

PROVINCIA DI PISTOIA  
COMUNE DI MONSUMMANO TERME



SINDACO  
Rinaldo Vanni

ASSESSORE ALL'URBANISTICA  
Andrea Mariotti

RESPONSABILE DELL'UFFICIO URBANISTICA  
Dott. Antonio Pileggi

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Geom. Maria Rosa Laiatici

GARANTE DELLA COMUNICAZIONE  
Dott.ssa Cristina Buralli

PROGETTO URBANISTICO  
RTP "Monsummano 2011"

Arch. Riccardo Luca Breschi  
Capogruppo  
Arch. Roberto Vezzosi  
Arch. Andrea Giraldi

Cartografie  
Dott. Massimo Tofanelli

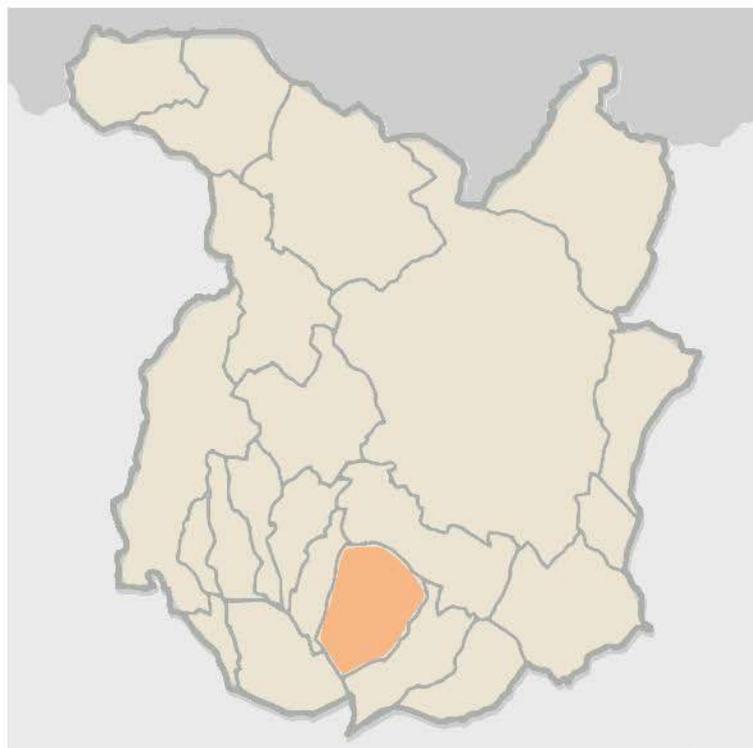
STUDI GEOLOGICI  
Geol. Alberto Tomei

STUDI IDROLOGICI E IDRAULICI  
Consorzio di Bonifica  
del Padule di Fucecchio

## PIANO STRUTTURALE Variante generale

Adozione: D.C.C. n. del / /  
Approvazione: D.C.C. n. del / /  
Pubblicazione: B.U.R.T. n. del / /

### **G11 - Relazione tecnica** **Microzonazione Sismica di 1° livello**



## INDICE

1 Premessa.....	2
1.1 Gli elaborati dello studio di MS 1° livello.....	4
2 Selezione e delimitazione delle aree di indagine.....	5
3 Inquadramento geologico e geomorfologico del territorio comunale.....	5
3.1 Geologia.....	6
3.1.1 Stratigrafia.....	6
3.1.2 Tettonica.....	10
3.2 Geomorfologia.....	12
4 La raccolta dei dati geognostici.....	14
5 La Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica (Tav.G09).....	15
6 Le prove HVSR.....	17
6.1 Brevi cenni sulla tecnica HVSR.....	18
6.2 Attrezzatura.....	19
6.3 Elaborazione.....	20
6.4 Monografie misure HVSR.....	22
6.4.1 Alcune considerazioni generali sui dati HVSR nelle aree indagate.....	26
7 La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) e delle frequenze fondamentali dei depositi (Tavv.G10nord/sud).....	27
7.1 La legenda delle carte MOPS.....	28
7.1.1 Zone stabili.....	29
7.1.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.....	30
7.1.3 Zone suscettibili di instabilità.....	31
7.1.4 Frequenze fondamentali delle coperture da prove HVSR.....	32
7.2 La carta MOPS del territorio comunale .....	33
7.2.1 Livello di qualità della carta MOPS.....	36

Appendice: Schede tecniche delle singole misure HVSR

# 1 Premessa

Gli studi di microzonazione sismica hanno lo scopo di individuare e riconoscere, ad una scala sufficientemente di dettaglio (comunale o sub comunale), le condizioni geologiche locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (ampiezza dello scuotimento) fino a produrre deformazioni rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

I risultati dello studio di MS sono sintetizzati in una carta del territorio nella quale sono indicate:

- le **zone stabili**, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base (valori di accelerazione indicati negli allegati alle NTC 2008 – D.M. 14.01.2008);
- le **zone stabili suscettibili di amplificazione sismica**, dove il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche (presenza di coperture sedimentarie) e/o morfometriche del territorio (pendenze versanti, creste, valli strette, ecc.), anche sepolte;
- le **zone suscettibili di instabilità**, cioè suscettibili di attivazione/riattivazione di fenomeni di deformazione permanente del terreno indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali, cedimenti differenziali, ecc.).

Il documento tecnico di riferimento per la realizzazione degli studi di MS è rappresentato dagli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” (di seguito indicato con la sigla ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome opportunamente integrato dalle “Specifiche tecniche regionali per l’elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica” approvate con la delibera GR Toscana n.261/2011 e aggiornate con la delibera GRT n.971/2013.

Gli ICMS individuano tre livelli di approfondimento, con complessità ed impegno crescenti, in funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi degli studi di MS:

- **livello 1**, propedeutico ai successivi studi di MS, consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e di informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Il prodotto finale è la carta delle “Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”;
- **livello 2**, con il quale si introduce l’elemento quantitativo associato alle zone omogenee (MOPS) mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi empiriche) e l’esecuzione di ulteriori e più mirate indagini. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica”;
- **livello 3**, rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione del territorio basata su metodologie analitiche di tipo quantitativo. L’elaborato conclusivo dello studio è la “Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti”.

La normativa regionale della Toscana (D.P.G.R n.53R/2011 “Regolamento di attuazione dell’art.62 della L.R. n.51/2005 in materia di indagini geologiche”) prevede, come supporto agli strumenti urbanistici, la redazione obbligatoria di uno studio di microzonazione di **livello 1 “pesante”**, dove ai contenuti dello studio di primo livello degli ICMS si aggiungono misure di microtremore (HVSR) realizzate in campagna per integrare l’informazione, sostanzialmente bibliografica, con una valutazione qualitativa delle frequenze fondamentali dei depositi sedimentari e delle amplificazioni attese del moto sismico, in modo da ottenere una informazione già di buona significatività per le attività di pianificazione.

Tabella 1 – indagini, analisi ed elaborati del livello 1 di MS (da del.GRT 971/2013)

<b>LIVELLO 1</b>	
<b>INDAGINI MINIME OBBLIGATORIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell'area:</u> rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi;</li> <li>• <u>Rilevamenti geologici di controllo sul terreno;</u></li> <li>• <u>Nuove indagini:</u> Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geotecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 1;</li> <li>• <u>Misura passive del rumore ambientale,</u> mediante tecnica a stazione singola;</li> </ul>
<b>ANALISI ED ELABORAZIONI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili;</u></li> <li>• <u>Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici.</u></li> </ul>
<b>PRODOTTI FINALI OBBLIGATORI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Carta delle indagini</u> (sia esistenti che di nuova realizzazione);</li> <li>• <u>Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica</u> almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;</li> <li>• <u>Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)</u> almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;</li> <li>• <u>Relazione tecnica illustrativa della carta MOPS;</u></li> <li>• <u>Carta delle frequenze fondamentali dei depositi.</u></li> </ul>

Il principale elaborato a fini pianificatori previsto nel livello 1 pesante è la “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”, che individua differenti areali dove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all’acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di indagini geofisiche, è probabile individuare l’occorrenza delle diverse tipologie di effetti prodotti dall’azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Di particolare importanza a questo scopo risulta la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell’area che dovrà focalizzarsi sulle “coperture” (depositi detritici, sedimenti sciolti, coltri di alterazione) e sulla individuazione dei litotipi che possono rappresentare il substrato rigido (ovvero quei litotipi caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S – convenzionalmente assunta superiore a 800 m/sec - significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti); in particolare dovrà essere realizzata una stima approssimativa della profondità del substrato rispetto al piano di campagna e del contrasto di impedenza sismica atteso all’interfaccia deposito/substrato.

Le finalità degli studi di MS di livello 1 sono quindi:

- individuare il modello geologico di sottosuolo preliminare;
- definire le tipologie di effetti attesi;
- individuare qualitativamente le aree che necessitano di approfondimenti.

L’individuazione delle microzone a diversa propensione di amplificazione della risposta sismica di base fornisce pertanto un supporto conoscitivo della pericolosità sismica locale che permette di orientare le scelte pianificatorie alla scala dello strumento urbanistico comunale e di definire in dettaglio la tipologia di indagini geologiche e geofisiche da realizzare a supporto degli interventi edilizi.

Infine la normativa regionale accoglie e impone la proposta del Gruppo di Lavoro MS (rapporto interno del Dipartimento Protezione Civile – 2011) per una valutazione del livello di qualità della carta MOPS, attraverso una procedura semi-quantitativa multiparametrica, nella quale vengono sommati gli apporti dei vari parametri delle conoscenze di base che contribuiscono alla costruzione della carta MOPS.

Tabella 2 - Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l’attribuzione dei pesi e dei punteggi (da Del. GRT n. 971/2013)

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico-tecnica (1)	0.33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0.33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0.33	Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0.50)	0.33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0.33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0.50)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio (0.25)	0.33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0.75)	0.33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0.33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0.33	Classe di affidabilità misure (Albarelo <i>et alii</i> )*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

\* D. Albarello, C. Cesi, V. Euhilli, F. Guerrini, E. Lunedei, E. Paolucci, D. Pileggi, L.M. Puzilli - Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi. In stampa su Boll. Geofis. Teor. Appl.

La procedura di valutazione di qualità della cartografia è usata:

- in fase di predisposizione dello studio di MS di livello 1 dal soggetto realizzatore, al fine di poter valutare se il quadro conoscitivo desunto sia sufficiente per la redazione dello studio di MS di livello 1 o se al contrario debbano essere effettuati approfondimenti di indagine, anche in relazione alla complessità geologico-tecnica dell'area;
- in fase di controllo sui risultati prodotti, da parte del soggetto validatore (ufficio del Genio Civile competente), come strumento di ausilio e supporto in fase istruttoria.

## 1.1 Gli elaborati dello studio di MS 1° livello

Come individuato dalla normativa regionale gli elaborati prodotti con lo studio di MS sono sostanzialmente di tipo cartografico, accompagnati da una relazione tecnica illustrativa:

- a) carta delle indagini,
- b) carta geologica-tecnica per la microzonazione sismica,
- c) carta delle frequenze fondamentali dei depositi,
- d) carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS),
- e) relazione tecnica illustrativa (il presente documento).

Rispetto agli elaborati previsti alcune cartografie sono state accorpate tra loro, ritenendo tali accoppiamenti utili per una lettura più completa dei risultati non essendo la simbologia utilizzata eccessivamente pesante da rendere difficile la lettura: per quanto riguarda la cartografia delle "indagini" è stato valutato più utile integrarla nella "carta litotecnica", prevista nell'ambito del D.P.G.R. n.53R/2011, in modo da ottenere un unico elaborato che permettesse una visione completa di tutte le indagini, pregresse e di nuova realizzazione, utilizzate per la redazione degli studi di MS; la carta "frequenze", realizzata sulla base delle misure speditive di rumore (HVSR), è

stata unita alla carta "MOPS" per una migliore visione delle caratteristiche delle microzone omogenee (unitamente alle colonne stratigrafiche tipo).

I capitoli seguenti illustrano le modalità di redazione dei vari elaborati previsti e le considerazioni da essi desumibili per lo specifico territorio comunale di Monsummano Terme in modo da definire la carta della pericolosità sismica che, insieme a quella della pericolosità geologica e della pericolosità idraulica, costituisce lo scenario di riferimento per la redazione del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico.

## **2 Selezione e delimitazione delle aree di indagine**

La predisposizione degli studi di dettaglio di microzonazione sismica prevede preliminarmente l'individuazione degli areali entro i quali tali approfondimenti devono essere sviluppati; infatti lo studio MS non si estende a tutto il territorio comunale, ma unicamente alle zone urbanizzate o fortemente infrastrutturate.

I criteri per la delimitazione delle aree di indagine sono contenuti nel capitolo 1B1.2 "Criteri per la delimitazione delle aree per la realizzazione della cartografia geologica, geomorfologica, litologico-tecnica" delle Istruzioni tecniche del Programma VEL e sostanzialmente combinano aspetti morfologici, geologici e antropici di interesse ai fini della valutazione degli effetti locali.

I principali elementi antropici, in ordine di priorità, sui quali si è ulteriormente basata la delimitazione sono i seguenti:

1. numero degli abitanti delle frazioni;
2. edifici pubblici e strategici;
3. centri storici;
4. aree industriali;
5. aree urbane in espansione;
6. viabilità.

Applicando tali criteri al territorio monsummanese, caratterizzato da una marcata continuità di centri urbanizzati ben collegati tra loro, sono stati ottenuti un considerevole numero di areali di cui la maggior parte di ridotte dimensioni e molto ravvicinati l'uno all'altro. Per questo motivo si è ritenuto opportuno, in accordo con i tecnici della Regione Toscana del Coordinamento regionale prevenzione sismica e dell'Ufficio del Genio Civile di Pistoia, accorpate tutte le zone individuate all'interno di un unico areale in cui risultassero contenuti tutti gli elementi morfologici, geologici e antropici più rilevanti.

Con gli stessi accordi sono stati definiti anche la tipologia ed il numero delle indagini geofisiche (misure HVSR) necessarie per poter idoneamente sviluppare una cartografia MOPS di adeguato livello qualitativo.

## **3 Inquadramento geologico e geomorfologico del territorio comunale**

Per meglio comprendere i capitoli che descrivono i risultati delle indagini di supporto alla redazione delle carte delle MOPS e le considerazioni, anche di natura interpretativa, sui comportamenti desumibili per le varie unità litologico-tecniche individuate, occorre procedere alla descrizione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche generali del territorio.

## 3.1 Geologia

La carta geologica utilizzata come base per questo lavoro, derivata dagli studi di supporto agli strumenti urbanistici del Comune, è stata costruita utilizzando i dati della nuova cartografia geologica del Progetto CARG (sezioni 262100, 262110, 262140, 262150) del foglio n.262 Pistoia. I dati contenuti sono quindi aggiornati alle ultime conoscenze acquisite sulle diverse formazioni geologiche ed i relativi rapporti stratigrafici. Nel complesso è stato raggiunto un livello di conoscenza molto approfondito relativamente ai tipi litologici, genesi ed evoluzione tettonica.

### 3.1.1 Stratigrafia

Di seguito si riportano le descrizioni delle formazioni affioranti suddivise in base alle unità tettoniche di appartenenza; all'interno di ciascuna unità le formazioni sono riportate in successione cronologica.

#### DEPOSITI E COPERTURE QUATERNARIE

##### *Depositi alluvionali attuali e recenti (b)*

Si tratta di un'alternanza di depositi ghiaiosi, sabbiosi, limosi e argillosi, ad andamento lenticolare, con frequenti eteropie laterali, talora con stratificazione incrociata, costituenti i sedimenti più recenti dei corsi d'acqua della Valdinievole. Interessano buona parte dell'area nord ovest del Comune sino alla perimetrazione "arbitraria" della zona limitrofa al Padule di Fucecchio con profondità del substrato di decine di metri.

##### *Depositi alluvionali terrazzati (bna)*

Si tratta di depositi alluvionali costituiti da ciottoli, sabbie e sabbie argillose, dovuti ad una successione alterna di erosione e sedimentazione ad opera dei corsi d'acqua principali. Si trovano nelle valli principali ed ai margini dei rilievi, in posizione elevata rispetto al letto attuale dei corsi d'acqua che gli hanno generati.

##### *Depositi di colmata (ea)*

Sono costituiti ghiaie, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica di origine alluvionale. Questi depositi sono caratterizzati da uno spessore ridotto di pochi metri e si estendono lungo tutto il margine sud-est del territorio comunale nella zona limitrofa al Padule di Fucecchio

##### *Depositi palustri (e3a)*

Si tratta di depositi alluvionali costituiti da limi, argille e torbe in quantità variabile; si ritrovano in corrispondenza del margine più meridionale del territorio comunale.

##### *Conoide alluvionale*

Si tratta di una struttura morfologica derivante dall'accumulo di sedimenti fluviali dove quelli più grossolani (ghiaie e sabbie) si ritrovano nella zona apicale mentre quelli più fini (argille e limi) si ritrovano ai margini ed a maggiore distanza dallo sbocco del fiume nella valle. Le conoidi principali si rinvengono a sud di Castel Vecchio e allo sbocco di rami secondari della Forra Bronzuoli. I materiali ciottolosi sono più grossolani e meno rimaneggiati, scarsa la frazione argillosa.

##### *Depositi eluviali (b6b)*

Questi depositi sono costituiti da materiali a granulometria fine, tipo limi e sabbie, con rari frammenti litoidi grossolani. Si originano prevalentemente dall'alterazione e dalla dissoluzione

chimica delle formazioni litoidi che sciogliendosi subiscono un trasporto lungo il versante ed una rideposizione in zone poco acclivi.

#### *Detrito di versante (aa)*

Sono costituiti da frammenti litici eterometrici, frequentemente monogenici, con matrice sabbiosa o sabbioso-limosa in quantità variabile accumulati per effetto della gravità e del ruscellamento superficiale nelle porzioni meno acclivi dei versanti oppure ai piedi delle scarpate più ripide. Materiali più fini si accumulano, talvolta, sui ripiani o sui versanti a debole pendenza per alterazione, in posto, del substrato roccioso. In qualche caso tutte queste tipologie di accumuli possono presentare indizi di evoluzione gravitativa attuale o passata; nella carta geomorfologica di supporto al Piano Strutturale (Tavola G02) si evidenzia questa differenziazione.

#### *Detrito di cava (h3)*

E' costituito da accumuli di materiali più o meno eterogenei ed eterometrici prodotti dall'attività estrattiva svolta, in tempi storici, nelle cave del Colle di Monsummano.

#### *Travertini e calcari continentali (f1a)*

Si tratta di calcari di colore bianco giallastro in grossi banchi di origine idrotermale, spesso con struttura vacuolare. Affiorano nella zona nord ovest e sono in parte ricoperti da una coltre di detrito e da depositi alluvionali terrazzati.

### UNITA' TETTONICHE LIGURI

#### *Unità tettonica Ottone*

##### *Flysch di Ottone (OTO)*

Torbiditi calcareo-marnose da grigie a biancastre con interstrati sottili di argilliti calcaree e marne argillose, a cui si intercalano successioni argillitico-calcaree con clasti e blocchi di calcilutiti silicee in strati da medi a spessi, paraconglomerati matrice sostenuti con clasti da sub arrotondati ad arrotondati di calcilutiti silicee e pacchi di calcari marnosi (*Argilliti di Monte Veri, OTO1*)

#### *Unità tettonica Morello*

##### *Formazione di M. Morello (MLL)*

Si tratta di una formazione torbiditica, costituita da prevalenti calcari e calcari marnosi in strati da medi a spessi (talvolta a base calcarenitica) a cui si intercalano strati da sottili a molto sottili di marne, argilliti calcaree ed argilliti; la formazione è inoltre caratterizzata dalla presenza di rare intercalazioni di calcareniti ed arenarie calcaree che diminuiscono di spessore salendo nella sequenza. Lo spessore massimo si aggira sui 700-800 m e l'età della formazione è compresa tra il Eocene inferiore - Eocene medio/superiore?.

##### *Formazione di Sillano (SIL)*

Si tratta di una formazione a dominante pelitica costituita da argilliti e siltiti, in genere fissili, di colore prevalentemente grigio scuro o nerastro (ma anche marrone, nocciola, ocre e verdastro) cui si intercalano strati di altra litologia. Tra questi litotipi predominano calcari e calcari marnosi a grana fine di colore grigio nocciola o giallastri, spesso silicei ed in genere fittamente interessati da vene e fratture. Subordinatamente si osservano calcareniti grigio scure con areniti e siltiti. Questa formazione, che rappresenta il deposito di materiale terrigeno in ambiente pelagico, mostra una deformazione pervasiva alla scala dell'affioramento tale da mascherare, nella maggior parte dei casi, l'originario ordine stratigrafico, visibile solo per spessori modesti e per estensioni laterali

ridotte. Lo spessore geometrico può essere stimato intorno agli 800 metri; l'età è compresa tra il Cretaceo superiore e l'Eocene inferiore.

## UNITÀ TETTONICHE TOSCANE

### Falda Toscana

#### *Macigno (MAC)*

Arenarie quarzose feldspatiche di origine torbiditica, in banchi gradati di spessore variabile, intercalate a sottili interstrati di argilliti e siltiti. Gli strati arenacei possono raggiungere anche spessori di 10 metri ed alla loro base si rinvengono spesso impronte di corrente e di origine organica. Verso la sommità della formazione si rinvengono olistostromi di materiali argilloscisti (MACa), facenti parte dei complessi alloctoni tosco-emiliani e livelli di marne assimilabili alle marne di S. Polo di altre zone dell'Appennino Toscano. Relativamente all'area considerata i materiali in giacitura olistostromica si rinvengono a nord-est di Montevettolini in prossimità del contatto con il Flysch di Ottone. La formazione del Macigno, che va ad occupare la zona più elevata a nord est della porzione del Comune di Monsummano, è a contatto tettonico per faglia inversa con la sottostante Scaglia Toscana e per sovrascorrimento con la Formazione di Sillano. L'ambiente di sedimentazione del Macigno è stato di acque profonde, in un bacino con asse orientato in direzione nord-ovest sud-est; il materiale a componente quarzoso feldspatica delle arenarie proveniva probabilmente dalla zona alpina e derivava dalla rapida erosione di gneiss e graniti; gli olistostromi provenivano da ovest per scivolamento nel bacino di materiali liguri coinvolti nel corrugamento appenninico. L'età è compresa tra l'Oligocene superiore e il Miocene inferiore. La potenza della formazione sul Montalbano, raggiunge i 2.000 metri.

#### *Scaglia Toscana (STO)*

Questa formazione affiora, principalmente, nella parte ovest e nella parte est sud-est del territorio comunale. Si tratta di marne e argilliti di colore rosso vinato, talvolta grigio verdastro; la parte più marnosa si presenta compatta, con fratture scagliose; le argilliti sono prevalentemente rosse a sfaldatura aciculare. In questa zona la formazione non supera i 100 m di potenza. L'ambiente di formazione della Scaglia Toscana ha avuto le caratteristiche di un bacino marino profondo. Gli affioramenti localizzati nella zona ovest, presentano facies marnose e sono in continuità stratigrafica con le sottostanti formazioni calcaree mesozoiche e con la soprastante placca di arenaria Macigno di Case le Corti. Il contatto con la soprastante Formazione di Sillano è di origine tettonica marcato da brecce di frizione. Gli affioramenti della zona est presentano prevalentemente facies argillitica e scagliosa; il contatto con il soprastante Macigno non è stratigrafico ma per faglia inversa. L'età è compresa tra l'Aptiano inferiore e l'Oligocene superiore.

#### *Scaglia Toscana, Membro delle Calcareni di Monte Grossi (STO3)*

Si tratta di calcareniti e calciruditi grigio-scure con noduli e liste di selce scura in strati e banchi; alla base sono presenti banchi di brecce a matrice calcarenitica e clasti silicei e calcarei. L'età è compresa tra il Cretaceo inferiore ed il Paleocene.

#### *Maiolica (MAI)*

E' costituita da calcilutiti e calcilutiti silicee bianche o grigie in strati da sottili a medi, a cui si intercalano strati medi di calcareniti grigio-scure e, nella porzione sommitale della formazione, rari e sottili livelli di argilliti calcaree o argilliti siltose grigie, grigio-verdi o rosse; è caratteristica la presenza di noduli e liste di selce grigio-chiaro o avana. L'età è compresa tra il Tortoniano superiore e l'Aptiano inferiore.

### *Diaspri (DSD)*

Sono costituiti da radiolariti e selci rosse, verdi o grigie, in strati sottili intensamente fratturati, con intercalazioni di argilliti e marne silicee progressivamente più frequenti nella porzione superiore della formazione. Nel territorio comunale, nella parte alta della formazione è discontinuamente presente una breccia ad elementi silicei. L'età è compresa tra il Bajociano superiore/Batoniano inferiore e il Titoniano superiore.

### *Calcarea Selcifera della Val di Lima (SVL)*

Si tratta di calcari grigio scuri con liste di selce nera, sono presenti interstrati argillosi e marnosi giallastri. Gli strati calcarei sono spessi dai 5 ai 20 cm., le liste di selce fino a 20 cm. La potenza della formazione è di 2-12 m. e il passaggio con le formazioni soprastanti e sottostanti appare netto. L'età è compresa tra Bajociano superiore/Batoniano inferiore - Titoniano superiore.

### *Marne a Posidonia (POD)*

Si tratta di marne e marne calcaree grigie o grigio-verdi, a cui si intercalano calcilutiti marnose o silicee, calcareniti fini silicee, grigio o grigio-verdi, a volte gradate, con rare liste e noduli di selce, argilliti marnose o silicee e radiolariti; nella porzione inferiore è presente un livello di peliti grigio-scure o nere, mentre al tetto può essere presente una litofacies calcareo-diasprina, costituita da marne, argilliti silicee e radiolariti grigio-verdi o rosso vinaccia (Marne diasprine Auctt.). L'età è compresa tra il Pliensbachiano superiore/Toarciano inferiore - Bajociano superiore/Batoniano inferiore.

### *Calcarea Selcifera di Limano (LIM)*

Calcilutiti silicee e calcareniti fini, talvolta gradate, grigie o grigio-chiare, in strati sottili e medi con noduli e liste di selce grigio chiaro, a volte abbondanti, a cui si intercalano sottili livelli di marne calcaree e argillose siltose grigie e rari livelli di calciruditi e brecce calcaree. L'età è riferibile al Pliensbachiano superiore – Pliensbachiano superiore/Toarciano inferiore.

### *Rosso Ammonitico (RSA)*

Si tratta di calcilutiti stratificate o nodulari da rosso-rosate a grigio-chiare, a luoghi con noduli di selce. Si intercalano rari e sottili livelli di marne o argilliti calcaree rosse o verdi, più frequenti nella porzione superiore della formazione, i frammenti di ammoniti sono rari. L'età è riferibile al Sinemuriano s.s./Pliensbachiano inferiore - Pliensbachiano superiore.

### *Calcari ad Angulati (ANL)*

Sono costituiti da calcilutiti e calcilutiti marnose grigie o grigio scure in strati medi a cui si intercalano strati sottili di marne ed argilliti siltose. Nella porzione inferiore sono talvolta presenti calcari grigio-scuro con liste di selce (Calcari listati auctt.); al passaggio con la formazione sovrastante, le peliti si riducono di spessore e frequenza ed i calcari divengono grigio chiaro o rosati. L'età è riferibile al Hettangiano superiore/Sinemuriano s.s. - Pliensbachiano inferiore.

### *Calcarea Massiccio (MAS)*

Si tratta di calcari a grana fine di colore dal grigio chiaro al grigio scuro; la stratificazione è in genere assente, solo lievemente accennata nella parte alta ove sono presenti livelli di brecce e dolomie laminate e noduli di selce. La base del Calcarea Massiccio non è visibile, il passaggio al soprastante Calcarea Selcifera di Grotta Giusti appare netto ed è seguito dalla comparsa di calcari scuri stratificati alternati a livelli marnosi. Ambiente di sedimentazione: il Calcarea Massiccio di

Monsummano, tipico della Successione Toscana, presenta caratteristiche sedimentologiche di piattaforma carbonatica, in ambiente di acque calme. La potenza della formazione è stimata in circa 150 m. L'età è riferibile al Hettangiano - Hettangiano superiore/Sinemuriano s.s..

### 3.1.2 Tettonica

Il territorio di Monsummano è caratterizzato da tre zone con caratteristiche geolitologiche e strutturali significativamente diverse:

- la zona nord, caratterizzata principalmente dall'affioramento dei terreni sedimentari mesozoici (dal Lias Inferiore al Cretaceo Superiore), facenti parte della Serie Toscana, in corrispondenza della struttura tettonica positiva del Colle di Monsummano.
- la zona nord-est, caratterizzata dall'affioramento di formazioni argilloscistose e calcaree Eoceniche di provenienza ligure.
- La zona sud/sud-ovest, caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali recenti ed antichi.

#### Assetto strutturale della zona nord (Colle di Monsummano)

Questa area è situata all'incrocio di due grandi allineamenti tettonici di importanza regionale:

a) il primo, rappresentato dai rilievi del Monte Orsaro, Val di Lima, Monti del Chianti, Monte Cetona, è costituito da una serie di pieghe coricate, sovrascorrimenti e faglie inverse; questa struttura complessa è stata interpretata come il fronte delle unità mesozoiche e terziarie avanscorse verso est durante la fase tettonica situata fra l'Oligocene e il Miocene;

b) il secondo consiste nel tratto meridionale della linea Livorno-Sillaro, attiva nel Terziario come faglia trascorrente che ha dislocato il fronte di avanzamento dei terreni mesozoici.

La struttura del Colle di Monsummano è costituita da un'anticlinale con l'asse allungato in direzione NO-SE nella parte settentrionale e N-S in quella meridionale, ove la piega subisce un rovesciamento verso est. Nella parte nord gli strati rocciosi immergono di circa 30° in direzione NO; alla sommità del Colle gli strati sono suborizzontali; verso SE piegano fino ad un'inclinazione di 70°.

In corrispondenza del Rio della Grotta, ad est della Grotta Giusti, le formazioni comprese fra il Rosso Ammonitico e la Scaglia Toscana, si piegano fino a rovesciarsi con immersione a SO. Sul fianco orientale del Colle, presso la cava abbandonata a quota 195.7 m, gli strati dei Diaspri, della Maiolica e della Scaglia si verticalizzano e si rovesciano. Il fianco SO del Colle è interessato da un fitto sistema di faglie normali, inclinate a SO, che nella porzione più meridionale assumono l'andamento regionale NO-SE. Queste dislocazioni portano in affioramento un notevole spessore di Calcare Massiccio, costituente il nucleo dell'anticlinale; più a nord presentano un rigetto minore ed assumono un andamento NNO-SSE; tale andamento è il medesimo di altre faglie situate presso la Grotta Giusti e alla sommità del Colle, evidenziando quindi un secondo sistema tettonico. Un terzo sistema di faglie presenta andamento approssimativamente N-S; è principalmente evidenziato dalla faglia di Case Pellegrini che ribassa la porzione settentrionale della struttura e che doveva essere attiva nel Giurassico. Gli altri sistemi di faglia nella zona meridionale con direzioni N-S, NNO e SSE indicano una fase compressiva cui probabilmente è dovuto il piegamento dell'intera struttura. Sono stati rilevati inoltre un sistema di faglie ad andamento antiappenninico ed un sistema orientato E-O nella parte settentrionale dell'anticlinale. I sistemi di faglie descritti vanno ad interessare tutte le formazioni ad esclusione della Scaglia Toscana: queste quindi potrebbero avere interessato le formazioni calcaree prima della deposizione della Scaglia Toscana oppure si sono formate in un periodo successivo e non sono visibili nella Scaglia per i

caratteri di plasticità di questa formazione. I fenomeni idrotermali di Grotta Giusti e Grotta Parlanti sono legati alle faglie longitudinali appenniniche, così anche la venuta in affioramento dei travertini.

#### Assetto strutturale della zona nord-est

Nell'area considerata l'assetto attuale delle formazioni rocciose presenti non corrisponde alla successione stratigrafica originale; queste vengono considerate alloctone in vario grado. Più in particolare, vanno considerati i rapporti fra i terreni facenti parte della successione di tipo toscano (nell'area rappresentata dai termini superiori: Scaglia Toscana e Arenaria Macigno) e delle formazioni alloctone liguri di Monte Morello, di Sillano e del Flysch di Ottone. Le formazioni citate, si sarebbero sedimentate in bacini diversi per localizzazione ed età ed avrebbero subito traslazioni verso est-nord est, di età diverse e in tempi diversi. L'Arenaria Macigno che caratterizza la zona di Montevettolini e la porzione più a nord-est e limitrofa alla dorsale del Montalbano, rappresenta parte del fronte della Serie Toscana, sovrascorsa verso est con probabile raddoppio della serie stessa: il nucleo calcareo mesozoico di Monsummano (così come quello di Marliana e Montecatini), potrebbe essere il dorso di una piega rovesciata, l'elevarsi del nucleo sarebbe avvenuto durante la fase di accavallamento della Serie Toscana su se stessa (Miocene Inferiore); invece ad una ripresa più tardiva di movimenti tangenziali è dovuto l'avanscorrimento delle formazioni dell'Alberese e del Sillano soprastante che ha spesso sostituito il Macigno. In più punti ritroviamo infatti i due complessi eocenici direttamente a contatto con la formazione della Scaglia: questo si verifica dalla zona delle Piastrelle sino alla valle del Fiume Nievole lungo l'incisione del torrente Megliore, nella zona di Sasseto, Fornacelle, Casa Porcile e Villa Galeotti; il contatto litologico in queste località, appare chiaramente tettonico, individuabile in campagna nei terreni meno plastici, per lo sconvolgimento e la tettonizzazione mostrati dalle rocce e dalle frequenti breccie di frizione. Gli spessori notevoli e non comuni di Scaglia Toscana rilevati nelle porzioni ovest e sud-est si giustificano come accumulo tettonico avvenuto durante l'avanscorrimento verso nord-est dei complessi superiori, avendo la formazione della Scaglia Toscana un comportamento più plastico della serie calcarea sottostante e del Macigno soprastante. Presso Le Corti, la Scaglia è in continuità stratigrafica col Macigno e con i sottostanti Diaspri e calcari mesozoici, che affiorano, mostrando episodi di forti stiramenti e arricciamenti, lungo la strada che, con pendenze elevate, collega Le Piastrelle con la Grotta Giusti. A est il lungo contatto fra Scaglia e Macigno pare di origine tettonica, per faglia inversa, complicato nella zona di Capanne di Roncone da un sistema di faglie orientate est ovest; gli strati di Scaglia e Macigno, sono rovesciati a sud-ovest. Assai complesso e di difficile interpretazione appare l'assetto strutturale dell'arenaria di Montevettolini, rispetto agli affioramenti calcarei e argilloscistosi della zona centro sud. L'area di principale importanza risulta essere quella di Castel Vecchio, punto d'incontro di importanti strutture tettoniche. Di particolare rilievo risulta la dislocazione orientata NO-SE sull'allineamento Grotta Giusti - Castel Vecchio e che pone in contatto l'arenaria di Montevettolini prima con la Scaglia, quindi con la formazione di Sillano, con i Calcari tipo "Alberese" ed infine con i terreni argilloscistosi. Più a sud-est, presso Madonna della Neve, i materiali argilloscistosi potrebbero essere in giacitura olistostromica; di natura tettonica pare invece il contatto fra l'arenaria e gli argilloscisti presso Frantoio Bardelli, presso Vaiano, Capolodolo e nell'area del Montecatini Golf Club.

#### Geologia e assetto strutturale della zona sud/sud-ovest

La geologia della zona sud del Territorio Comunale di Monsummano Terme è caratterizzata dalla copertura dei depositi neogenici e quaternari di ambiente lacustre e fluviale. Vengono distinti dal basso verso l'alto:

- Depositi alluvionali terrazzati (bna): si tratta di sedimenti di origine fluviale, sabbioso argillosi, con ciottoli deposti in tempi geologicamente recenti (Quaternario).
- Depositi alluvionali attuali e recenti (b): si tratta di un'alternanza di depositi ghiaiosi, sabbiosi, limosi e argillosi, ad andamento lenticolare, con frequenti eteropie laterali. Di particolare interesse risulta il rilievo dell'Uccelliera determinato dall'affioramento di un pacco di strati di arenaria sulla quale si è evoluto un discreto spessore di suolo a tratti ricoperto da lembi di alluvioni antiche e depositi lacustri.
- Depositi di colmata (ea): sono costituiti ghiaie, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica di origine alluvionale. Questi depositi sono caratterizzati da uno spessore ridotto di pochi metri e si estendono lungo tutto il margine sud-est del territorio comunale nella zona limitrofa al Padule di Fucecchio.
- Depositi palustri (e3a): si tratta di depositi alluvionali costituiti da limi, argille e torbe in quantità variabile; si ritrovano in corrispondenza del margine più meridionale del territorio comunale.

### 3.2 Geomorfologia

L'individuazione delle forme del terreno e l'attribuzione di esse ai vari processi morfogenetici è stata effettuata, sempre in occasione della predisposizione dei documenti di supporto agli strumenti urbanistici, mediante la raccolta di tutti i dati esistenti, verificandoli ed aggiornandoli in campagna con la collaborazione dei tecnici dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno. Particolare attenzione è stata posta ad accertare l'effettivo stato di attività dei fenomeni gravitati presenti sul territorio. Questo lavoro ha permesso di costruire un elaborato, rappresentato in scala 1.10.000, che riporta un notevole dettaglio delle forme morfologiche più importanti e significative per la successiva lettura della pericolosità del territorio.

La carta geomorfologica individua e riconosce le varie forme fisiche prodotte dagli agenti morfogenetici naturali (tra i quali inseriamo anche l'attività antropica) come la gravità, lo scorrimento delle acque superficiali, ecc. Questo tipo di rilievo permette di ricostruire il quadro dinamico delle modificazioni del territorio, che avvengono in maniera lenta o veloce a seconda del prevalere delle dinamiche fisiche su quelle indotte dalle attività antropiche. L'analisi presta particolare attenzione al riconoscimento delle forme attive, quiescenti ed inattive; il senso di tale distinzione è evidente in quanto le prime indicano fenomeni in evoluzione che possono costituire condizioni di rischio reale, tali da imporre interventi di messa in sicurezza, mentre le seconde, che si rilevano in contesti dove le cause che le generano sono ancora presenti, possono costituire situazioni di pericolosità potenziale tali da degenerare in occasione di interventi di trasformazione del suolo, quali nuovi insediamenti o variazioni dell'utilizzo del suolo, con conseguente alterazione negativa dell'equilibrio idrogeologico locale.

Lo studio delle caratteristiche geomorfologiche del territorio segue immediatamente quello geologico in quanto l'individuazione delle dinamiche attive e delle forme derivate da eventi passati è indice della maggiore o minore stabilità e/o propensione al dissesto del terreno; la possibilità di verificarsi di determinati fenomeni è legata soprattutto alle caratteristiche litologiche dei terreni e alla pendenza dei versanti.

La legenda utilizzata per il riconoscimento e la descrizione dei fenomeni geomorfologici è stata costruita differenziando le forme dovute prevalentemente alle dinamiche fluviali, per effetto dello scorrimento delle acque superficiali (forme di erosione, forme di accumulo, forme carsiche e termali), alle dinamiche sui versanti, per effetto della gravità (forme di denudazione e forme di accumulo), alle dinamiche antropiche, per effetto dei manufatti e delle modificazioni prodotte dall'attività estrattiva.

### Dinamiche fluviali dovute allo scorrimento delle acque superficiali

Le forme dovute all'erosione delle acque superficiali risultano diffuse su tutti i rilievi e talora sono più o meno estese in base alla litologia, alla pendenza ed alla presenza della copertura vegetazionale.

E' ben evidente, infatti, come lungo il tratto del versante occidentale del Monte Albano che rientra nel territorio comunale la maggior parte dei corsi d'acqua risultino in forte incisione e, in qualche caso, tale azione modellatrice produca uno scalzamento al piede degli accumuli detritici tale da innescare un movimento gravitativo verso il fondovalle.

Nelle zone caratterizzate dalla presenza di corpi detritici con scarsa copertura vegetazionale ed elevata pendenza, è possibile rilevare fenomeni di dilavamento che possono provocare l'asportazione, anche totale, della sottile copertura pedologica ed eluviale. Dove i terreni di copertura risultano più spessi, le acque tendono a raccogliersi formando i primi flussi incanalati e l'erosione si sviluppa lungo gli assi di scorrimento principali formando solchi di approfondimento che, in alcuni casi, possono incidere le formazioni rocciose meno tenaci.

Le forme di accumulo connesse alle acque superficiali sono rappresentate da conoidi alluvionali, per lo più in forma relitta, ancora evidenti per la morfologia rilevata rispetto al fondovalle principale. Le principali si rinvengono a sud di Castel Vecchio e allo sbocco di rami secondari della Forra Bronzuoli.

La presenza sul Colle di Monsummano di estesi affioramenti di rocce calcaree, che coprono circa il 50% della sua superficie, ha permesso ai processi di dissoluzione carsica di avere un ruolo decisivo nel modellamento del rilievo, nonché nello sviluppo di forme particolari. In superficie i fenomeni carsici si manifestano con forme tipiche, anche se nel complesso poco sviluppate, ed esclusivamente di scala medio-piccola. Si tratta per lo più di piccole cavità e solchi di dissoluzione di dimensioni massime raramente superiori a qualche metro.

### Dinamiche sui versanti

Le fenomenologie legate all'azione della gravità risultano sparse sul territorio secondo uno "schema" che trova stretta relazione con l'andamento delle pendenze ed i tipi litologici del substrato geologico. Infatti, i fenomeni legati all'azione della gravità, nel complesso, ovvero quelli attivi, quelli quiescenti e quelli ormai inattivi, pur essendo osservabili estesamente nel territorio collinare, risultano concentrati laddove si verifica la coincidenza di diversi fattori.

Si possono prendere ad esempio le situazioni in cui si ha l'affioramento di materiali prevalentemente argillitici, dove i fenomeni gravitativi si manifestano anche in presenza di pendenze dei versanti piuttosto modeste, le situazioni di forte pendenza in concomitanza con particolari situazioni strutturali o di giacitura degli strati ed infine i versanti che, oltre alle predette situazioni, risentono del continuo scalzamento al piede operato dall'erosione dei corsi d'acqua in fase di approfondimento.

Complessivamente nel territorio di monsummanese, non sono evidenti gravi ed estesi fenomeni franosi in atto (si rilevano occasionali movimenti attivi in impluvi secondari che non interessano aree urbanizzate e fenomeni di piccole dimensioni legati alla viabilità secondaria), per contro, i numerosi accumuli di paleofrane e le estese coperture detritiche costituiscono localmente elementi di instabilità potenziale da ben valutare per la fattibilità di qualsiasi nuovo intervento che potrebbe alterarne l'equilibrio consolidatosi, naturalmente, nel corso del tempo.

In ogni caso, tutte le aree riconosciute come soggette a dissesto gravitativo sono state perimetrate considerando la zona di distacco (nicchia di frana), la zona di scorrimento e la zona di accumulo, visibile e/o ipotizzata, in modo tale da comprendere anche la possibile area di influenza.

### Dinamiche antropiche

Le principali forme di origine antropica osservabili si collocano in due precisi ambienti, sede delle maggiori attività economico-sociali; i versanti più accessibili e la pianura. Lungo i versanti, nelle aree agricole e quelle abbandonate da tale attività (spesso quelle più acclivi interessate da fenomeni di instabilità) sono presenti terrazzamenti artificiali costituiti da ripiani delimitati da muretti a secco o da ciglioni. Questa pratica, avendo bisogno di una continua opera di manutenzione per contrastare la tendenza naturale a ripristinare il profilo originario del terreno, ha determinato situazioni di potenziale instabilità laddove si è verificato l'abbandono dell'agricoltura e/o la trasformazione dell'uso del suolo da agricolo a urbanizzato. Un altro aspetto caratteristico della zona collinare è rappresentato dal Colle di Monsummano; qui sono presenti numerose cave dove, fin dal Medioevo, si estraevano varie tipologie di pietre largamente utilizzate nel campo dell'edilizia. Attualmente l'attività estrattiva risulta dismessa da lungo tempo e le cave si trovano in avanzato stato di abbandono. In queste condizioni, a causa dell'alterazione prodotta dagli agenti atmosferici, si verificano frequenti crolli di blocchi di roccia di varie dimensioni che si staccano dalle ripide scarpate di cava.

In pianura, invece, la necessità di creare le infrastrutture di trasporto e di comunicazione ha prodotto numerosi rilevati costruiti con terreno di riporto. La loro presenza tende ad ostacolare il deflusso naturale delle acque basse determinando dei veri e propri bacini chiusi ove l'acqua tende a ristagnare. Tra i manufatti antropici risultano anche le discariche presenti nella zona sud-ovest del territorio comunale.

## **4 La raccolta dei dati geognostici**

La raccolta dei dati esistenti è consistita nel reperimento, presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico comunale, delle indagini geognostiche realizzate su tutto il territorio a supporto alle pratiche edilizie in un arco temporale compreso tra il 1993 e il 2012 (quelle relative agli anni precedenti erano già disponibili come corredo agli strumenti urbanistici esistenti) e dei pozzi per acqua corredati di descrizione stratigrafica.

E' stata inoltre interrogata la banca dati delle perforazioni profonde e dei pozzi messa a disposizione dall'Istituto ISPRA, rilevando 104 stratigrafie significative per l'intero territorio comunale.

Il totale delle informazioni raccolte ed utilizzate per l'intero territorio comunale è sintetizzato nella tabella seguente.

*Tabella 3 – Dati geognostici e geofisici disponibili per l'intero territorio comunale con individuazione delle prove che hanno raggiunto il substrato*

	<b>tipo indagine</b>	<b>numero indagine</b>	<b>numero substrato</b>
intero territorio comunale	prova penetrometrica statica	294	
	prova penetrometrica dinamica leggera	10	
	prova penetrometrica dinamica pesante	97	
	saggio con scavatore	10	
	saggio manuale	1	
	sondaggio a carotaggio continuo	3	2
	sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni	24	5
	prova scissometrica	1	
	prova sismica in foro tipo Down-Hole	2	
	misura di frequenza HVSR	37	

profilo sismico a rifrazione	32	13
MASW	29	2
pozzo con stratigrafia riportato nel P.R.G. Del 1991	6	4
pozzo con stratigrafia e profondità superiore a 30 m riportato nel database I.S.P.R.A.	104	91

Nella successiva tabella sono riportati, per la sola area di approfondimento dello studio di microzonazione sismica, il numero di indagini geognostiche e geofisiche presenti e di quelle che hanno raggiunto il substrato.

Come si può notare le indagini di gran lunga prevalenti sono di tipo penetrometrico (statiche o dinamiche) che forniscono di per sé una scarsa informazione ai fini della MS.

L'integrazione delle informazioni mediante la realizzazione di misure di microtremore in campagna, ha permesso di arrivare comunque ad un quadro informativo di base adeguato alla predisposizione delle carte MOPS, come testimoniato dalle valutazioni di qualità riportate nel successivo capitolo 7.

