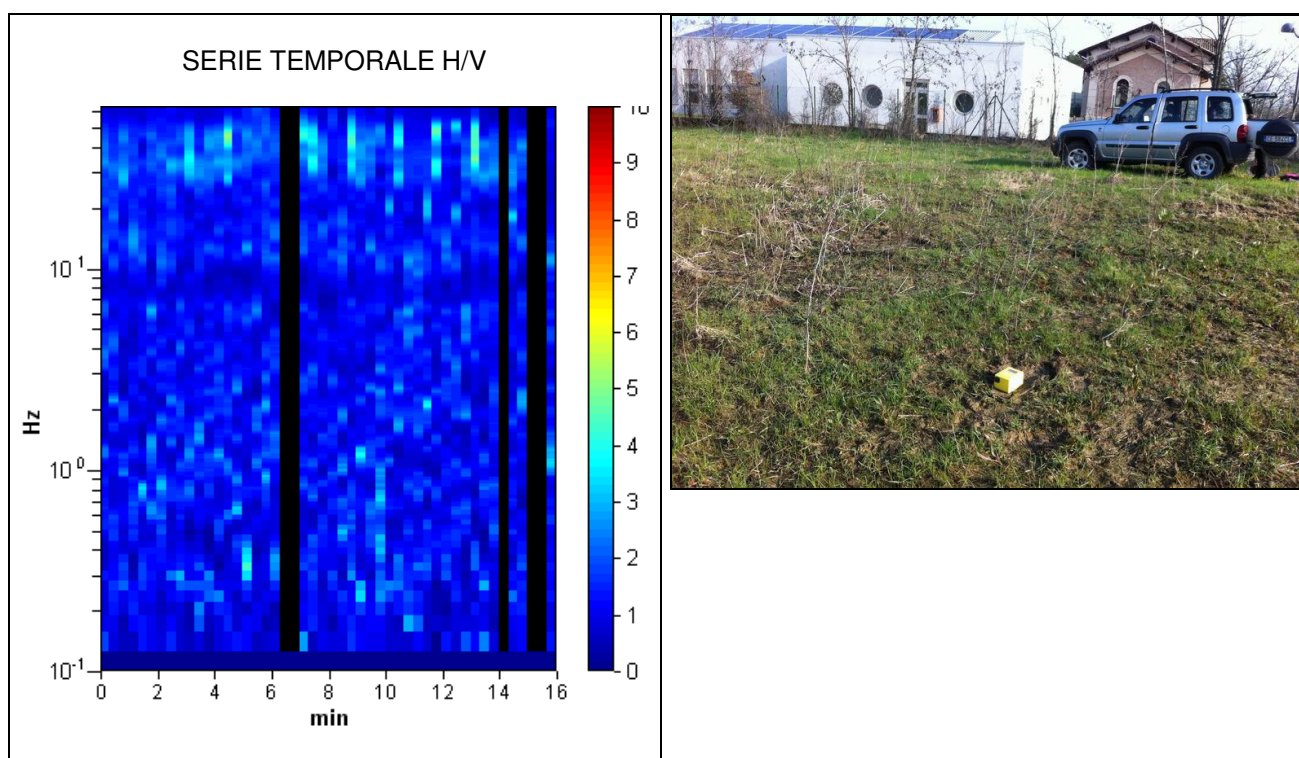
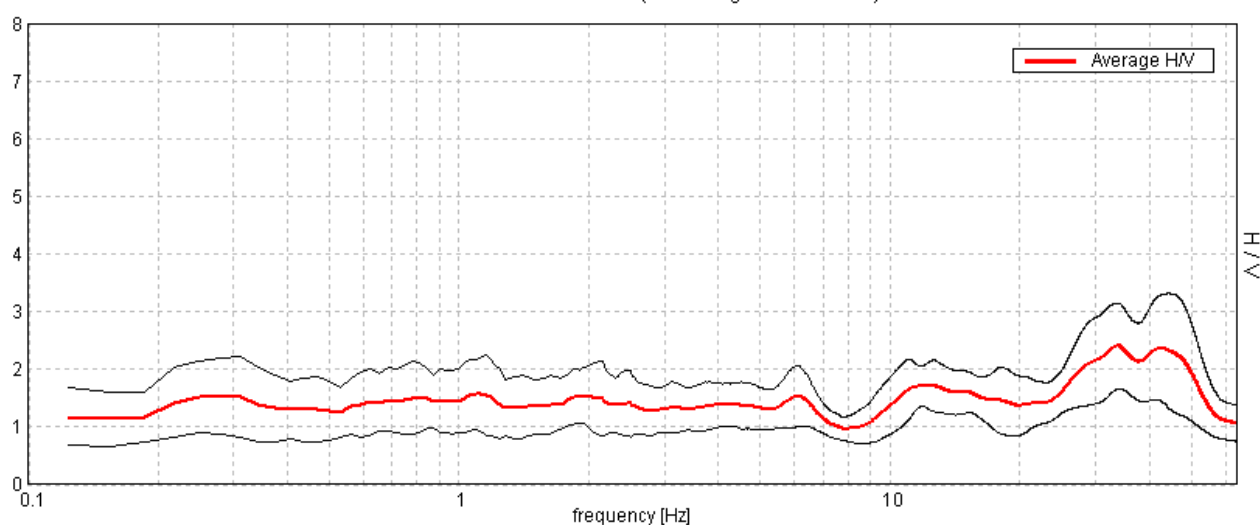
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