*Tabella 4 – Dati geognostici e geofisici disponibili per l'area di approfondimento dello studio di MS, con individuazione di quelli che hanno raggiunto il substrato*

	<b>tipo indagine</b>	<b>numero indagine</b>	<b>numero substrato</b>
area studio di microzonazione sismica	prova penetrometrica statica	294	
	prova penetrometrica dinamica leggera	10	
	prova penetrometrica dinamica pesante	77	
	saggio con scavatore	4	
	sondaggio a carotaggio continuo	3	2
	sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni	24	5
	prova scissometrica	1	
	prova sismica in foro tipo Down-Hole	2	
	misura di frequenza HVSR	37	
	profilo sismico a rifrazione	31	12
	MASW	29	2
	pozzo con stratigrafia riportato nel P.R.G. Del 1991	6	4
	pozzo con stratigrafia e profondità superiore a 30 m riportato nel database I.S.P.R.A.	86	73

Come descritto precedentemente la carta delle "indagini" è stata integrata nella "carta litotecnica e delle indagini" (Tavola G04 nord/sud), prevista nell'ambito del D.P.G.R n.53R/2011. Questo elaborato cartografico, redatto a scala 1:5.000, riporta l'individuazione e la natura delle indagini esistenti, integrandole con nuove indagini di microtremore a stazione singola (HVSR) effettuate specificatamente.

Le informazioni relative alle indagini sono state utilizzate per la verifica di qualità prevista dalla "procedura semiquantitativa" delle Specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica allegate alla Del.GRT.n.971/2013, come meglio dettagliato nel successivo capitolo dedicato alla carta delle MOPS Tavv.G10 nord/sud.

## **5 La Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica (Tav.G09)**

La cartografia di base geologico-tecnica per la microzonazione sismica, prevista per giungere alla definizione della carta MOPS, è stata elaborata in scala 1:10.000 e comprende tutto il territorio comunale.

È stata prodotta integrando, a scala di dettaglio, le cartografie geologiche, geomorfologiche e litotecniche prodotte per lo studio di supporto al Piano Strutturale unitamente a tutti i dati litologici, stratigrafici e litotecnici acquisiti con la raccolta dati (per i dettagli descrittivi degli elaborati di Piano si rimanda alla specifica relazione illustrativa dello studio geologico).

Particolare cura è stata rivolta ad individuare, anche attraverso rilevamenti di controllo in loco, la delimitazione dei depositi di copertura (con riferimento a quelli con spessore maggiore di 3 metri) e la ricostruzione delle forme geomorfologiche (in particolare dei fenomeni gravitativi di versante e delle aree instabili) nonché nella individuazione del substrato roccioso.

La carta è corredata da sette sezioni geologico-tecniche (Tav.G09.1) orientate sia trasversalmente che longitudinalmente rispetto ai principali elementi geologico-strutturali dell'area, al fine di permettere una migliore descrizione e una più immediata comprensione del modello geologico di sottosuolo. **Tale modello prevede anche l'esistenza di una serie di probabili faglie dirette con andamento NO-SE che dislocano il substrato rigido secondo una morfologia a "gradoni".**

La legenda delle carte, studiata in prospettiva sismica, prevede l'accorpamento delle informazioni sia geologico formazionali che litologiche in unità che presentano una risposta analoga alla sollecitazione sismica; pertanto le informazioni risultano sintetizzate ed il numero di "tipi" geologico-tecnici è ridotto rispetto alle carte descrittive geologiche s.l. o esplicative delle modalità di comportamento geomeccanico legate alla litologia anche a scala ridotta.

In particolare le informazioni sul substrato geologico sono state raccolte in quattro tipologie:

- *substrato lapideo* [LP substrato geologico non rigido della legenda ICMS 2008 versione 2.0] – è rappresentato dal Calcere Massiccio che affiora sul Colle di Monsummano caratterizzato da una risposta alla sollecitazione sismica di tipo rigido ( $V_s > 800$  m/s);
- *flysch calcarei e arenacei, con alternanza di litotipi, stratificati* [ALS della legenda ICMS 2008 versione 2.0] che comprende tutte le formazioni francamente lapidee e che quindi presentano una risposta alla sollecitazione sismica di tipo sostanzialmente rigido, quali Calcere Selcifero della Val di Lima, Calcere Selcifero di Limano, Calcari ad Angulati, Flysch di Ottone, Formazione di M. Morello, Formazione del Macigno, Marne a Posidonia, Rosso Ammonitico e Scaglia Toscana;
- *substrato non rigido* [NR della legenda ICMS 2008 versione 2.0] – raccoglie le formazioni con litologie che presentano un comportamento "plastico" alla scala della sollecitazione sismica e che quindi possono non rappresentare un substrato sismico in termini di velocità delle onde S ( $V_s$ ) come la Formazione di Sillano (in zona generalmente molto fratturata e tettonizzata).
- *Granulare cementato, stratificato* [GRS della legenda ICMS 2008 versione 2.0] – in questa categoria sono stati inseriti i travertini ed i calcari continentali costituiti da depositi di origine chimica a struttura vacuolare con spessori non superiori a 10,0 m e  $V_s$  generalmente inferiore a 800 m/s.

Per quanto riguarda le coperture, le informazioni di carattere geologico-tecnico hanno permesso di considerarle omogenee, sempre alla scala del sisma (cioè dove gli spessori di orizzonti a differente valori di rigidità e di impedenza sismica assumono significatività se superiori ai 5-10 metri e con continuità areale estesa). In particolare:

- dove si rilevano depositi alluvionali attuali e recenti, le coperture sono state attribuite mediamente alle *ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla* [GC1c] della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.; infatti si tratta di depositi granulometricamente molto variabili, connessi ad ambienti deposizionali che hanno visto nel tempo rapide variazioni di competenza delle correnti fluide di trasporto dei sedimenti. I depositi generatisi presentano

quindi una elevata variabilità sia verticale che orizzontale delle dimensioni granulometriche e delle tessiture che comunque alla scala della sollecitazione sismica possono essere ritenuti omogenei (come confermato anche dalle misure di microtremore che non mostrano picchi intermedi nel corpo sedimentario di copertura).

- per la zona sud-ovest del territorio comunale limitrofa al Padule di Fucecchio, le coperture sono costituite dai depositi di colmata attribuibili alle *ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo [GMes]* della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.; infatti si tratta di ghiaie, sabbie e limi di composizione generalmente poligenica di origine alluvionale.
- in corrispondenza dell'estremo più meridionale del territorio comunale, si individua un modesto areale in cui sono presenti i depositi di origine palustre costituiti da limi, argille e torbe in quantità variabile; questi terreni sono stati assimilati alle *torbe ed altre terre fortemente organiche [PTlc]* della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i..
- I depositi eluviali, concentrati nelle zone sommitali del versante del Monte Albano, sono costituiti da materiali a granulometria fine, tipo limi e sabbie, con rari frammenti litoidi grossolani. Si sono originati dall'alterazione e dalla dissoluzione chimica delle formazioni litoidi che sciogliendosi hanno subito un trasporto lungo il versante ed una rideposizione in zone poco acclivi. In questo elaborato vengono assimilati alle *sabbie limose, miscela di sabbia e limo [SMec]* della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i..
- Il detrito di versante è stato attribuito mediamente alle *ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo [GMfd]* della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.; si tratta di depositi granulometricamente molto eterogenei costituiti da frammenti litoidi di varie dimensioni e natura, prodotti dall'alterazione del substrato, caratterizzati generalmente da una matrice limosa-sabbiosa. Questi depositi, alla scala della sollecitazione sismica, possono essere ritenuti omogenei (come confermato anche dalle misure di microtremore che non mostrano picchi intermedi tra il piano di campagna ed il substrato litoide sottostante). In generale la maggior parte dei corpi detritici individuati sono caratterizzati da uno spessore che varia tra 3,0 m e 10,0 m tranne alcuni casi, localizzati nella lungo il versante sud-ovest del Colle di Monsummano, dove posso raggiungere uno spessore anche superiore a 30,0 m.
- I terreni di riporto sono stati attribuiti ai *terreni contenti resti di attività antropiche, terreni di riporto e rilevati [RI]* della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.. Questi terreni sono riportati in carta esclusivamente in corrispondenza della Cava Grande sul Colle di Monsummano poiché si ritiene che solo qui raggiungano uno spessore significativo superiore a 3,0 m.

## 6 Le prove HVSR

Come già ricordato, la normativa della Regione Toscana prescrive già al livello 1 della MS la elaborazione di misure di microtremore a stazione singola; infatti questi rilievi strumentali in campagna permettono di ottenere, già a questa scala di approfondimento, dati quali-quantitativi per l'individuazione di possibili fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica e una misura della frequenza fondamentale di vibrazione dei depositi (che costituisce una indicazione di particolare importanza per la valutazioni di possibili fenomeni di risonanza dei manufatti e quindi della necessità di assumere particolari accorgimenti progettuali o escludere particolari tipologie costruttive in zone particolari).

La campagna di misure strumentali è stata realizzata distribuendo i punti di indagine in modo uniforme, tenendo conto della distribuzione di tutte le indagini geognostiche disponibili e delle condizioni di pericolosità geologica del sito.

## 6.1 Brevi cenni sulla tecnica HVSR

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) è basata sulla misura dei rapporti medi fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticali del rumore sismico ambientale misurato nelle tre direzioni ortogonali del moto. Le *frequenze di risonanza naturali* corrispondono ai massimi della curva dei rapporti spettrali in funzione della frequenza. L'ampiezza di questi massimi è qualitativamente proporzionale all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura.

Considerazioni quali-quantitative, derivanti da valori mediamente osservati, permettono di poter assumere che la frequenza di risonanza  $f_0$  di una copertura sedimentaria di spessore  $H$  sovrapposta a un basamento rigido e in condizioni di stratificazione piana è data dal rapporto fra la velocità media delle onde S nel sedimento ( $V_s$ ) e 4 volte lo spessore  $H$ , (cioè  $f_0 = V_s/4H$ ); è quindi possibile risalire dalla frequenza di risonanza misurata all'ordine di grandezza dello spessore  $H$  della copertura una volta nota la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) o, viceversa, a quest'ultima se lo spessore  $H$  è noto.

La misura della funzione H/V richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un singolo punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti, allo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato da una molteplicità di sorgenti dalle diverse direzioni dello spazio. La misura viene effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tri-direzionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti sono quindi analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sul piano orizzontale e verticale.

Sono anche stati sviluppati specifici test statistici per valutare l'adeguatezza delle condizioni sperimentali alle richieste del metodo (Sesame, 2002) ai quali si aggiungono ulteriori criteri "fisici" (D.Albarello e S.Castellaro: *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola* – Ingegneria Sismica n.2/2011) per giungere ad una classificazione delle misure utile a fornire una indicazione immediata circa la qualità della singola misura H/V effettuata, con lo scopo di aiutare gli operatori nella fase interpretativa e nel confronto con altri dati osservati. Tale classificazione costituisce non tanto un elemento per scartare misure che non raggiungono requisiti ritenuti adeguati, quanto un "warning" per avvisare l'operatore sulla necessità di approfondire, attraverso correlazioni con altre misure (sia dirette sia indirette) e una visione di area più ampia, il risultato della singola prova.

L'interpretazione delle curve H/V risulta agevole in condizioni di stratificazione piano parallela e in presenza di contrasti di impedenza significativi alla base dello strato sedimentario. Il progressivo allontanamento da queste condizioni rende sempre più problematico l'utilizzo dei dati H/V per caratterizzare il sottosuolo a partire da *modelli interpretativi semplici* (da cui l'ausilio dei "warning" della classificazione di qualità delle misure); pertanto entrano in gioco *criteri interpretativi* che cercano di mettere a sistema tutte le informazioni geologiche dirette ed indirette disponibili per lo specifico luogo in esame.

Le misure HVSR ai fini della MS di livello 1 si prestano a due ordini di interpretazioni:

- *qualitativo* – l'insieme dei dati ottenuti permette di identificare le aree dove esistono fenomeni di risonanza sismica nel campo delle frequenze di interesse ingegneristico (0.5-10 Hz – cioè il range di frequenze di risonanza di edifici e manufatti);
- *semi-qualitativo* – alle misure sono associate stime grossolane sia dello spessore delle coperture responsabili del fenomeno della risonanza, sia dell'entità del contrasto di impedenza responsabile degli effetti osservati; questo tipo di risultato non sostituisce un'analisi di dettaglio, ma ha lo scopo (sotto stretto controllo geologico) di fornire indicazioni preliminari sulla struttura di sottosuolo e dare indicazioni per orientare le indagini successive di approfondimento.

Tabella 5 – Abachi preliminari per una stima semi-qualitativa dello spessore coperture (a) e dell'entità del contrasto sismico (b)

$f_0$ (Hz)	$h$ (m)	
< 1	> 100	Centinaia di metri
1 – 2	50 – 100	
2 – 3	30 – 50	
3 – 5	20 – 30	Decine di metri
5 – 8	10 – 20	
8 – 20	5 – 10	
> 20	< 5	Qualche metro

a)

H/V >3 Alto contrasto
2<H/V<3 Basso Contrasto

b)

## 6.2 Attrezzatura

Per l'effettuazione delle prove HVSR eseguite per questo studio si è utilizzato uno strumento con le seguenti caratteristiche:

- Sismografo SR04S3 GeoBox della ditta Sara Electronic Instruments di Perugia, equipaggiato con tre velocimetri con frequenza 4,5Hz.
- Alimentazione: 10-16Vdc o da batteria interna < 1W
- Numero canali: 3 a 24 bit ( $\Sigma\Delta$ )
- Range dinamico: 124dB (144dB, 24 bit effettivi [enob], fra 0.1 e 10Hz)
- Campionamento: simultaneo sui tre canali
- Sampling rates: da 10-600 Hz
- Real Time Clock: +/-10ppm (-20/+50°C)
- Precisione rispetto a UTC: <50 $\mu$ s
- Formato dati: protocollo binario SADC20HS
- Velocità: 115200 baud

### 6.3 Elaborazione

Le elaborazioni delle registrazioni effettuate sono state eseguite con il software Geopsy 2.9.0 (software "open source" sviluppato e mantenuto da un team nato con il progetto internazionale Sesame e coordinato da Marc Wathelet).

Per la verifica della rispondenza ai criteri statistici definiti dal progetto Sesame in merito alla affidabilità della registrazione, opportunamente completati con i criteri definiti da Albarello-Castellaro 2011, viene utilizzato uno specifico foglio di calcolo le cui uscite sono riportate nelle schede relative a ciascuna misura effettuata (in Appendice).

L'elaborazione dei dati prevede che per ciascuna misura vengano individuati i picchi di H/V significativi da analizzare singolarmente per rilevarne la significatività anche in chiave di qualità della misura.

Le schede di output di ciascuna misura riportano le informazioni "di campagna" del sito oggetto di indagine (fig.1a, redatta sulla base degli standard proposti nel progetto Sesame), le principali assunzioni adottate per l'analisi delle registrazioni e quindi i risultati "grafici" dell'elaborazione (fig.1b) e la verifica del soddisfacimento dei criteri per giungere all'attribuzione della classe di qualità della misura e ai valori qualitativi su profondità del substrato e contrasto di impedenza (fig.1c, elaborati secondo i criteri Sesame, i criteri aggiuntivi Albarello-Castellaro e sulla base degli abachi preliminari di Tabella 5).

In accordo con i tecnici della Regione Toscana del Coordinamento regionale prevenzione sismica, dai criteri statistici proposti dal progetto Sesame è stato escluso il "V C" in quanto probabilmente formulato in maniera non corretta (le schede di output comunque riportano il calcolo di tale parametro, anche se non è tenuto in conto per la definizione della classe di qualità della misura).

Là dove siano presenti più picchi in un'unica registrazione, l'elaborazione prevede una prima scansione della registrazione su tutto il range di frequenze significative comprese fra 0.2 Hz e 50 Hz (sempre allegata al fine di rendersi conto della forma del grafico H/V), quindi una successiva scansione con range di frequenze campionate più ristretto (intorno al picco relativo) per evidenziare le caratteristiche dello specifico picco di interesse e valutare la qualità della misura in quello specifico range.

Figura 1 – schede di output dell'elaborazione misure HVSR

**MONSUMMANO - prova 3**

località: <b>MONSUMMANO</b>	data: <b>21/11/2012</b>	ora: <b>11:02:10</b>																														
operatore: <b>Mantovani</b>																																
latitudine: <b>43,87909N</b>	longitudine: <b>10,80786E</b>	quota s.l.m.: <b>24.5 m</b>																														
nome stazione: <b>prova 3</b>	orientamento strumento rispetto al Nord: <b>asse Y a 0°</b>																															
tipo stazione: <b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori: <b>velocimetri 4,5 Hz</b>																															
nome file: <b>MT_20121121_110210.SAF</b>																																
gain:	freq campion [Hz]: <b>100</b>	durata rec. [mm:ss]: <b>30.00</b>																														
condizioni meteo	VENTO <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole (5m/s) <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	Misurato: _____																														
	PIOGGIA <input checked="" type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> forte	Misurato: _____																														
	temperatura ("C approx) <b>15°</b>	Note: _____																														
natura terreno appoggio	<input checked="" type="checkbox"/> terra <input type="checkbox"/> dura <input type="checkbox"/> ghiaia <input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> roccia <input checked="" type="checkbox"/> erba <input checked="" type="checkbox"/> bassa <input type="checkbox"/> alta																															
	<input type="checkbox"/> asfalto <input type="checkbox"/> cemento <input type="checkbox"/> calcestruzzo <input type="checkbox"/> pavimentato <input type="checkbox"/> altro																															
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto <input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: <b>privo d'erba</b>																														
accoppiamento artificiale al suolo:	<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si, tipologia: _____																															
densità edifici:	<input type="checkbox"/> nessuno <input type="checkbox"/> dispersi <input checked="" type="checkbox"/> addensati <input type="checkbox"/> altro, tipologia: _____																															
transienti:	<table border="1"> <tr> <th></th> <th>nessuno</th> <th>pochi</th> <th>moderati</th> <th>molto densi</th> <th>distanza (m)</th> </tr> <tr> <td>automobili</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>camion</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedoni</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>altro</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		nessuno	pochi	moderati	molto densi	distanza (m)	automobili	<input checked="" type="checkbox"/>				2	camion	<input checked="" type="checkbox"/>					pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>				1	altro						<b>fonti di rumore monocromatico</b> (fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.): <input type="checkbox"/> no <input checked="" type="checkbox"/> si, tipologia: pompe sommerse, F. Nievole
	nessuno	pochi	moderati	molto densi	distanza (m)																											
automobili	<input checked="" type="checkbox"/>				2																											
camion	<input checked="" type="checkbox"/>																															
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>				1																											
altro																																
	<b>strutture nelle vicinanze:</b> (descrizione, altezza, distanza) - alberi H=5-7 m dist = 3 m - edifici H = 7 m dist = 10-15 m																															



**MONSUMMANO - prova 3**

Inizio registrazione [data ora]: **21/11/2012 11:02:10**

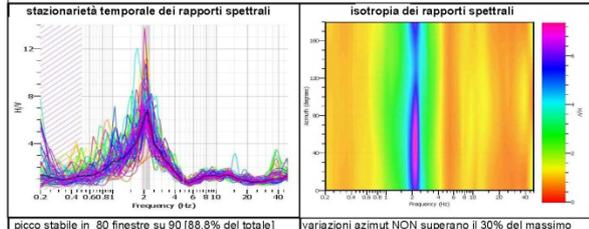
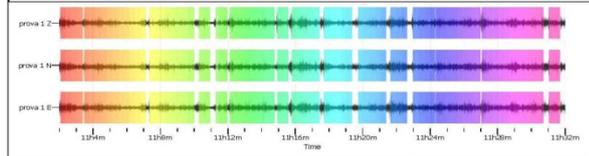
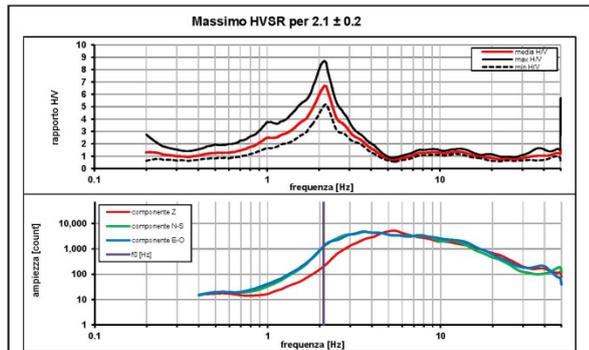
Lunghezza della registrazione [s]: **1800**      Lunghezza tot. finestre analizzate [s]: **1600**

Frequenza campionamento [Hz]: **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

Modalità smoothing: **triangolare proporzionale**      costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**      larghezza taper [%]: **5**



**MONSUMMANO - prova 3**

CRITERI PROGETTO SESAME																											
Criteri per una curva HVSR affidabile [R] (devono essere soddisfatti tutti)																											
i R	$f_0 > 10 / L_w$	2.11	> 0.50 ok																								
ii R	$n_s(f_0) > 200$	3372	> 200 ok																								
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su 251 punti ok																								
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 0.5\text{Hz}$	0	ok																								
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] (è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti)																											
i C	esiste $f^*$ in $[f_0/4, f_0]   A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$	1.439	Hz ok																								
ii C	esiste $f^*$ in $[4f_0, 4f_0]   A_{HV}(f^*) < A_0 / 2$	2.919	Hz ok																								
iii C	$A_0 > 2$	6.55	> 2 ok																								
iv C	$f_{peak}[A_{HV}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.039	< 0.05 ok																								
v C	$\sigma_f < 2(f_0)$	0.20467	< 0.10538 no																								
vi C	$\sigma_A(f_0) < 0(f_0)$	1.300	< 1.58 ok																								
$L_w$	larghezza della finestra [s]		<b>20</b>																								
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]		<b>80</b>																								
$n_s$	$n_s = L_w n_w f_0$ numero di cicli significativi [num]		<b>3372</b>																								
$f_0$	frequenza di picco HV [Hz]		<b>2.11</b>																								
$f$	frequenza																										
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di HV [Hz]		<b>± 0.2</b>																								
$\sigma(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \sigma(f_0)$ - vedi tabella sotto		<b>0.11</b>																								
$A_0$	ampiezza del picco HV alla frequenza $f_0$		<b>6.55</b>																								
$A_{HV}(f)$	ampiezza della curva HV alla frequenza $f$																										
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{HV}(f^-) < A_0/2$																										
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{HV}(f^+) < A_0/2$																										
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$		<b>± 1.3</b>																								
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{HV}(f)$																										
$\sigma_{logHV}(f)$	deviazione standard della curva log $A_{HV}(f)$																										
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto		<b>1.58</b>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Freq. range [Hz]</th> <th>&lt; 0.2</th> <th>0.2 - 0.5</th> <th>0.5 - 1.0</th> <th>1.0 - 2.0</th> <th>&gt; 2.0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\sigma(f_0)</math> [Hz]</td> <td><math>0.25f_0</math></td> <td><math>0.2f_0</math></td> <td><math>0.15f_0</math></td> <td><math>0.10f_0</math></td> <td><math>0.05f_0</math></td> </tr> <tr> <td><math>\theta(f_0)</math> for <math>\sigma_A(f_0)</math></td> <td>3</td> <td>2.5</td> <td>2</td> <td>1.78</td> <td>1.58</td> </tr> <tr> <td>Log <math>\theta(f_0)</math> for <math>\sigma_{logHV}(f_0)</math></td> <td>0.48</td> <td>0.4</td> <td>0.3</td> <td>0.25</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table>				Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0	$\sigma(f_0)$ [Hz]	$0.25f_0$	$0.2f_0$	$0.15f_0$	$0.10f_0$	$0.05f_0$	$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58	Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logHV}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0																						
$\sigma(f_0)$ [Hz]	$0.25f_0$	$0.2f_0$	$0.15f_0$	$0.10f_0$	$0.05f_0$																						
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58																						
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{logHV}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2																						

[specifiche da Guidelines for the implementation of the HV spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12. 2005.]

**ULTERIORI CRITERI DeL.GRT n.261/2011**  
(vedi D. Albarello et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok	<b>CLASSE A</b> <b>SOTTOCLASSE Tipo 1</b>
2. Isotropia	ok	
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok	
4. Plausibilità fisica	ok	
5. Robustezza statistica (*)	ok	
6. Durata	ok	
Valutazioni qualitative		
prof. contrasto: 30-50 m		
[decine di metri]		
contrasto: ALTO		

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

## 6.4 Monografie misure HVSR

In questo paragrafo si discutono sinteticamente gli aspetti significativi, le considerazioni e le valutazioni che emergono dall'esame delle misure effettuate nell'area interessata dall'indagine di MS.

La visione d'insieme dell'area in esame permette di inquadrare correttamente ciascuna singola misura nel contesto più ampio e quindi con il contributo di una interpretazione svolta su più punti e con più riferimenti connessi alle stratigrafie da indagini dirette disponibili.

Le considerazioni sono di carattere "stratigrafico", inquadrando le risposte delle prove con le conoscenze geologiche disponibili (individuazione di modeste coperture e zone di detensionamento superficiale per alterazione), ma divengono sostanziali, dal punto di vista "ingegneristico", là dove i picchi di risonanza rientrano nel range di frequenze di vibrazione di edifici e manufatti (0.5-10 Hz) per le implicazioni dirette che possono avere con fenomeni di risonanza delle strutture.

prova 1: misura di classe B2 (affidabile considerando il contesto), massimo risonante evidente intorno a 12.06 Hz con contrasto di impedenza basso ( $A_0=2.61$ ); in accordo con le evidenze di superficie e dei dati diretti disponibili, la modesta "copertura", dell'ordine dei 5-10 metri, può essere riconducibile ai depositi alluvionali attuali e recenti posti al di sopra del substrato litoide costituito dalla Formazione di Sillano.

prova 2: misura di classe B2 (affidabile considerando il contesto), massimo risonante evidente intorno a 17.72 Hz con contrasto di impedenza basso ( $A_0=2.13$ ); in accordo con le evidenze di superficie, la modesta "copertura", dell'ordine dei 5-10 metri, può essere riconducibile ai terreni di origine colluviale/detritica posti al di sopra del substrato litoide costituito dalla Scaglia Toscana.

prova 3: misura affidabile (classe A1) massimo risonante evidente intorno a 2.11 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=6.55$ ); in accordo con i risultati di indagini dirette, la prova appare confermare e ben rappresentare la presenza nell'area di una copertura sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari a più alte frequenze), di spessore compreso tra 30 e 50 m, che poggia su di un substrato rigido. Le condizioni di prova appaiono quelle ideali di giacitura sub orizzontale ed alto contrasto di impedenza.

prova 4: misura affidabile (classe A1), massimo risonante intorno a 2.81 Hz con contrasto di impedenza molto alto ( $A_0=6.67$ ); come nel caso della prova 3, la misura evidenzia la presenza di una copertura omogenea, di spessore compreso tra 30 e 50 m, posta al di sopra del substrato rigido.

prova 5: misura affidabile, massimo risonante evidente intorno a 28.25 Hz (classe A1) con contrasto di impedenza alto ( $A_0=3.33$ ); la registrazione evidenzia un picco significativo anche a più basse frequenze intorno 7.33 Hz (classe A1) con un basso contrasto d'impedenza ( $A_0=2.82$ ). La prova è stata effettuata sull'esteso corpo di detrito di versante posto ai piedi del versante di sud-ovest del Colle di Monsummano. Sulla base delle evidenze geologiche e dai risultati di indagini dirette si ritiene plausibile che il picco a 28.25 Hz individui il passaggio, posto a circa 5 m di profondità, tra la porzione più superficiale del detrito di versante costituito da frammenti litoidi di piccole-medie dimensioni in una matrice coesiva e la porzione più profonda costituita da frammenti litoidi anche di notevoli dimensioni in scarsa matrice coesiva e caratterizzati da un elevato grado di addensamento. Il picco a più bassa frequenza può essere riconducibile al passaggio litologico, posto ad una profondità compresa tra 10 e 20 m, tra la copertura

detritica di versante ed il sottostante substrato litoide (bedrock sismico) probabilmente rappresentato dal Calcare Massiccio.

- prova 6: misura affidabile (classe A1), massimo risonante ben evidente intorno a 1.73 Hz con un alto contrasto d'impedenza ( $A_0=6.03$ ); la misura evidenzia la presenza di una copertura omogenea costituita da depositi alluvionali, di spessore compreso tra 50 e 100 m, posta al di sopra del substrato rigido.
- prove 7: misura affidabile (classe A1), massimo risonante evidente intorno a 6.42 Hz con un alto contrasto d'impedenza ( $A_0=3.88$ ); in accordo con le evidenze geologiche e con i risultati di indagini dirette presenti nelle vicinanze, il picco individuato può essere riconducibile al passaggio, posto a profondità compresa tra 10 m e 20 m, tra la copertura di detrito di versante ed il substrato rigido.
- prova 8: misura di classe C (affidabile considerando il contesto), con massimo risonante intorno a 2.39 Hz con basso contrasto d'impedenza ( $A_0=2.5$ ), da considerarsi piatta perché la misura è stata eseguita su bedrock sismico affiorante (Calcare Selcifero di Limano); il picco individuato risulta molto direzionale perché la misura ha probabilmente risentito degli affetti di amplificazione stratigrafici essendo stata effettuata in corrispondenza della cima del Colle di Monsummano.
- prova 9: misura di classe B2 (affidabile considerando il contesto), massimo risonante intorno a 21.45 Hz con contrasto di impedenza basso ( $A_0=2.46$ ); non disponendo di indagini dirette nelle immediate vicinanze si suppone che il picco individuato possa corrispondere, data la ridotta profondità a cui viene individuato (<5 m) ed il basso contrasto d'impedenza che lo caratterizza, all'interfaccia tra i depositi colluviali più superficiali ed il detrito di versante sottostante.
- prova 10: misura affidabile (classe A1), con picco risonante ben evidente intorno a 3.38 Hz con un alto contrasto d'impedenza ( $A_0=4.33$ ); la misura evidenzia la presenza di una copertura omogenea costituita da depositi alluvionali, di spessore compreso tra 20 e 30 m, posta al di sopra del substrato rigido.
- prova 11: misura affidabile (classe A1), con picco risonante ben evidente intorno a 0.63 Hz con un alto contrasto d'impedenza ( $A_0=4.64$ ); come per la prova 10 la misura evidenzia la presenza di una copertura omogenea costituita da depositi alluvionali, di spessore superiore a 100 m, posta al di sopra del substrato rigido.
- prova 12: misura sostanzialmente "piatta" (classe C) affidabile considerando il contesto; conferma la presenza di roccia sub-affiorante della Scaglia Toscana e la presenza locale di modestissime coltri di terreno vegetale/colluvium.
- prove 13: misura di classe B2 (affidabile considerando il contesto), massimo risonante intorno a 10.85 Hz con contrasto di impedenza basso ( $A_0=2.21$ ); in accordo con i risultati di indagini dirette eseguite nelle immediate vicinanze, la prova appare confermare la presenza nell'area di una copertura sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari), di spessore compreso tra 5 m e 10 m, che poggia sul substrato litoide rappresentato dai calcari e calcari marnosi della Formazione di M. Morello.
- prove 14: misura di classe B2 (affidabile considerando il contesto), massimo risonante intorno a 27.6 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=3.85$ ); in accordo con i risultati di indagini geognostiche eseguite nelle immediate vicinanze, la prova appare confermare la presenza nell'area di una ridotta copertura di depositi alluvionali, di spessore inferiore a 5,0 m, che poggia sul substrato litoide rappresentato dai calcari e calcari marnosi della Formazione di M. Morello. La misura individua anche un picco secondario (classe C)

intorno a 15 Hz con un basso contrasto d'impedenza ( $A_0=2.99$ ) ma caratterizzato da una marcata direzionalità del segnale; per questo motivo si ritiene che il picco sia poco significativo al fine dell'interpretazione stratigrafica.

prove 15: misura affidabile (classe A1), con picco risonante ben evidente intorno a 14.86 Hz con un alto contrasto d'impedenza ( $A_0=4.69$ ); la misura evidenzia la presenza di una copertura omogenea costituita da depositi alluvionali, di spessore compreso tra 5 e 10 m, posta al di sopra del substrato rigido che presumibilmente può essere rappresentato dai calcari appartenenti alla Formazione del M. Morello.

prove 16: misura affidabile (classe A1) massimo risonante evidente intorno a 0.81 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=3.6$ ); la prova evidenzia la presenza nell'area di una copertura sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari) di depositi alluvionali, di spessore superiore a 100 m, che poggia su di un substrato rigido.

prova 17: misura affidabile (classe A1) massimo risonante evidente intorno a 0.46 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=3.93$ ); come la prova 16 la misura evidenzia la presenza nell'area di una copertura sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari) di depositi alluvionali, di spessore superiore a 100 m, che poggia su di un substrato rigido.

prova 18: misura sostanzialmente "piatta" (classe C affidabile considerando il contesto), rileva un massimo risonante in corrispondenza di 18.34 Hz con un basso contrasto d'impedenza ( $A_0=2.69$ ); la misura conferma la presenza di roccia sub-affiorante appartenente al Flysch Ottone e la presenza locale di una modestissima coltre di terreno vegetale/colluvium.

prova 20: misura sostanzialmente "piatta" (classe C affidabile considerando il contesto) non si rilevano picchi significativi; la prova conferma la presenza di roccia sub-affiorante riconducibile alla Formazione di Sillano e le evidenze di superficie rilevano la presenza locale di una modestissima coltre di terreno detritico/colluvium.

prove 21: misura di classe B2 (affidabile considerando il contesto), massimo risonante a basse frequenze intorno a 0.75 Hz con contrasto di impedenza basso ( $A_0=2.53$ ); i risultati della prova mostrano una buona corrispondenza con quelli della prova 16 e 25, confermando la presenza nell'area di una copertura sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari) di depositi alluvionali, caratterizzati da uno spessore superiore a 100 m, che poggia su di un substrato rigido.

prova 22: misura affidabile (classe A1), massimo risonante evidente intorno a 8.05 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=3.79$ ); la prova rileva la presenza di una copertura detritica/colluviale sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari), di spessore compreso tra 5 e 10 m, che poggia su di un substrato rigido rappresentato dalle arenarie della Formazione del Macigno.

prova 23: misura affidabile (classe A1), massimo risonante evidente intorno a 1.07 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=3.25$ ); la prova rileva la presenza di una copertura di depositi alluvionali sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari), di spessore compreso tra 50 e 100 m, che poggia su di un substrato rigido rappresentato presumibilmente dalle arenarie della Formazione del Macigno.

prove 24, 25, 26 e 29: misure affidabili (classe A1), massimi risonanti ben evidenti a basse frequenze tra 0.37 e 0.65 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=3.62/3.83/4.45/4.24$ ); le prove rilevano la presenza di una copertura di depositi alluvionali sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari rilevanti a più alte frequenze), di spessore superiore a 100 m, che poggia su di un substrato rigido.

prova 30: misura di classe B2 (affidabile considerando il contesto), massimo risonante intorno a 30.5 Hz con contrasto di impedenza basso ( $A_0=2.07$ ); la prova conferma le evidenze di superficie rilevando la presenza di una ridottissima copertura detritica/colluviale che poggia sul substrato litoide rappresentato dalla Formazione di Sillano.

prova 32: misura affidabile (classe A1), massimo risonante ben evidente a basse frequenze intorno a 0.7 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=3.39$ ); utilizzando le stratigrafie di alcuni pozzi riportati nel database ISPRA è stato possibile ricostruire una successione stratigrafica caratterizzata da una copertura di depositi alluvionali posti al di sopra del substrato litoide costituito, per i primi 50 m circa, dalla Formazione di Sillano e poi dalle arenarie delle Formazione del Macigno. Sulla base di queste informazioni e della profondità del contrasto misurato, è possibile interpretare il picco come il passaggio, posto a profondità superiore a 100 m, dalla Formazione di Sillano alla Formazione del Macigno sottostante. La misura non è riuscita a rilevare il passaggio tra la copertura di depositi alluvionali e la Formazione di Sillano poiché si ritiene che questo avvenga, a tali profondità, in maniera graduale senza un netto incremento del gradiente di rigidità.

prova 33: misura affidabile (classe A1), massimo risonante ben evidente a basse frequenza intorno a 0.43 Hz con contrasto d'impedenza alto ( $A_0=5.89$ ); la prova rileva la presenza di una copertura di depositi alluvionali sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari a più alte frequenze), con spessore superiore a 100 m, che poggia su di un substrato rigido.

prove 34: misura di classe B1 (affidabile considerando il contesto), massimo risonante ben evidente a basse frequenze intorno a 0.65 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=5.89$ ); il picco individuato può essere riconducibile, data la profondità del contrasto  $>100$  m, al sovrascorrimento della Formazione di Sillano sulla Formazione del Macigno ben evidente a circa 300 m di distanza in direzione sud-est rispetto al punto di misura. La prova risulta caratterizzata da una marcata direzionalità del segnale che può essere dovuta all'effetto 2D connesso alla morfologia della superficie di sovrascorrimento.

prova 35: misura di classe B1 (affidabile considerando il contesto), massimo risonante intorno a 0.65 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=5.28$ ); in accordo con le indagini dirette disponibili la prova conferma la presenza nell'area di una copertura sostanzialmente omogenea (non sono presenti picchi secondari a frequenze più alte) di depositi alluvionali, caratterizzati da uno spessore superiore a 100 m, che poggia sul substrato litoide rappresentato dalla Formazione di Sillano.

prove 36 e 37: misure di classe C caratterizzate da una marcata direzionalità non riconducibile ad un disturbo di carattere antropico (affidabile considerando il contesto), massimo risonante compreso tra 0.51 e 0.8 Hz con contrasto di impedenza alto ( $A_0=7.66/3.61$ ); come per la prova 32 ed in accordo con dei dati diretti disponibili, si ritiene che i picchi individuati possano essere interpretati, data anche le profondità del contrasto, come il passaggio tra la Formazione di Sillano e quella del Macigno sottostante.

considerazioni conclusive: per quanto riguarda i rilievi presenti nella zona di nord-est dell'area indagata, le misure effettuate confermano la presenza di un bedrock affiorante o sub affiorante, con spessori di coltre di alterazione che localmente possono raggiungere valori massimi di qualche metro, come confermato anche dagli scarsi dati delle indagini geognostiche presenti nell'area; non risultano presenti effetti di amplificazione significativi dovuti agli orizzonti di alterazione.

Relativamente al Colle di Monsummano è stato possibile verificare, sia attraverso le misure di frequenza effettuate che dalle indagini geognostiche disponibili, che l'estesa coltre di detrito di

versante posta ai piedi del versante sud-ovest è caratterizzata da spessori che variano da pochi metri nella zona di monte ad alcune decine di metri nella zona di valle. In queste condizioni è possibile prevedere fenomeni di amplificazione nelle coperture che possono assumere una valenza significativa anche in considerazione delle tipologie costruttive degli edifici presenti. Nell'ampia zona di pianura, densamente urbanizzata, dove affiorano i depositi alluvionali, si può evidenziare differenze di comportamento tra le varie tipologie di substrato presenti. Tutte le misure effettuate in questa zona mostrano un picco ben evidente alle basse frequenze caratterizzato da un alto contrasto d'impedenza e da una distribuzione realmente stocastica del rumore di fondo. Fanno eccezione le poche prove effettuate nella zona di pianura a nord-est della località Bizzarrino; in quest'area, dove attraverso indagini dirette si rileva la presenza di un substrato litoide costituito dalla Formazione di Sillano, le misure presentano una marcata direzionalità del rumore di fondo. Questo aspetto può essere dovuto ad effetti 2D connessi alla particolare morfologia della superficie lungo la quale la Formazione di Sillano è sovrascorsa sulla Formazione del Macigno.

Le misure effettuate nella zona di pianura presentano in ogni caso un picco con frequenza strettamente correlata alla profondità dell'interfaccia coperture/substrato. Le uniche eccezioni sono rappresentate dalle prove 32, 36 e 37 dove il picco può essere riconducibile al passaggio dalla Formazione di Sillano a quella del Macigno sottostante. La forma pulita del grafico dello spettro H/V mostra in ogni misura una sostanziale omogeneità di comportamento della copertura che può essere considerata sismicamente omogenea;

Le misure HVSR effettuate per tutta la pianura permettono di ricostruire con buona approssimazione l'andamento delle formazioni del substrato, completando il lavoro preliminare di ricostruzione basato sul rilievo geologico di superficie.

Lungo la fascia di raccordo con i versanti, dove i depositi alluvionali sono caratterizzati da spessori di alcune decine di metri, si rilevano condizioni locali per la formazione di effetti di amplificazione che possono assumere una valenza significativa anche in considerazione delle tipologie costruttive degli edifici presenti.

#### **6.4.1 Alcune considerazioni generali sui dati HVSR nelle aree indagate**

Sulla scorta delle misure effettuate e della loro combinazione con evidenze geologiche di superficie e di sottosuolo derivanti dalle indagini dirette ed indirette, si possono fare alcune considerazioni di carattere generale che possono aiutare nella interpretazione dei dati geofisici il progettista che si troverà ad operare su specifici progetti "puntuali":

1. le coperture sedimentarie di origine alluvionale non presentano significative variazioni di impedenza sismica che possano indurre fenomeni di amplificazione locale degne di modellazione a livello di dettaglio;
2. sono presenti, comunque a basse frequenze da non interferire con il campo di interesse ingegneristico nelle normali opere edilizie, fenomeni di amplificazione 2D molto direzionali legati alla presenza nella zona est della pianura di imponenti fenomeni di sovrascorrimento che mettono in contatto substrati litoidi a differente rigidità (flysh arenacei e carbonatici con flysh siltitico-argillitici tettonizzati);
3. la Formazione di Sillano risponde alle sollecitazioni da microtremiti con spettri H/V che presentano alle medio-basse frequenze andamenti caratteristici che ne consentono generalmente un facile riconoscimento (una sorta di "firma sismica") nelle zone di pianura con presenza di depositi di copertura (prove 32, 34, 35, 36 e 37 ).
4. **nella zona di pianura la profondità del substrato non presenta un approfondimento regolare e continuo verso il padule ma, come si evince in maniera più evidente dalle sezioni 3 e 4, un andamento a "gradoni" per effetto di un sistema di faglie la cui esatta ubicazione rimane incerta ma confermata dalle prove 10, 11, 15, 16, 17 e dalle stratigrafie di alcuni pozzi profondi.**

## **7 La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) e delle frequenze fondamentali dei depositi (Tavv.G10nord/sud)**

Questo elaborato rappresenta la principale sintesi dello studio di microzonazione di livello 1 in quanto individua gli areali (microzone) dove, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche, dei dati geognostici e geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.). Per una migliore lettura delle problematiche sismiche si è scelto di completare questa cartografia con le misure delle frequenze fondamentali dei depositi. Infatti la valutazione della presenza di fenomeni di amplificazione è stata di fatto inserita nella delimitazione delle zone MOPS, dove la distinzione delle "colonne stratigrafiche tipo" oltre alla litologia ha preso in considerazione anche i valori di frequenza.

Di fondamentale importanza diviene quindi l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero delle litologie caratterizzate da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S – convenzionalmente superiori a 800 m/sec - significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti), accompagnata dalle informazioni che abbiamo visto nel capitolo precedente sulla frequenze fondamentali dei depositi (stima approssimativa della profondità del contrasto di impedenza sismica e della intensità attesa).

Evidentemente assume particolarmente rilievo l'individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di risposta sismica locale bi e tri-dimensionali.

Le modalità di redazione della carta sono quelle indicate al capitolo 2.3 degli ICMS 2008, integrate con le specifiche di legenda contenute nei successivi documenti relativi agli standard di rappresentazione ed archiviazione informatica predisposti dalla "Commissione Nazionale per la Microzonazione Sismica" (Dipartimento Protezione Civile).

La carta delle MOPS è quindi finalizzata ad ottenere un adeguato dettaglio nella:

- caratterizzazione del substrato geologico,
- caratterizzazione dei terreni di copertura,
- ricostruzione delle aree potenzialmente interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico,
- definizione di forme geomorfologiche di superficie e sepolte, particolarmente importanti per problematiche sismiche.

La sintesi delle informazioni e la perimetrazione delle diverse zone permette di:

1. valutare le condizioni di pericolosità sismica ai sensi del DPGR n.53R/2011;
2. identificare le aree per le quali sono necessari ulteriori studi e indagini ed i relativi livelli di approfondimento;
3. definire gli interventi ammissibili in una data area e le eventuali modalità di intervento nelle aree urbanizzate (condizioni o criteri costruttivi connessi al valore delle frequenze fondamentali delle coperture).

Nell'area d'indagine non sono state rilevate situazioni mappabili, alla scala degli elaborati, che possano dare origine a fenomeni di liquefazione a seguito di un evento sismico; infatti, come anche rilevato nei capitoli precedenti, anche attraverso un'attenta analisi delle indagini geognostiche eseguita nella zona di pianura, non è stato possibile individuare, all'interno dei depositi alluvionali e di colmata, areali in cui sono presenti orizzonti di sabbie pulite con spessore superiore a 1,5 m e con superficie della falda freatica e delle eventuali falde in pressione inferiore a

15 metri dal piano campagna. Le indagini di dettaglio, alla scala progettuale del singolo intervento, dovranno comunque verificare tale aspetto ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni, congiuntamente a quello legato ai fenomeni di liquefazione che, come ricordato in premessa, sono di fatto potenzialmente possibili in corrispondenza di tutti i depositi di copertura rilevati nelle quattro aree di indagine.

Consultando il database del progetto ITHACA (Italy Hazard from Capable faults), nel quale sono raccolte e cartografate tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia che possono creare deformazioni in superficie, si è potuto verificare che nel territorio comunale di Monsummano Terme non sono presenti faglie attive e capaci.

## 7.1 La legenda delle carte MOPS

La definizione della legenda delle carte MOPS deriva dalle indicazioni contenute negli ICMS 2008 e nei documenti successivi relativi agli standard predisposti dal Dipartimento della Protezione Civile.

Rispetto alle ultime indicazioni ad oggi disponibili (*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica* versione 3.0 del ottobre 2013) si è preferito mantenere nella legenda in carta la rappresentazione con le colonne stratigrafiche, poiché ci sembra risultare più intuitiva e capace di rendere maggiormente leggibile l'elaborato anche da parte delle professionalità che dovranno utilizzarne i risultati a fini pianificatori o di progettazione di dettaglio.

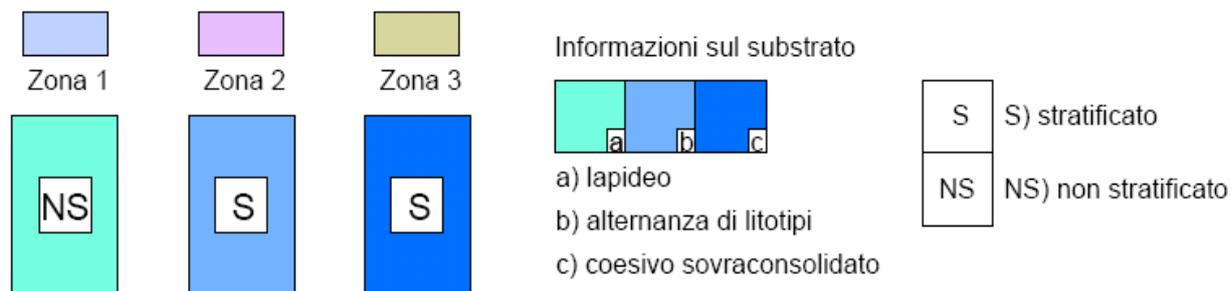
Come più volte richiamato nei capitoli precedenti, le carte MOPS accorpano in tre tipologie di zone le modalità di risposta alla sollecitazione sismica che ci si può attendere dalle caratteristiche del substrato:

- le *zone stabili*, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli calcolati dagli studi di pericolosità di base che forniscono i valori di accelerazione indicati per la categoria A di sottosuolo negli allegati alle NTC 2008 – D.M. 14.01.2008;
- le *zone stabili suscettibili di amplificazione sismica*, dove il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche (presenza di coperture sedimentarie) e/o morfometriche del territorio (pendenza dei versanti, creste, valli strette, ecc.), anche sepolte. In questo caso, si dovrà indagare, alla scala del progetto di dettaglio, l'effetto di amplificazione connesso alla risposta sismica locale utilizzando gli abachi delle NTC 2008 – categorie di sottosuolo - o provvedendo attraverso specifiche indagini ed analisi dove gli abachi semplificati non sono applicabili;
- le *zone suscettibili di instabilità*, cioè passibili di attivazione/riattivazione di fenomeni di deformazione permanente del terreno indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazioni superficiali, cedimenti differenziali, ecc.) da indagare con specifiche indagini geotecniche e geofisiche in relazione allo stato di attività in accordo alle prescrizioni dettate per le aree a diversa pericolosità geologica.

La definizione della legenda segue quindi l'articolazione delle suddette zone.

### 7.1.1 Zone stabili

#### ZONE STABILI

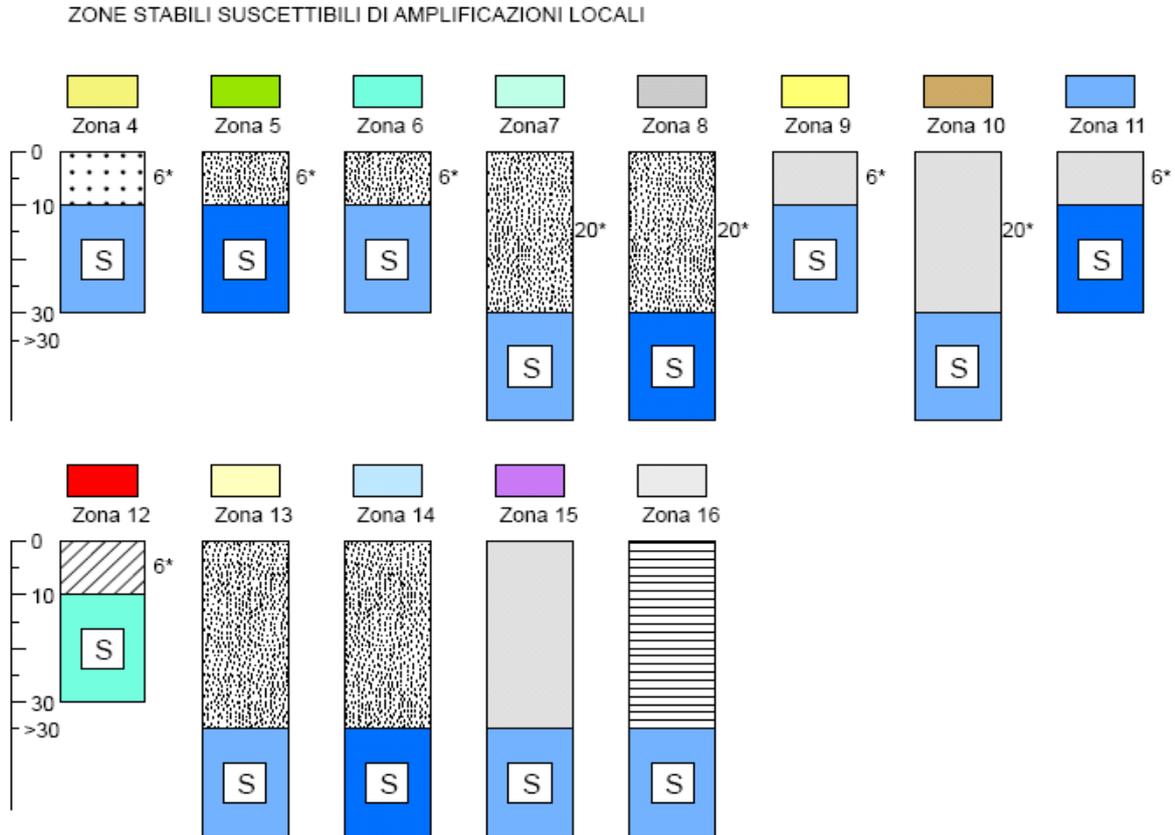


Comprendono le zone dove affiorano le formazioni rocciose in posto, con spessori di eventuali coltri di alterazione o depositi colluviali inferiori a 3 metri (spessore che non comporta fenomeni di amplificazione dell'onda sismica rilevanti per le strutture edilizie ed i manufatti in genere).

La legenda accorpa i litotipi a risposta francamente rigida con Vs maggiore di 800 m/sec, quelli con una Vs che in superficie non raggiunge il valore standard di 800 m/sec (che viene comunque raggiunta progressivamente in profondità ma in modo graduale senza bruschi salti di impedenza sismica – quindi senza generare fenomeni di amplificazione locale) e quelli che generalmente sono caratterizzati da una Vs inferiore a 800 m/s. I primi sono definiti come *substrato lapideo non stratificato* e sono rappresentati dal Calcare Massiccio affiorante sul Colle di Monsummano, i secondi, definiti *alternanza di litotipi stratificati*, ricomprendono tutti i flysh arenacei o carbonatici della Falda Toscana e dei Complessi Liguri presenti; i terzi, denominati *substrato coesivo sovraconsolidato stratificato*, comprendono le litologie a componente prevalentemente siltitico-argillitica appartenenti alla Formazione di Sillano interessate da significativi fenomeni di tettonizzazione più o meno spinti.

Sono poi riportate, con apposita simbologia, le indagini puntuali che intercettano il substrato; l'informazione completa la lettura della carta sia nelle aree stabili sia in quelle stabili suscettibili di amplificazione (paragrafo successivo) fornendo a colpo d'occhio gli elementi che hanno permesso la verifica dell'interpretazione stratigrafica altrimenti dedotta dalle sole evidenze di superficie.

## 7.1.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



### Litologia dei terreni di copertura

- ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di detrito di versante moderatamente addensate, da moderatamente consistenti a consistenti
- ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla di depositi alluvionali, moderatamente addensate, da moderatamente consistenti a consistenti, stratificate
- travertini e calcari continentali
- ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di depositi alluvionali di colmata, da scarsamente a moderatamente addensate, da scarsamente a moderatamente consistenti, stratificate
- terreni contenenti resti di attività antropiche, addensati

Raccogliono le zone dove si hanno terreni di copertura di spessore maggiore di 3 metri e con valori di  $V_s$  significativamente inferiori a quelli del substrato geologico; in tale condizione infatti si assiste a fenomeni di amplificazione dello scuotimento sismico in superficie collegati alla presenza di una interfaccia fra materiali con una significativa differenza di impedenza sismica.

Poiché gli effetti di amplificazione sulle costruzioni esistenti (tipologie e altezze degli edifici) sono legati allo spessore delle coperture, sono state individuate tre classi, anche secondo le indicazioni contenute nel vademecum delle "Specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica", da mettere in relazione alle possibili frequenze di risonanza dei terreni:

- assenza di fenomeni di risonanza significativi, ovvero nessun massimo relativo significativo della frequenza di picco ( $f_0$ ) nell'intervallo 0,1-10Hz di interesse ingegneristico per spessori delle coperture ben oltre i cento metri;
- presenza di fenomeni di risonanza, distinti come  $f_0 < 3$  Hz per spessori delle coperture maggiori di 30 metri,  $3\text{Hz} < f_0 < 8$  Hz per spessori compresi tra 30 e 10 metri,  $f_0 > 8\text{Hz}$  per spessori minori di 10 metri.

Nell'ampia zona di pianura le coperture, come ricordato, sono state suddivise in due tipologie:

- i depositi alluvionali attuali e recenti sono stati attribuiti mediamente alle ghiaie argillose, miscela di ghiaia sabbia e argilla della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.;
- i depositi di colmata sono stati attribuiti mediamente alle ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i..

Per le zone collinari, le coperture sono invece costituite da tre diverse tipologie di terreni:

- falde detritiche o corpi di frana, se con spessori superiori a 3 metri, dove la granulometria dei materiali risulta più grossolana (ghiaia sabbiosa/sabbia ghiaiosa) avendo subito un trasporto molto limitato;
- il detrito di cava, costituito da frammenti litoidi di varie dimensioni e natura, è stato assimilati a terreni contenenti resti di attività antropiche della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.;
- i travertini, costituiti da depositi di origine idrotermale, che nella carta geologico-tecnica erano definiti come substrato litoide vengono adesso assimilati, a causa del loro ridotto spessore e della Vs molto inferiore a 800 m/s, a depositi granulari cementati, stratificati della legenda proposta negli ICMS 2008 e s.m.i.

### 7.1.3 Zone suscettibili di instabilità

#### ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

##### Instabilità di versante

-  corpo di frana attiva
-  corpo di frana quiescente
-  corpo di frana inattiva

##### FORME DI SUPERFICIE E SEPOLTE

-  conoide alluvionale
-  falda detritica
-  area con cavità sepolte
-  orlo di scarpata morfologica (h=10-20m)
-  orlo di scarpata morfologica (h>20m)
-  valle spolta stretta ( $C > 0.25$ )
-  valle spolta larga ( $C < 0.25$ )
-  grotta
-  traccia di sezione

-  area in cui il substrato geologico si ritrova a profondità estremamente variabili in relazione alla possibile presenza di un sistema di faglie dirette con direzione prevalente NO-SE

Sono qui raccolte tutte le porzioni di territorio dove si hanno evidenze geomorfologiche di fenomeni che possono essere attivati o riattivati dall'evento sismico. La legenda sottolinea anche quelle forme di superficie che possono indicare l'insorgenza di fenomeni 2D connessi alla presenza di strutture fortemente direzionali (valli strette, scarpate, grotte) che possono focalizzare l'onda sismica relativamente alla particolare morfologia locale. [In relazione al particoalre andamento del](#)

substrato rigido al di sotto della piana alluvionale si è ritenuto opportuno introdurre una notazione grafica per indicare che la profondità del substrato potrebbe variare significativamente entro areali ristretti senza poterne individuare esattamente la posizione.

#### 7.1.4 Frequenze fondamentali delle coperture da prove HVSR

MISURE HVSR - FREQUENZE FONDAMENTALI (6) numero riferimento scheda

f0 (hz)	
★	nessuna risonanza
●	0.1<f0<0.5
●	0.5<f0<1.0
●	1.0<f0<2.5
●	2.5<f0<5.0
●	5.0<f0<7.5
●	7.5<f0<10.0
●	10.0<f0<15.0
●	15.0<f0<20.0
●	20.0<f0

f0(hz)=frequenza di picco

A0	
★	nessuna risonanza
⊗	1.1<A0<2.0
⊗	2.0<A0<3.0
⊗	3.0<A0<5.0
⊗	5.0<A0

A0=ampiezza di picco

Poiché si è scelto di rappresentare in un unico supporto cartografico sia le MOPS che le frequenze fondamentali delle coperture, in cartografia si forniscono le informazioni derivate dalle misure HVSR effettuate. Per ciascun punto di misura (individuato sulla carta con un numero cui corrisponde la relativa scheda in Appendice) sono riportati, con una simbologia che combina colori e dimensione del “marker”, il valore  $f_0$  del picco fondamentale e l’ampiezza del picco  $A_0$  (qualitativamente correlabile al contrasto di impedenza fra deposito e substrato). La simbologia adottata non è in questo caso standardizzata negli ICMS; è stata comunque utilizzata una rappresentazione ritrovata spesso in bibliografia e che risulta di facile lettura e quindi utile per completare l’informazione immediata che si può avere dalle rappresentazioni cartografiche.

Vengono quindi assunti colori differenti del simbolo (⊗) della misura HVSR per individuare le classi di frequenza del picco di risonanza (e quindi della frequenza fondamentale del terreno), mentre la dimensione del simbolo individua il valore  $A_0$  dell’ampiezza del picco che è correlata direttamente al contrasto di impedenza fra copertura e substrato e che fornisce un’informazione qualitativa sul valore dell’amplificazione attesa in caso di sisma che si sviluppa nell’attraversamento del terreno da parte dell’onda sismica. Per maggior chiarezza sono stati riportati in un riquadro in carta anche gli specifici valori di  $f_0$  e  $A_0$  di ogni singola prova.

L’informazione fornisce quindi in modo diretto, anche se semi-quantitativo, indicazioni sui possibili effetti attesi di amplificazione della sollecitazione sismica. Infatti dalla formula molto semplificata proposta da G.Pratt (da utilizzare solamente in prima approssimazione) che mette in correlazione il periodo proprio di vibrazione di un edificio con la sua altezza è possibile orientativamente individuare quale tipologia di edifici si potrebbe trovare a vibrare a frequenze simili a quelle riscontrate nei terreni e quindi subire i pericolosi effetti di risonanza.

Il grafico seguente (figura 2), utilizzando la correlazione empirica:

$$T_{ed} \cong C h_{ed}^{3/4}$$

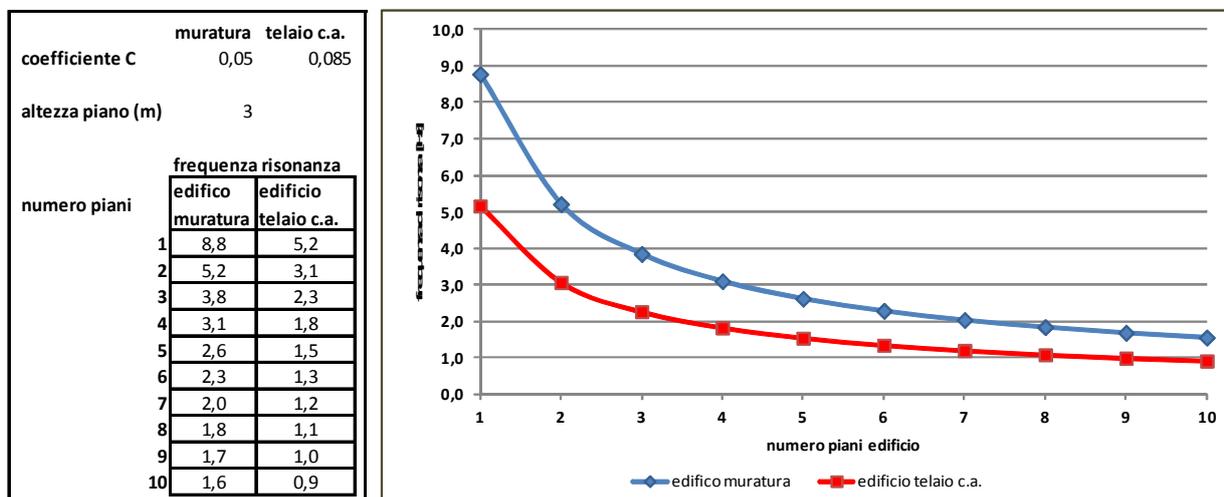
dove:  $T_{ed}$  indica il periodo proprio di vibrazione dell’edificio espresso in secondi,  $C$  è un coefficiente che dipende dalla tipologia costruttiva dell’edificio (muratura o telaio in c.a.),  $h_{ed}$  è l’altezza dell’edificio in metri

e ricordando che la frequenza è l'inverso del periodo

$$f = \frac{1}{T}$$

permette di valutare in modo speditivo le tipologie di edifici che possono risentire degli effetti di massima amplificazione connessi alla frequenza fondamentale di vibrazione espressa dal terreno (quando le due frequenze corrispondono si hanno effetti di risonanza catastrofica).

Figura 2 – rapporti indicativi fra numero dei piani di un edificio e sua frequenza di vibrazione



## 7.2 La carta MOPS del territorio comunale

Di seguito si riporta una descrizione della carta MOPS sviluppata per l'area d'indagine, sottolineando gli aspetti interpretativi che hanno condotto alla ricostruzione proposta e quindi la valutazione della qualità della cartografia sviluppata secondo quanto indicato nella deliberazione GRT n.971/2013.

La maggior parte dei centri abitati si estendono prevalentemente sulla vasta area di pianura posta nella zona est/sud-est dell'area d'indagine. Qui la geologia di superficie è attribuita ai depositi alluvionali che terminano verso nord-est sui rilievi collinari costituiti dalle formazioni litoidi appartenenti alla Falda Toscana ed alle Unità Liguri. Attraverso i risultati delle misure di frequenza e delle indagini dirette recuperate è stato possibile valutare che lo spessore dei depositi alluvionali varia sensibilmente, da qualche metro nelle valli più strette fino a più di 100 m nella zona ovest/sud-ovest (Zone 5, 6, 7, 8, 13, 14 e 16).

Le zone 5 e 6 comprendono le aree dove i depositi alluvionali presentano spessori compresi tra 3 e 10 m posti, nel primo caso, su substrato coesivo sovraconsolidato stratificato (Formazione di Sillano) mentre, nel secondo caso, su alternanze di litotipi stratificati (flysch calcarei ed arenacei). Nella zona 5 la presenza di un substrato poco rigido (la Formazione di Sillano presenta spesso velocità Vs inferiori agli 800 m/sec) e di coperture piuttosto compatte e addensate, comporta contrasti di impedenza sismica non particolarmente elevati all'interfaccia fra coperture e roccia in posto. Nel caso della zona 6, la presenza di formazioni litoidi caratterizzate da velocità Vs generalmente superiori a 800 m/s può generare contrasti di impedenza sismica fra substrato e coperture anche molto elevati, come testimoniato dall'ampiezza dei picchi H/V ( $A_0 > 4$ ). In entrambe le situazioni però (Zone 5 e 6) le frequenze fondamentali dei depositi non rientrano nel range di interesse ingegneristico. Per questo motivo non risultano necessarie particolari prescrizioni e/o raccomandazioni da inserire nelle norme tecniche di attuazione relativamente alla

fattibilità degli interventi ammessi dal R.U. salvo quelle previste dalle norme tecniche sulle costruzioni (NTC 2008 e DPGR 36/R/2009).

Le zone 7 e 8 comprendono le aree in cui i depositi alluvionali sono caratterizzati da uno spessore compreso tra 10 e 30 m. Queste zone si estendono lungo tutto il bordo valle dell'area d'indagine ai piedi dei rilievi collinari posti nella zona nord-est. Nella zona 7, la presenza di formazioni litoidi caratterizzate da velocità  $V_s$  generalmente superiori a 800 m/s può generare contrasti di impedenza sismica fra substrato e coperture anche molto elevati ( $A_0 > 4$ ) che possono ricadere nel campo di frequenze di interesse ingegneristico. All'interno di questa zona occorre prevedere, sempre a livello di strumento attuativo o di singolo progetto, approfondimenti in merito alla possibile insorgenza di fenomeni di amplificazione dello scuotimento legati al forte contrasto di impedenza presente al passaggio substrato rigido e coperture; stante la presenza dell'interfaccia ad una profondità compresa fra 10 e 30 metri, nel caso di interventi di maggiori dimensioni (che rientrano nelle classi di indagine 3 e 4 così come definite nel DPGR 36/R/2009) risulta opportuno arrivare ad indagare in modo diretto la profondità di tale interfaccia.

Per quanto riguarda la zona 8, le prove HVSR non evidenziano picchi significativi riconducibili al passaggio tra i depositi alluvionali ed il substrato coesivo sovraconsolidato stratificato (Formazione di Sillano). Si evidenziano però alcuni picchi molto direzionali alle basse frequenze, probabilmente riconducibili alla superficie di sovrascorrimento della Formazione di Sillano su quella del Macigno; tale evenienza sembra però incidere nel campo di frequenze distanti da quelle ingegneristiche, almeno per le tipologie costruttive comunemente utilizzate in questa zona. Per questo motivo non appaiono necessarie particolari prescrizioni e/o raccomandazioni da inserire nelle norme tecniche di attuazione relativamente alla fattibilità degli interventi ammessi dal R.U. salvo quelle previste dalle norme tecniche sulle costruzioni (NTC 2008 e DPGR 36/R/2009).

Le zone 13, 14 e 16 comprendono le aree dove i depositi alluvionali presentano spessori superiori a 30 m. In queste zone le misure HVSR individuano picchi ben definiti alle basse frequenze ( $0,1 < f_0 < 1,0$ ), caratterizzati generalmente da un alto contrasto d'impedenza, riconducibili all'interfaccia tra coperture e substrato litoide a profondità anche superiori ai 100 metri. Dal momento che le frequenze individuate non rientrano nel range di interesse ingegneristico, almeno per le tipologie costruttive che possono essere immaginate per gli abitati in queste zone, non appaiono necessarie particolari prescrizioni e/o raccomandazioni da inserire nelle norme tecniche di attuazione relativamente alla fattibilità degli interventi ammessi dal R.U. salvo quelle previste dalle norme tecniche sulle costruzioni (NTC 2008 e DPGR 36/R/2009).

In ogni caso, per quanto riguarda gran parte della pianura alluvionale (Zona 13) poichè le misure di microtremore HVSR mostrano una forte variabilità nella individuazione del substrato rigido in ristretti areali si è ritenuto opportuno segnalare la probabile esistenza di un sistema di faglie sepolte, indicato nella tavola G09 Carta geologico-tecnica e nella tavola delle sezioni G09.1, con direzione prevalente NO-SE che dislocherebbe il substrato a profondità diverse entro brevi distanze. Tale areale è indicato in cartografia con un retino sovrapposto alla Zona 13 in modo da richiamare l'attenzione alla eventualità che pur trovandosi ad operare in una zona esterna alla fascia collinare è opportuno verificare la possibilità del ritrovamento del substrato a profondità significative per gli effetti di amplificazione.

Sui rilievi collinari, posti nella zona nord/nord-est dell'area d'indagine, è possibile individuare tre diverse tipologie di coperture: il detrito di versante, il detrito di cava ed i travertini e calcari continentali.

Il detrito di versante rappresenta la tipologia di copertura più diffusa nella zona ed è generalmente caratterizzato da spessori compresi tra 3 e 10 m e posto al di sopra di due diversi tipi di substrato: quello costituito dalle alternanze di litotipi stratificati (flysch calcarei ed arenacei - Zona 9) e quello

coesivo sovraconsolidato stratificato (Formazione di Sillano – Zona 11). Nella zona 9 si evidenziano picchi significativi alle alte frequenze riconducibili all'interfaccia tra substrato e coperture caratterizzati generalmente da elevati contrasti d'impedenza. Nella zona 11 si ritiene che il passaggio tra le coperture ed il substrato litoide sia più graduale, soprattutto dove il detrito assume spessori più vicini a 10 metri. In entrambe le situazioni (Zona 9 e 11), le misure HVSR non individuano picchi nel range delle frequenze di interesse ingegneristico. Per questo motivo non appaiono necessarie particolari prescrizioni e/o raccomandazioni da inserire nelle norme tecniche di attuazione relativamente alla fattibilità degli interventi ammessi dal R.U. salvo quelle previste dalle norme tecniche sulle costruzioni (NTC 2008 e DPGR 36/R/2009).

In corrispondenza del versante sud-ovest del Colle di Monsummano, il detrito di versante può raggiungere, invece, spessori anche superiori ai 30 metri. In particolare è stato possibile individuare una fascia posta più a monte caratterizzata da uno spessore inferiore a 10 m (Zona 9), una fascia intermedia con spessore compreso fra 10 e 30 m (Zona 10) ed una area più a valle in cui lo spessore può superare i 30 m (Zona 15). Nella zona 15 si ritiene che la porzione più profonda del detrito di versante sia interdigitata con i depositi alluvionali della pianura, per questo motivo non è stato possibile valutare con esattezza il reale spessore delle varie coperture in questa zona. Nelle zone 10 e 15, la presenza di formazioni litoidi caratterizzate da velocità  $V_s$  generalmente superiori a 800 m/s può generare contrasti di impedenza sismica elevati fra substrato e coperture che possono incidere nel campo di frequenze di interesse ingegneristico. Per questo motivo, all'interno di queste zone occorre prevedere, sempre a livello di strumento attuativo o di singolo progetto, approfondimenti in merito alla possibile insorgenza di fenomeni di amplificazione dello scuotimento legati al forte contrasto di impedenza presente al passaggio tra il substrato rigido e le coperture; stante la presenza dell'interfaccia ad una profondità intorno ai 30 metri, nel caso di interventi di maggiori dimensioni (che rientrano nelle classi di indagine 3 e 4 così come definite nel DPGR 36/R/2009) risulta opportuno arrivare ad indagare in modo diretto la profondità di tale interfaccia. Relativamente alla zona 9 non appaiono invece necessarie particolari prescrizioni e/o raccomandazioni da inserire nelle norme tecniche di attuazione relativamente alla fattibilità degli interventi ammessi dal R.U. salvo quelle previste dalle norme tecniche sulle costruzioni (NTC 2008 e DPGR 36/R/2009).

Per quanto riguarda le altre due tipologie di coperture, si è potuto valutare che sia i travertini (Zona 4) che il detrito di cava (Zona 12) sono generalmente caratterizzati da spessori compresi tra 3 e 10 m e posti al di sopra di formazioni litoidi con velocità  $V_s$  generalmente maggiori di 800 m/s. In queste condizioni è possibile aspettarsi alti contrasti d'impedenza all'interfaccia tra substrato e coperture ma in un campo di frequenze al di fuori di quelle d'interesse ingegneristico. Non si ritengono pertanto necessarie per queste zone particolari prescrizioni e/o raccomandazioni da inserire nelle norme tecniche di attuazione relativamente alla fattibilità degli interventi ammessi dal R.U. salvo quelle previste dalle norme tecniche sulle costruzioni (NTC 2008 e DPGR 36/R/2009).

## 7.2.1 Livello di qualità della carta MOPS

Il livello di qualità finale della carta, basato sulle specifiche della delibera GRT n.971/2013 viste in premessa, risulta **B** (vedi figura 3); il calcolo è stato sviluppato sulla maglia di celle sovrapposta a tutti gli abitati che rientrano nell'area d'indagine.

Figura 3 – valutazione qualità carta MS livello 1 del Comune di Monsummano Terme

comune: Monsummano Terme

VALUTAZIONE QUALITA' CARTA MS LIVELLO 1 [Del.G.R.T. 971/2013]

parametro	peso p	indicatore	peso i	valutazione indicatore - punteggio						VALORI			
				nulla	0	bassa	0.33	media	0.66	alta	1	ind	par
carta geologico-tecnica	1	anno rilevamento	0.33	no data		< 2000				>2000	1	0.33	0.99
		progetto	0.33	no data		altro		allegato P.Urb.		ad hoc	1	0.33	
		scala rilevamento	0.33	no data		50.000+26.000		25.000+11.000		10.000+2.000	1	0.33	
sondaggi a distruzione	0.5	numero sondaggi distr.	0.33	no data		1=5				6=10	1	0.33	0.77
		% celle occupate	0.33	no data		1=33%	1	34=66%		>66%		0.11	
		num. sondaggi raggiungono substrato	0.33	no data		1=5		6=10		>10	1	0.33	
sondaggi a carotaggio continuo	1	numero sondaggi c.c.	0.33	no data		1=5				6=10	1	0.33	0.55
		% celle occupate	0.33	no data		1=33%	1	34=66%		>66%		0.11	
		num. sondaggi raggiungono substrato	0.33	no data		1=5	1	6=10		>10		0.11	
indagini geofisiche	0.5	numero di misure	0.33	no data		1=5				6=10	1	0.33	0.55
		% celle occupate	0.33	no data		1=33%	1	34=66%		>66%		0.11	
		% indagini raggiungono substrato rigido	0.33	no data		1=33%	1	34=66%		>66%		0.11	
prove geotecniche in situ e di laboratorio	0.25	numero di prove	0.33	no data		1=5				6=10	1	0.33	0.66
		% celle occupate	0.33	no data		1=33%		34=66%	1	>66%		0.22	
		% prove raggiungono substrato rigido	0.33	no data		1=33%	1	34=66%		>66%		0.11	
misure delle frequenze del sito	0.75	numero di misure	0.33	no data		1=5				6=10	1	0.33	0.55
		% celle occupate	0.33	no data		1=33%	1	34=66%		>66%		0.11	
		classe affidabilità misure (*)	0.33	no data		classe A 1=33%	1	classe A 34=66%		classe A >66%		0.11	

(\*) - D. Albarello et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.

FQ [%] **69.3**  
Classe **B**

Prato, 5 febbraio 2015



## Appendice

Schede tecniche delle singole misure HVSR

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>21/11/2012</b>	ora:	<b>09:11:51</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,88592N</b>	longitudine:	<b>10,82656E</b>	quota s.l.m.:	<b>45.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 1</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121121_091151.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>15°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili	<input checked="" type="checkbox"/>					
camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>					
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: autostrada a circa 1,0 Km

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**  
substrato F. Sillano

nella zona a monte è in corso la raccolta della olive con delle apparecchiature ad aria compressa

Inizio registrazione [data ora]: 21/11/2012 09:11:51

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1600

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

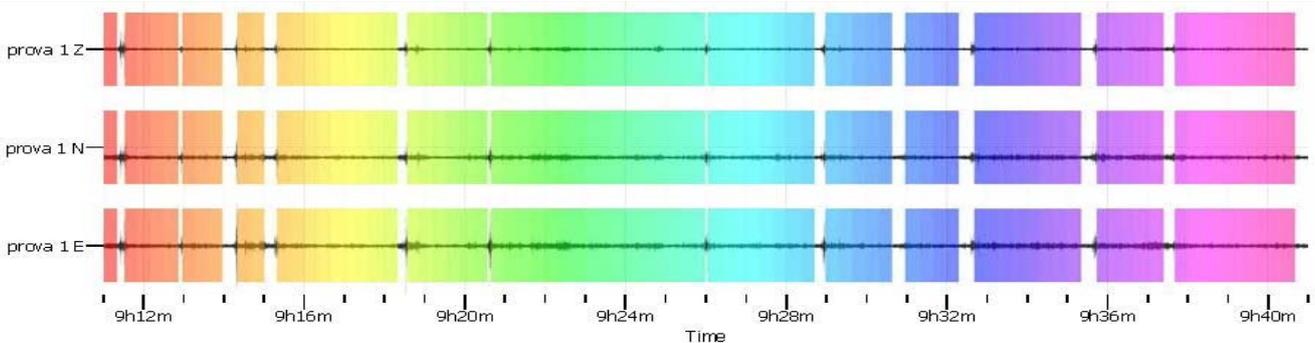
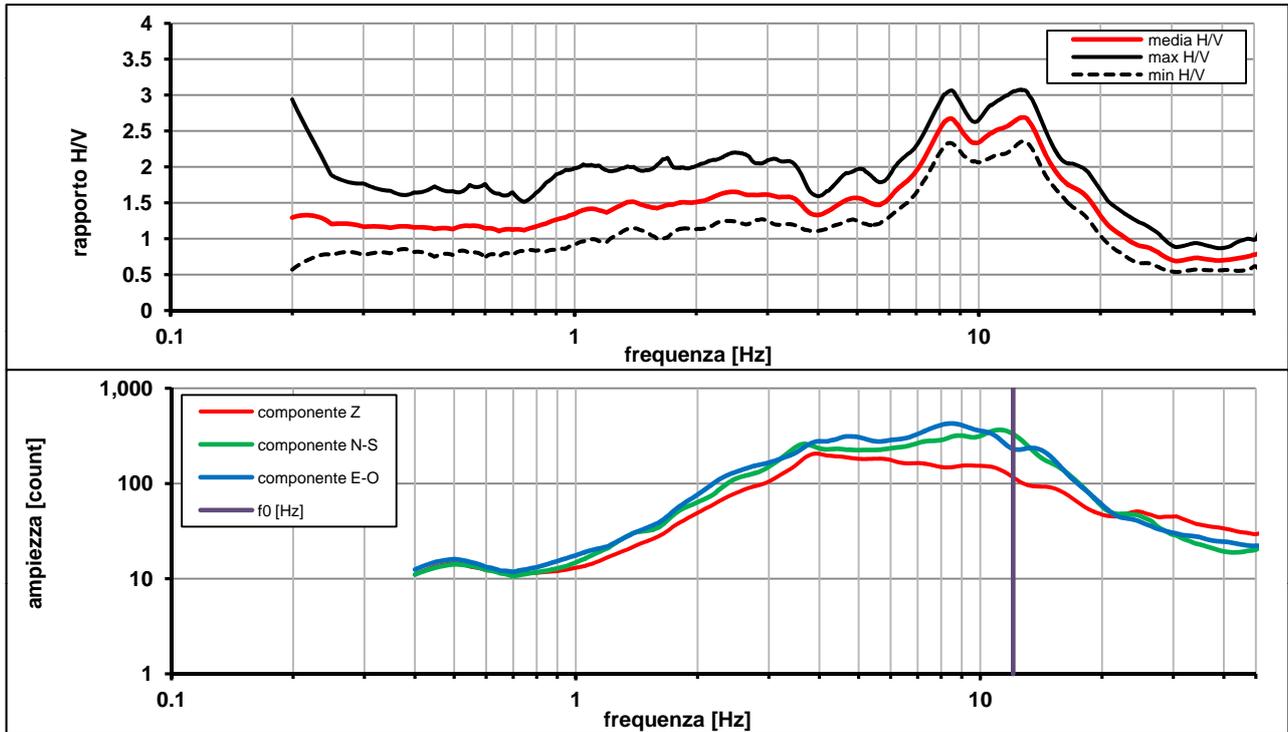
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

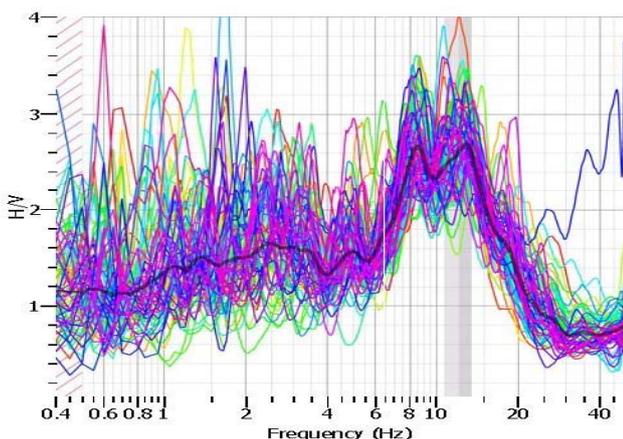
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

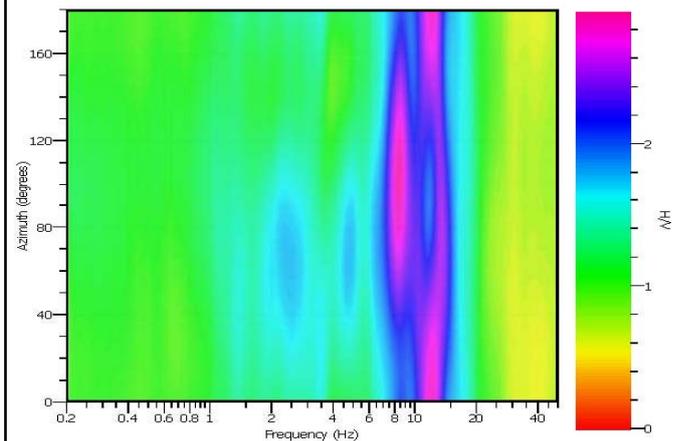
Massimo HVSR per  $12.06 \pm 1.4$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 80 finestre su 90 [88.8% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	12.06	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	19298	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	20.198	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.61	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	3.145	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.40705	<	0.60307	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.142	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>80</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>19298</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>12.06</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 1.4$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.60</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.61</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.14$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	5-10 m
	[qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>21/11/2012</b>	ora:	<b>10:09:52</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,88311N</b>	longitudine:	<b>10,82083E</b>	quota s.l.m.:	<b>57.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 2</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121121_100952.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>15°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				3
camion		<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>					
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

case a circa 10 m in direzione nord

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

substrato litoide affiorane in prossimità delle case

Inizio registrazione [data ora]: 21/11/2012 10:09:52

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1760

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

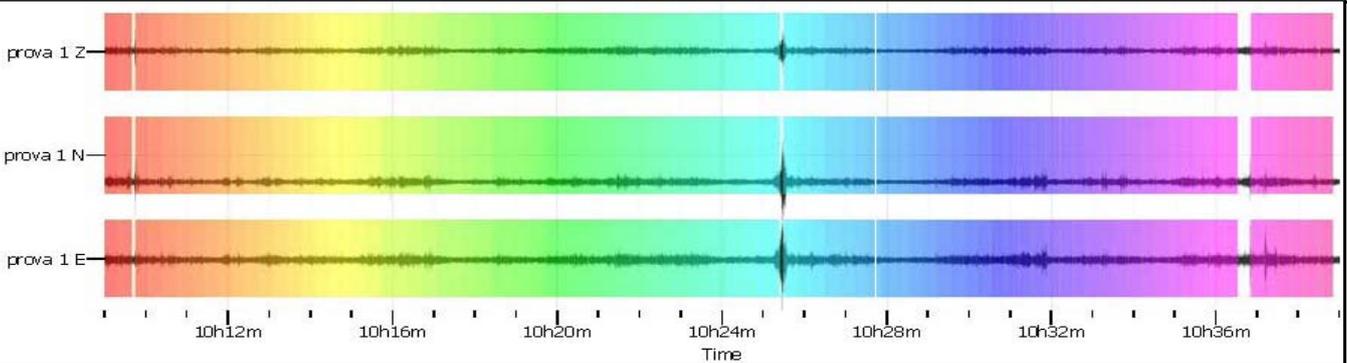
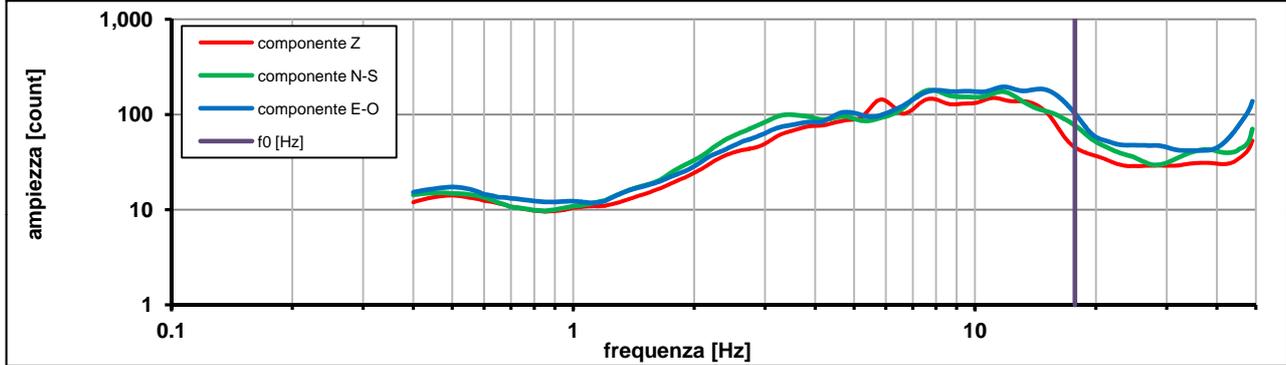
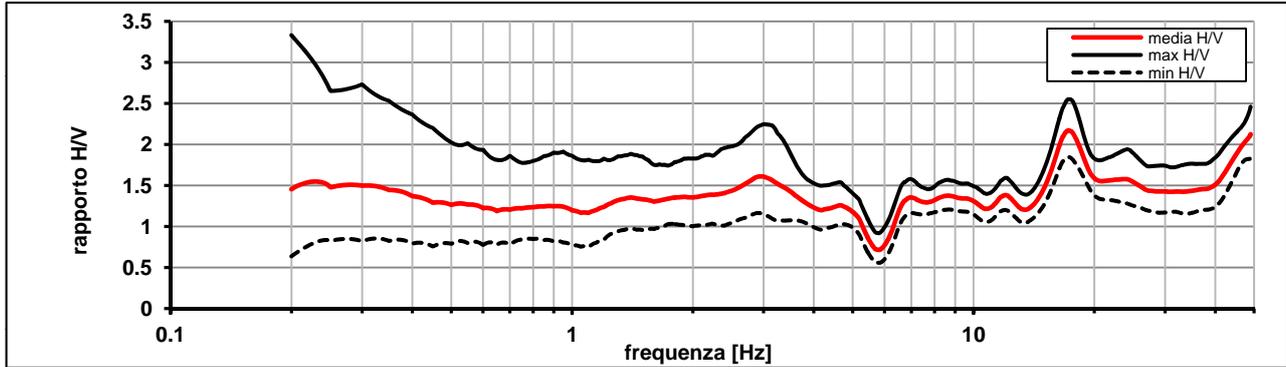
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

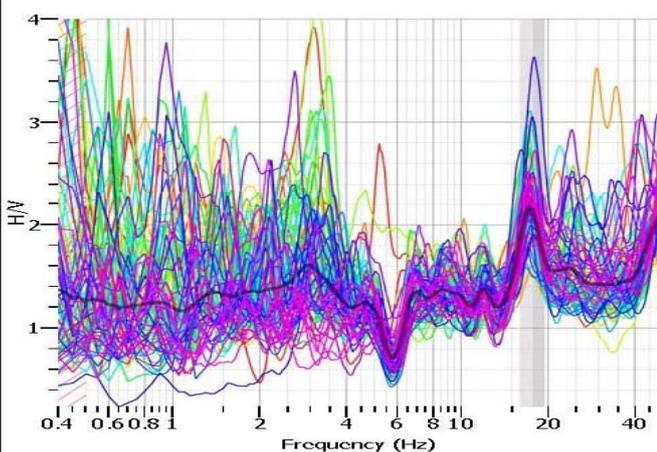
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

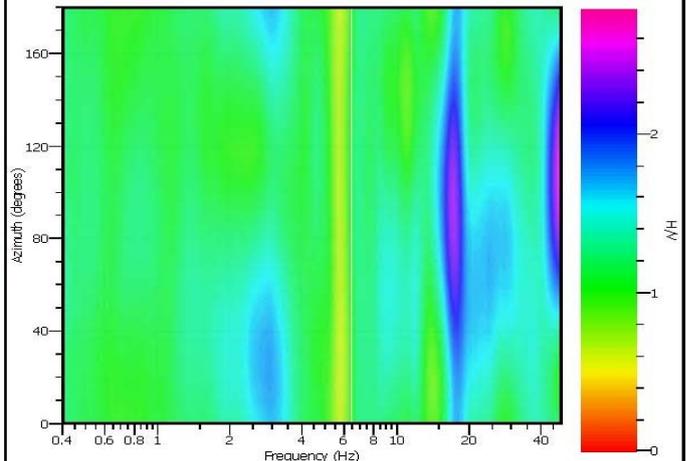
Massimo HVSR per  $17.72 \pm 1.77$



stazionarietà dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 88 finestre su 90 [97.7% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	17.72	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	31195	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	252	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	6.352	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	2.13	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.989	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.77985	<	0.88624	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.175	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>88</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>31195</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>17.72</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 1.77</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.89</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.13</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.17</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

**Valutazioni qualitative**

prof. contrasto:	5-10 m
	[qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>21/11/2012</b>	ora:	<b>11:02:10</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,87909N</b>	longitudine:	<b>10,80786E</b>	quota s.l.m.:	<b>24.5 m</b>
nome stazione:	<b>prova 3</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121121_110210.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>15°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
<input type="checkbox"/> suolo asciutto		<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido		Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				2
camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>				1
altro						

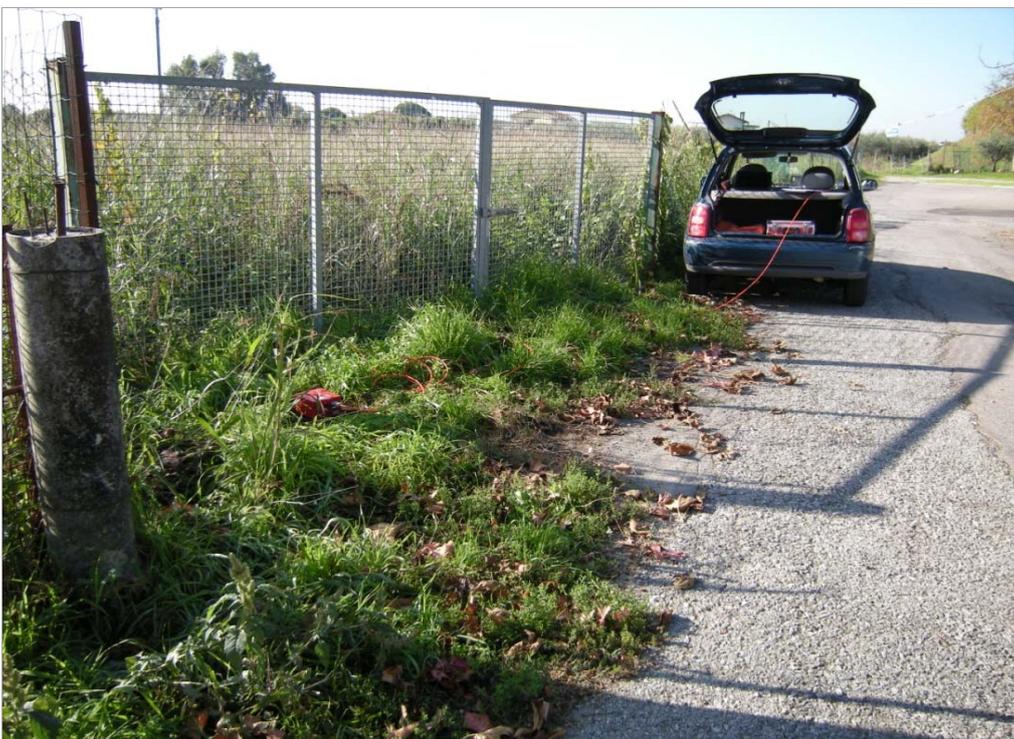
**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: pompe sommerse, F. Nievole

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]