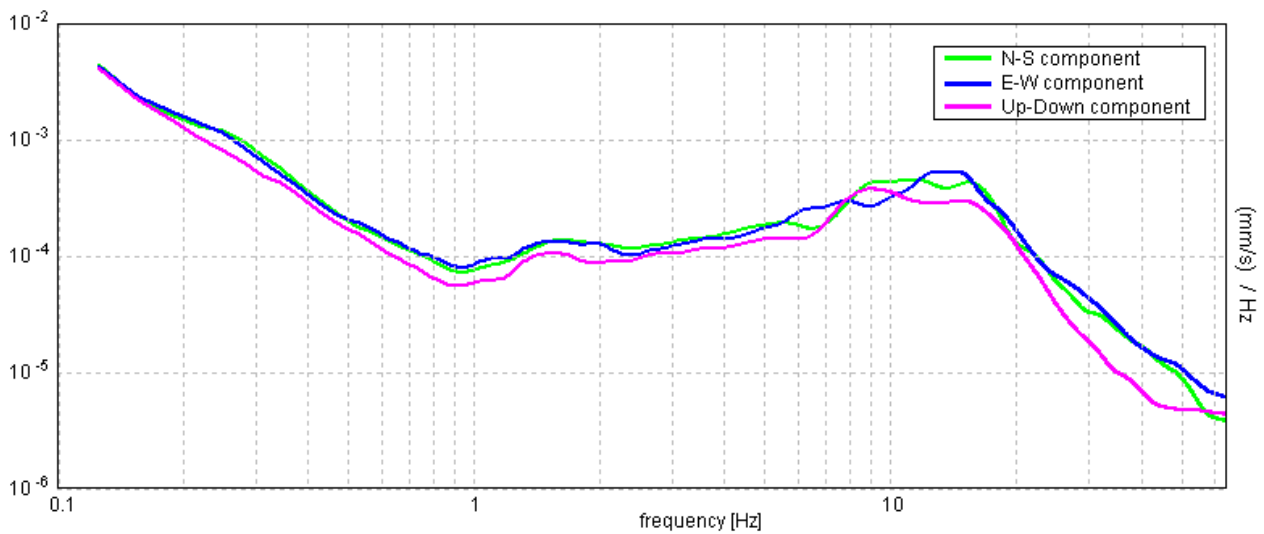
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 33.75 ± 1.2 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 33.75 ± 1.2 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	33.75 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	29025.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1509	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.406 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	57.063 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.41 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01738 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.58655 < 1.6875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3643 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 21

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 09/03/13 16:08:01 Fine registrazione: 09/03/13 16:24:01

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 85% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

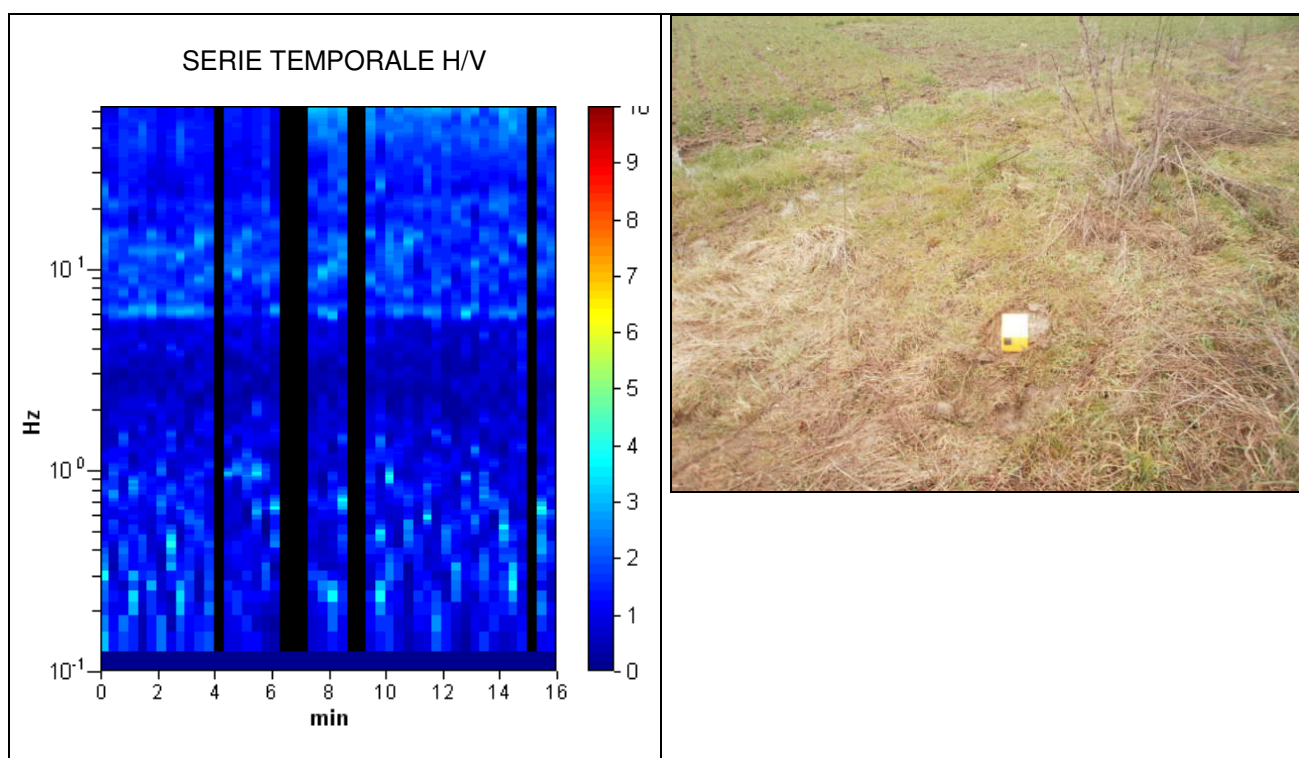
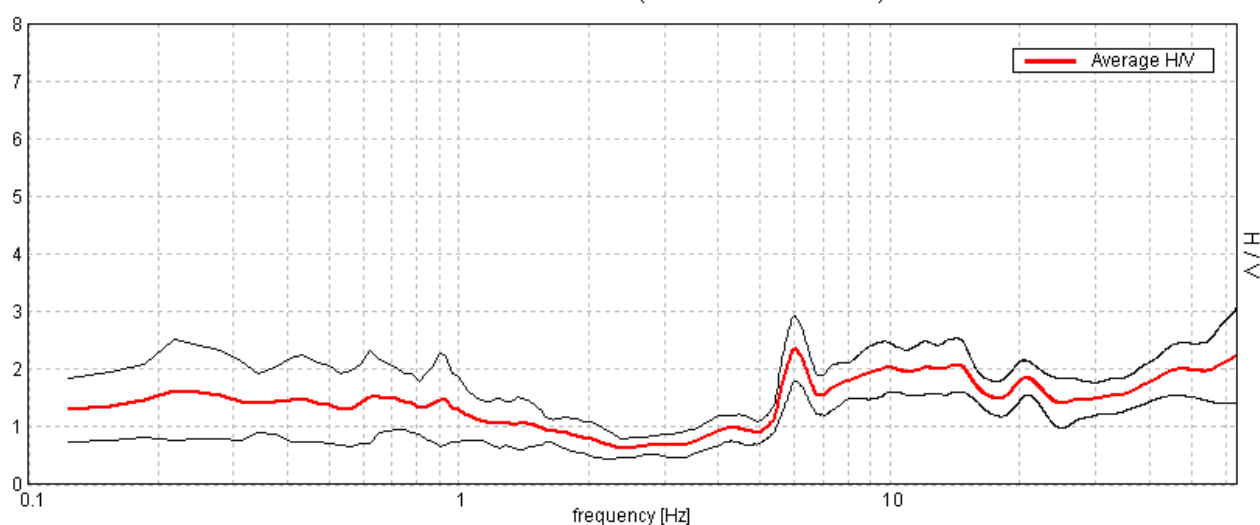
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

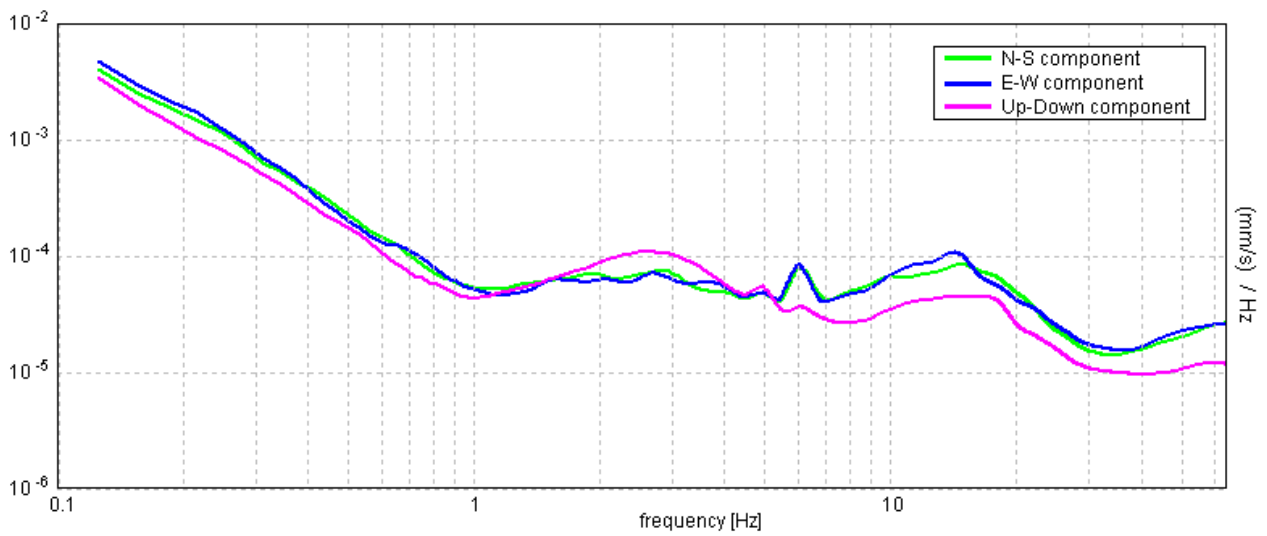
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a 14.31 ± 0.68 Hz (nell'intervallo 7.0 - 20.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 14.31 ± 0.68 Hz. Max. (N-S)/V: 9.31 ± 0.67 Hz. Max. (E-W)/V: 14.06 ± 0.55 Hz. (In the range 7.0 - 20.0 Hz).