- alberi H=6-7 m dist = 3 m  
- edifici H = 7 m dist = 10-15 m



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 21/11/2012 11:02:10

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1600

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

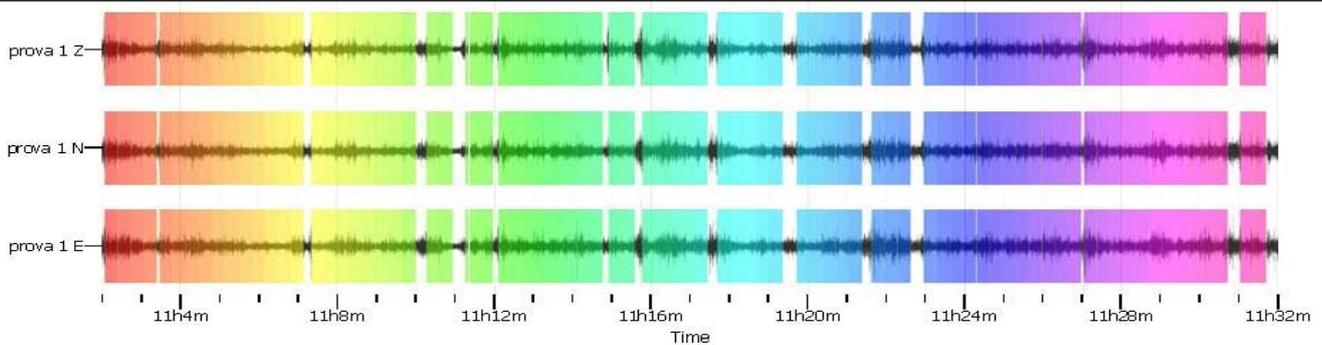
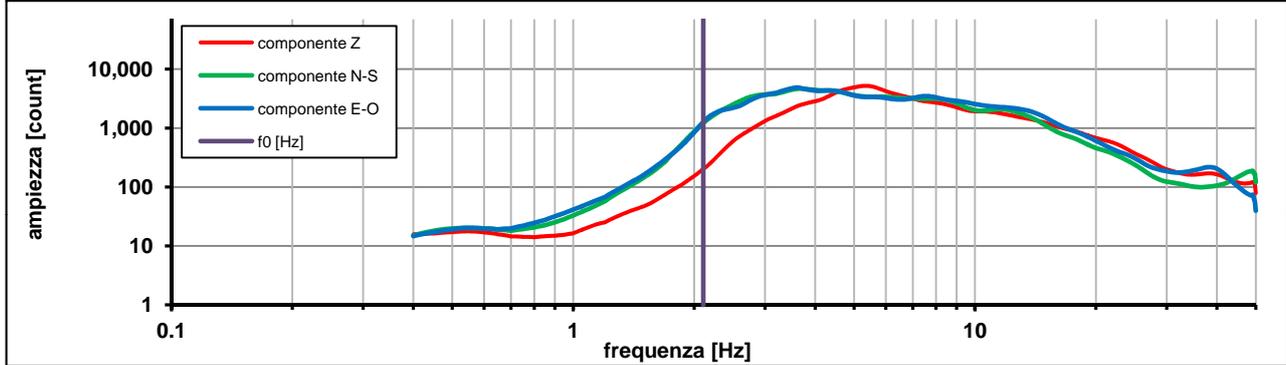
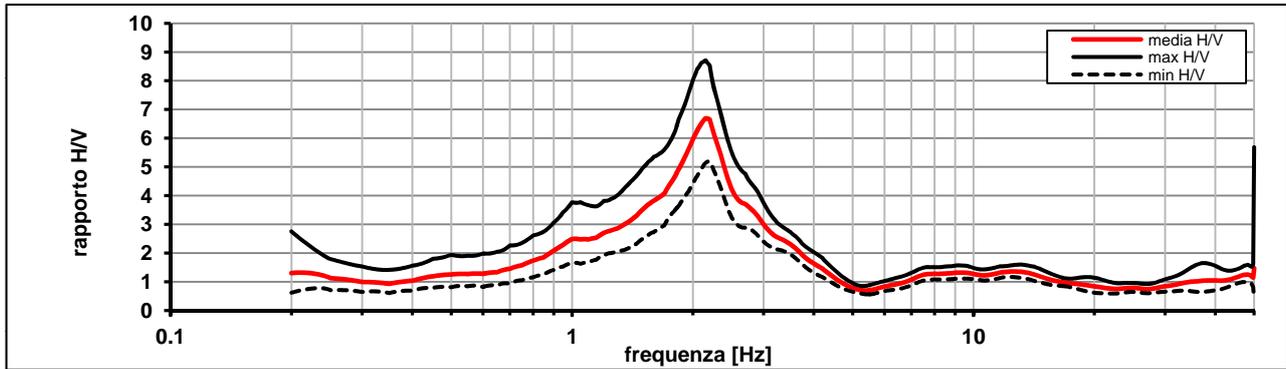
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

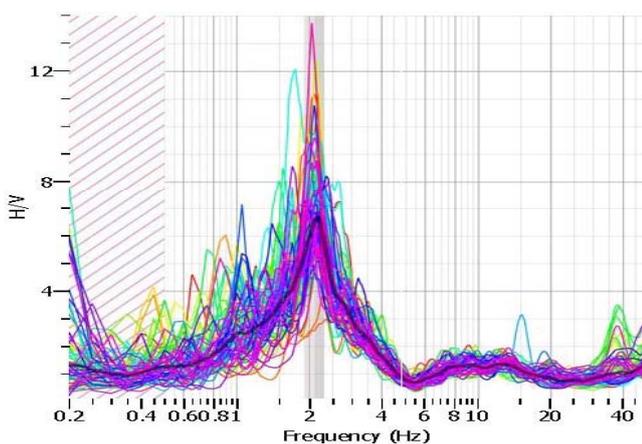
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

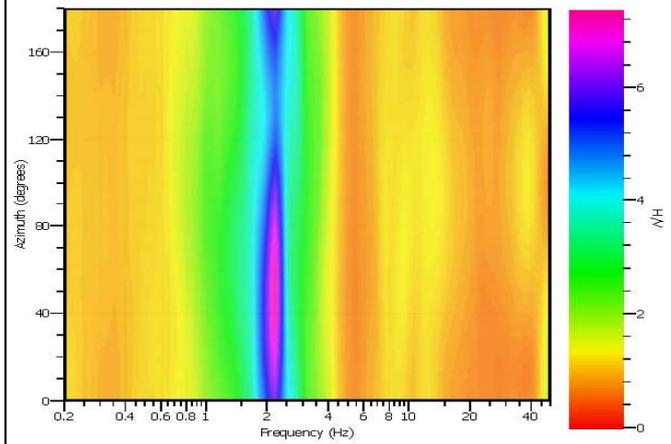
Massimo HVSR per  $2.1 \pm 0.2$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 80 finestre su 90 [88.8% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	2.11	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	3372	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.439	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.919	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	6.55	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.039	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.20467	<	0.10538	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.300	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>80</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>3372</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>2.11</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.2</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.11</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>6.55</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.3</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	30-50 m
	[decine di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>21/11/2012</b>	ora:	<b>13:05:38</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,87689N</b>	longitudine:	<b>10,81132E</b>	quota s.l.m.:	<b>22.7 m</b>
nome stazione:	<b>prova 4</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121121_130538.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>35°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			20
camion			<input checked="" type="checkbox"/>				20
pedoni				<input checked="" type="checkbox"/>			3
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico autostradale ed urbano

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

- alberi H= 12-20 m dist = 4-5 m  
- edifici H = 9-10 m dist = 15-20 m



**note:**  
Traffico intenso dovuto sia alla vicinanza dell'autostrada che della viabilità cittadina

Inizio registrazione [data ora]: 21/11/2012 13:05:38

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1560

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

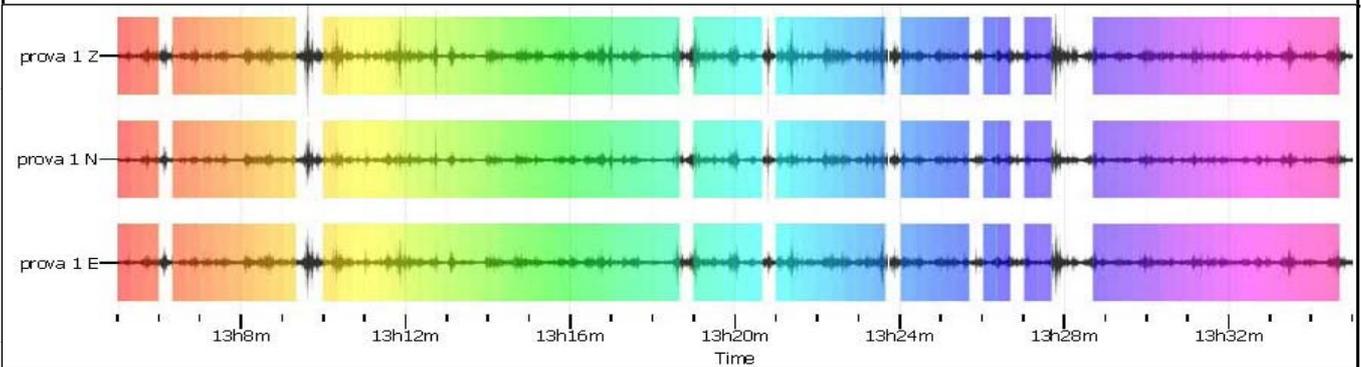
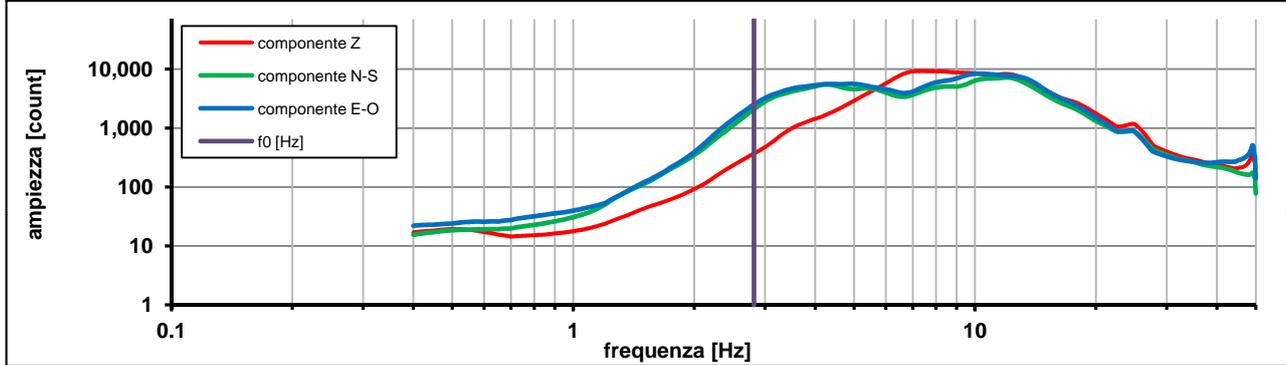
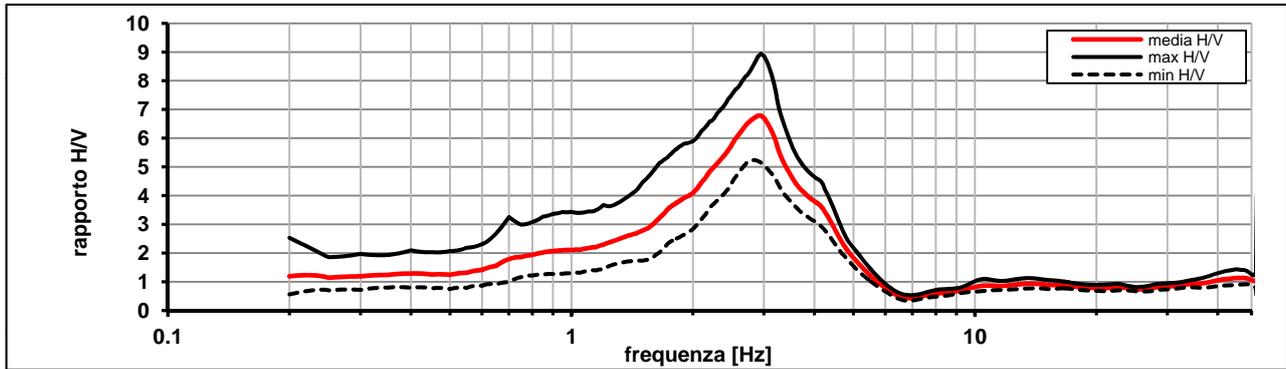
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

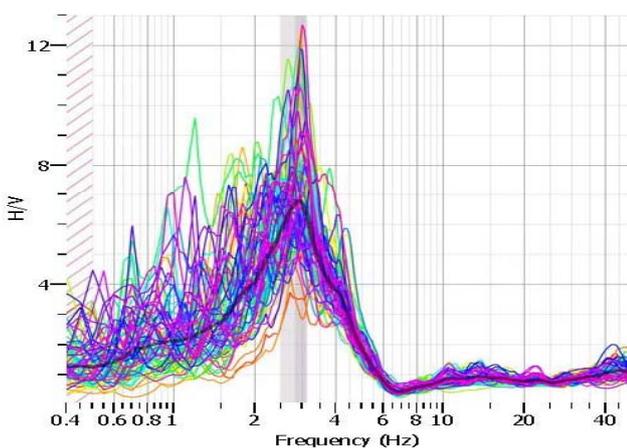
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

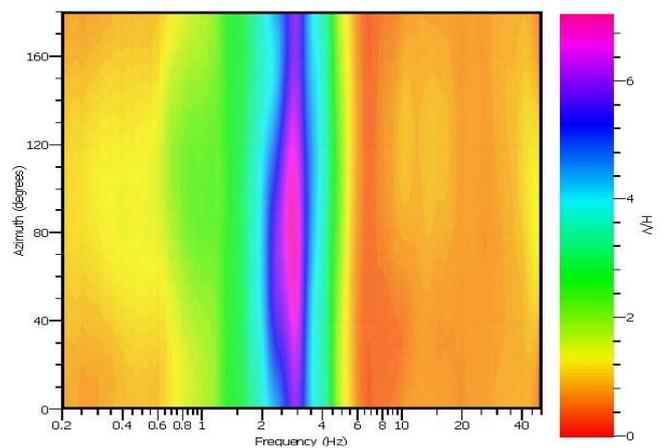
Massimo HVSR per  $2.81 \pm 0.3$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 78 finestre su 90 [86.6% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	2.82	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	4396	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.679	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.298	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	6.67	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.047	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.30415	<	0.14089	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.313	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>78</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>4396</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>2.82</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.3</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.14</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>6.67</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.31</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	30-50 m
	[decine di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>21/11/2012</b>	ora:	<b>15:07:59</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,87794N</b>	longitudine:	<b>10,81606E</b>	quota s.l.m.:	<b>52.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 5</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121121_150759.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>35°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili			<input checked="" type="checkbox"/>			3
	camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
	pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>				3
	altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

Antico chiesino a circa 4,0 m in direzione Nord e case a circa 10-15 m in tutte le altre direzioni.



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 21/11/2012 15:07:59

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1600

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

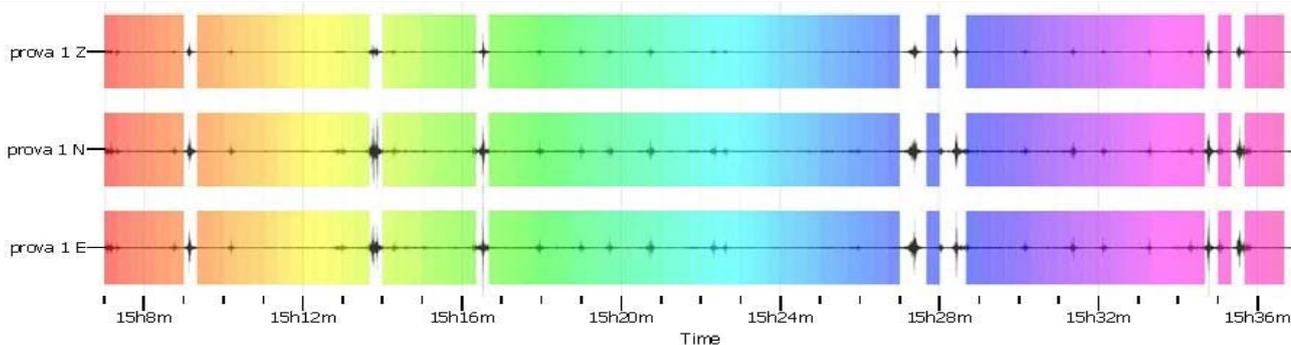
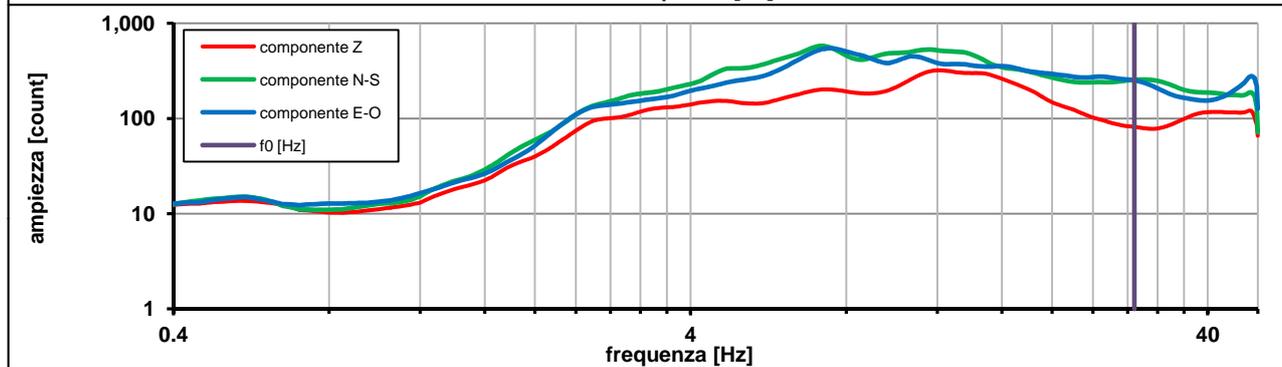
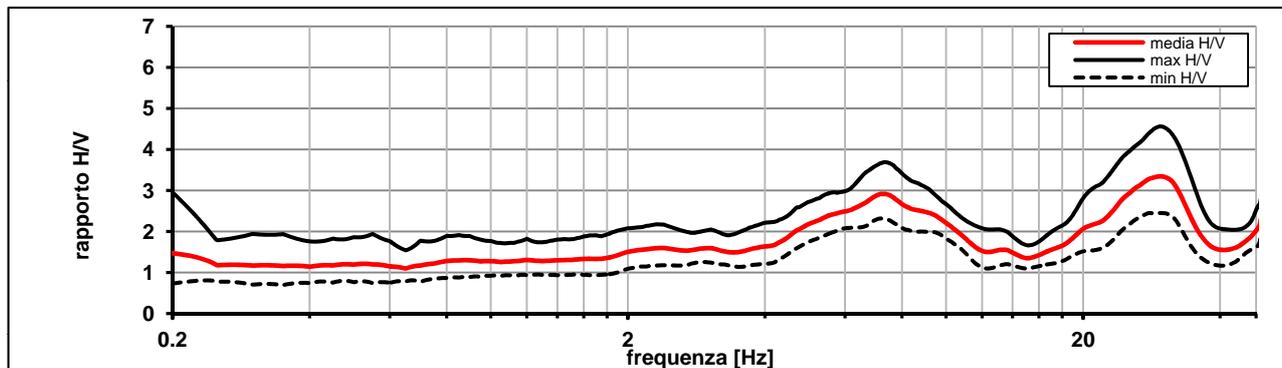
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

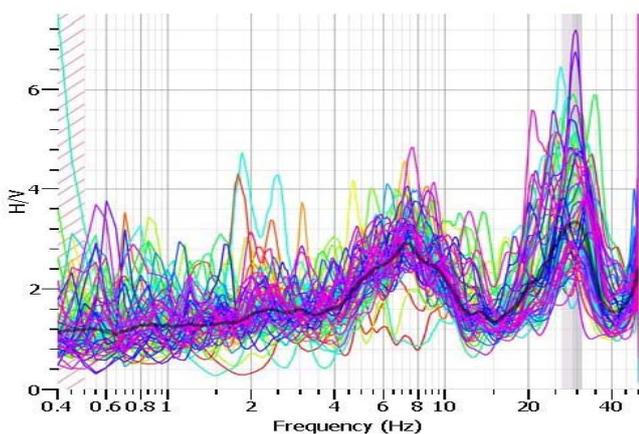
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

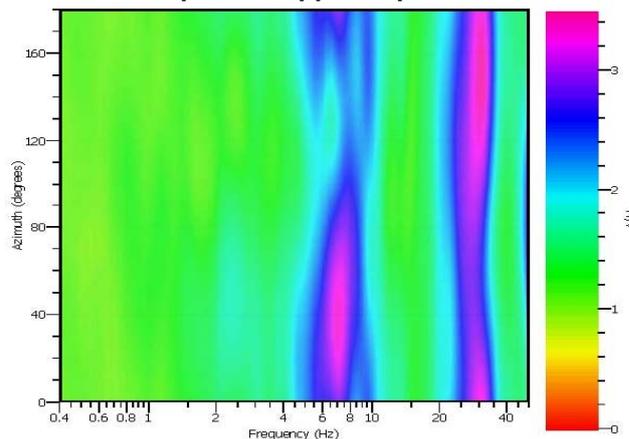
Massimo HVSR per  $28.85 \pm 2.46$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 80 finestre su 90 [88.8% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	28.85	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	46164	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	225	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	17.985	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	37.927	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.33	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.733	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.46720	<	1.44262	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.365	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>80</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>46164</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>28.85</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 2.46</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.44</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.33</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.36</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	< 5 m
	[qualche metro]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>21/11/2012</b>	ora:	<b>15:07:59</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,87794N</b>	longitudine:	<b>10,81606E</b>	quota s.l.m.:	<b>52.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 5</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121121_150759.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>35°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
<input type="checkbox"/> suolo asciutto		<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido		Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>			3
camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>				3
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

Antico chiesino a circa 4,0 m in direzione Nord e case a circa 10-15 m in tutte le altre direzioni.



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 21/11/2012 15:07:59

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1780

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

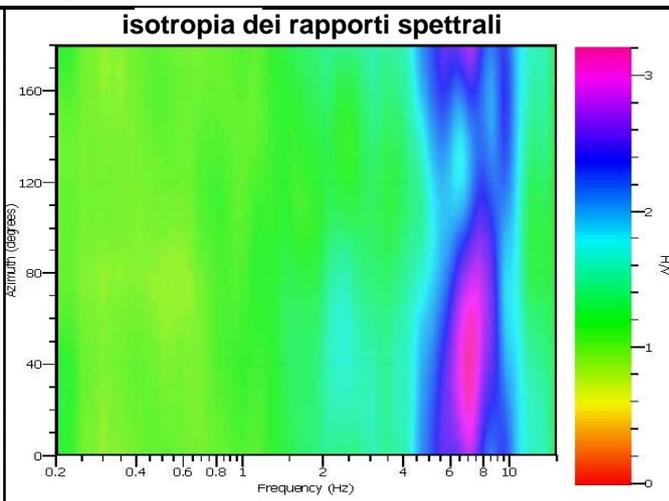
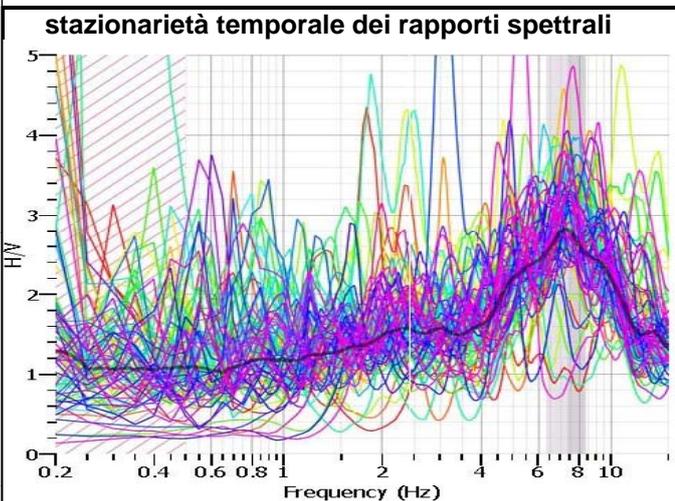
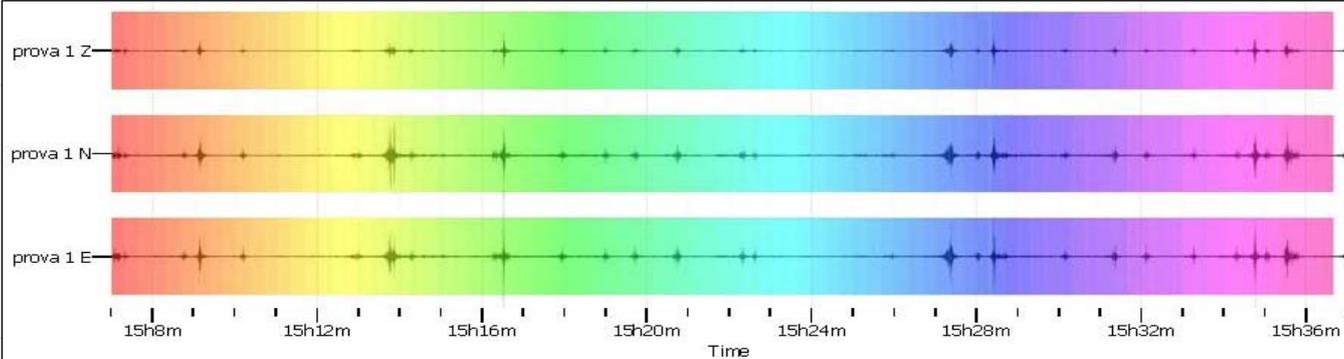
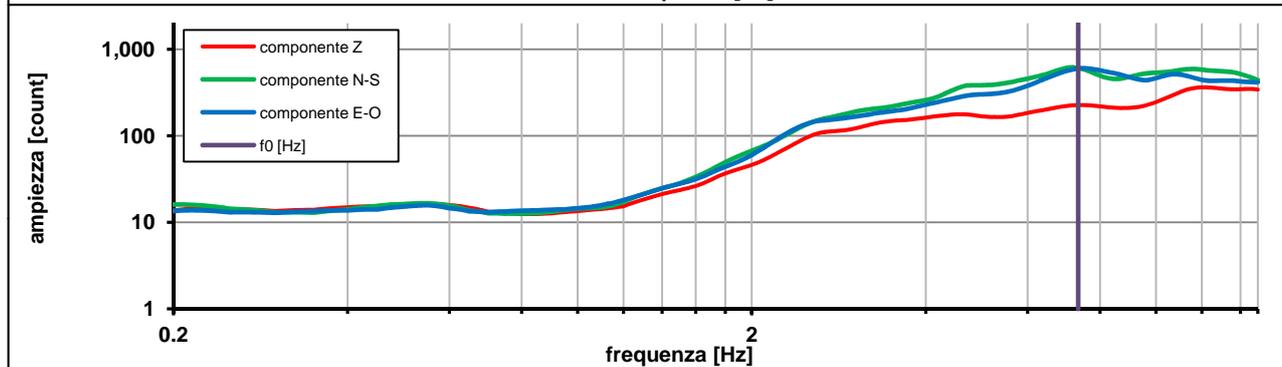
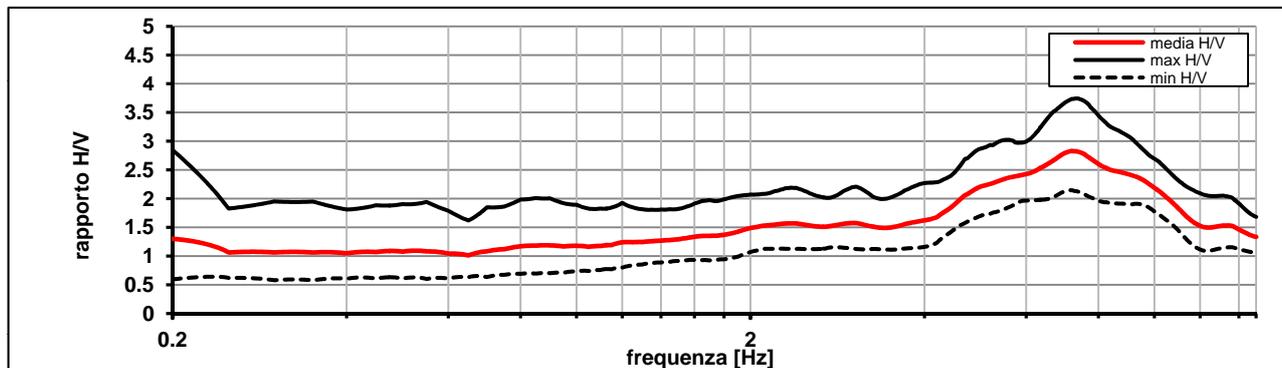
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $7.33 \pm 1.01$



picco stabile in 89 finestre su 90 [98.8% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	7.34	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	13063	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	320	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.876	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	14.366	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.82	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.020	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.01733	<	0.36695	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.320	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>89</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>13063</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>7.34</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 1.01</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.37</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.82</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.31</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	10-20 m
	[decine di metri]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>21/11/2012</b>	ora:	<b>17:07:31</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,87372N</b>	longitudine:	<b>10,80907E</b>	quota s.l.m.:	<b>21.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 6</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121121_170731.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>35°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
<input type="checkbox"/> suolo asciutto		<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido		Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>			5
camion	<input checked="" type="checkbox"/>					5
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>				2
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico urbano

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

- alberi H= 10 m dist = 4-5 m  
- edifici H = 6-7 m dist = 15-20 m



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 21/11/2012 17:07:31

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1720

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

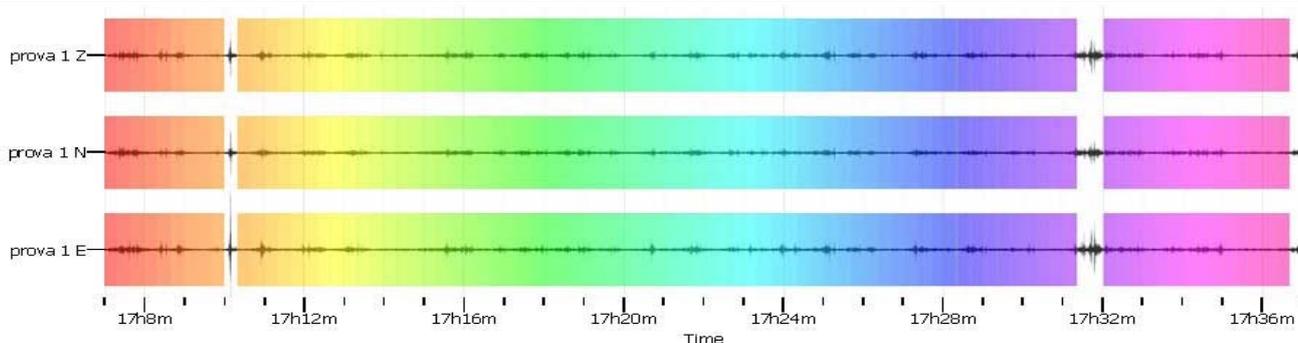
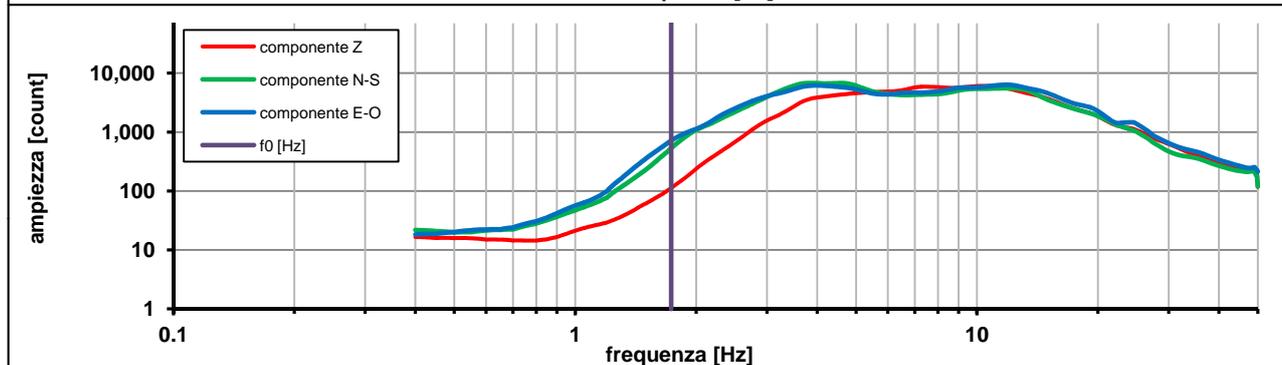
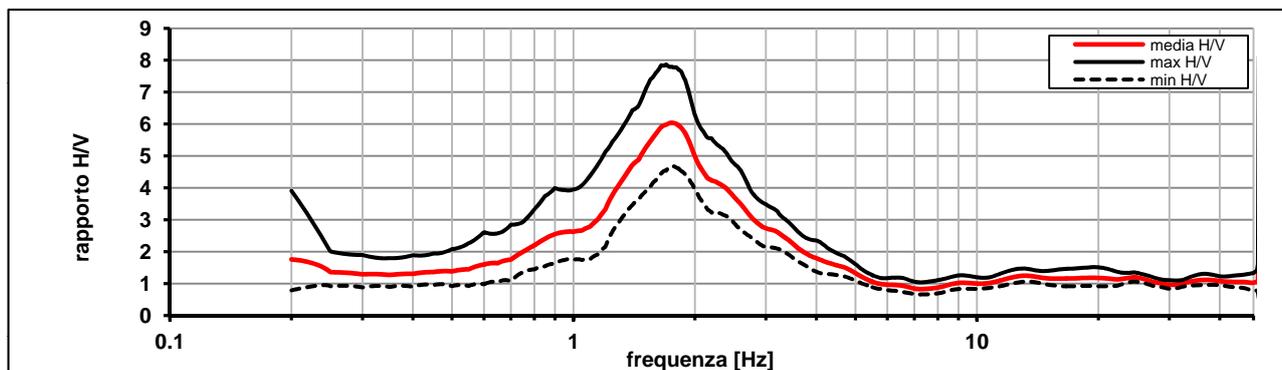
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

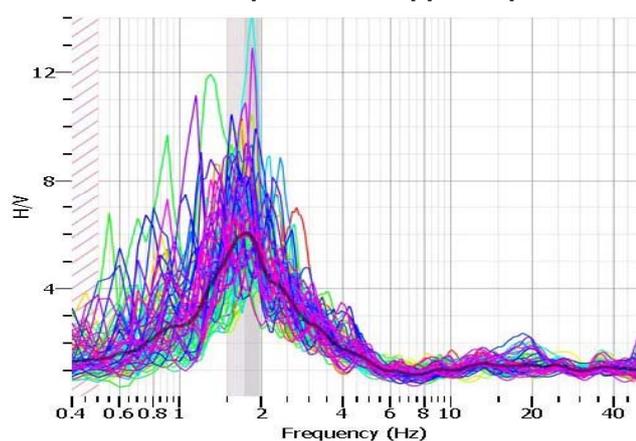
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

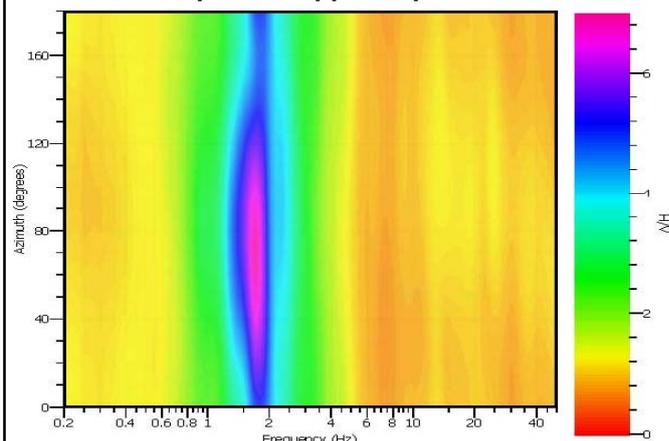
Massimo HVSR per  $1.73 \pm 0.24$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 86 finestre su 90 [95.5% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	1.73	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	2982	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.147	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.792	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	6.03	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	27.835	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.24408	<	0.17340	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.291	<	1.78	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>86</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>2982</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>1.73</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.24</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.17</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>6.03</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.29</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.78</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
profon. contrasto:	50-100 m [decine di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>21/11/2012</b>	ora:	<b>16:15:39</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,87491N</b>	longitudine:	<b>10,81831E</b>	quota s.l.m.:	<b>79.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 7</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121121_161539.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>35°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				3
	camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
	pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>					
	altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

case (h= 6-7 m) a circa 20 m di distanza.



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 21/11/2012 16:15:39

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1640

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

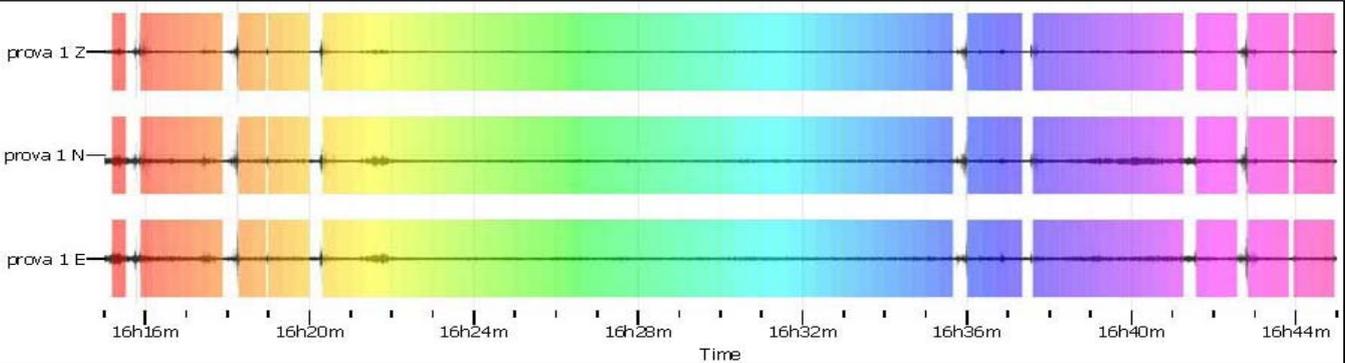
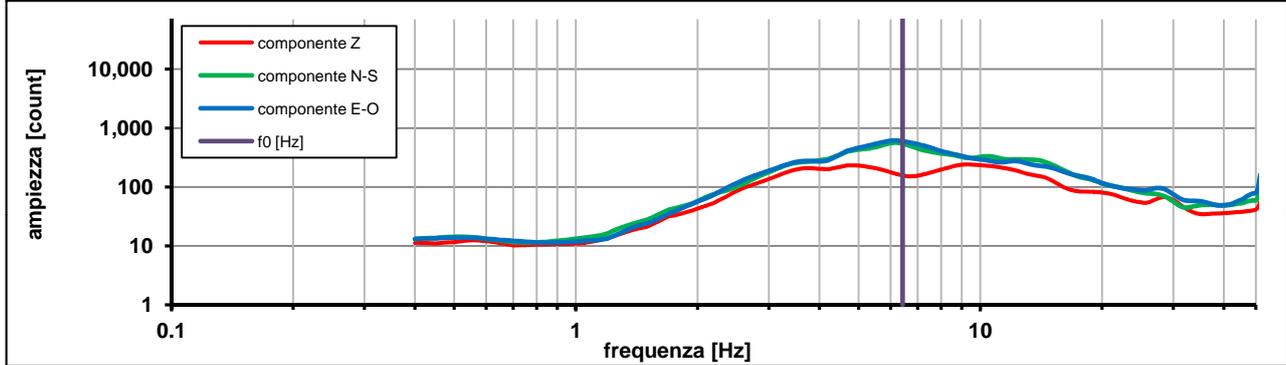
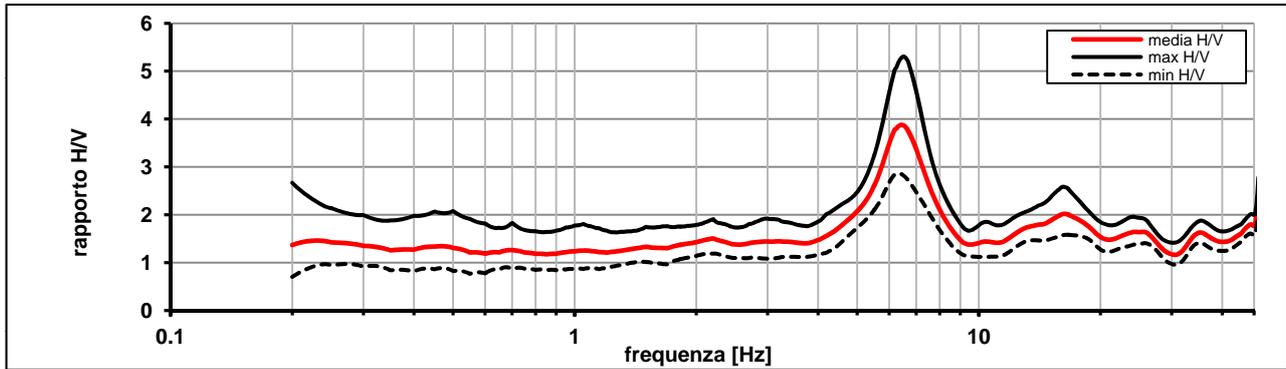
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

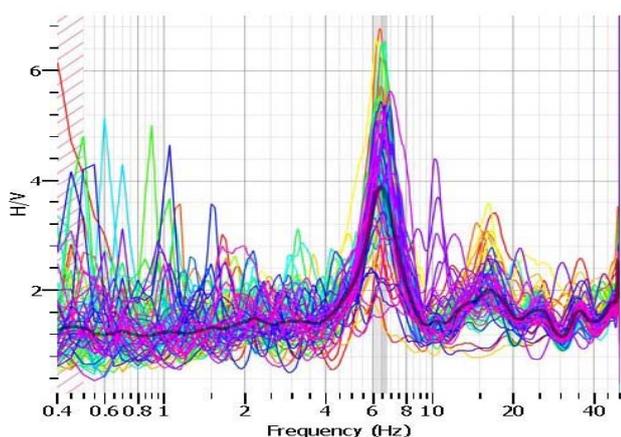
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

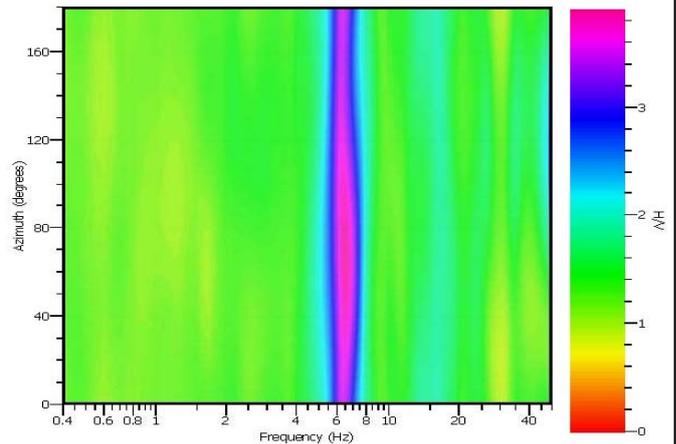
Massimo HVSR per  $6.42 \pm 0.37$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 82 finestre su 90 [91.1% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	6.43	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	10539	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.800	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	25.507	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.88	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	6.781	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.38610	<	0.19769	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.362	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>82</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>10539</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>6.43</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.37</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.32</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.88</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.36</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	10-20 m
	[decine di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>21/11/2012</b>	ora:	<b>14:13:53</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,87292N</b>	longitudine:	<b>10,82699E</b>	quota s.l.m.:	<b>340.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 8</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121121_141353.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>35°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input checked="" type="checkbox"/> dura	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				2
camion	<input checked="" type="checkbox"/>						
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>						
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

Borgo di Monsummano Alto, costituito da una chiesa (h=15 m), campanile (h=20 m) e tre case (h= 6-7 m) a circa 30 m di distanza.