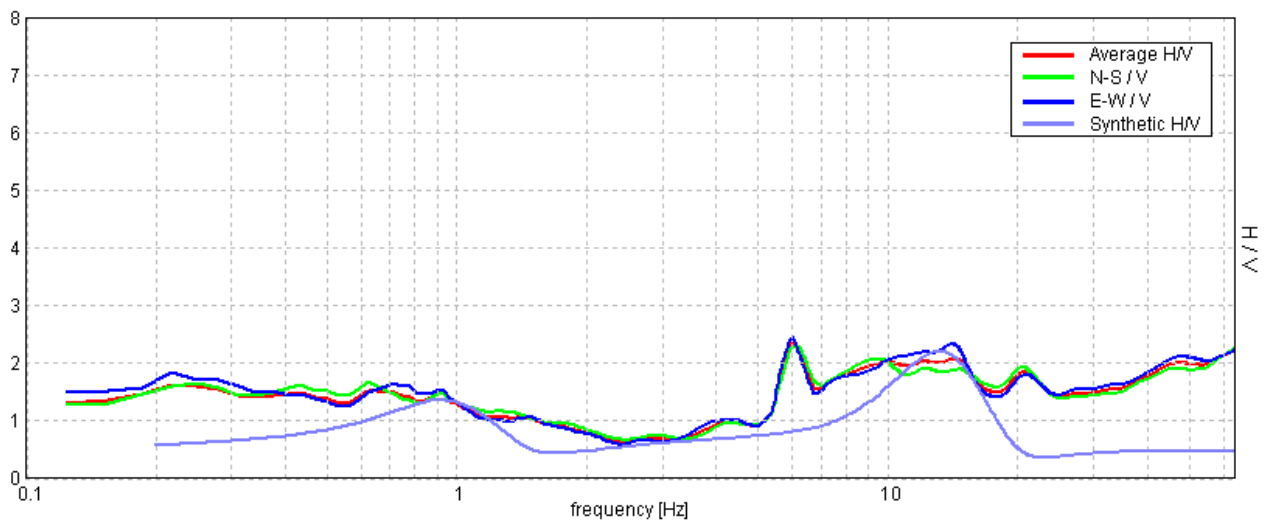
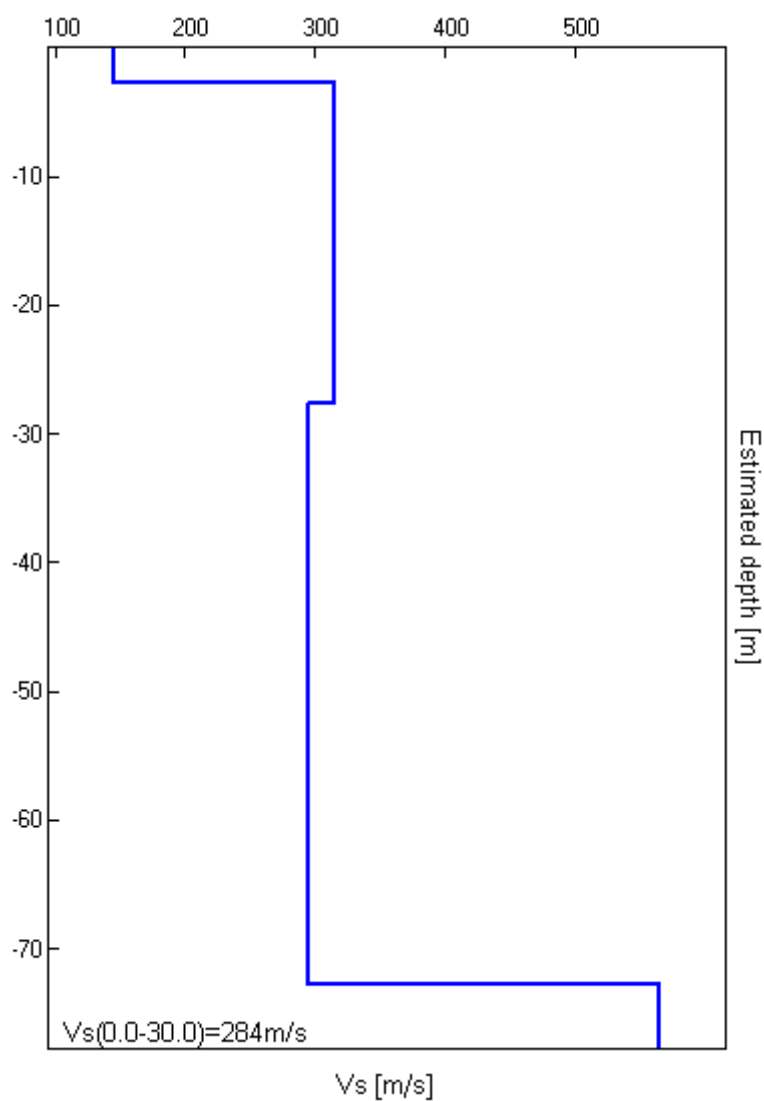


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.70	2.70	145	0.35
27.70	25.00	315	0.35
72.70	45.00	295	0.35
inf.	inf.	565	0.35

$V_s(0.0-30.0)=284\text{m/s}$



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

Picco H/V a 14.31 ± 0.68 Hz (nell'intervallo 7.0 - 20.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$14.31 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$11736.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 688	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.219 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.08 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02304 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.32974 < 0.71563$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2276 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 22

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 03/04/13 10:47:28 Fine registrazione: 03/04/13 11:07:28

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

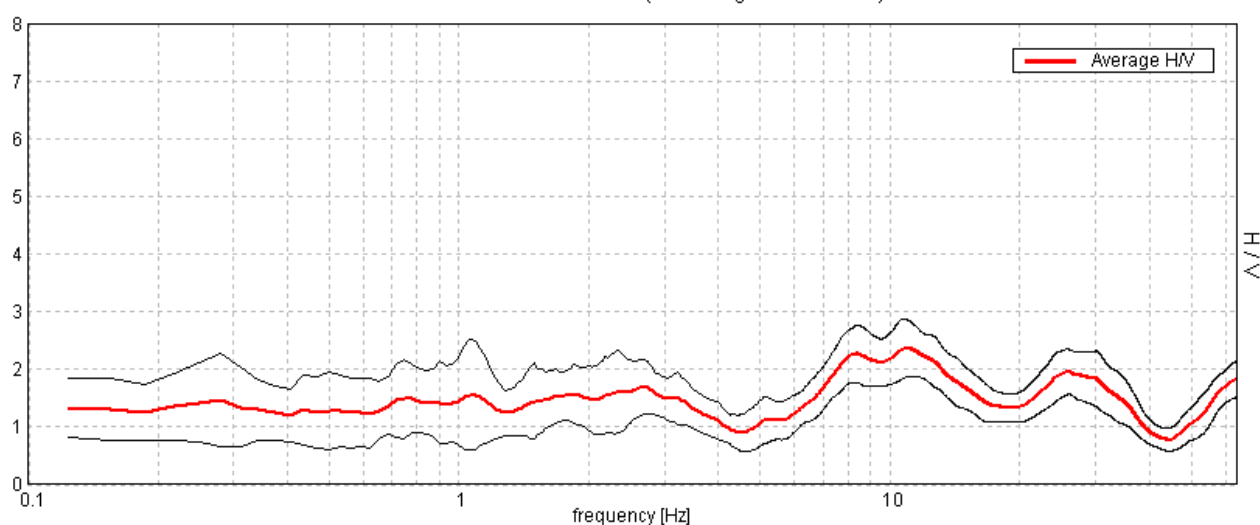
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

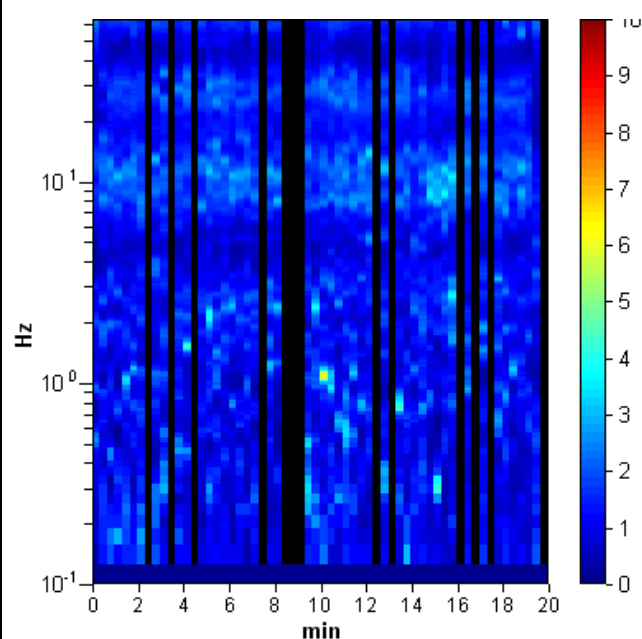
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

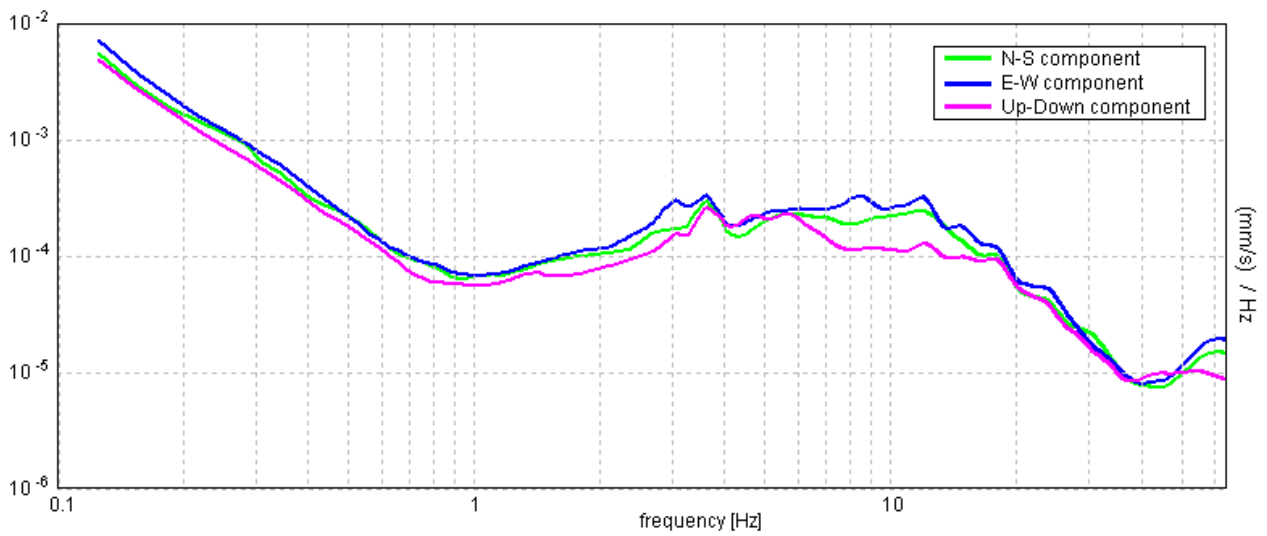
Max. H/V at 10.94 ± 0.46 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 10.94 ± 0.46 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