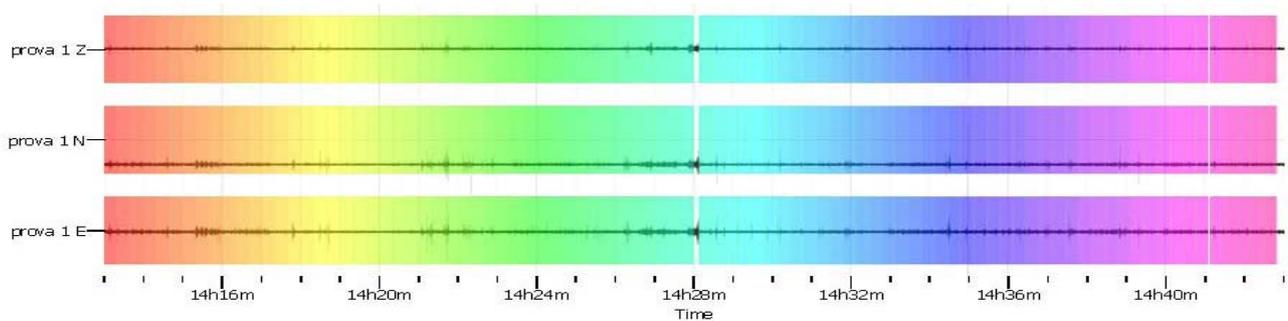
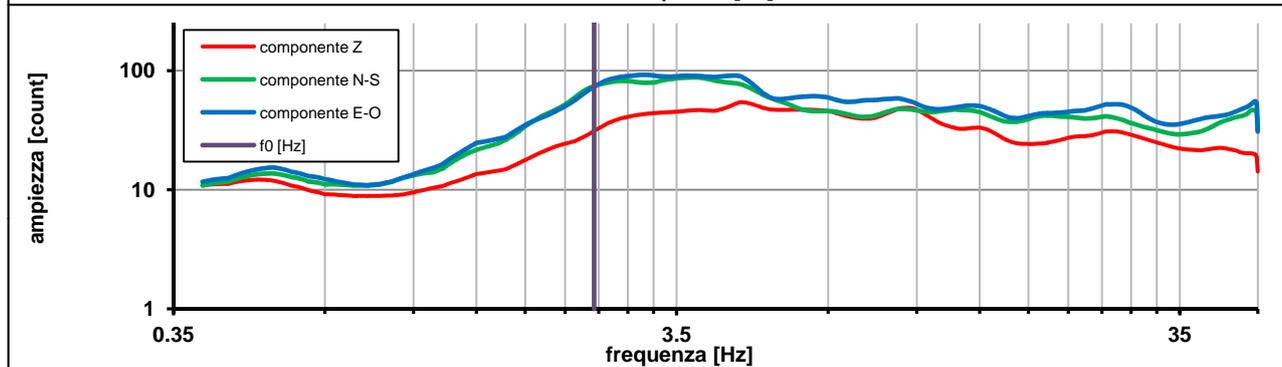
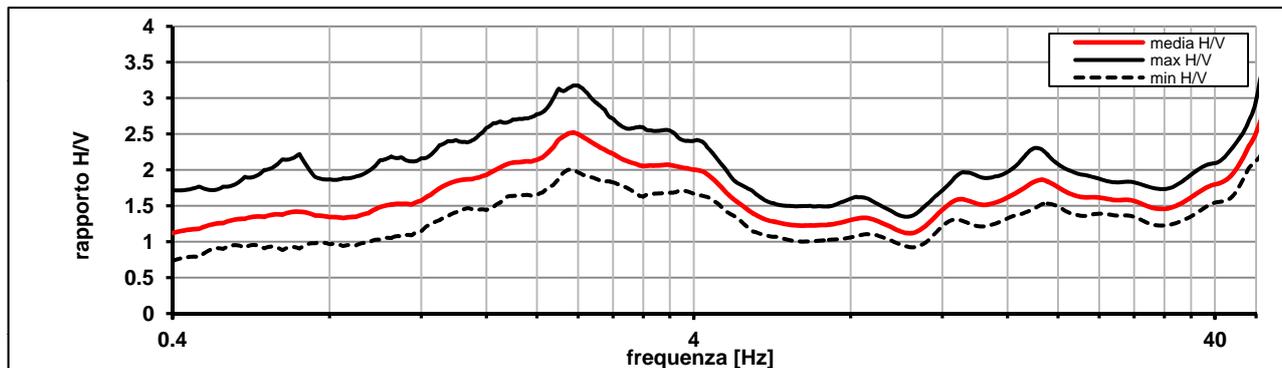
**note:**  
substrato Calcare Selcifero di Limano

Inizio registrazione [data ora]: 21/11/2012 14:13:53

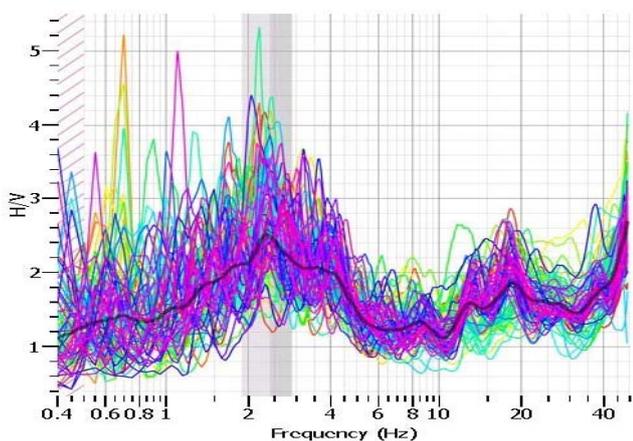
Lunghezza della registrazione [s] 1800      Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1780  
 Frequenza campionamento [Hz] 100  
 Ampiezza finestra [s]: 20

Modalita smoothing: triangolare proporzionale      costante di smoothing [%]: 10.00  
 cosine taper: applicato      larghezza taper [%]: 5

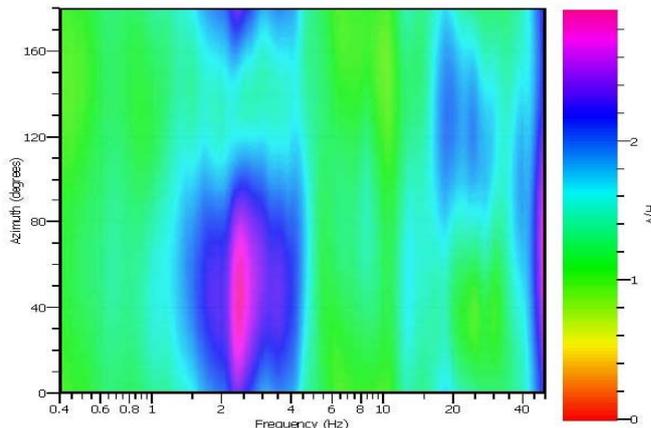
Massimo HVSR per  $2.39 \pm 0.5$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 89 finestre su 90 [98.8% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	2.40	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	4270	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	287	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	15.263	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.50	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	19.843	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.50092	<	0.11994	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.259	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>89</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>4270</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>2.40</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.5</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.12</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.50</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.25</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

profon. contrasto: 30-50 m  
[decine di metri]

contrasto: **BASSO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>05/12/2012</b>	ora:	<b>11:54:10</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,86934N</b>	longitudine:	<b>10,82244E</b>	quota s.l.m.:	<b>60.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 9</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121205_115410.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) <b>4°</b>					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili	<input checked="" type="checkbox"/>					
camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>					
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **05/12/2012 11:54:10**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1300**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **50**

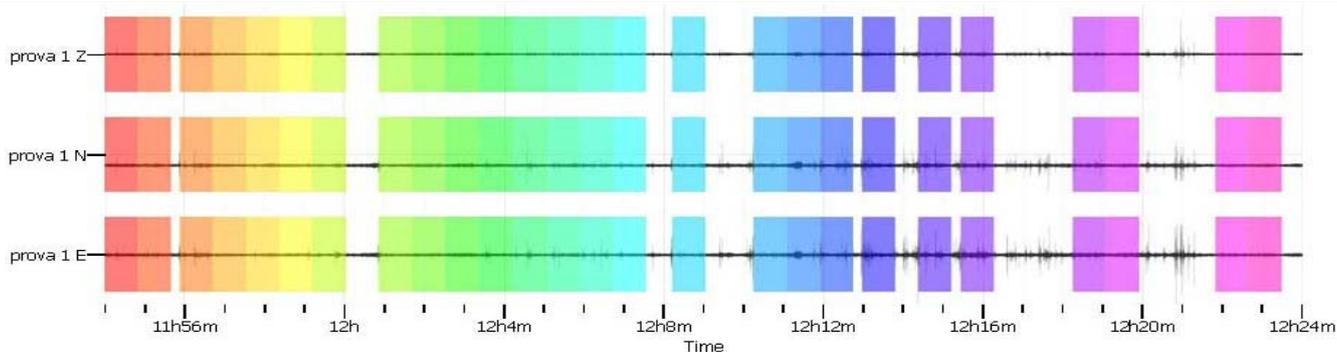
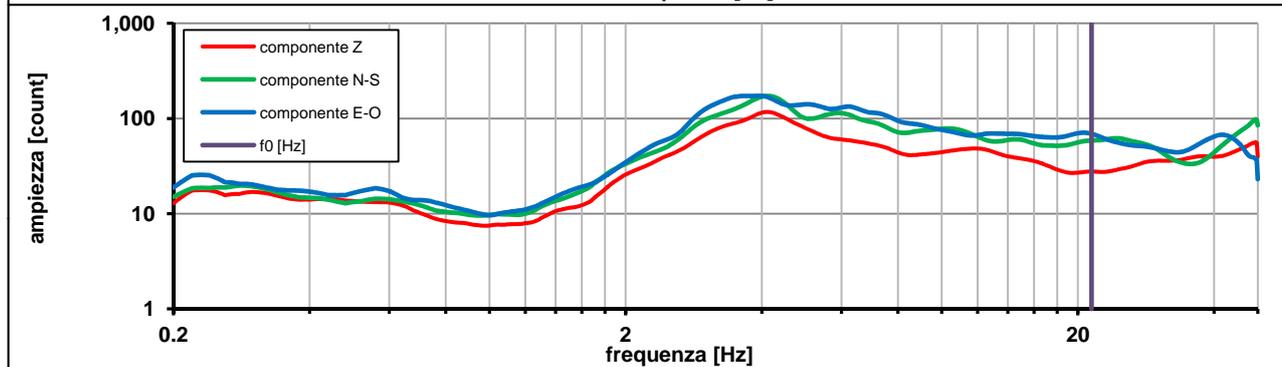
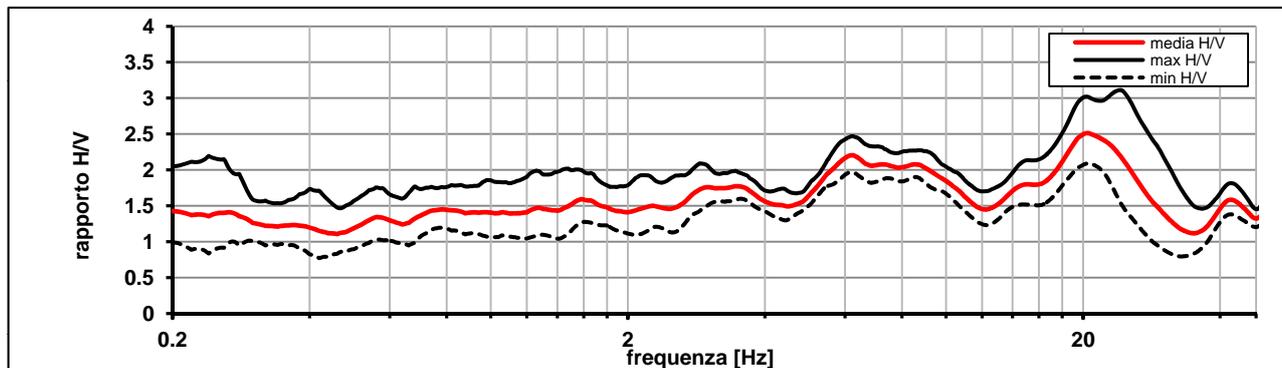
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

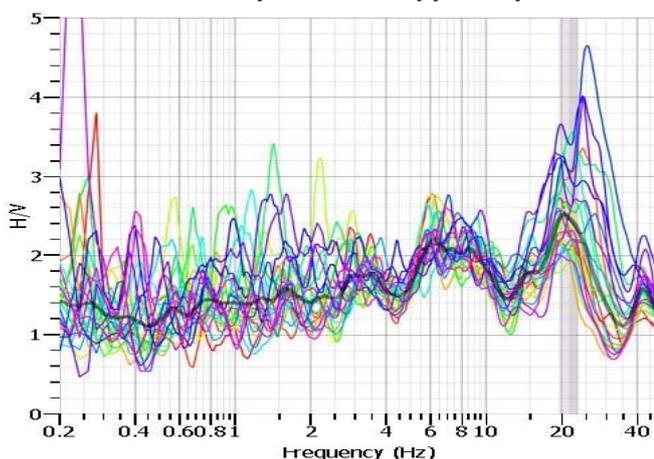
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

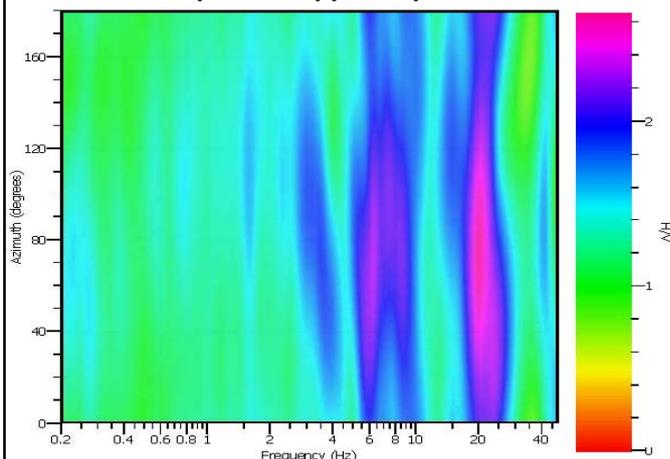
**Massimo HVSR per  $21.44 \pm 1.88$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 26 finestre su 36 [72.2% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	21.45	>	0.20	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	27880	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	eccede 0	su	251 punti	ok
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	31.955	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.46	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	1.331	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.88820	<	1.07232	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.202	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>50</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>26</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>27880</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>21.45</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 1.88</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.07</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.46</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.2</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	< 5 m
	[qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>05/12/2012</b>	ora:	<b>10:39:51</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,86773N</b>	longitudine:	<b>10,81732E</b>	quota s.l.m.:	<b>26.8 m</b>
nome stazione:	<b>prova 10</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121205_103951.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>30.00</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>3°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>			6
camion	<input checked="" type="checkbox"/>					6
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>				2
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico moderato

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

Edifici di h=6/7 m e d=20/30 m in ogni direzione



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 05/12/2012 10:39:51

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1680

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

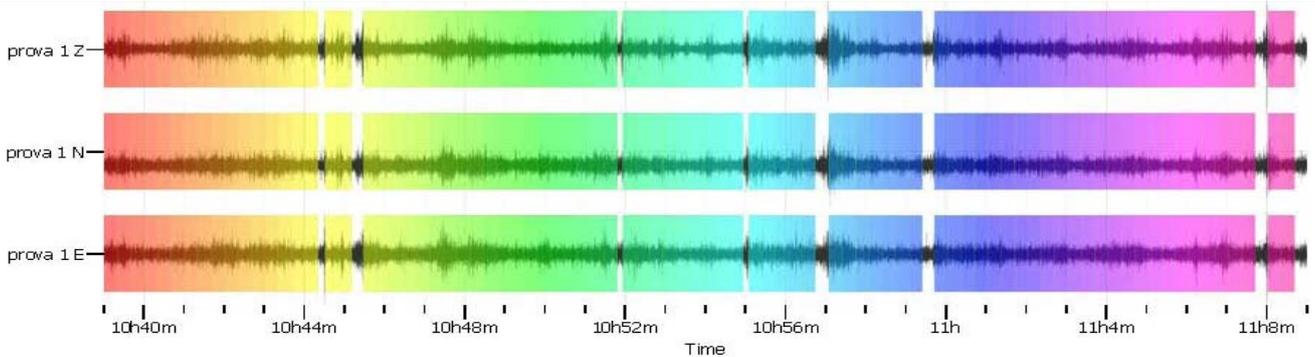
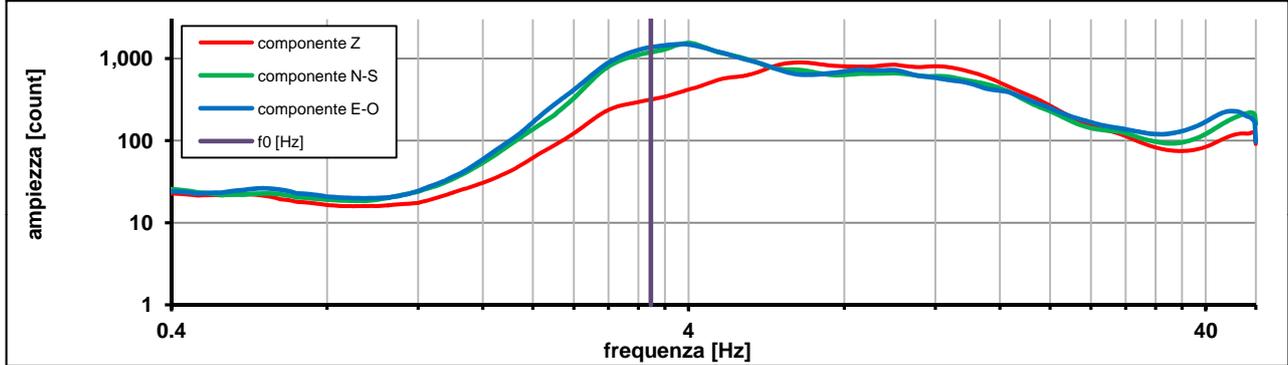
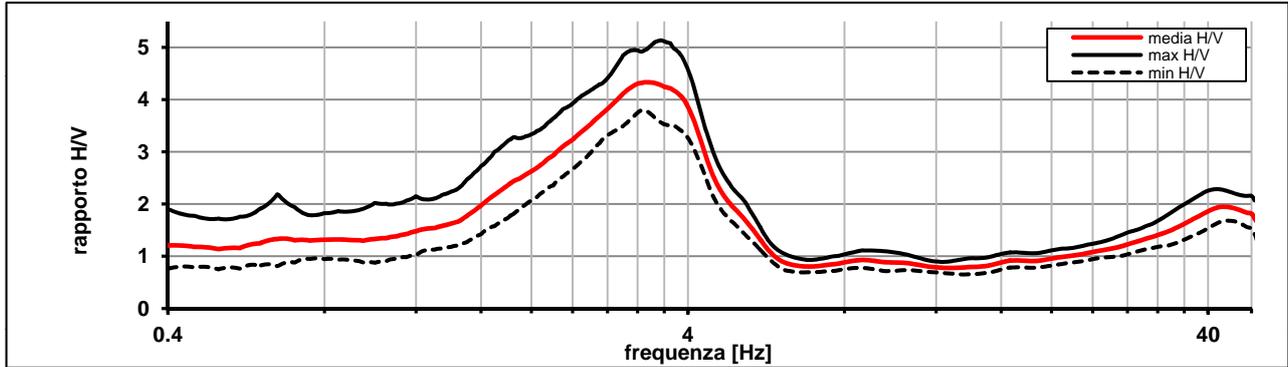
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

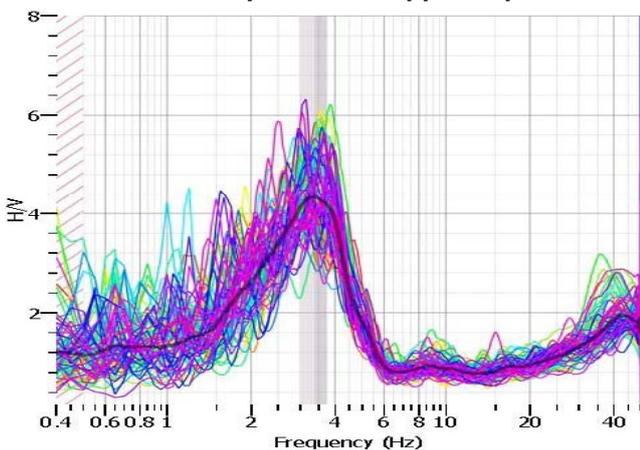
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

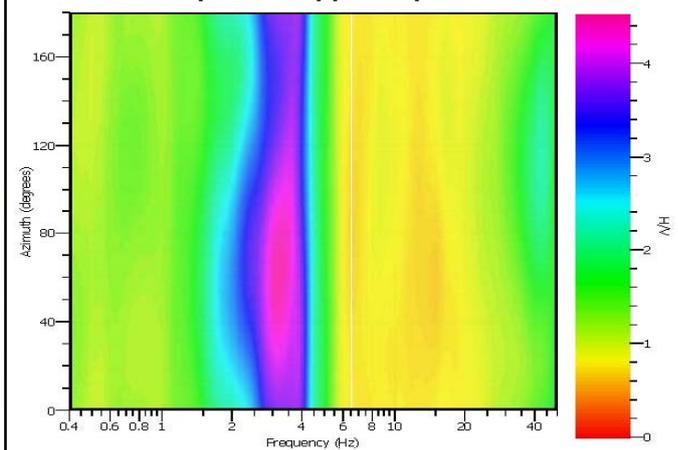
Massimo HVSR per  $3.38 \pm 0.37$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 84 finestre su 90 [93.3% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	3.38	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	5682	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	1.689	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.695	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	4.33	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.047	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.37051	<	0.16910	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.143	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>84</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>5682</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>3.38</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.37</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.17</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>4.33</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.14</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	20-30 m
	[decine di metri]
contrasto:	ALTO

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>05/12/2012</b>	ora:	<b>09:55:07</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,86067N</b>	longitudine:	<b>10,80413E</b>	quota s.l.m.:	<b>18.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 11</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121205_095507.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>35°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili				<input checked="" type="checkbox"/>		25
camion			<input checked="" type="checkbox"/>				25
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>					10
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico intenso

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

Palazzi di h=10 m in direzione N,E e S a circa 20 m di distanza



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 05/12/2012 09:55:07

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1560

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

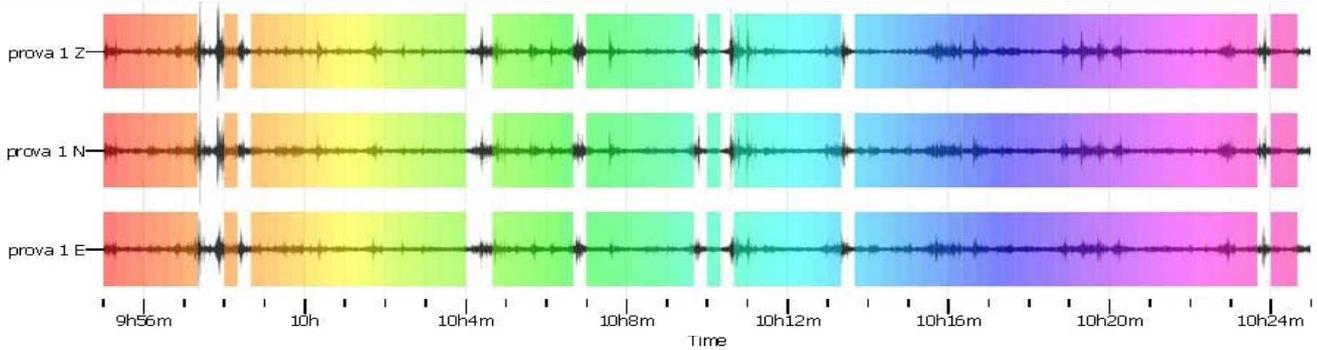
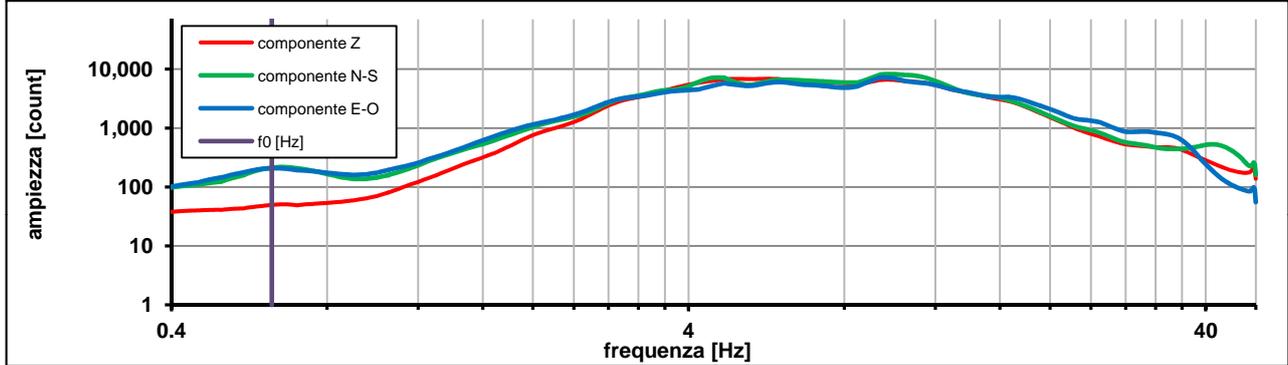
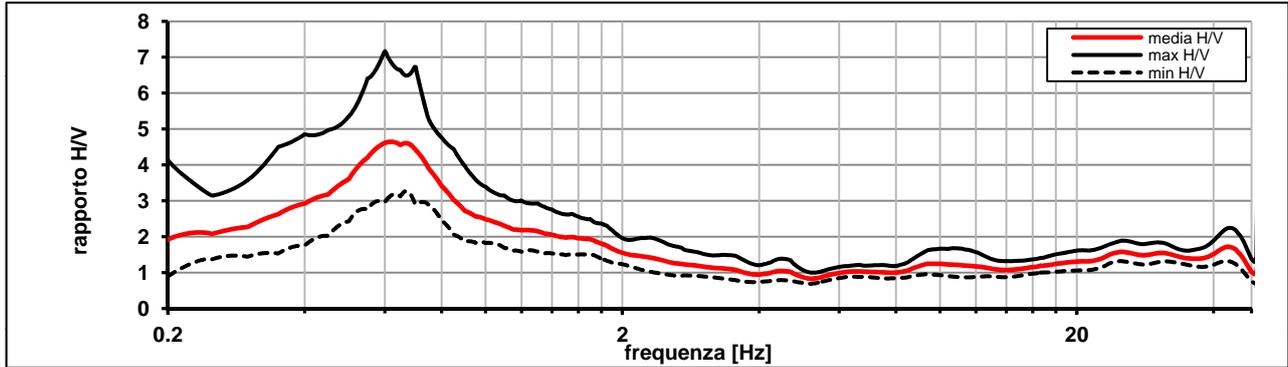
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

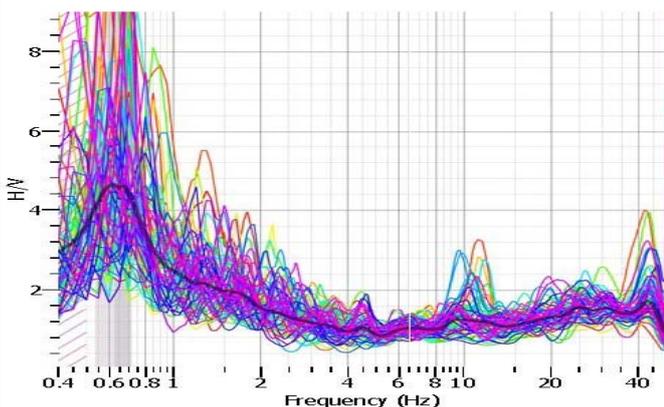
larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $0.62 \pm 0.09$

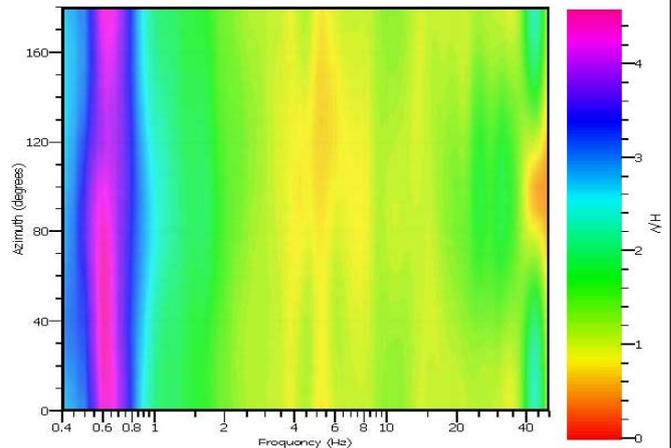


stazionarietà temporale dei rapporti spettrali

prova 11



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 78 finestre su 90 [86.6% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.63	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	975	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[almeno 5 su 6 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.304	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.097	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	4.64	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.067	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.09086	<	0.09379	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.482	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>78</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>975</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.63</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.09</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.09</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>4.64</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.48</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>05/12/2012</b>	ora:	<b>12:43:08</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,86761N</b>	longitudine:	<b>10,83597E</b>	quota s.l.m.:	<b>115.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 12</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121205_124308.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>6°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				3
camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>					
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

Alberi h=6/7 m d=3 m in tutte le direzioni



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 05/12/2012 12:43:08

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1300

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

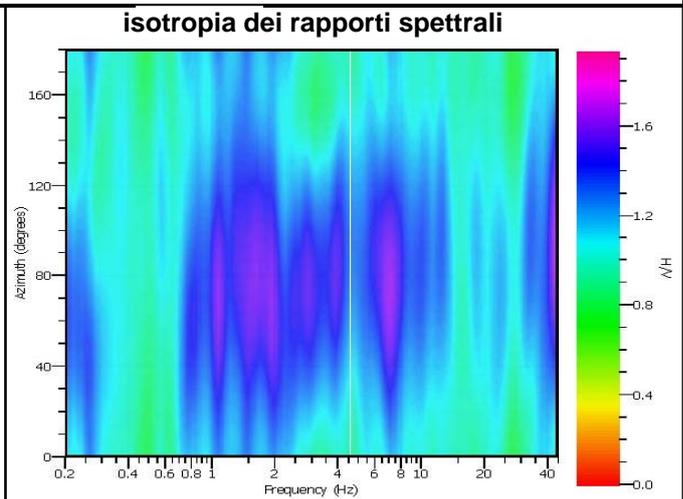
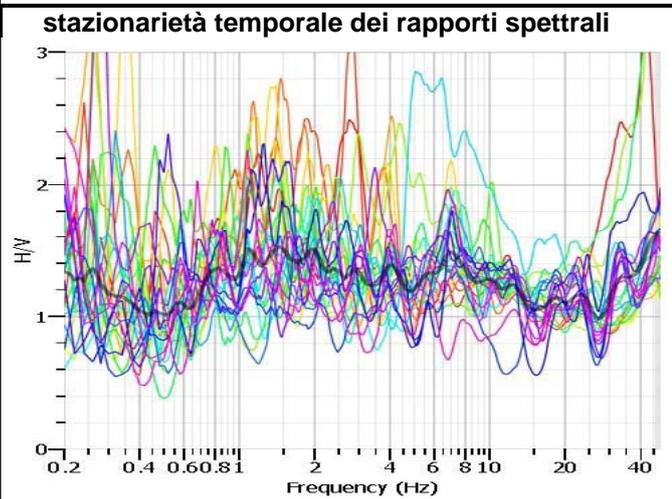
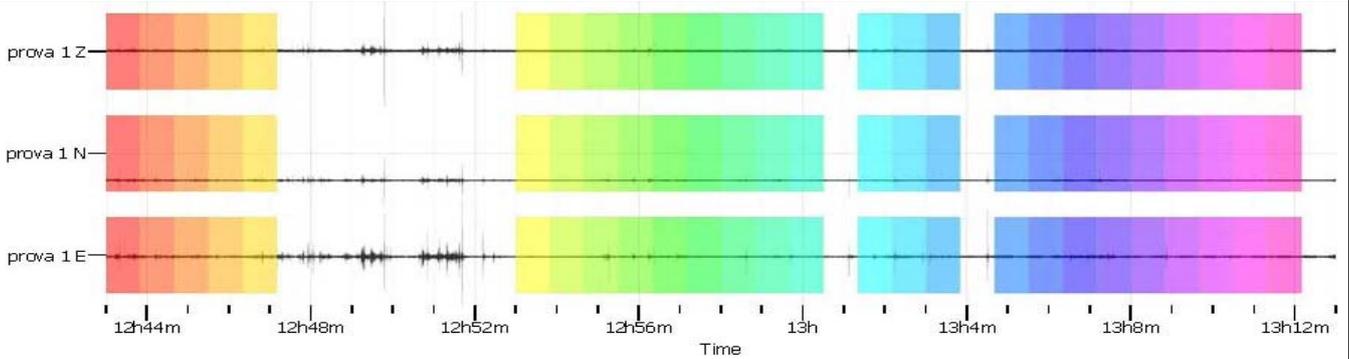
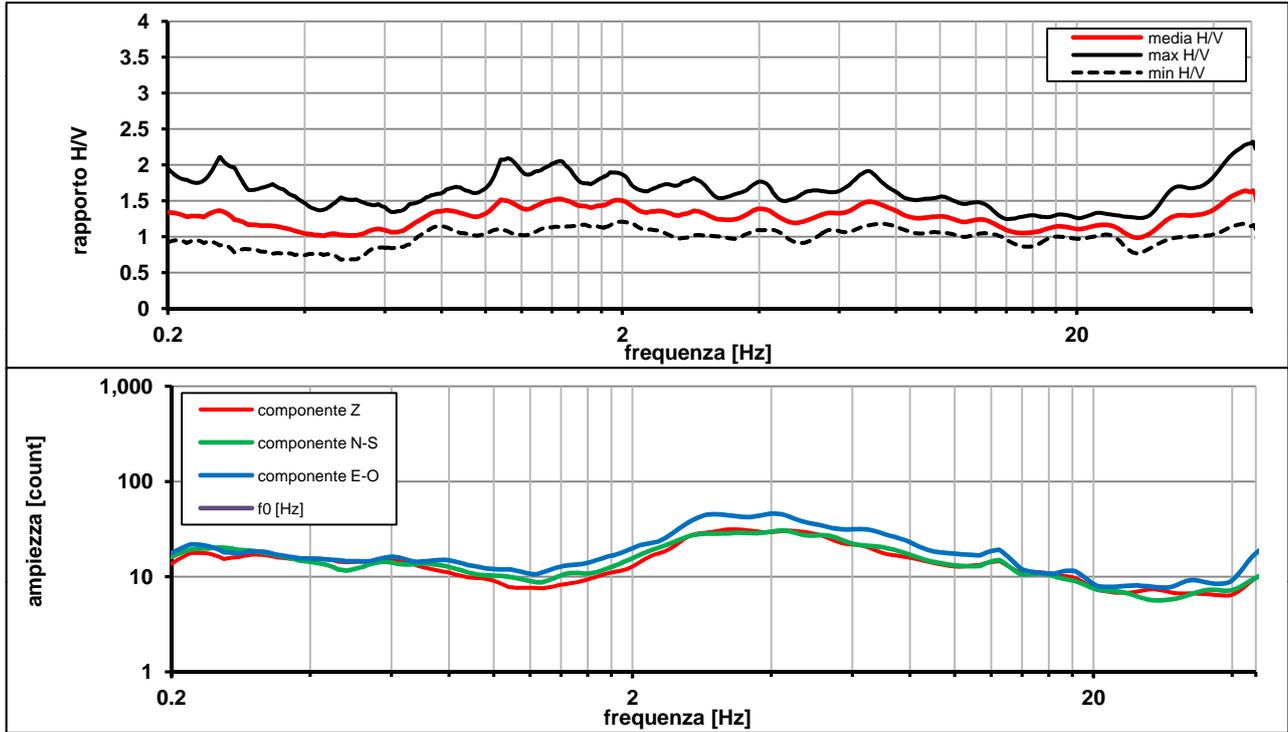
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $47.72 \pm 2.11$



picco stabile in 26 finestre su 36 [72.2% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	47.72	>	0.20	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	62038	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	134	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	1.63	>	2	no
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.958	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.11205	<	2.38609	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.414	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>50</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>26</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>62038</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>47.72</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 2.11</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.39</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>1.63</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.41</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

no

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: < 5 m

[qualche metro]

contrasto:

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>06/12/2012</b>	ora:	<b>09:57:55</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,86400N</b>	longitudine:	<b>10,82591E</b>	quota s.l.m.:	<b>41.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 13</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121206_095755.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>0°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				3
	camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
	pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>					
	altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

Alberi h=6/7 m d=3 m in tutte le direzioni



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **06/12/2012 09:57:55**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1350**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **50**

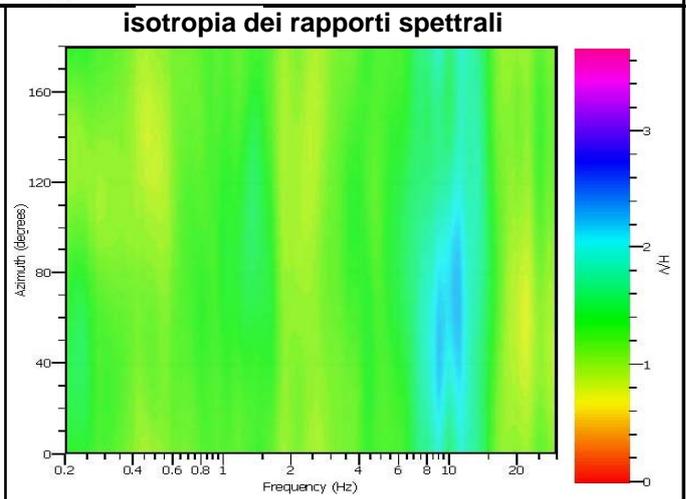
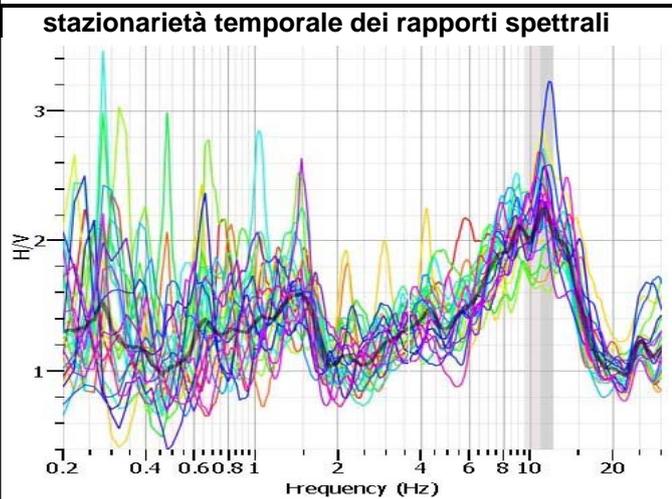
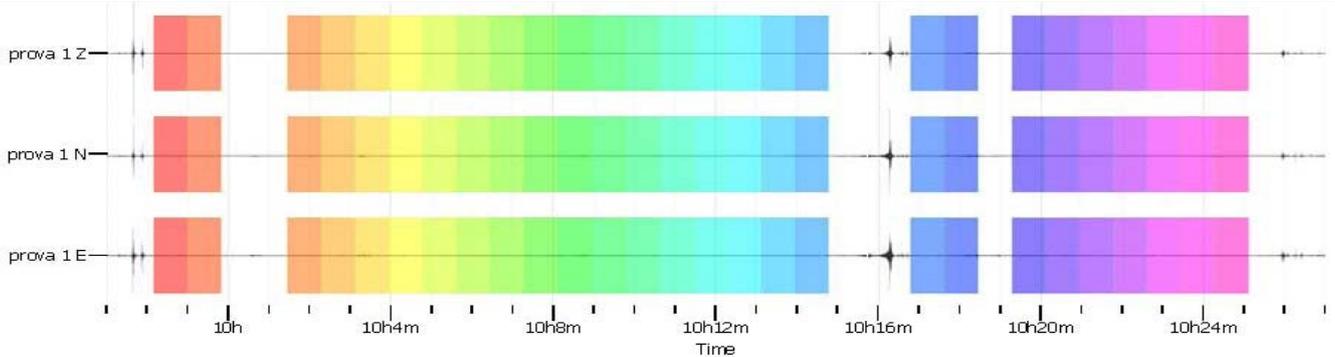
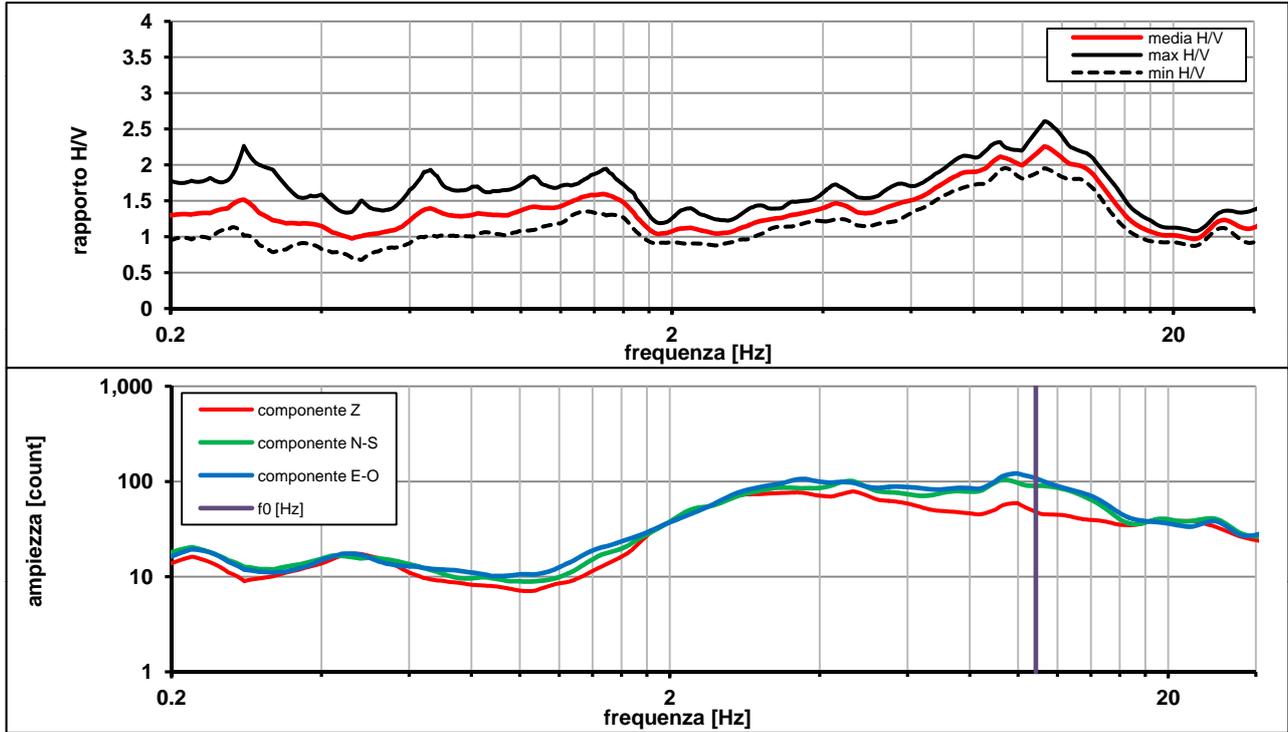
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $10.85 \pm 1.25$**



picco stabile in 27 finestre su 36 [75% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	10.85	>	0.20	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	14654	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	276	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	17.629	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.21	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	1.764	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.25641	<	0.54274	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.156	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>50</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>27</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>14654</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>10.85</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 1.25</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.54</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.21</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.15</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
profon. contrasto:	5-10 m [qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>06/12/2012</b>	ora:	<b>10:50:56</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,86440N</b>	longitudine:	<b>10,81945E</b>	quota s.l.m.:	<b>35.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 14</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121206_105056.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>30.00</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) <b>0°</b>					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			3
camion			<input checked="" type="checkbox"/>				3
pedoni			<input checked="" type="checkbox"/>				3
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: Traffico urbano intenso

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

Abitazioni h=6/7 m d=10 m in tutte le direzioni



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **06/12/2012 10:50:56**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1400**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

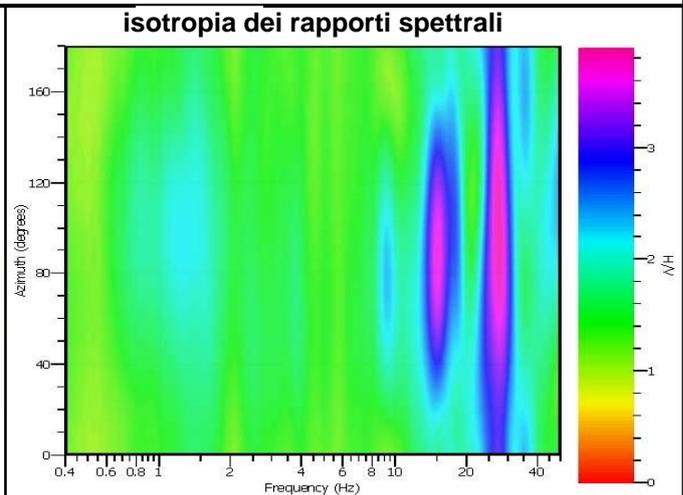
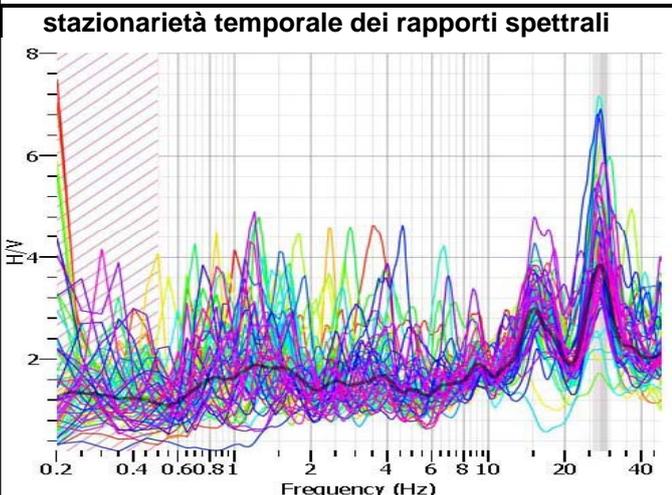
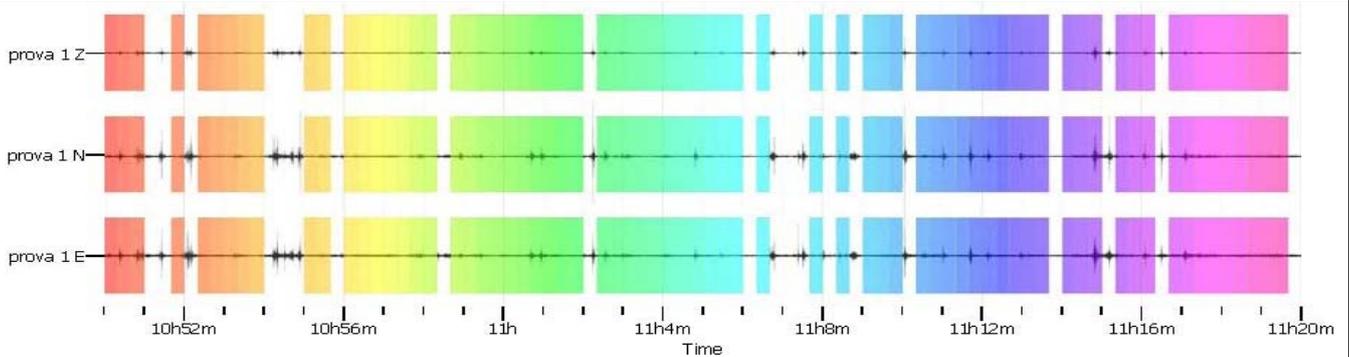
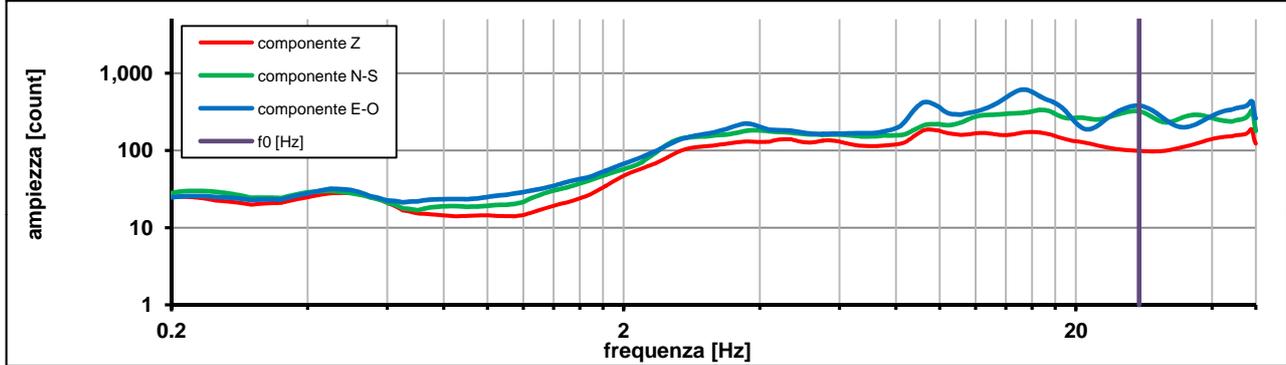
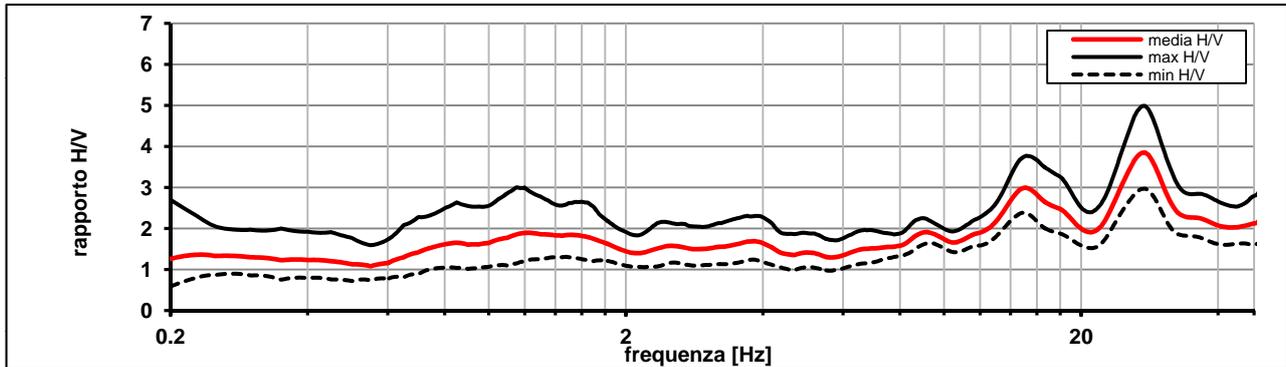
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $27.59 \pm 1.89$**



picco stabile in 70 finestre su 90 [77.7% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	27.60	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	38635	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	232	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	33.376	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	3.85	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.812	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.89265	<	1.37983	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.296	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>70</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>38635</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>27.60</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 1.89</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.38</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.85</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.29</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	< 5 m
	[qualche metro]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>06/12/2012</b>	ora:	<b>11:38:51</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,86096N</b>	longitudine:	<b>10,81896E</b>	quota s.l.m.:	<b>27.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 15</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121206_113851.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>30.00</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) <b>0°</b>					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> soffice							
		<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____		
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
	automobili				<input checked="" type="checkbox"/>		20
	camion		<input checked="" type="checkbox"/>				20
	pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>				2
	altro						