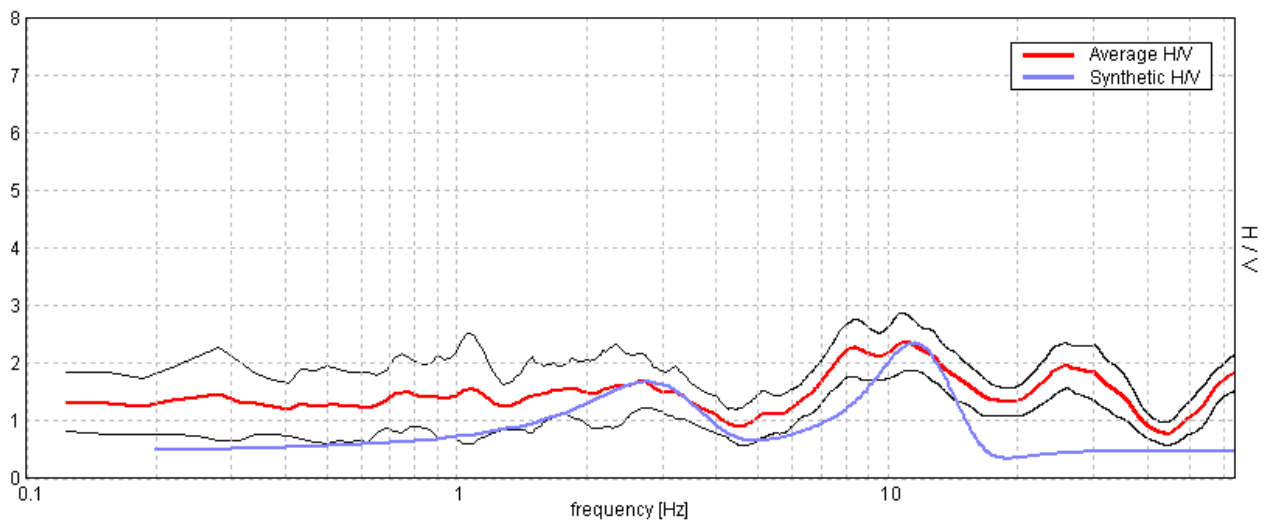
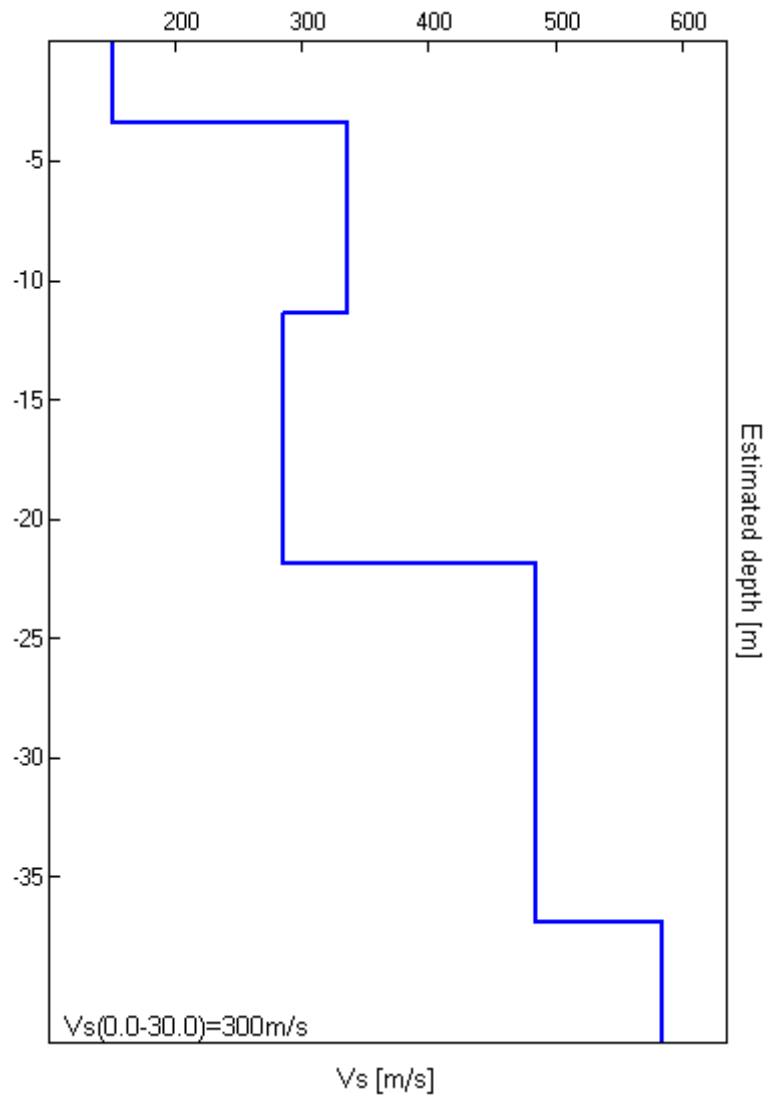


Tabella 2

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.40	3.40	150	0.35
11.40	8.00	335	0.35
21.90	10.50	285	0.35
36.90	15.00	485	0.35
inf.	inf.	585	0.35

Vs(0.0-30.0)=300m/s



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

Picco H/V a 10.94 ± 0.46 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$10.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$10281.3 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 526	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.875 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	37.344 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.37 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.02048 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.22404 < 0.54688$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2453 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 23

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 09/03/13 13:05:15 Fine registrazione: 09/03/13 13:21:15

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

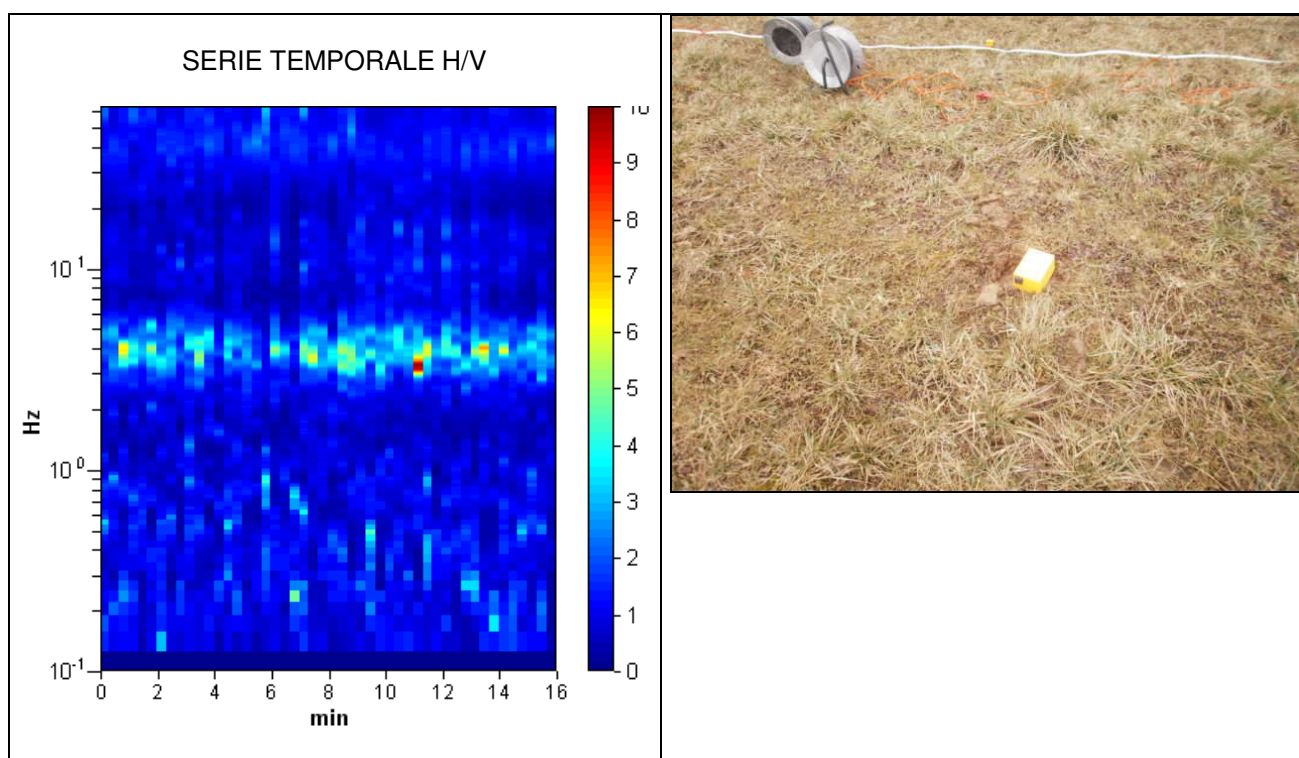
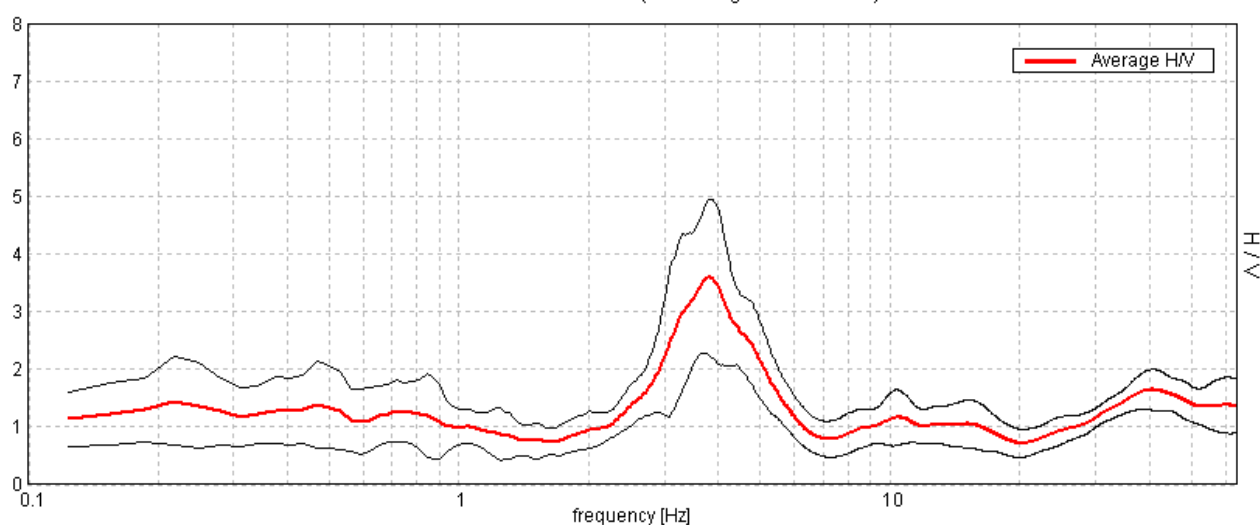
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

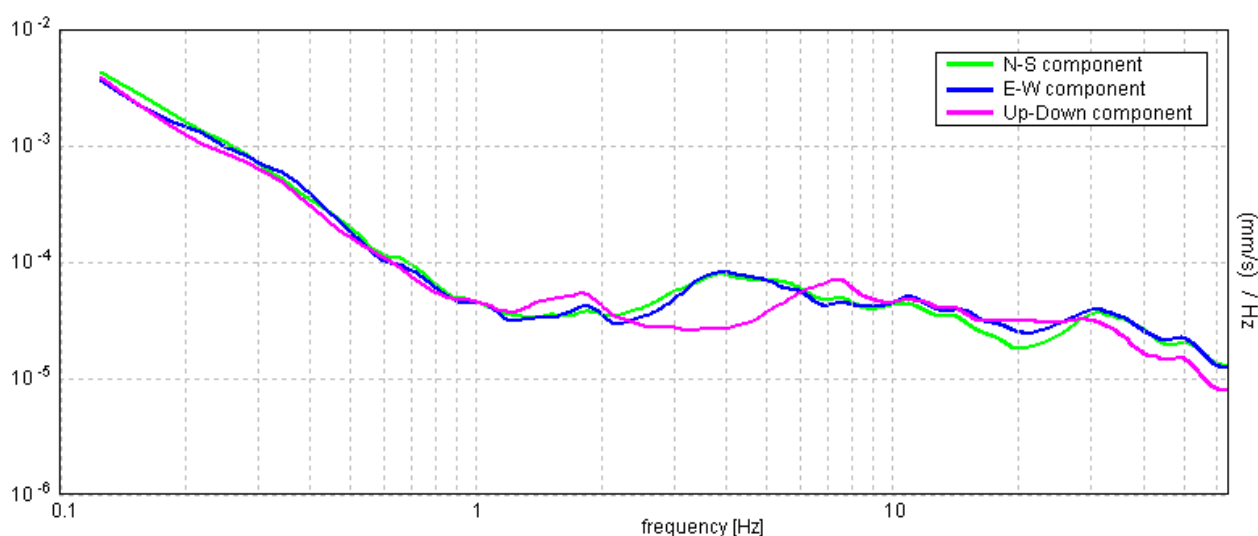
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 3.81 ± 0.15 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 3.81 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$3.81 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3660.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 184	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.813 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.60 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01876 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.07151 < 0.19063$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6601 < 1.58$	OK	