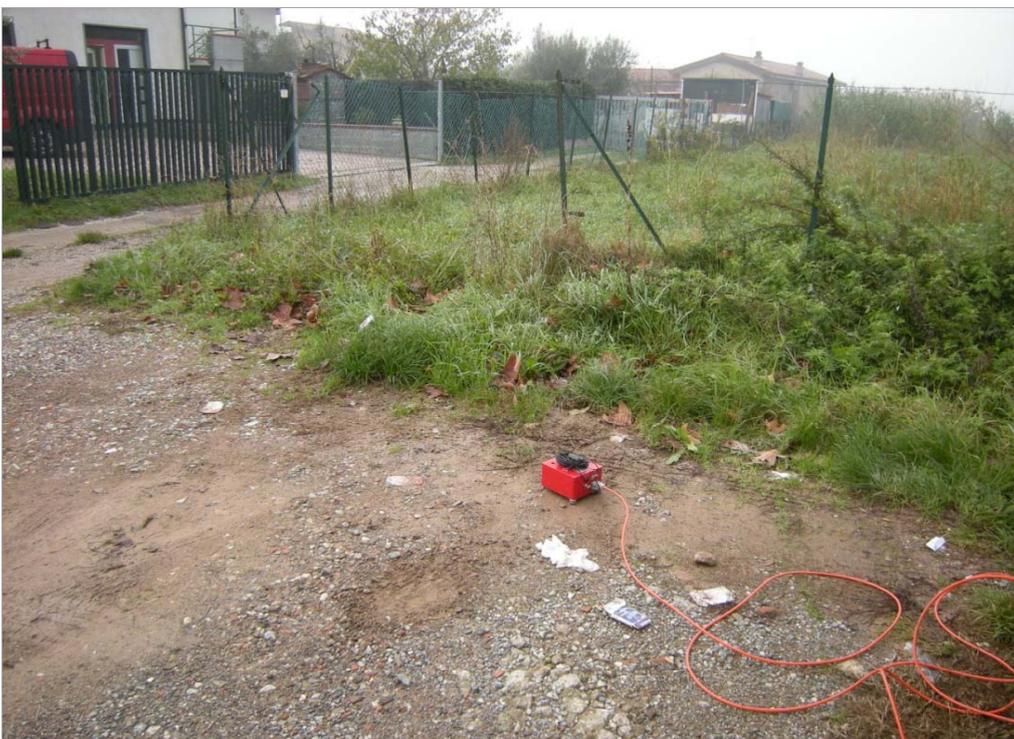
**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: Traffico urbano intenso

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

Abitazioni h=6/7 m d=10 m in tutte le direzioni



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **06/12/2012 11:38:51**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1340**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

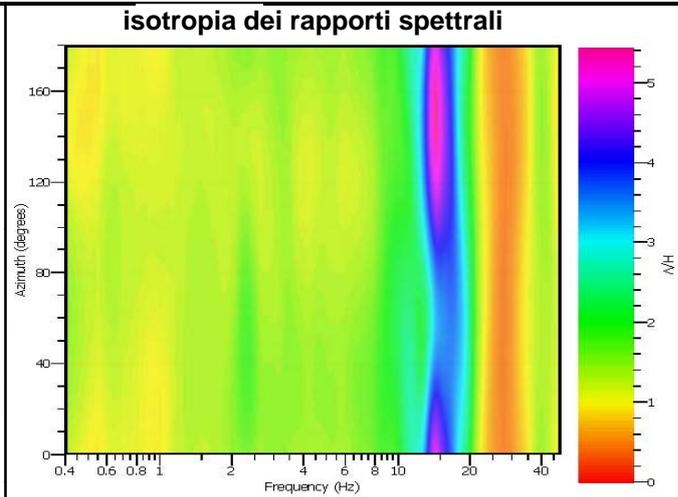
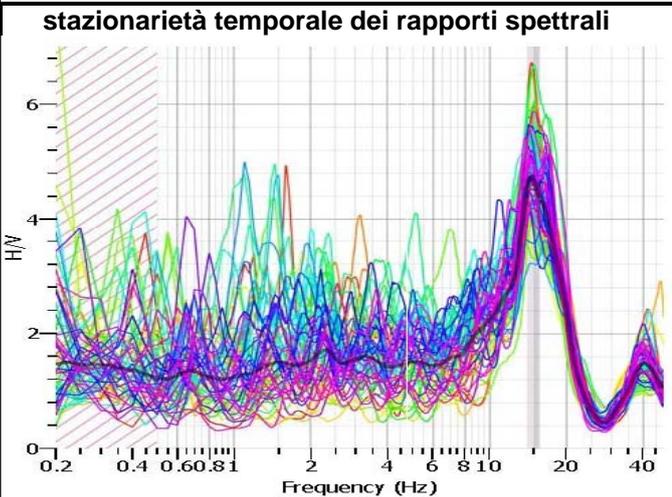
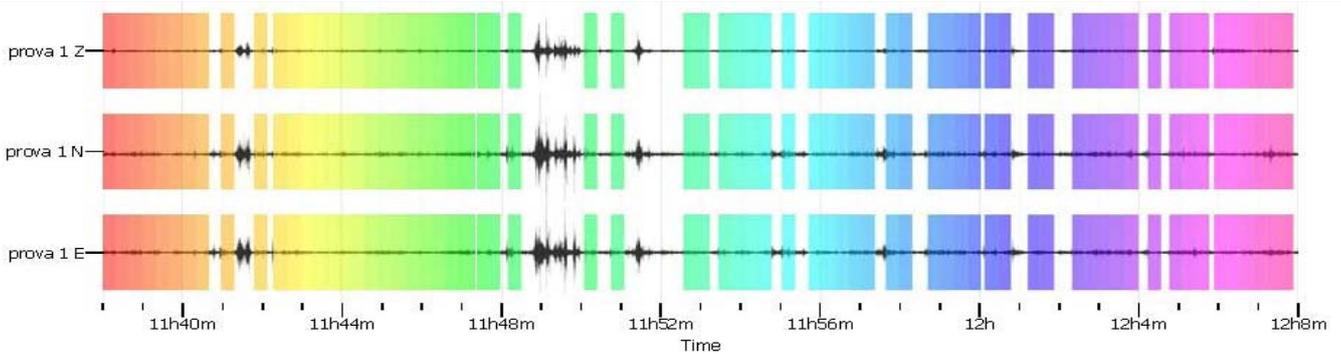
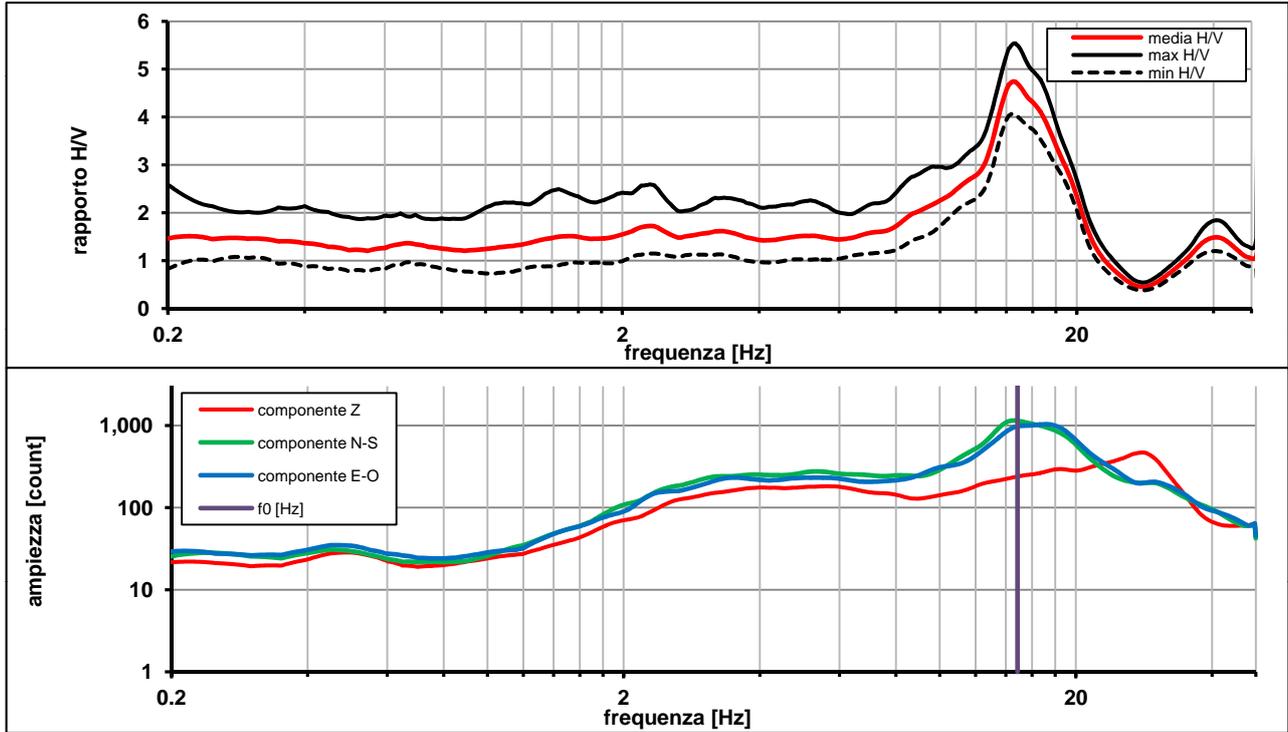
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $14.85 \pm 0.84$**



picco stabile in 67 finestre su 90 [74.4% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	14.86	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	19908	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	250	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	10.348	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	20.087	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	4.69	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.024	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.84535	<	0.74284	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.166	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>67</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>19908</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>14.86</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.84</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.74</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>4.69</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.16</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	5-10 m
	[qualche metro]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>06/12/2012</b>	ora:	<b>12:24:48</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,85845N</b>	longitudine:	<b>10,81247E</b>	quota s.l.m.:	<b>20.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 16</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121206_122448.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) <b>2°</b>					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			4
camion			<input checked="" type="checkbox"/>				4
pedoni			<input checked="" type="checkbox"/>				2
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: Traffico urbano moderato

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

Abitazioni h=6/7 m d=15/20 m in direzione Ovest



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 06/12/2012 12:24:48

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1640

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

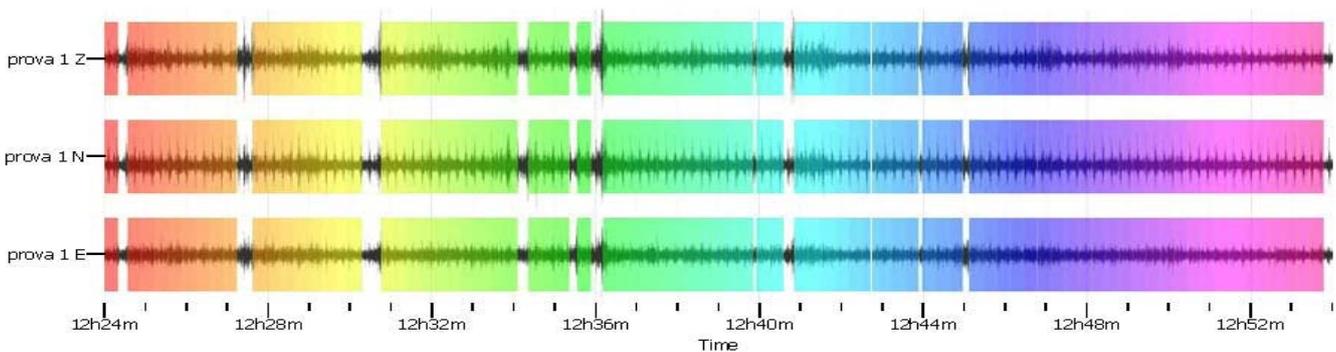
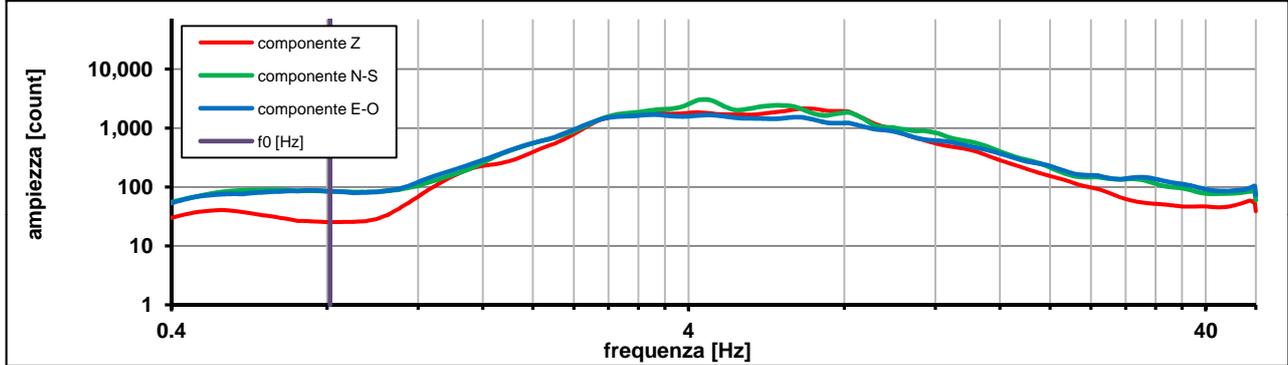
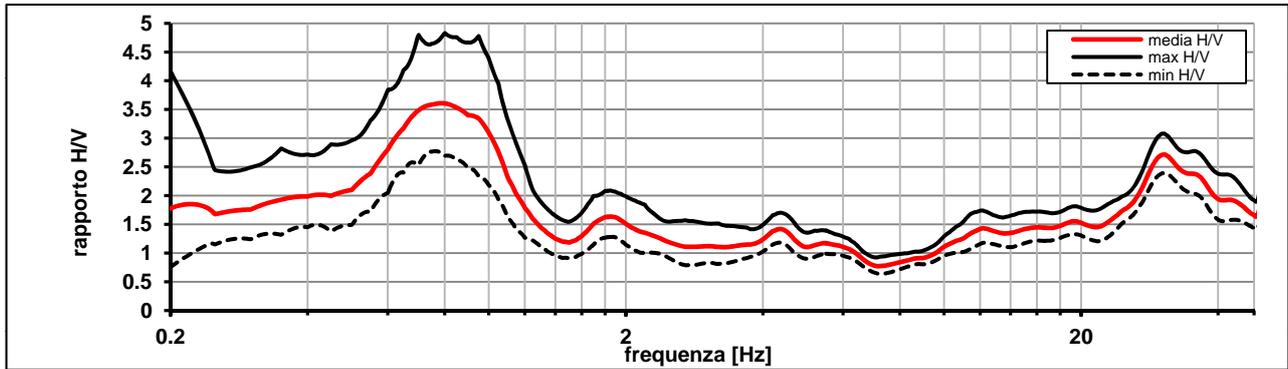
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

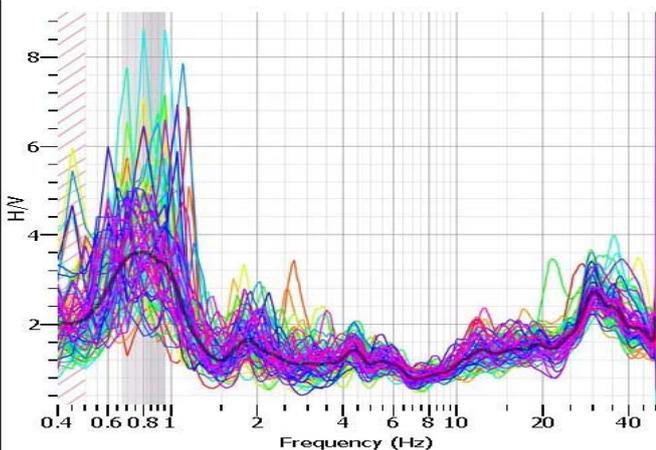
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

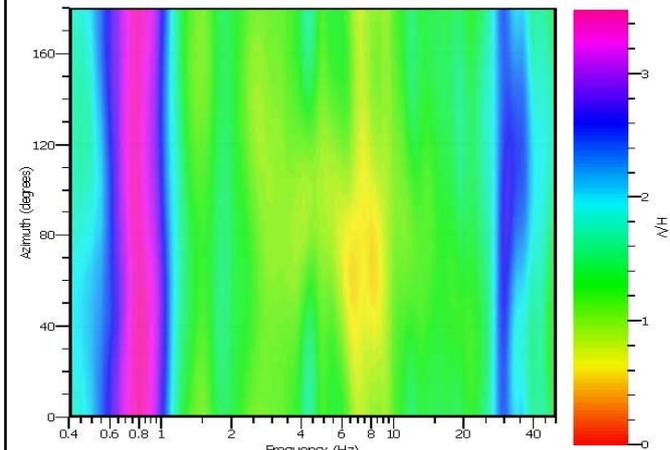
Massimo HVSR per  $0.81 \pm 0.14$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 82 finestre su 90 [91.1% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.81	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	1329	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.308	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.199	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.60	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	60.683	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.14082	<	0.12159	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.318	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>82</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>1329</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.81</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 0.14</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.12</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.60</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.31</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>06/12/2012</b>	ora:	<b>15:39:07</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,85501N</b>	longitudine:	<b>10,80380E</b>	quota s.l.m.:	<b>17.3 m</b>
nome stazione:	<b>prova 17</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121206_153907.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>6°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			30
camion				<input checked="" type="checkbox"/>			30
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>					10
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: Traffico extra-urbano molto intenso

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

Centrale elettrica a circa 50 m più a Sud



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **06/12/2012 15:39:07**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1300**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **50**

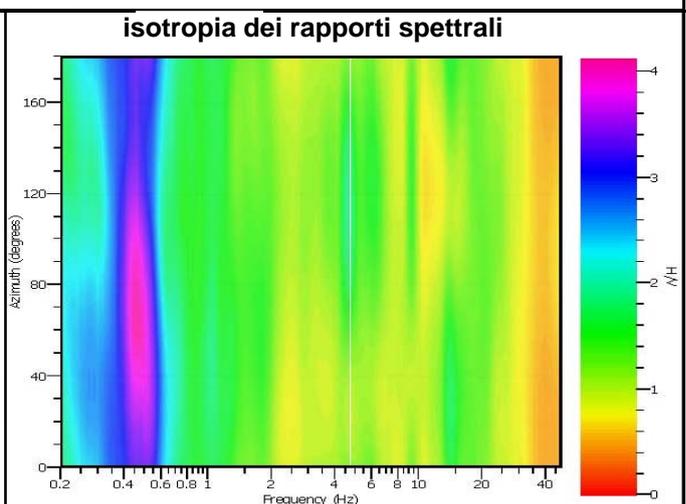
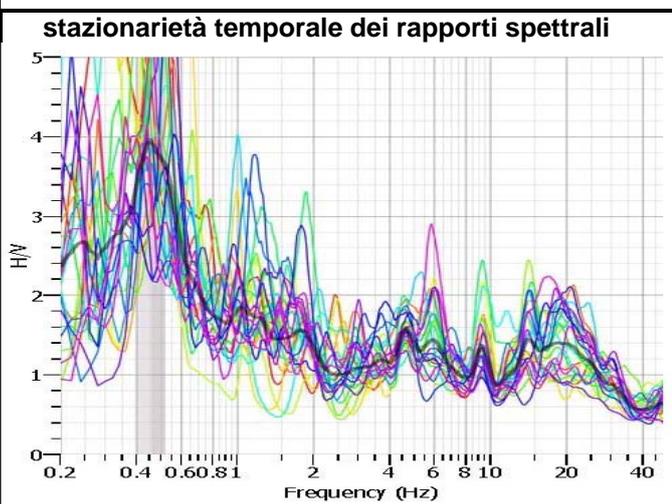
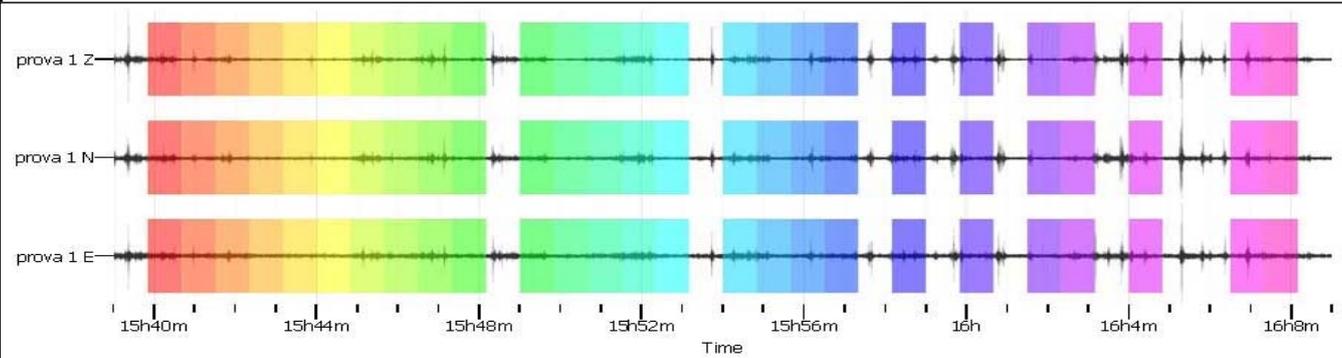
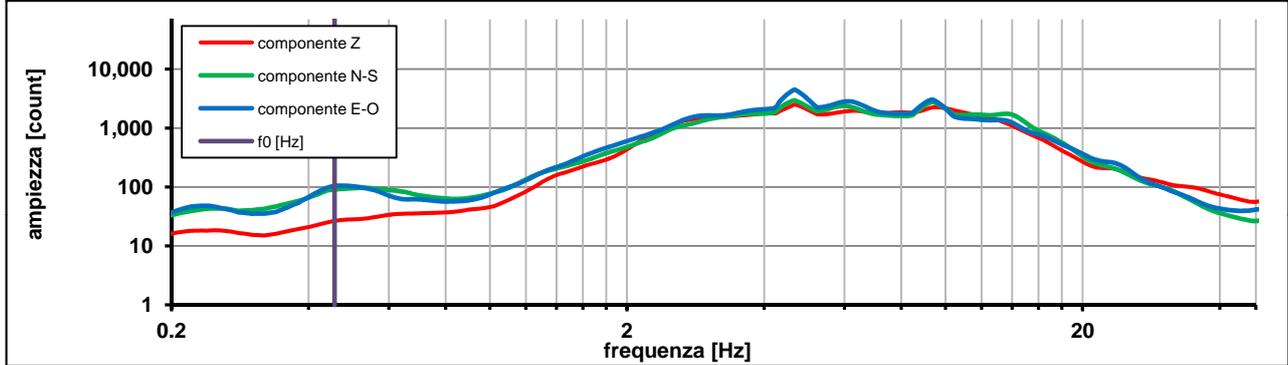
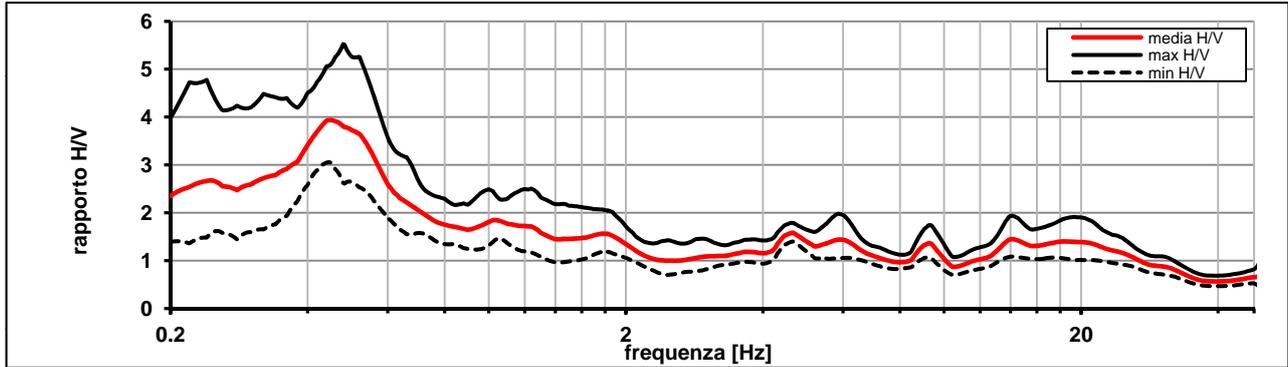
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $0.45 \pm 0.06$**



picco stabile in 26 finestre su 36 [72.2% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.46	>	0.20	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	593	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[almeno 5 su 6 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.725	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.93	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.050	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06262	<	0.09124	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.292	<	2.5	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]				<b>50</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]				<b>26</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]				<b>593</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]				<b>0.46</b>
$f$	frequenza				
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]				<b>± 0.06</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto				<b>0.09</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$				<b>3.93</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$				
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$				<b>± 1.29</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$				
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto				<b>2.50</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>17/01/2013</b>	ora:	<b>17:09:58</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,86380N</b>	longitudine:	<b>10,84571E</b>	quota s.l.m.:	<b>113.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 18</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130117_170958.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>3°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				2
camion		<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>					
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: torrente

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi H= 8.0 m D= 2.0 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**  
substrato Flysch di Ottone

Inizio registrazione [data ora]: 17/01/2013 17:09:58

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1480

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

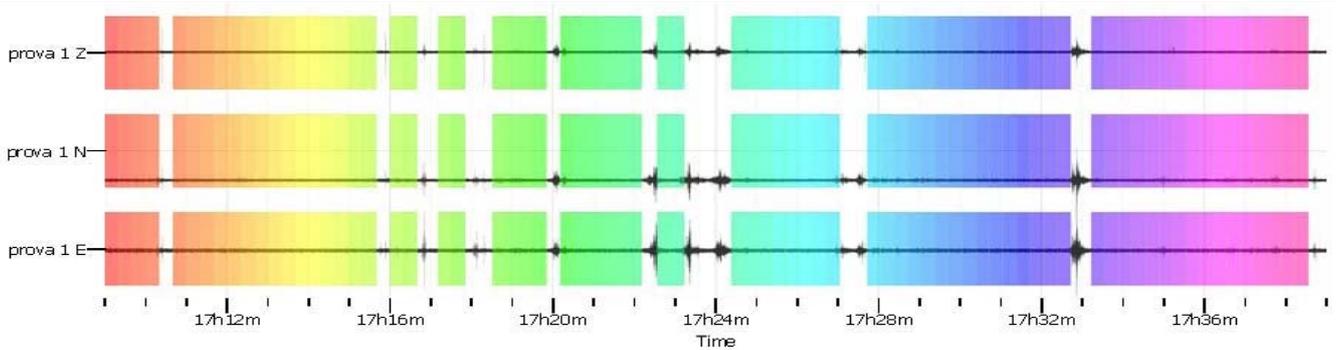
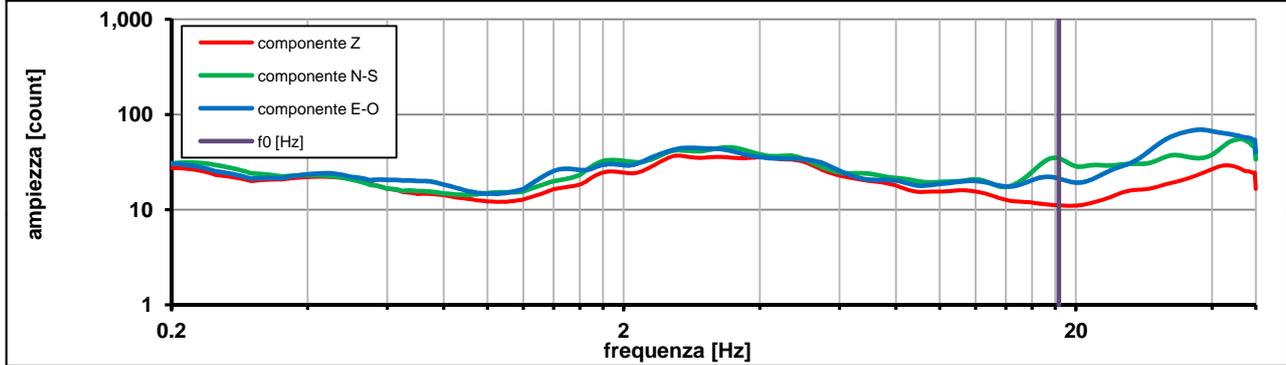
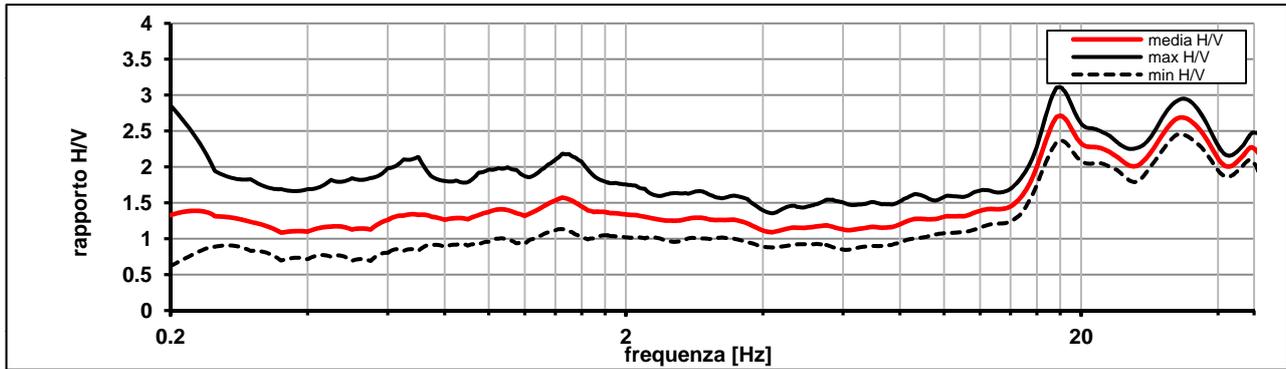
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

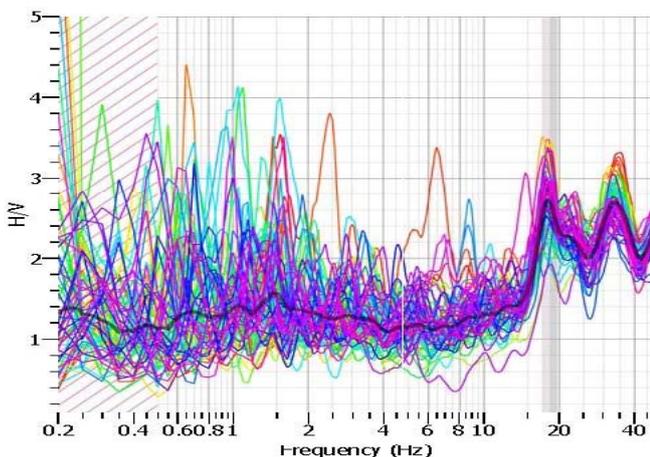
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

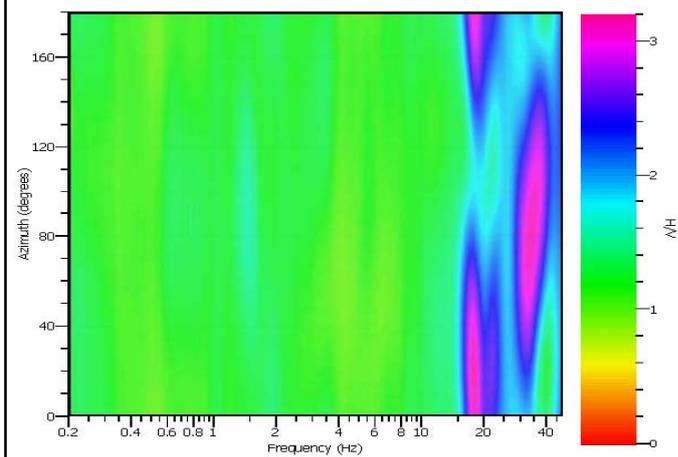
Massimo HVSR per  $18.33 \pm 1.34$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 74 finestre su 90 [82.2% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	18.34	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	27141	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	250	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	11.431	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
iii C	$A_0 > 2$	2.69	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	1.726	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.34005	<	0.91694	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.147	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>74</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>27141</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>18.34</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 1.34</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.92</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.69</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.14</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

no

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: 5-10 m

[qualche metro]

contrasto: **BASSO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>06/12/2012</b>	ora:	<b>18:18:11</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,85989N</b>	longitudine:	<b>10,83037E</b>	quota s.l.m.:	<b>45.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 20</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121206_181811.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>30.00</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>0°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<b>x</b>				5
camion		<b>x</b>					
pedoni		<b>x</b>					
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

Casolari a più di 50 m di distanza



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 06/12/2012 18:18:11

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1340

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

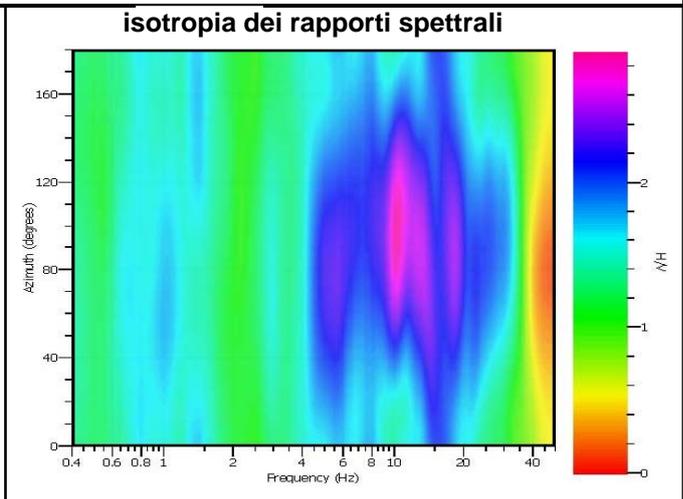
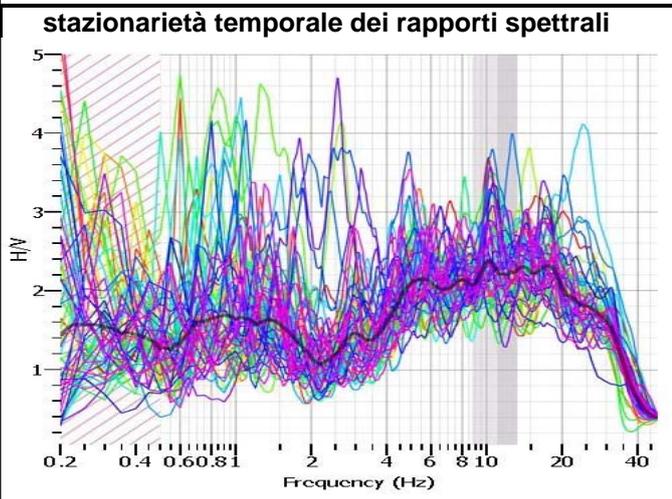
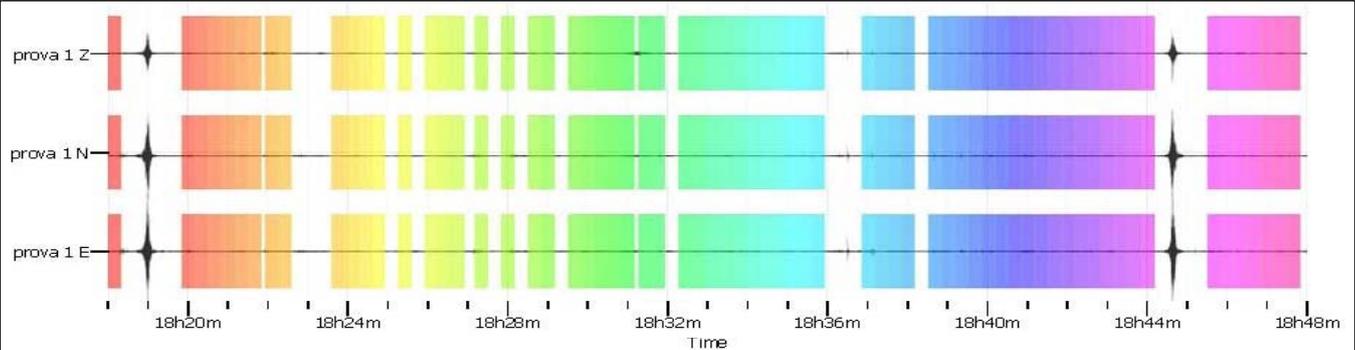
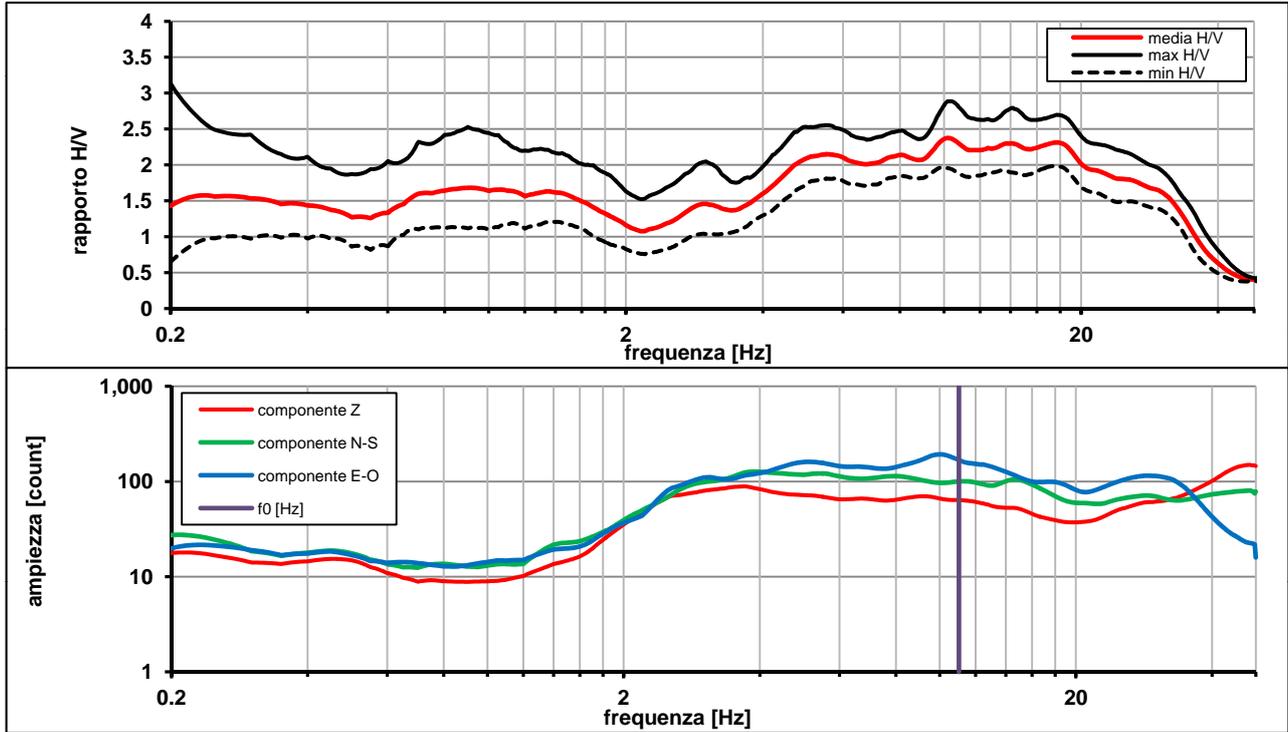
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $11.02 \pm 2.24$



picco stabile in 67 finestre su 90 [74.4% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	11.02	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	14769	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	34.910	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.25	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.982	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.24395	<	0.55110	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.215	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>67</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>14769</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>11.02</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 2.24</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.55</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.25</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.21</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

no

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: 5-10 m

[qualche metro]

contrasto: **BASSO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>06/12/2012</b>	ora:	<b>17:15:13</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,85620N</b>	longitudine:	<b>10,81782E</b>	quota s.l.m.:	<b>25.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 21</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121206_171513.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) <b>3°</b>					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido			Note: _____				

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
	automobili			<input checked="" type="checkbox"/>			6
	camion		<input checked="" type="checkbox"/>				6
	pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>				6
	altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: Traffico urbano molto intenso

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]

Abitazioni h=6/7 m d=10 m in tutte le direzioni



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **06/12/2012 17:15:13**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1480**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **20**

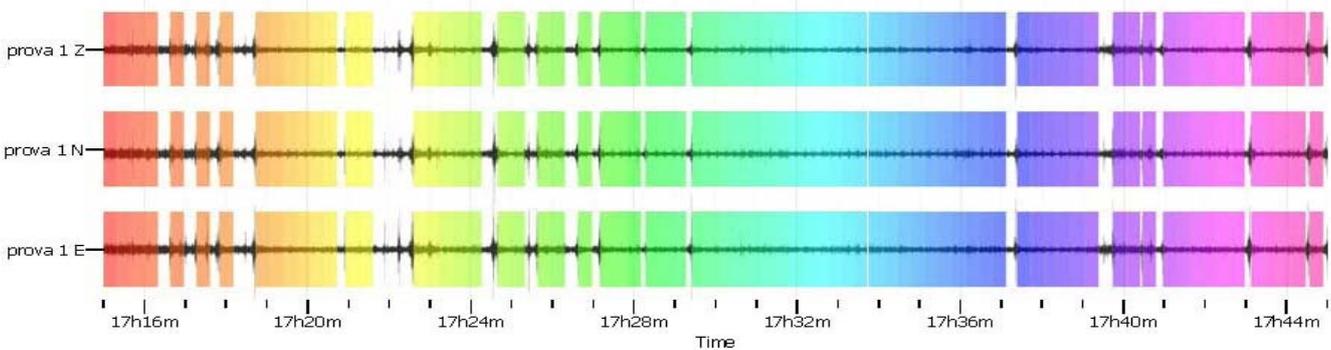
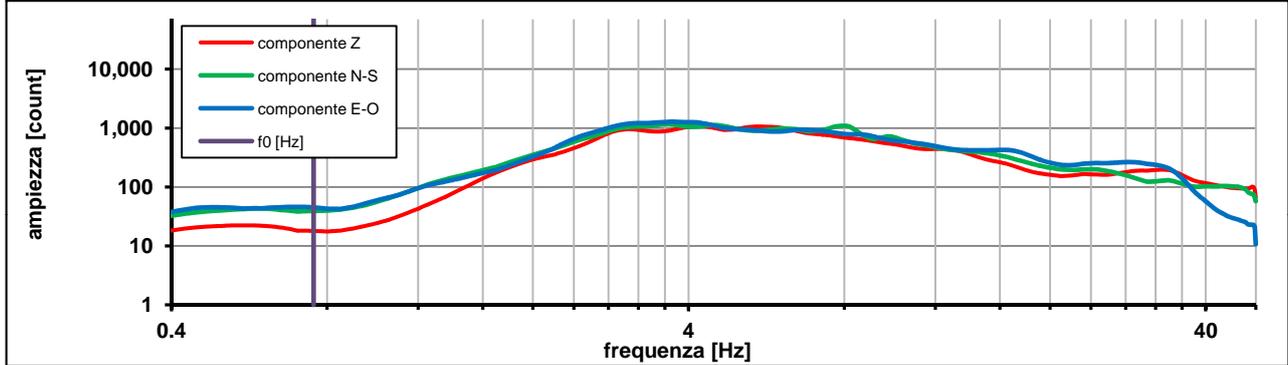
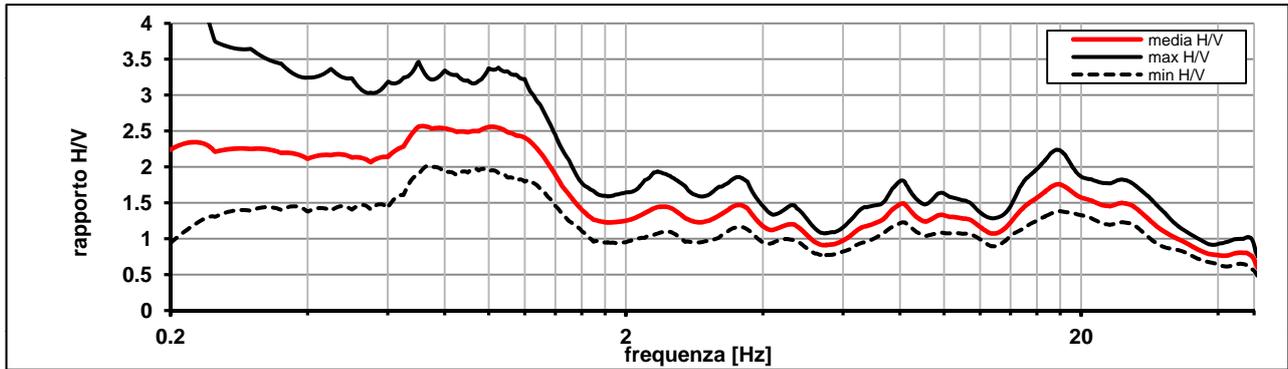
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

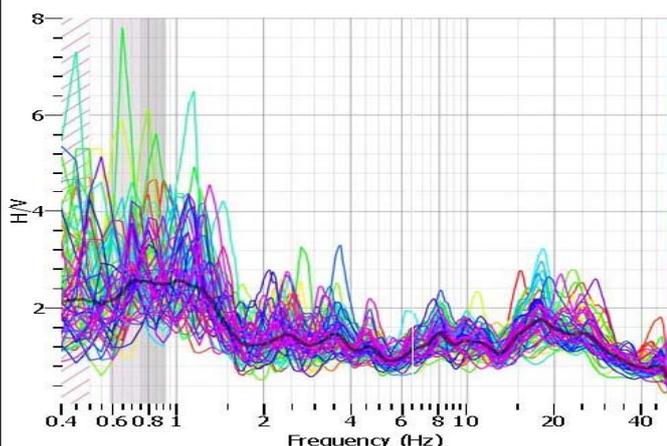
cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