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

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

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

Fidenza Micr. Sismica - HVSR 24

Strumento: TRZ-0162/01-11

Inizio registrazione: 09/03/13 12:04:50 Fine registrazione: 09/03/13 12:20:51

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

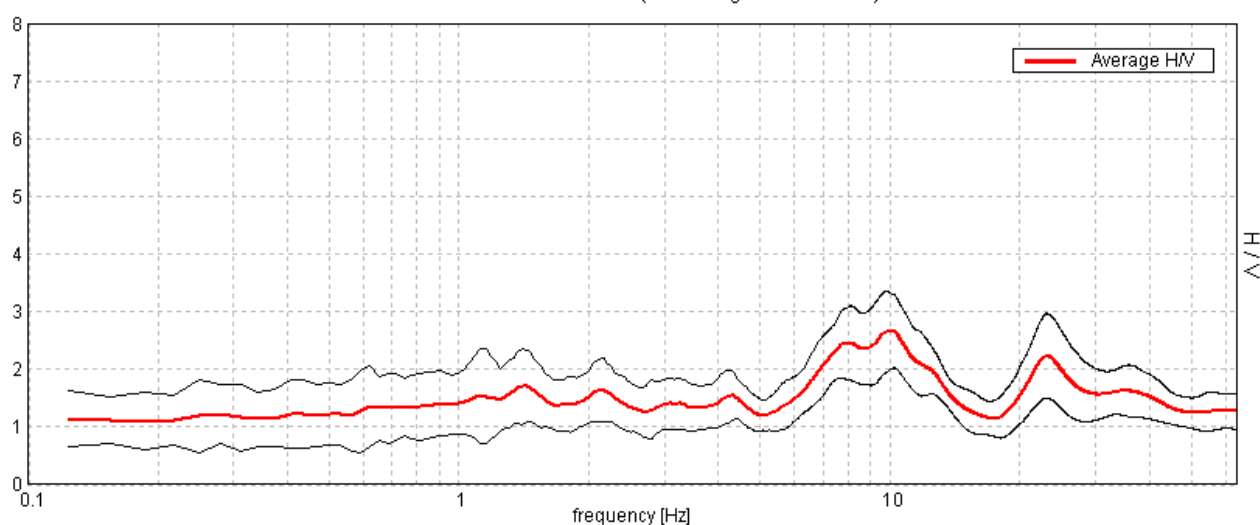
Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

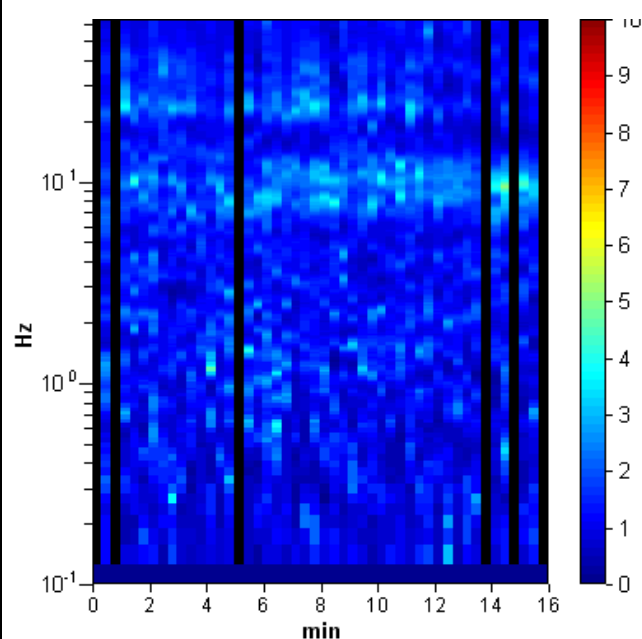
Tabella 1

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

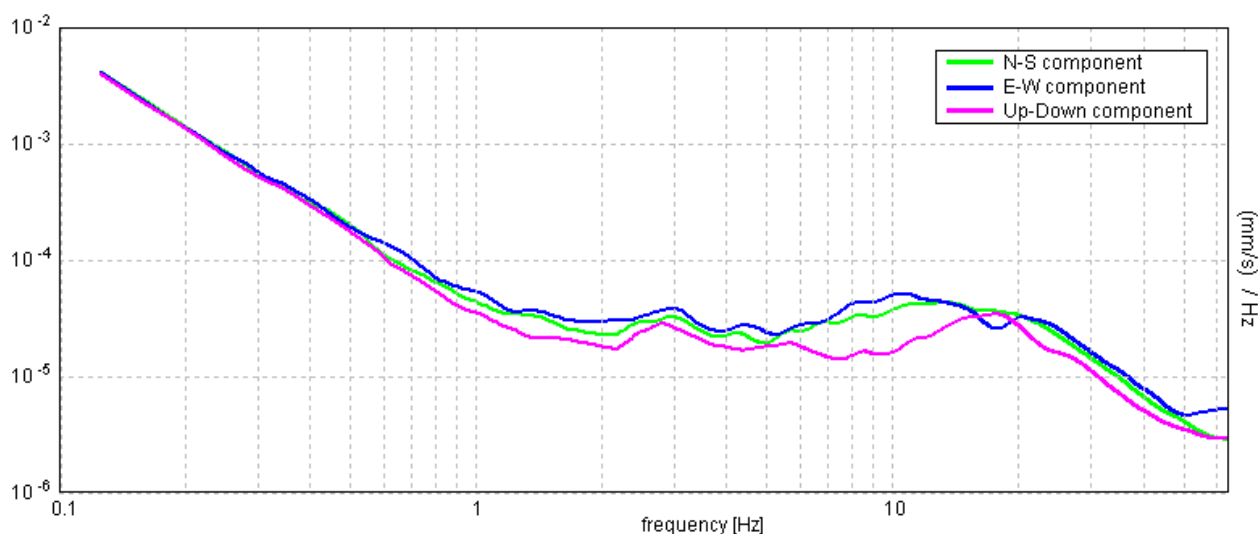
Max. H/V at 10.0 ± 2.57 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SERIE TEMPORALE H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



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

Picco H/V a 10.0 ± 2.57 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$10.00 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$8400.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 481	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	5.563 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.875 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.67 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.1255 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.25498 < 0.5$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3264 < 1.58$	OK	

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

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

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