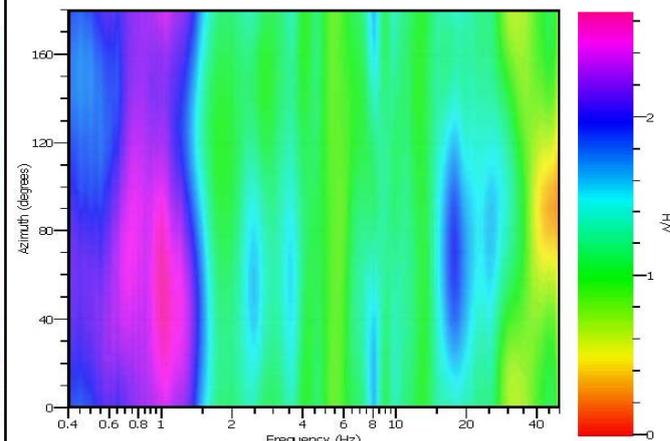
**Massimo HVSR per  $0.75 \pm 0.16$**



**stazionarietà temporale dei rapporti spettrali**



**isotropia dei rapporti spettrali**



picco stabile in 74 finestre su 90 [82.2% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

## CRITERI PROGETTO SESAME

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.75	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	1115	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.445	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.53	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.735	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.16745	<	0.11301	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.301	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]				<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]				<b>74</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]				<b>1115</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]				<b>0.75</b>
$f$	frequenza				
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]				<b><math>\pm 0.16</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto				<b>0.11</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$				<b>2.53</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$				
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$				<b><math>\pm 1.3</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$				
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto				<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

## ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

ok

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative

prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]

contrasto:	<b>BASSO</b>
------------	--------------

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>17/01/2013</b>	ora:	<b>17:55:03</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,85953N</b>	longitudine:	<b>10,84686E</b>	quota s.l.m.:	160.0 m
nome stazione:	<b>prova 22</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130117_175503.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>3°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				5
	camion	<input checked="" type="checkbox"/>					
	pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>					
	altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: \_\_\_\_\_

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

alberi H= 4.0 m D= 3.0 m

palo della luce H= 8.0 m D=3.0 m



**note:**  
substrato Macigno

Inizio registrazione [data ora]: 17/01/2013 17:55:03

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1340

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 20

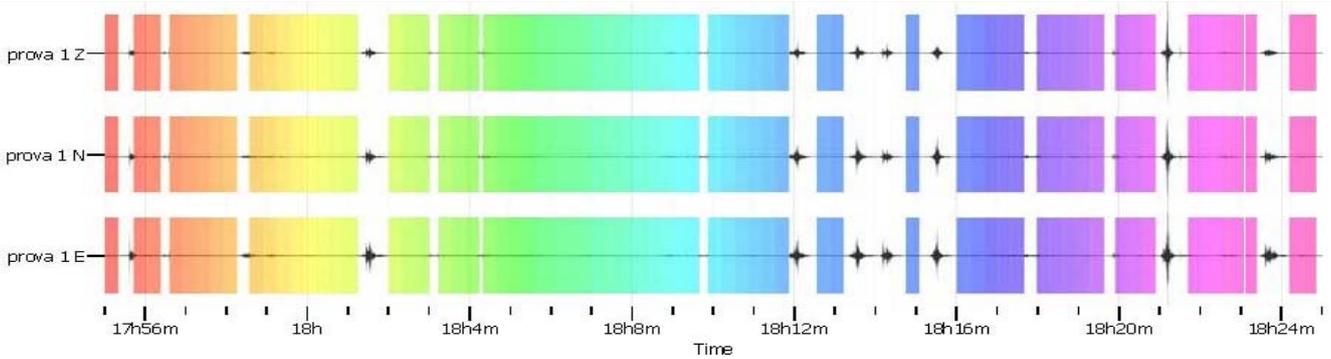
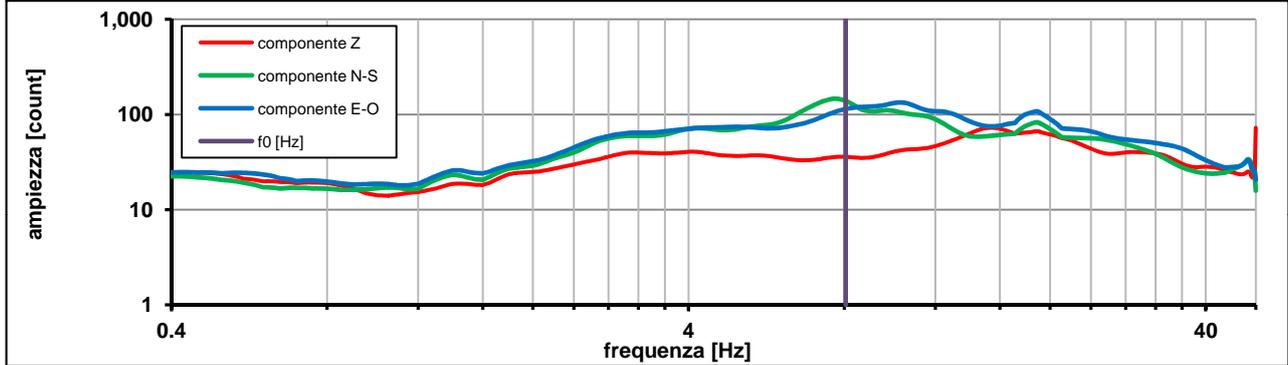
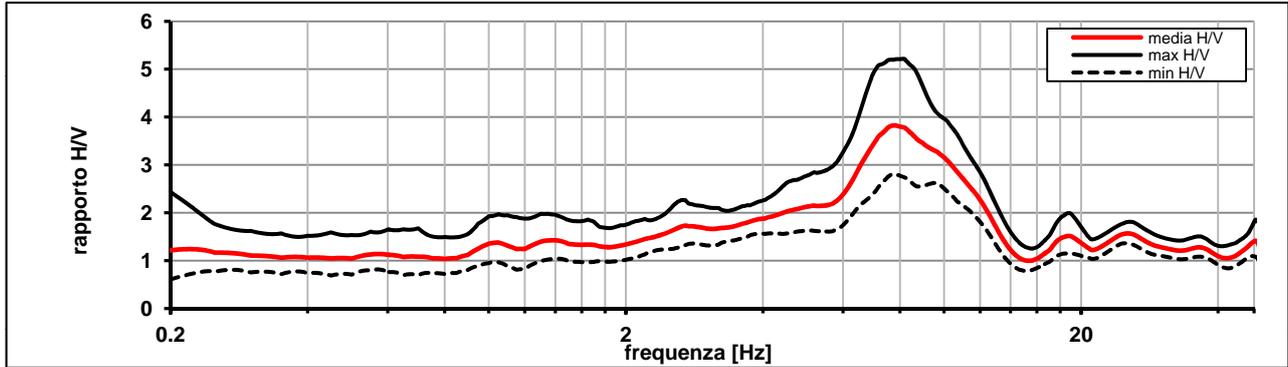
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

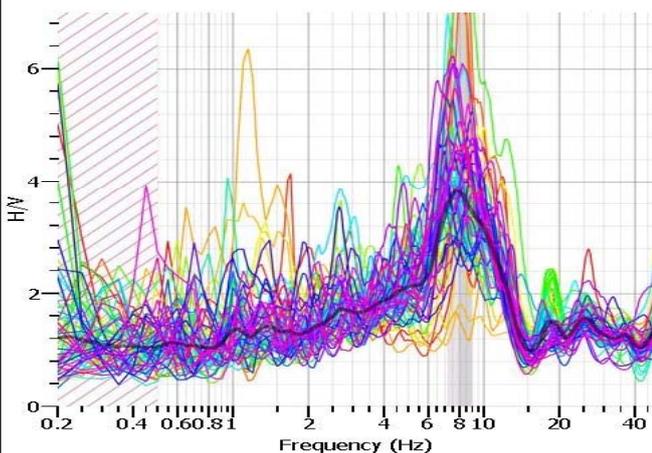
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

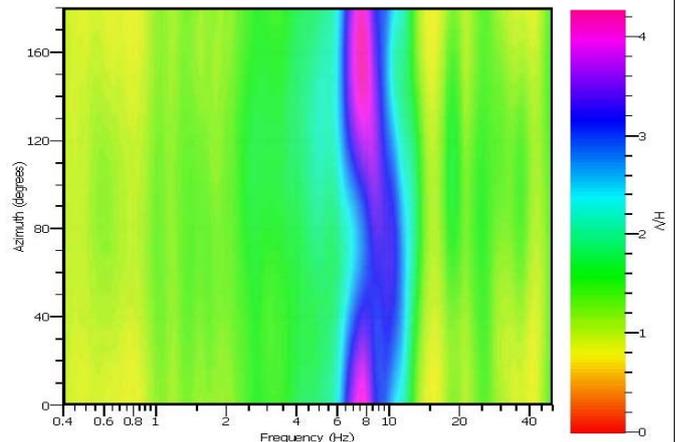
Massimo HVSR per  $8.05 \pm 0.9$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 67 finestre su 90 [74.4% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	8.05	>	0.50	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	10789	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	250	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.089	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	12.697	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.79	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.036	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.90888	<	0.40256	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.360	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>67</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>10789</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>8.05</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.9</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.40</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.79</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.36</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

- |                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 1. Stazionarietà temporale           | ok |
| 2. Isotropia                         | ok |
| 3. Assenza disturbi elettromagnetici | ok |
| 4. Plausibilità fisica               | ok |
| 5. Robustezza statistica (*)         | ok |
| 6. Durata                            | ok |

**CLASSE A**  
**SOTTOCLASSE Tipo 1**

**Valutazioni qualitative**  
prof. contrasto: 5-10 m  
[qualche metro]  
contrasto: **ALTO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>17/01/2013</b>	ora:	<b>18:42:02</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,85600N</b>	longitudine:	<b>10,83448E</b>	quota s.l.m.:	<b>52.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 23</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130117_184202.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>3°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili			<input checked="" type="checkbox"/>			15
camion			<input checked="" type="checkbox"/>				15
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>					
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico cittadino

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi H= 8.0 m D= 3.0 m  
edifici H= 6/7.0 m D= 30.0 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**  
substrato Macigno?

Inizio registrazione [data ora]: 17/01/2013 18:42:02

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1350

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

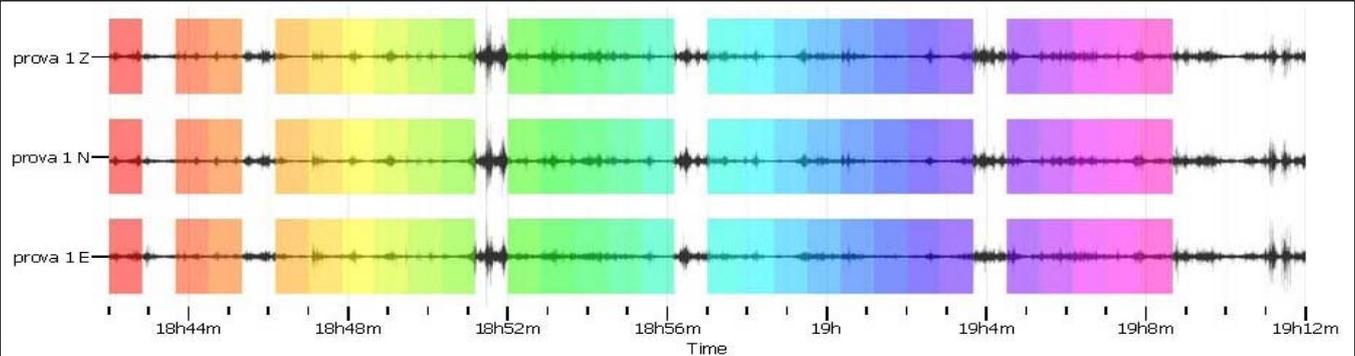
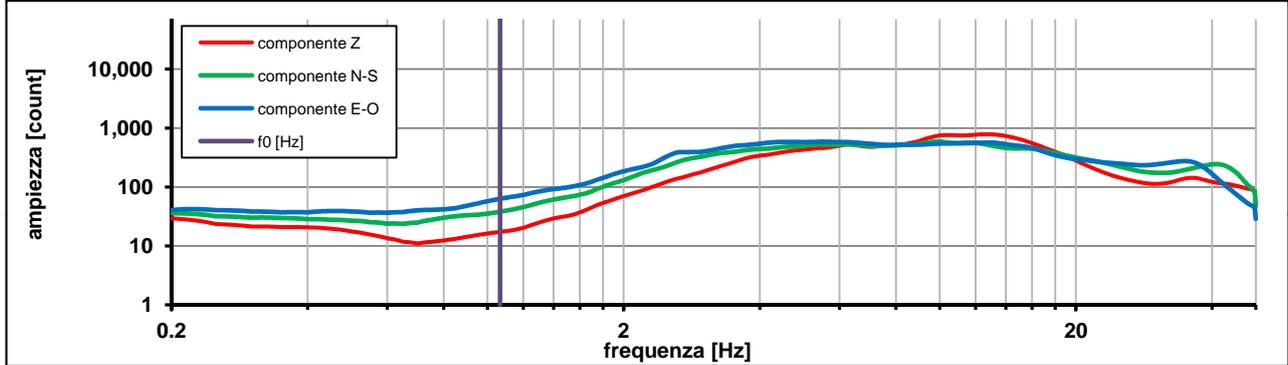
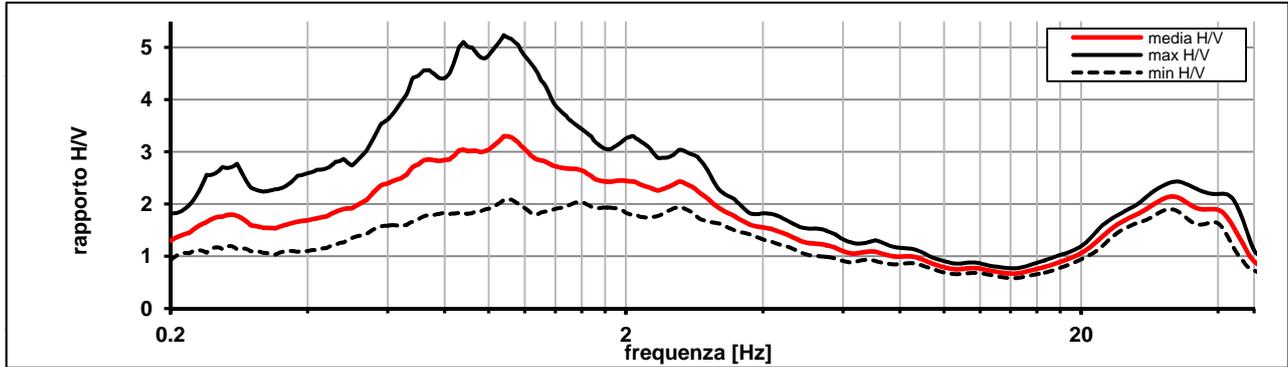
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

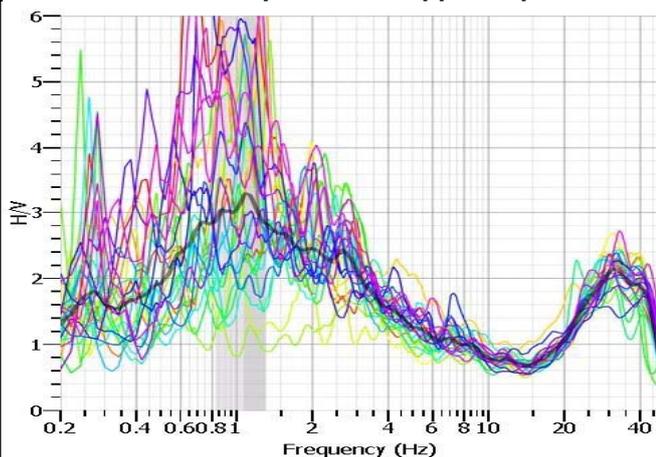
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

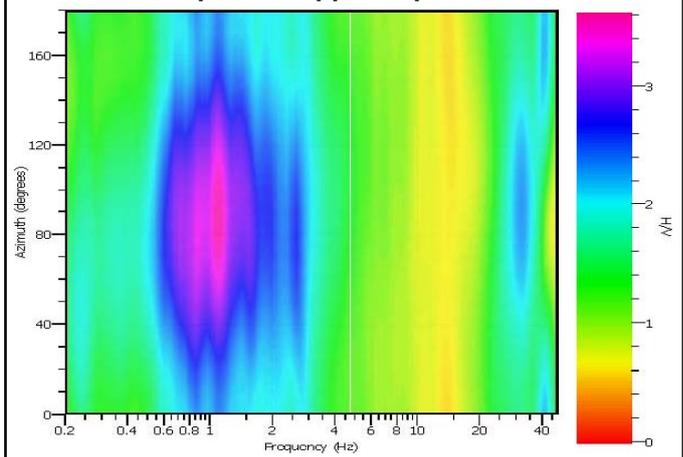
Massimo HVSR per  $1.06 \pm 0.24$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 27 finestre su 36 [75% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	1.07	>	0.20	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	1440	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.365	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	3.722	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.25	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.029	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.24280	<	0.10666	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.583	<	1.78	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>50</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>27</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>1440</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>1.07</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 0.24</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.11</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.25</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.58</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.78</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative	
profon. contrasto:	50-100 m [decine di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>06/12/2012</b>	ora:	<b>16:26:35</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,84882N</b>	longitudine:	<b>10,80764E</b>	quota s.l.m.:	<b>16.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 24</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20121206_162635.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>30.00</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>6°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			50
camion				<input checked="" type="checkbox"/>			50
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>						
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: Traffico extra-urbano molto intenso

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

Casolare abbandonato h=10 m d= 30 m in direzione Est



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 06/12/2012 16:26:35

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1350

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 30

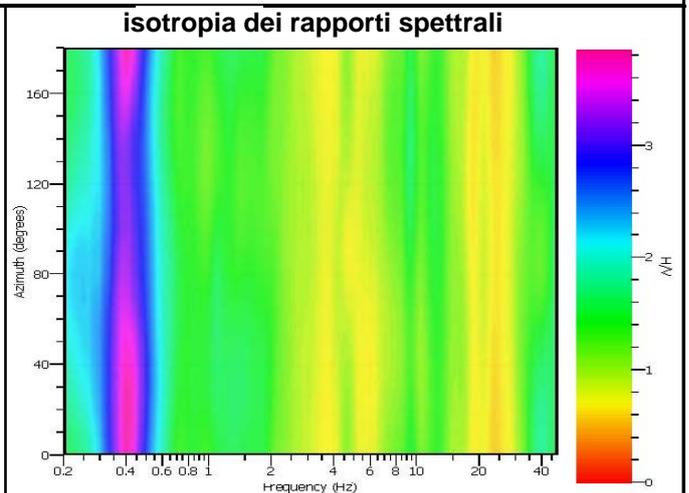
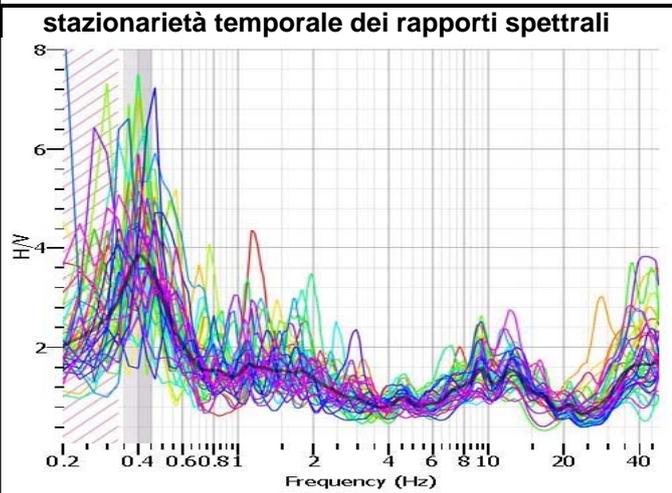
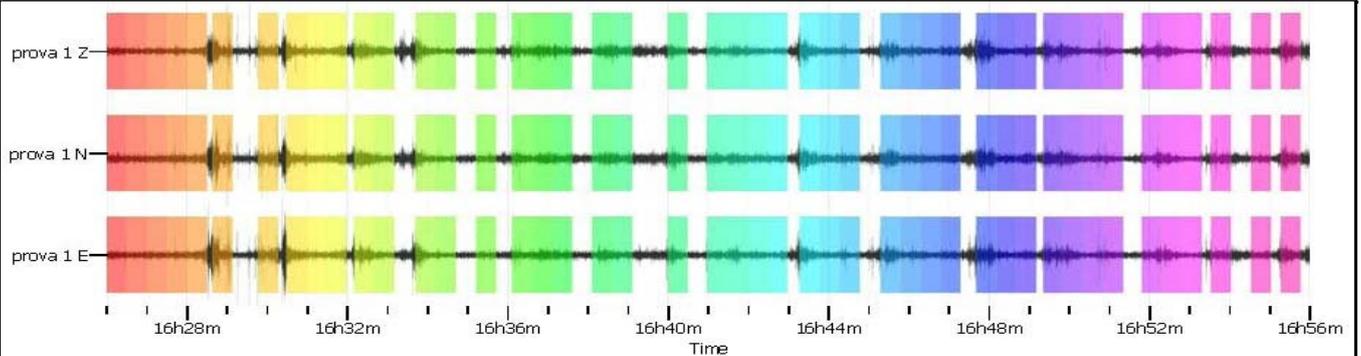
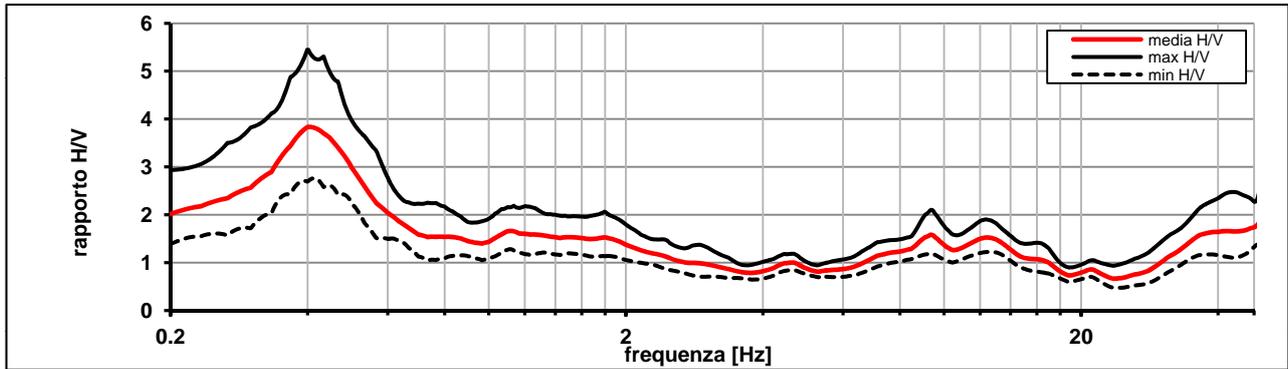
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $0.4 \pm 0.05$



picco stabile in 45 finestre su 60 [75% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.40	>	0.33	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	545	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[almeno 5 su 6 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.628	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.83	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.022	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05215	<	0.08076	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.409	<	2.5	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]				<b>30</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]				<b>45</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]				<b>545</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]				<b>0.40</b>
$f$	frequenza				
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]				<b><math>\pm 0.05</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto				<b>0.08</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$				<b>3.83</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$				
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$				
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$				
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$				<b><math>\pm 1.4</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$				
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$				
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto				<b>2.50</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>19/01/2013</b>	ora:	<b>09:35:09</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,84881N</b>	longitudine:	<b>10,82481E</b>	quota s.l.m.:	<b>24.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 25</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130119_093509.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>30.00</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>4°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>		15
camion		<input checked="" type="checkbox"/>				10
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>				10
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico cittadino intenso

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edifici H= 6/7.0 m D= 20.0 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 19/01/2013 09:35:09

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1290

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 30

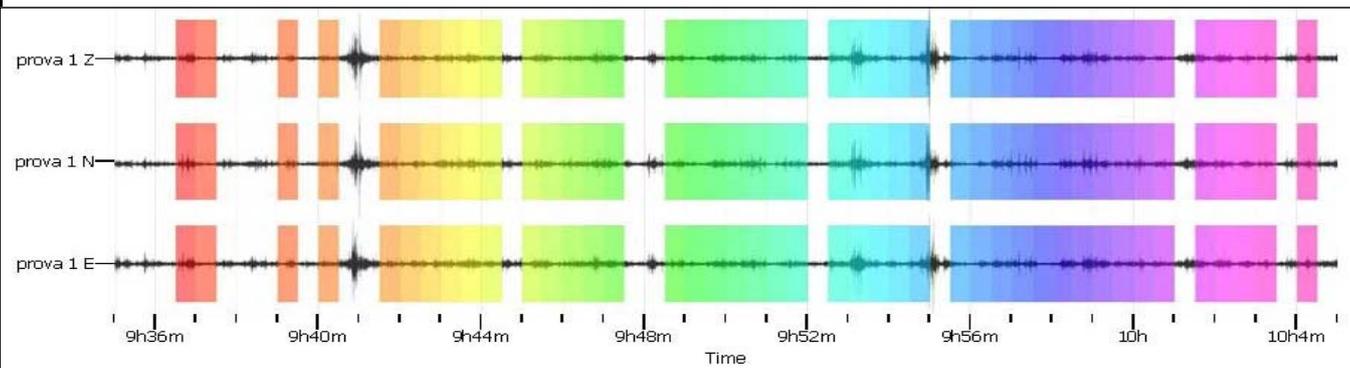
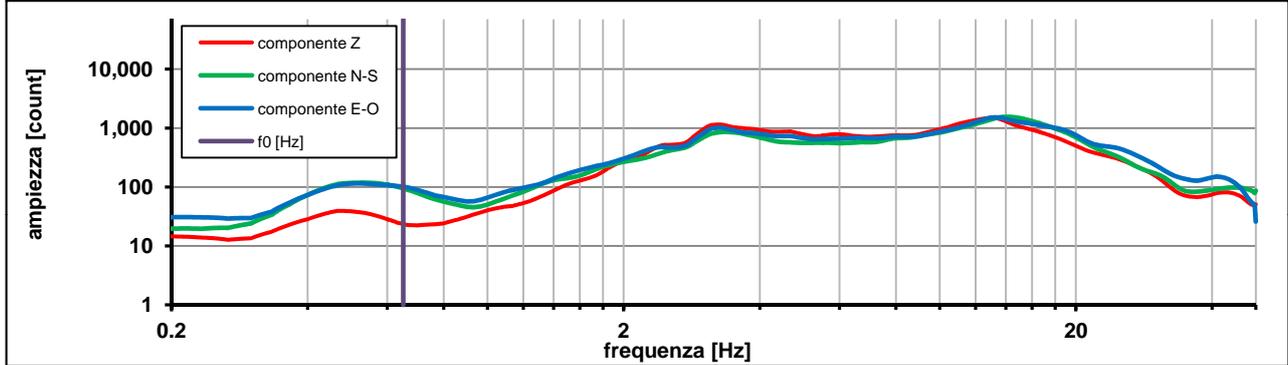
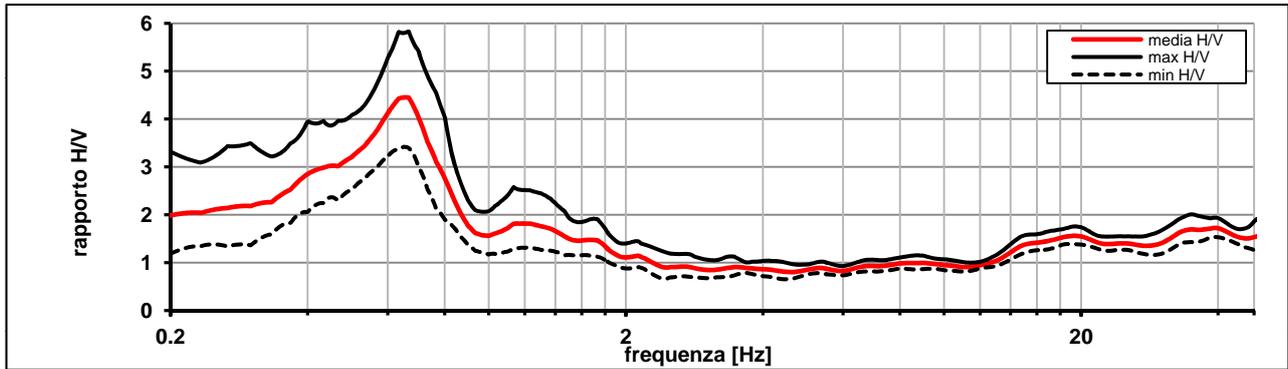
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

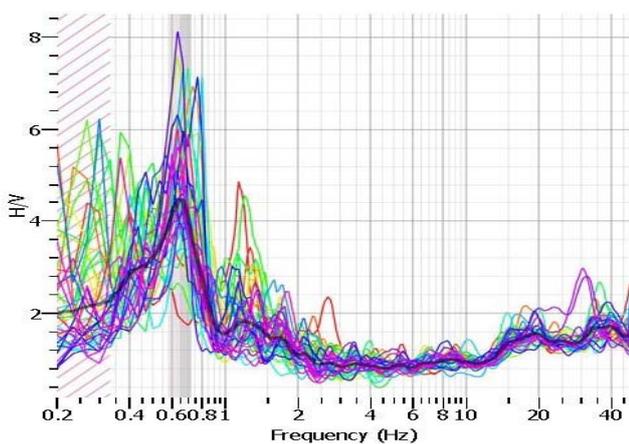
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

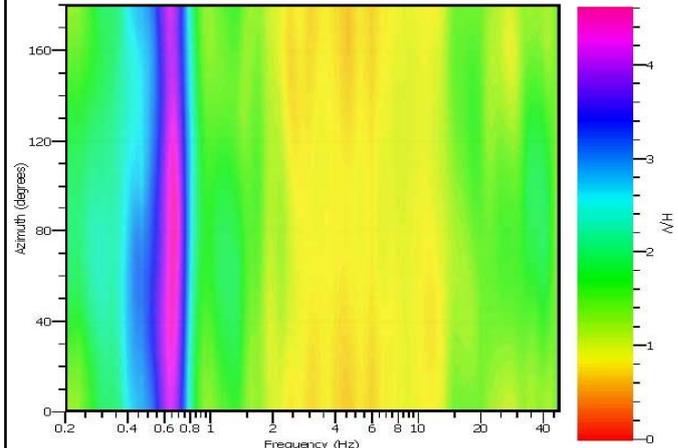
Massimo HVSR per  $0.65 \pm 0.07$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 43 finestre su 60 [71.6% del totale]

variazioni azimut NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.65	>	0.33	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	840	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[almeno 5 su 6 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.309	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.851	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	4.45	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.025	<	0.05	ok
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.07206	<	0.09770	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.305	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>30</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>43</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>840</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.65</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.07</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.10</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>4.45</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.3</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>19/01/2013</b>	ora:	<b>10:25:19</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,84173N</b>	longitudine:	<b>10,81209E</b>	quota s.l.m.:	<b>15.4 m</b>
nome stazione:	<b>prova 26</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130119_102519.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>6°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ privo d'erba _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

**transienti:**

	nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
automobili		<input checked="" type="checkbox"/>				15
camion			<input checked="" type="checkbox"/>			10
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>					10
altro						

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico camion scarica

**strutture nelle vicinanze:** [alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...]

(descrizione, altezza, distanza)

traliccio ENEL H= 30.0 m D= 30.0 m  
alberi H= 8.0m D= 2.0 m



**note:**

passaggio abbastanza frequente di camion provenienti dalla scarica

Inizio registrazione [data ora]: 19/01/2013 10:25:19

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1350

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

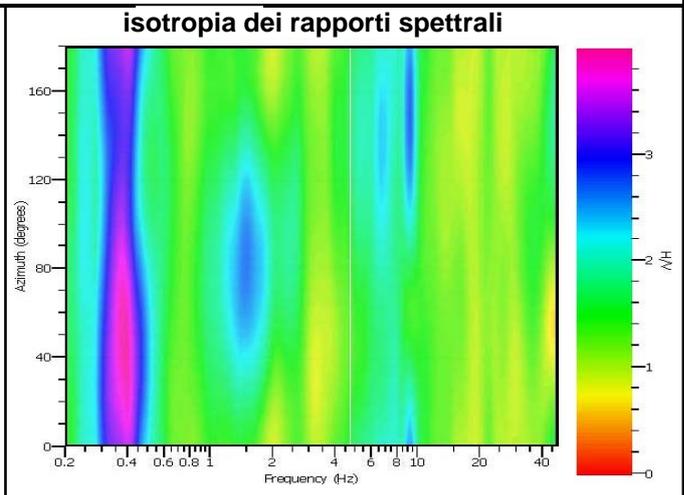
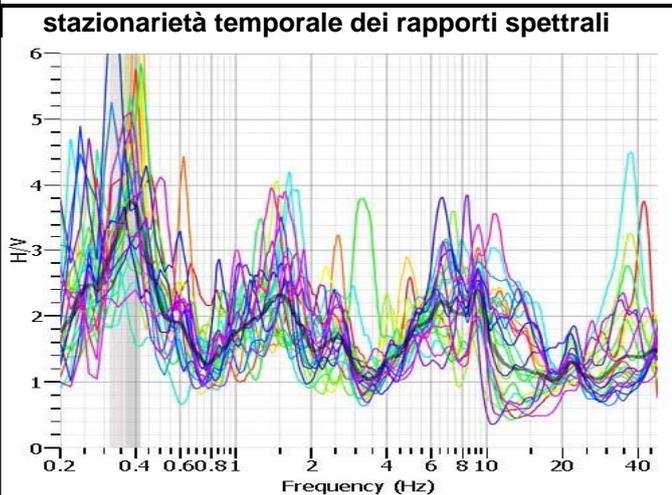
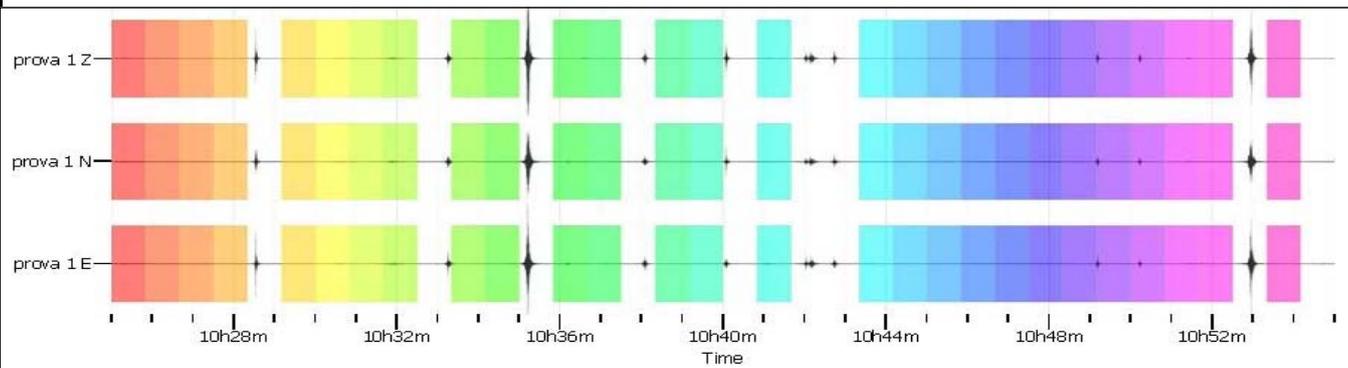
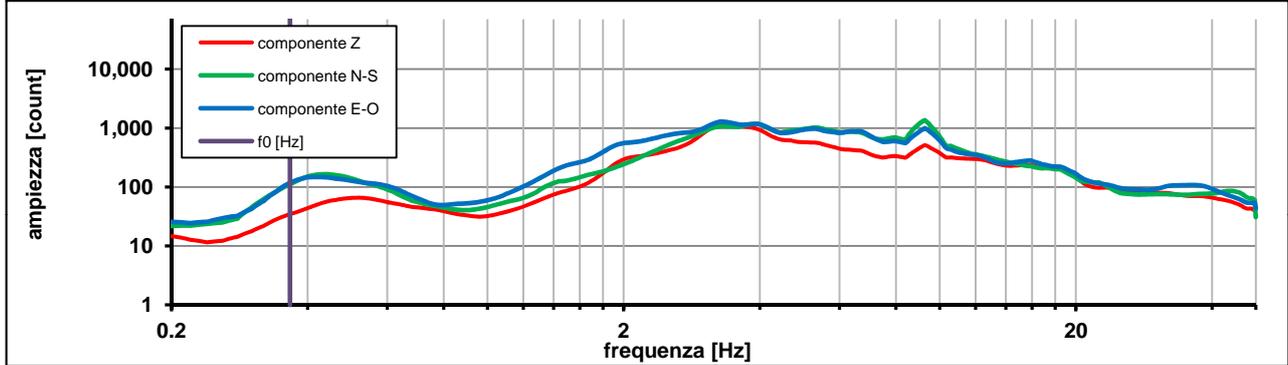
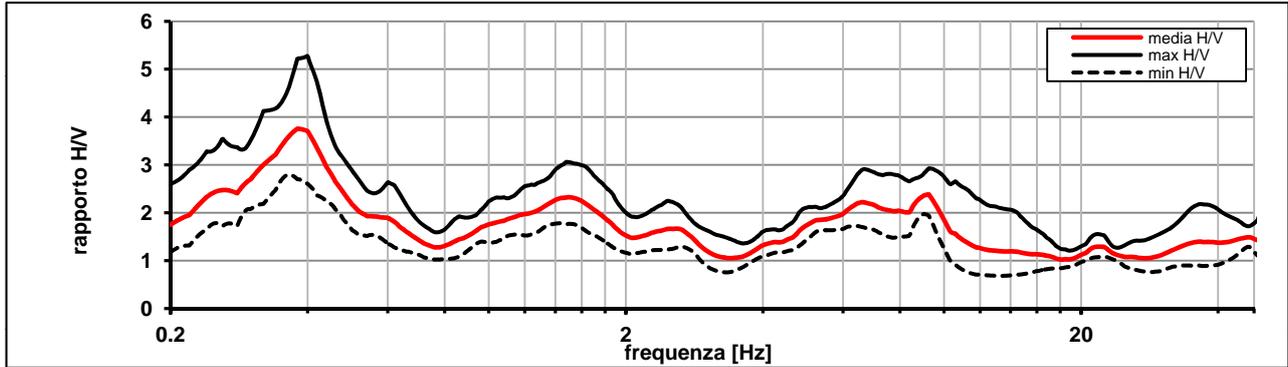
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $0.36 \pm 0.05$



picco stabile in 27 finestre su 36 [75% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.37	>	0.20	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	494	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	235	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[almeno 5 su 6 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.204	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.621	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.62	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.091	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05176	<	0.07318	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.392	<	2.5	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>50</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>27</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>494</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.37</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.05</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.07</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.62</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.39</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.50</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

<b>Valutazioni qualitative</b>	
prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>22/01/2013</b>	ora:	<b>11:36:59</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,83561N</b>	longitudine:	<b>10,83510E</b>	quota s.l.m.:	<b>22.2 m</b>
nome stazione:	<b>prova 29</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130122_113659.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>8°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ saturo d'acqua _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	distanza [m]
	automobili			<input checked="" type="checkbox"/>			3
camion			<input checked="" type="checkbox"/>				3
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>						
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico cittadino e fabbriche

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edifici H= 6/7.0 m D= 30.0 m  
fabbriche H= 10.0 m D= 30.0 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

rumore di macchinari meccanici in funzione proveniente dalle fabbriche.

Inizio registrazione [data ora]: 22/01/2013 11:36:59

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1280

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 40

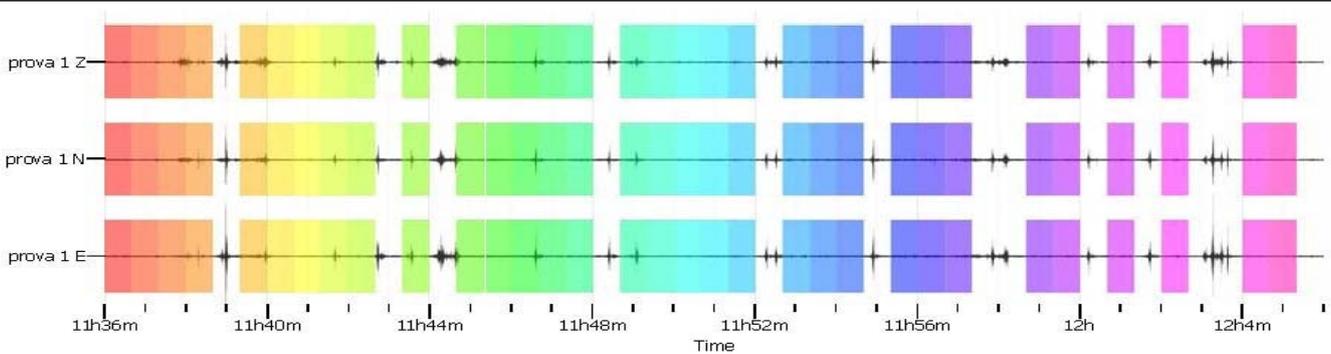
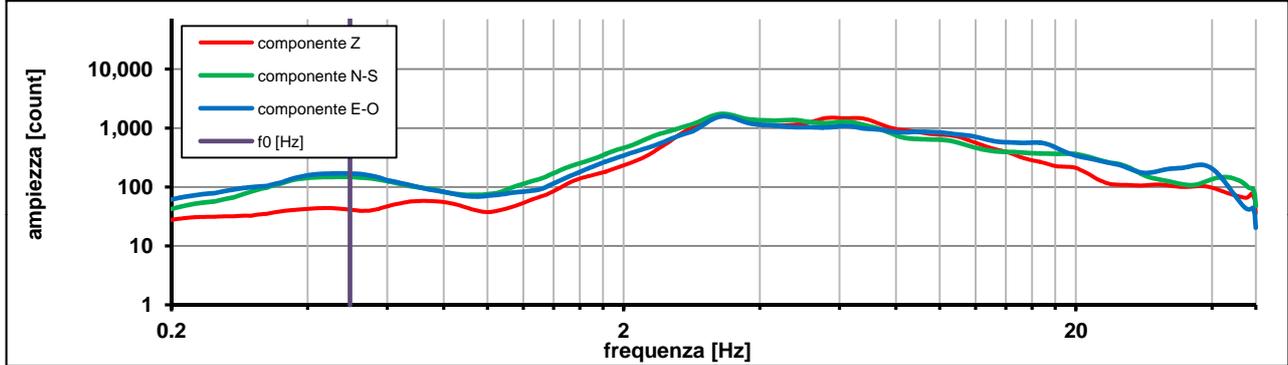
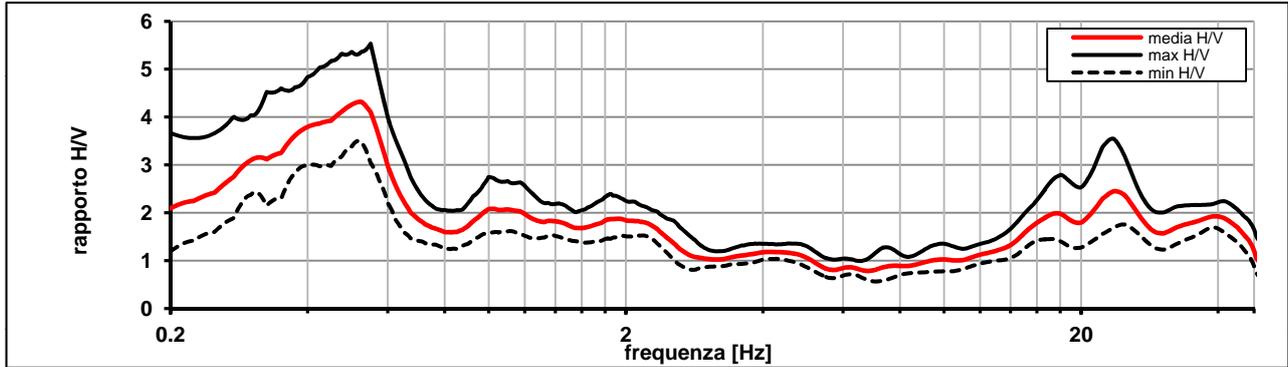
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

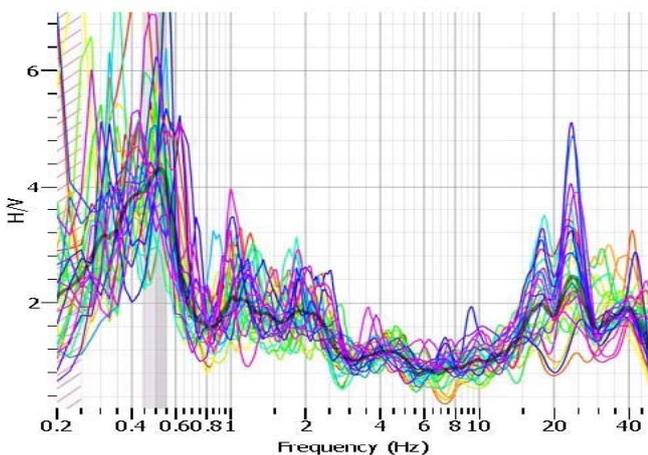
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

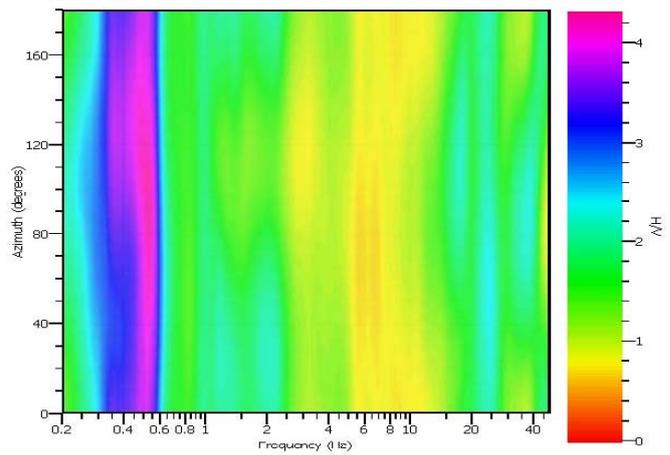
Massimo HVSR per  $0.49 \pm 0.05$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 32 finestre su 45 [71.1% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] <i>[devono essere soddisfatti tutti]</i>					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.50	>	0.29	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	636	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	250	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] <i>[almeno 5 su 6 devono essere soddisfatti]</i>					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.202	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.664	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	4.24	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.107	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05731	<	0.09933	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.239	<	2.5	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20.00</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>32</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>636</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.50</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.05</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.10</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>4.24</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.23</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.50</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

**Valutazioni qualitative**

prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>22/01/2013</b>	ora:	<b>15:16:17</b>
operatore:					
latitudine:	<b>43,85242N</b>	longitudine:	<b>10,85668E</b>	quota s.l.m.: <b>55.0 m</b>	
nome stazione:	<b>prova 30</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:		<b>asse Y a 0°</b>	
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:		<b>velocimetri 4,5 Hz</b>	
nome file: <b>MT_20130122_151617.SAF</b>					
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]: <b>30.00</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		___8°C___		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
<input type="checkbox"/> suolo asciutto		<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido		Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				3
camion	<input checked="" type="checkbox"/>						
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>						
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico modesto

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

alberi H= 3/4.0 m D=2.0 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: **22/01/2013 15:16:17**

Lunghezza della registrazione [s] **1800**

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] **1350**

Frequenza campionamento [Hz] **100**

Ampiezza finestra [s]: **50**

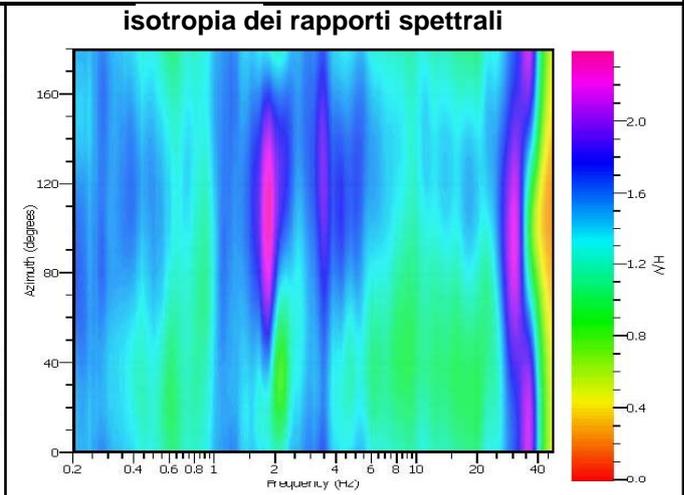
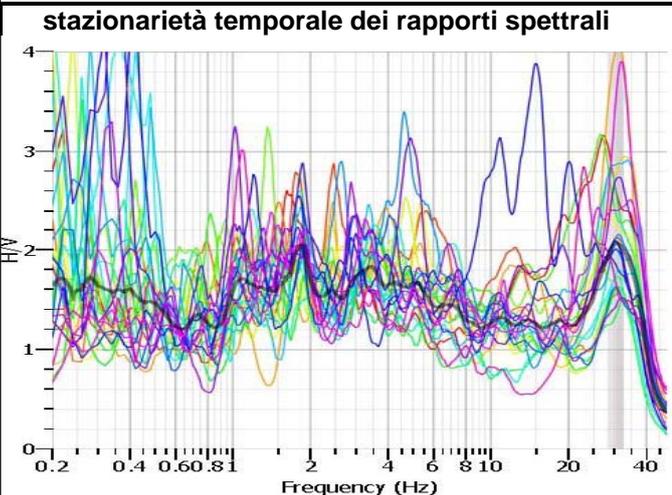
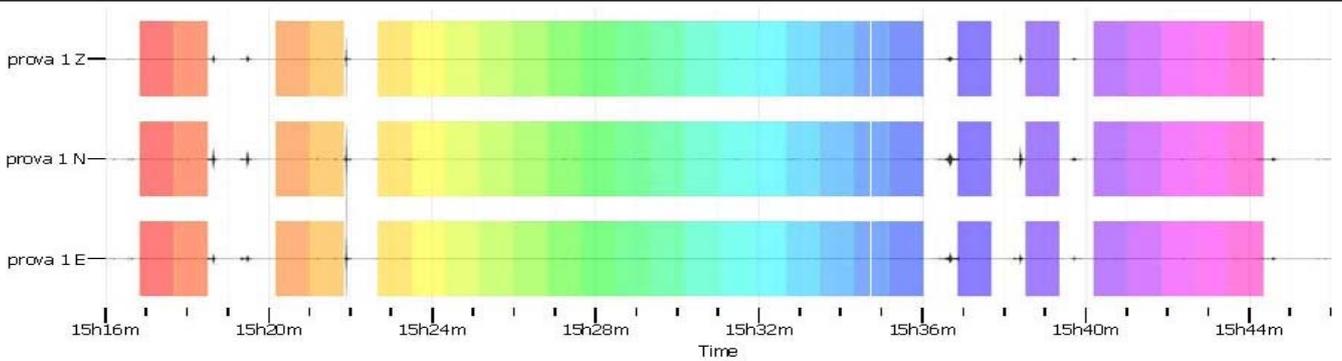
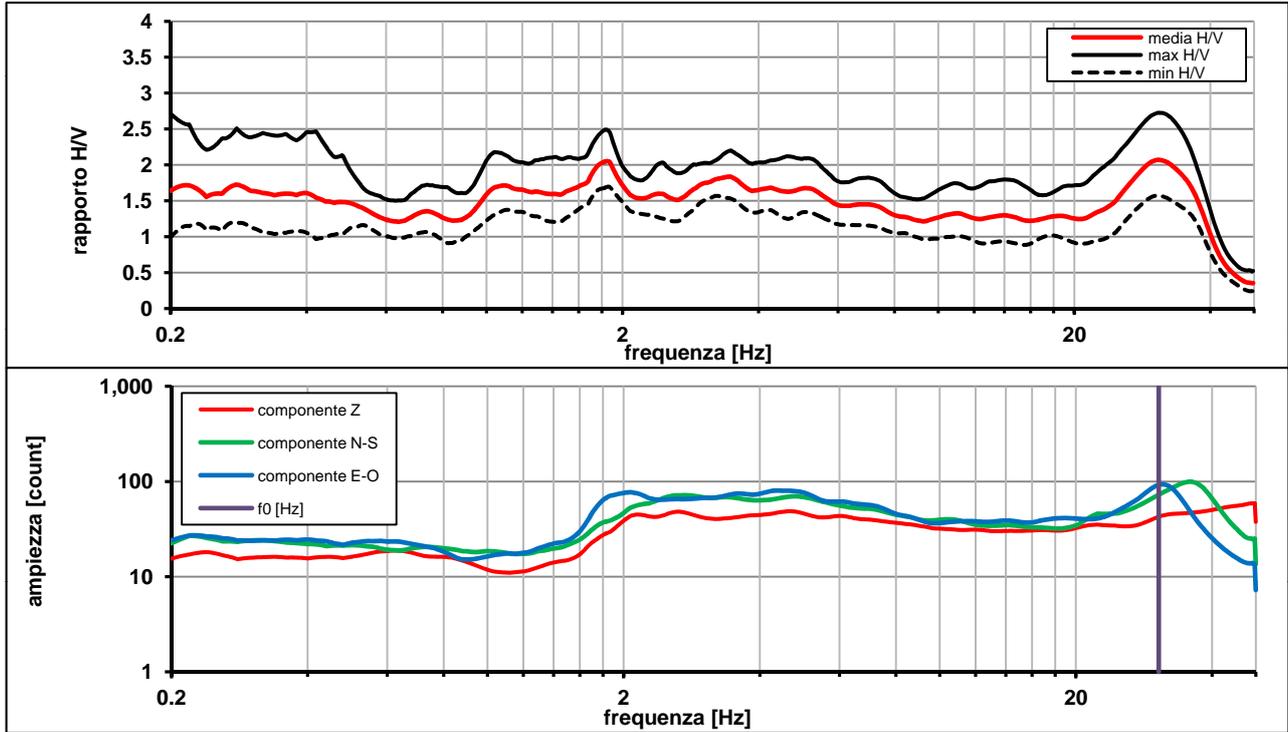
Modalita smoothing: **triangolare proporzionale**

costante di smoothing [%]: **10.00**

cosine taper: **applicato**

larghezza taper [%]: **5**

**Massimo HVSR per  $30.5 \pm 2.17$**



picco stabile in 27 finestre su 36 [75% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	30.51	>	0.20	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	41184	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	215	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	40.083	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	2.07	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.939	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	2.17800	<	1.52534	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.316	<	1.58	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>50</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>27</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>41184</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>30.51</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 2.17</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.53</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>2.07</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.31</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>1.58</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	no
6. Durata	ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 2</b>

Valutazioni qualitative	
prof. contrasto:	< 5 m
	[qualche metro]
contrasto:	<b>BASSO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>22/01/2013</b>	ora:	<b>13:06:53</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,83770N</b>	longitudine:	<b>10,84488E</b>	quota s.l.m.:	<b>32.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 32</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130122_130653.SAF</b>				
gain:	freq.campion.[Hz]:		<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	
				<b>30.00</b>	

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) <b>8°</b>					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input type="checkbox"/> erba	<input type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			15
camion			<input checked="" type="checkbox"/>				15
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>					
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico cittadino

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

edifici H= 6/7.0 m D= 20.0 m



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 22/01/2013 13:06:53

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1350

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

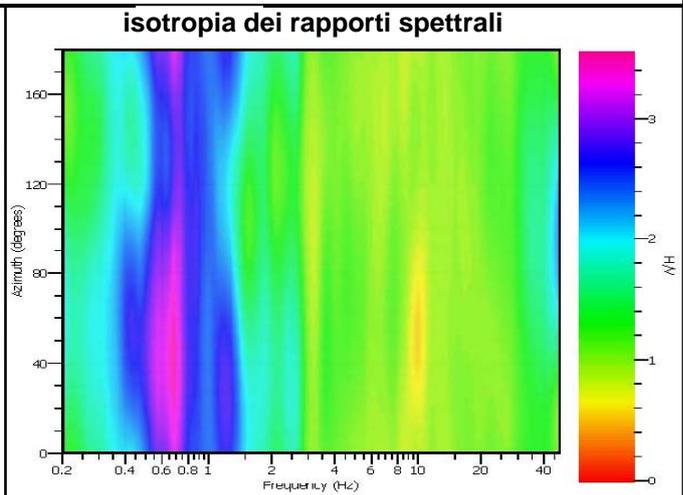
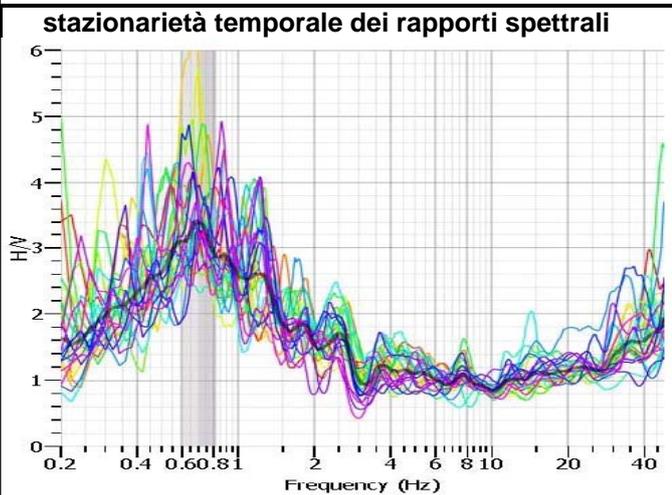
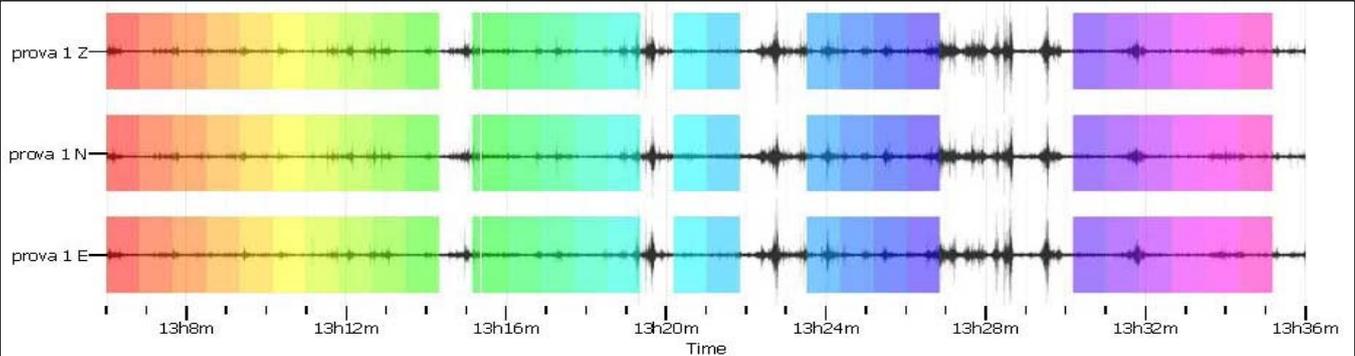
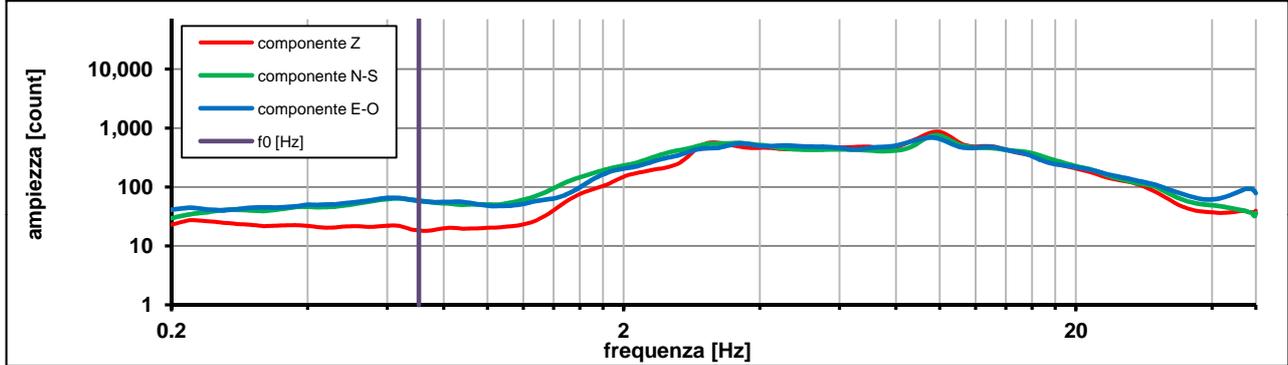
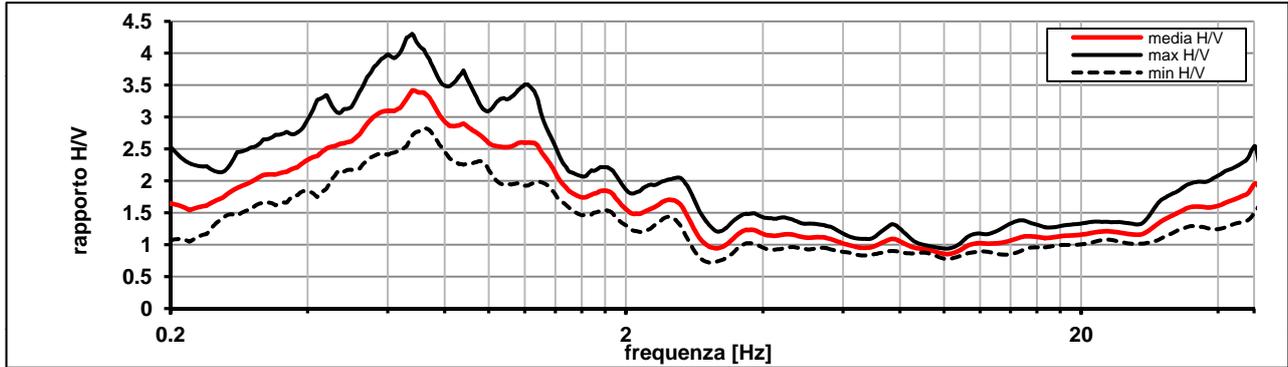
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $0.7 \pm 0.11$



picco stabile in 27 finestre su 36 [75% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.70	>	0.29	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	952	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.251	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.484	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.39	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	69.924	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11729	<	0.10575	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.254	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20.00</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>27</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>952</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.70</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.11</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.11</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.39</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.25</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	ok
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

**CLASSE A**  
**SOTTOCLASSE Tipo 1**

**Valutazioni qualitative**

prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]
contrasto:	<b>ALTO</b>

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>22/01/2013</b>	ora:	<b>10:53:16</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,83013N</b>	longitudine:	<b>10,83874E</b>	quota s.l.m.:	<b>19.6 m</b>
nome stazione:	<b>prova 33</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130122_105316.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
	temperatura (°C approx) <b>7°</b>					Note: _____

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ saturo d'acqua _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili				<input checked="" type="checkbox"/>			3
camion			<input checked="" type="checkbox"/>				3
pedoni		<input checked="" type="checkbox"/>					
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche,cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico cittadino

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edifici H= 7/8.0 m D= 30.0 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 22/01/2013 10:53:16

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1350

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

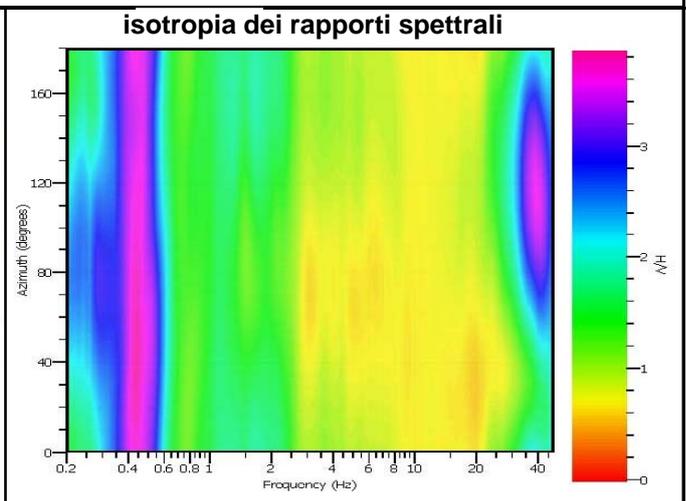
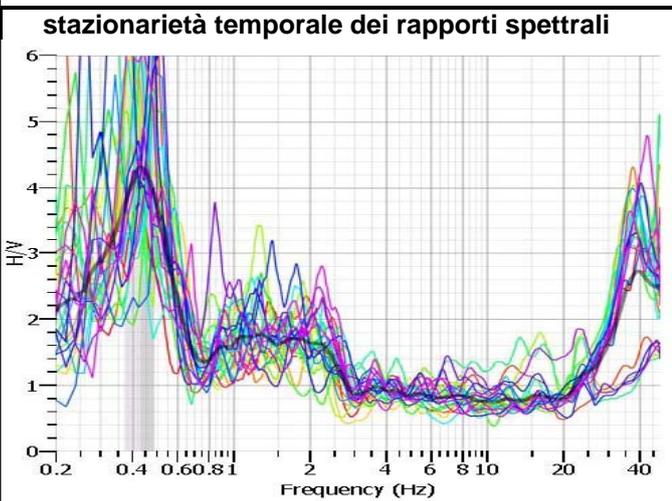
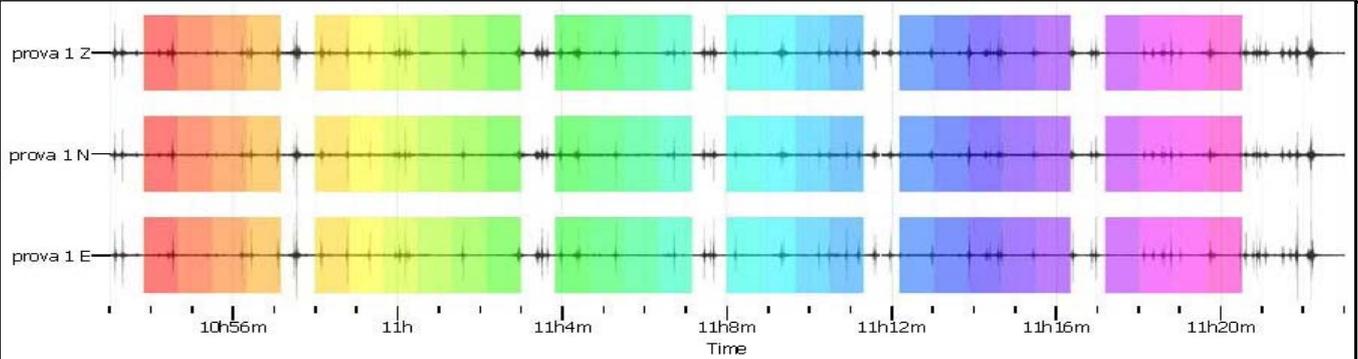
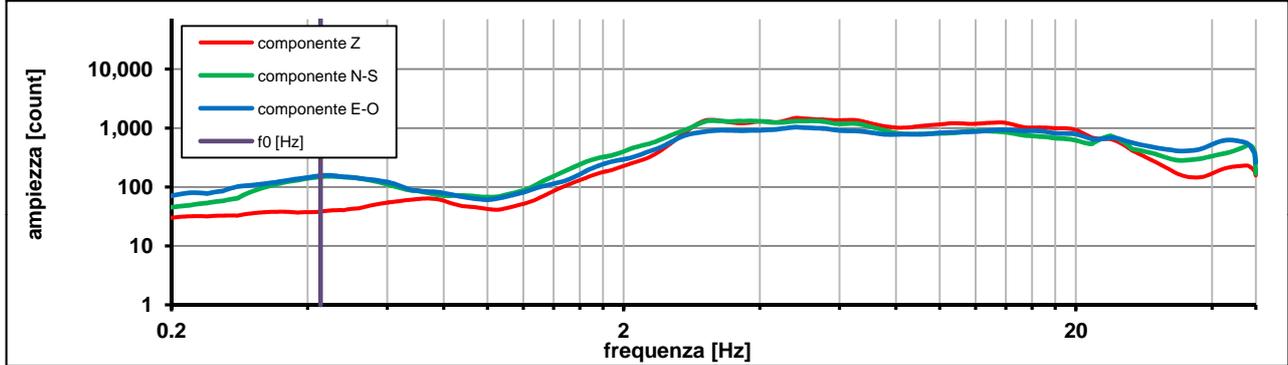
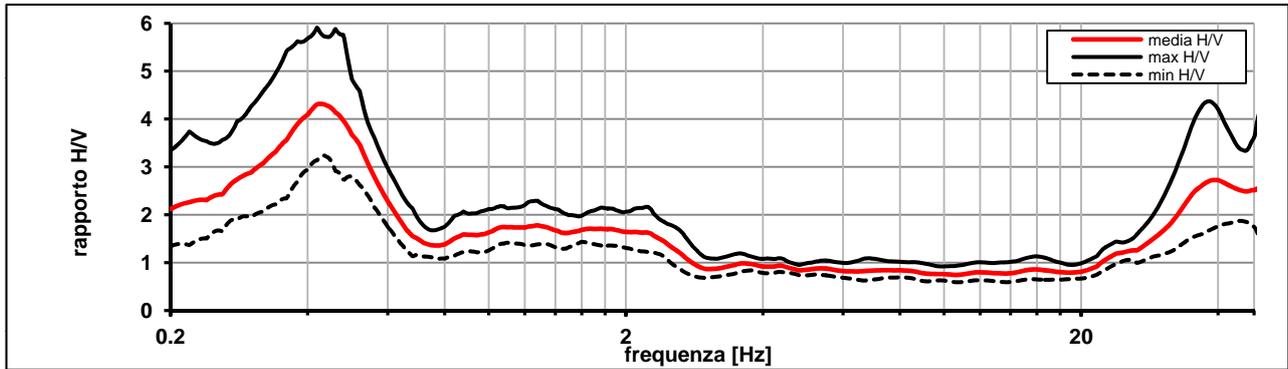
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $0.42 \pm 0.05$



picco stabile in 27 finestre su 36 [75% del totale]

variazioni azimuth NON superano il 30% del massimo

## CRITERI PROGETTO SESAME

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.43	>	0.29	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	577	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [almeno 5 su 6 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.203	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.614	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	4.32	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	116.016	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05787	<	0.08546	ok
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.345	<	2.5	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	20.00
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	27
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	577
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	0.43
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.05$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	0.09
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	4.32
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.34$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	2.50

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

## ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

ok

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

ok

6. Durata

ok

<b>CLASSE</b>	<b>A</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative

prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]

contrasto:	ALTO
------------	------

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>13/02/2013</b>	ora:	<b>10:10:03</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,86359N</b>	longitudine:	<b>10,83317E</b>	quota s.l.m.:	<b>115.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 34</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130213_101003.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato: rafficato
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>4°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ saturo d'acqua _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<input checked="" type="checkbox"/>				5
camion		<input checked="" type="checkbox"/>					
pedoni			<input checked="" type="checkbox"/>				5
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico cittadino

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza)

edifici H= 6/7,0 m D= 30.0 m

[ alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ... ]



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 13/02/2013 10:10:03

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1300

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

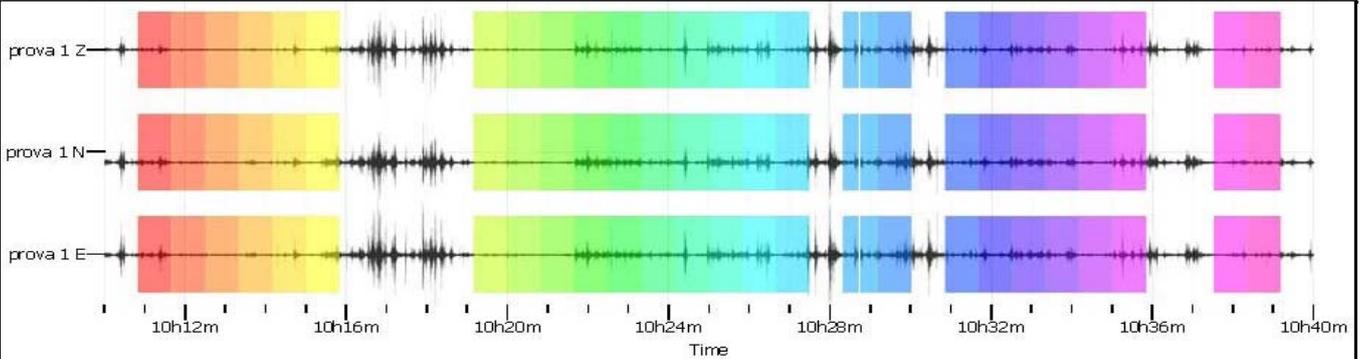
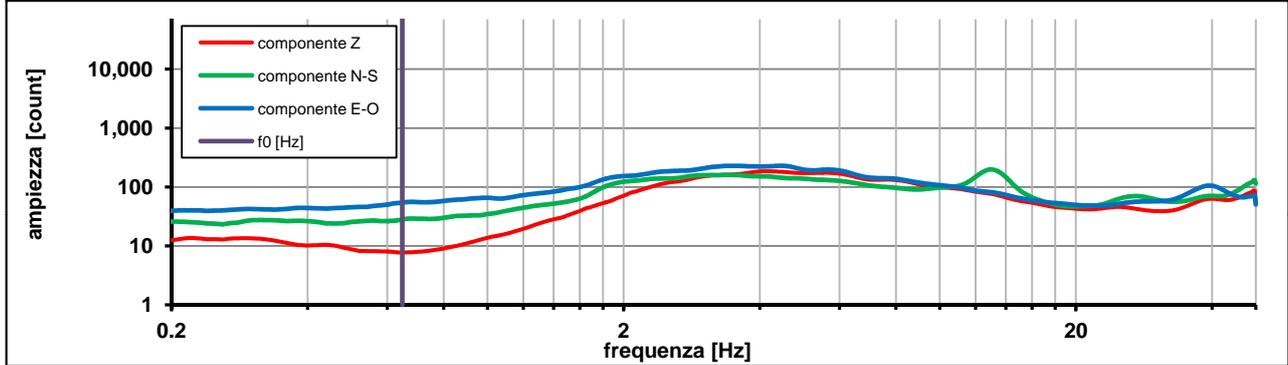
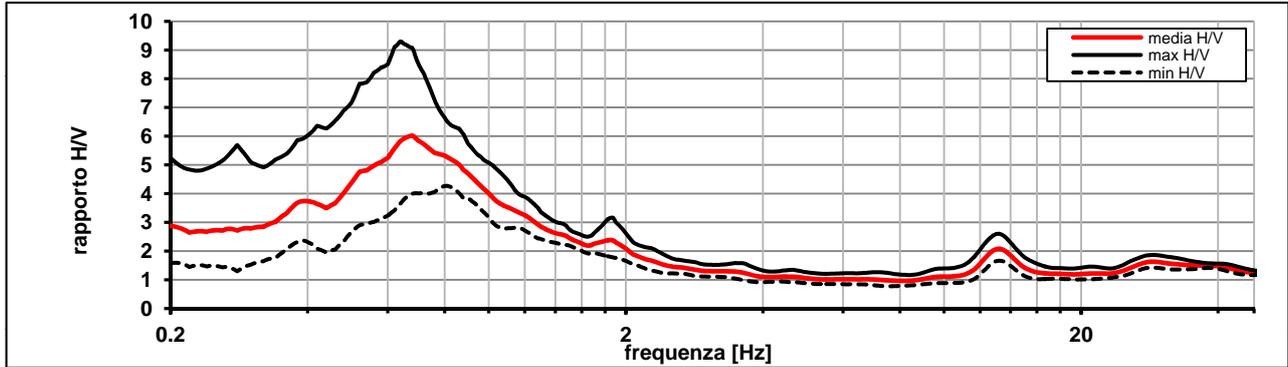
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

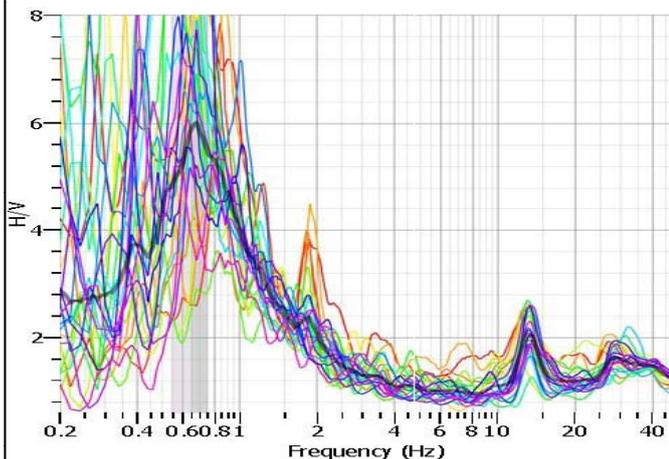
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

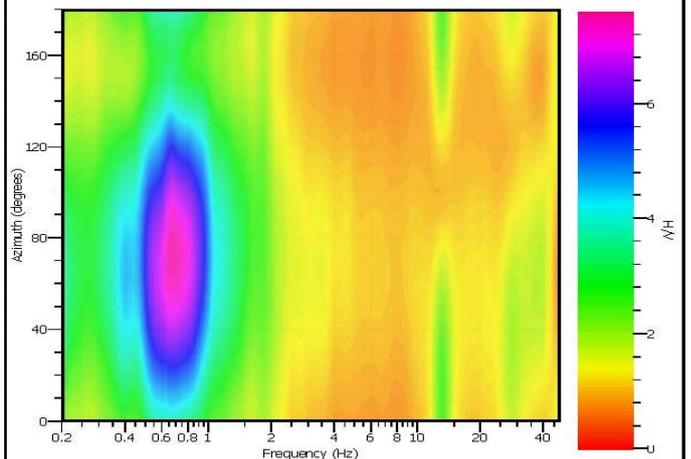
Massimo HVSR per  $0.64 \pm 0.1$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 26 finestre su 36 [72.2% del totale]

variazioni azimuth superano il 30% del massimo

## CRITERI PROGETTO SESAME

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.65	>	0.29	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	842	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.329	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.281	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	5.89	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.250	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.10691	<	0.09720	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.508	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20.00</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>26</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>842</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.65</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	$\pm 0.1$
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.10</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>5.89</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	$\pm 1.5$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

## ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll. Geofis. Teor. Appl.)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

ok

6. Durata

ok

<b>CLASSE</b>	<b>B</b>
<b>SOTTOCLASSE</b>	<b>Tipo 1</b>

Valutazioni qualitative

prof. contrasto:	> 100 m
	[centinaia di metri]

contrasto:	<b>ALTO</b>
------------	-------------

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>13/02/2013</b>	ora:	<b>11:17:49</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,84264N</b>	longitudine:	<b>10,83982E</b>	quota s.l.m.:	<b>28.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 35</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130213_111749.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato: rafficato
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>4°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ saturo d'acqua _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<b>x</b>				30
camion		<b>x</b>					
pedoni		<b>x</b>					
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico cittadino

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

alberi H= 6 m D= 8 m



**note:**

Si sente il rumore di un cantiere edile in lontananza

Inizio registrazione [data ora]: 13/02/2013 11:17:49

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1300

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

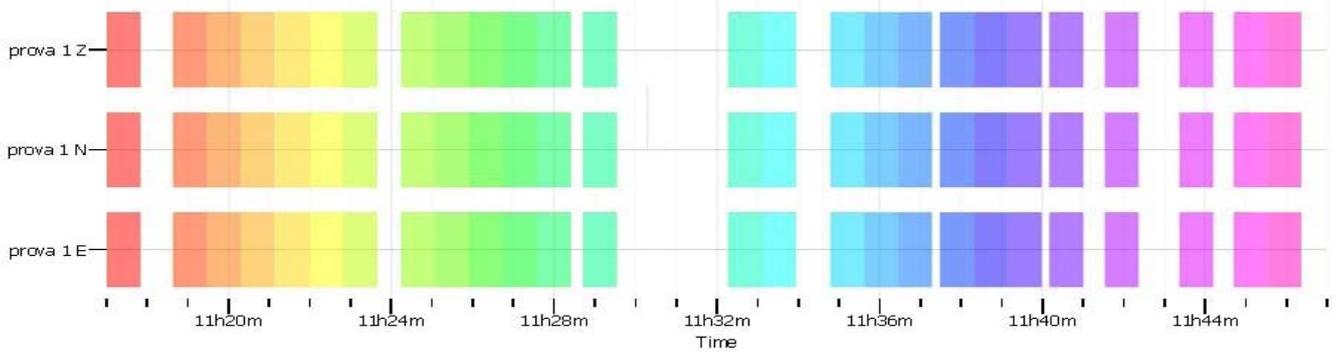
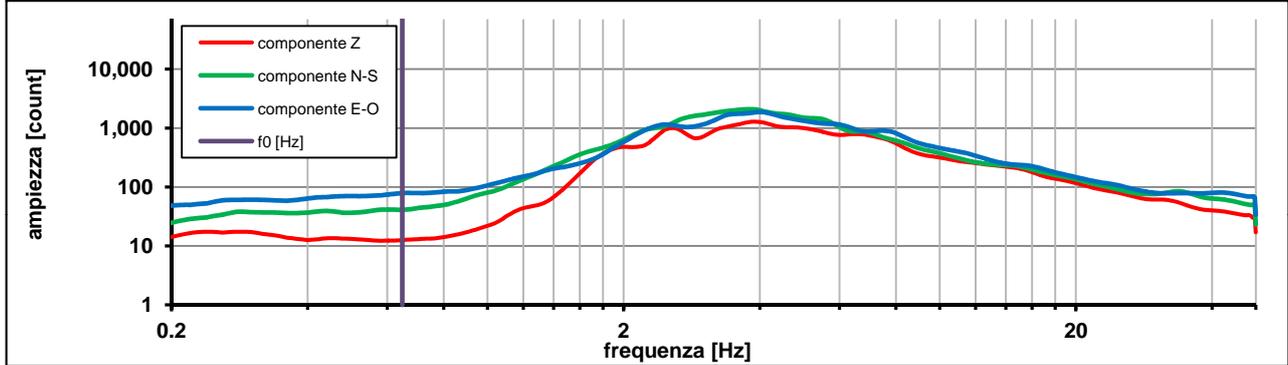
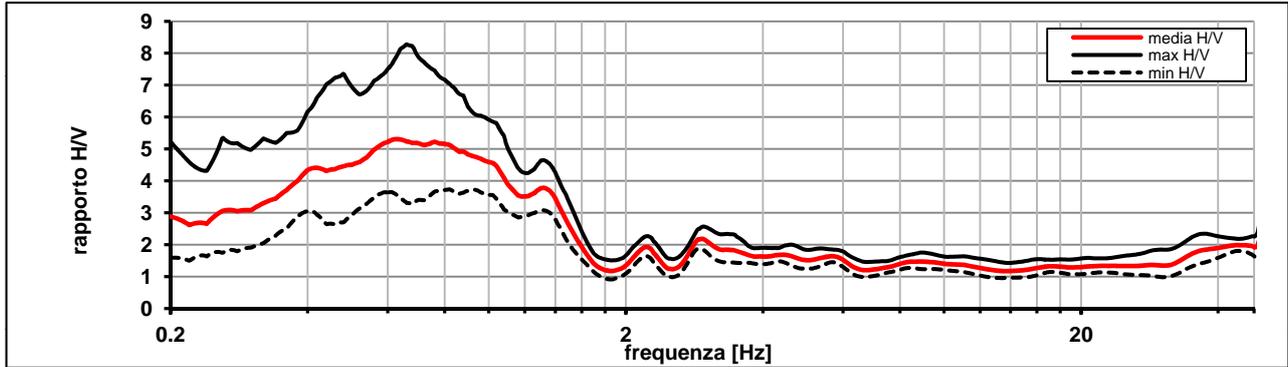
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

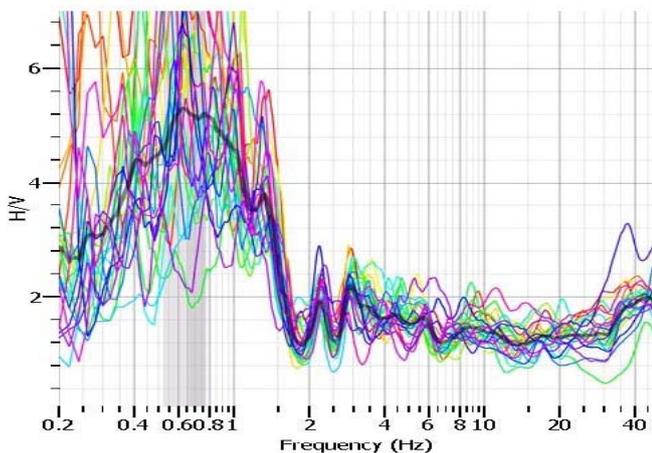
cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

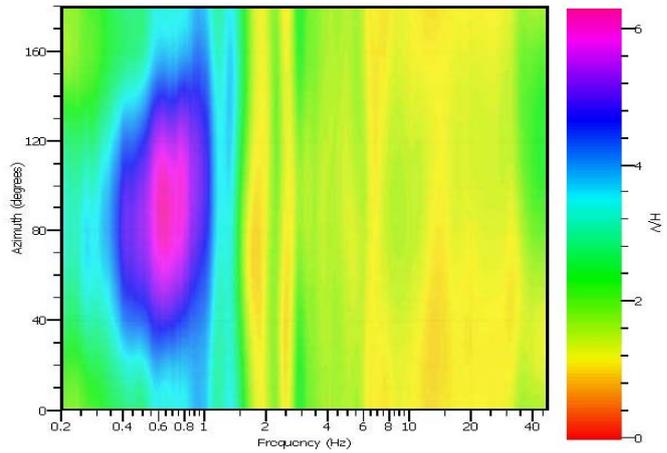
Massimo HVSR per  $0.64 \pm 0.12$



stazionarietà temporale dei rapporti spettrali



isotropia dei rapporti spettrali



picco stabile in 26 finestre su 36 [72.2% del totale]

variazioni azimut superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.65	>	0.29	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	842	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.222	Hz		ok
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.495	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	5.28	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	76.160	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.12612	<	0.09720	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.493	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20.00</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>26</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>842</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.65</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b><math>\pm 0.12</math></b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.10</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>5.28</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b><math>\pm 1.49</math></b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale	ok
2. Isotropia	no
3. Assenza disturbi elettromagnetici	ok
4. Plausibilità fisica	ok
5. Robustezza statistica (*)	ok
6. Durata	ok

**CLASSE B**  
**SOTTOCLASSE Tipo 1**

**Valutazioni qualitative**  
**prof. contrasto:** > 100 m  
**[centinaia di metri]**  
**contrasto:** **ALTO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>13/02/2013</b>	ora:	<b>12:06:09</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,84468N</b>	longitudine:	<b>10,85344E</b>	quota s.l.m.:	<b>45.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 36</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130213_120609.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato: rafficato
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>4°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ saturo d'acqua _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili	<input checked="" type="checkbox"/>						30
camion	<input checked="" type="checkbox"/>						
pedoni	<input checked="" type="checkbox"/>						
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico cittadino

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

alberi H= 4 m D= 6 m



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 13/02/2013 12:06:09

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1350

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

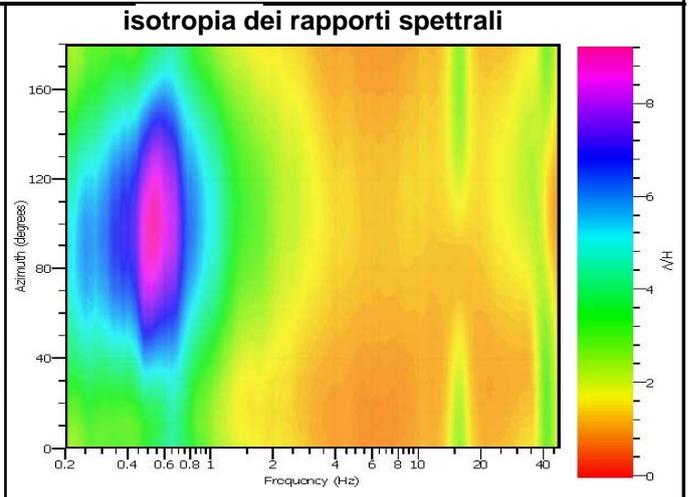
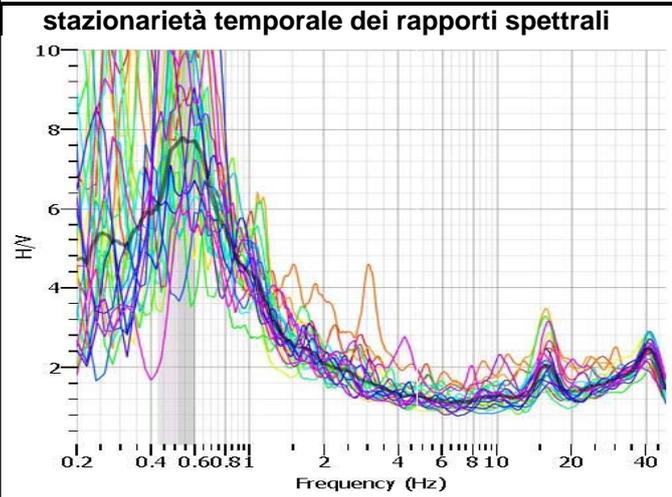
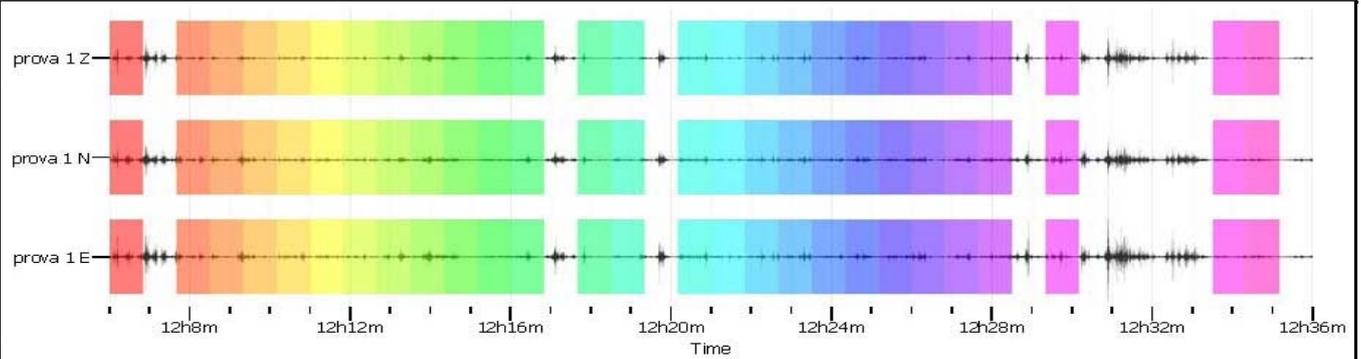
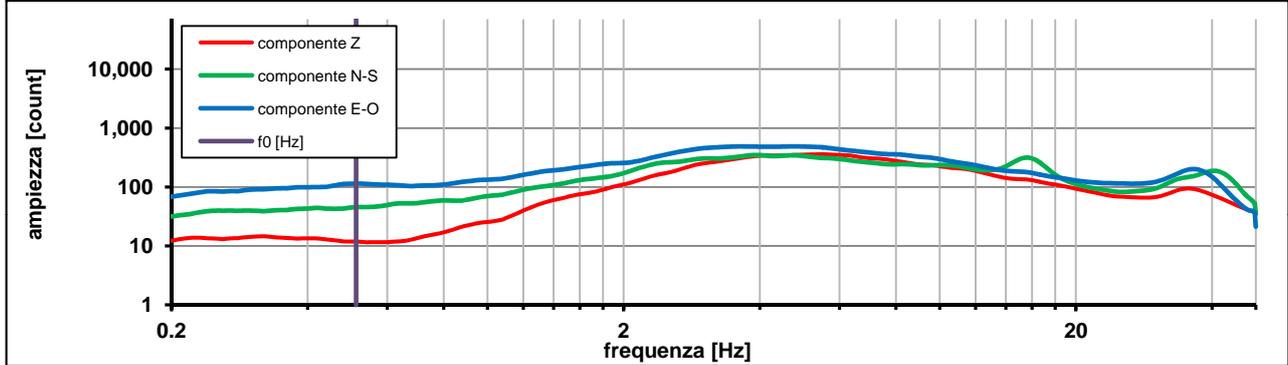
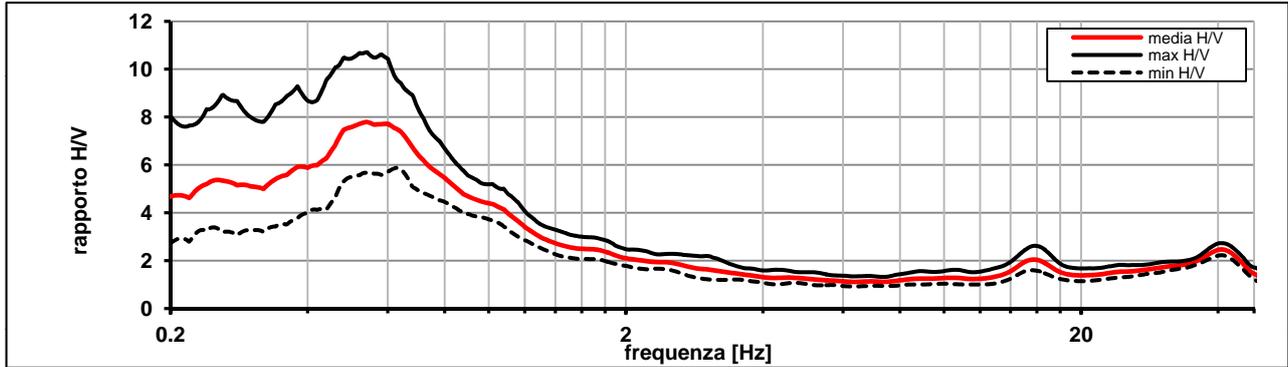
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $0.51 \pm 0.08$



picco stabile in 27 finestre su 36 [75% del totale]

variazioni azimuth superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.51	>	0.29	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	692	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.128	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	7.66	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.226	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.08744	<	0.07685	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.374	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20.00</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>27</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>692</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.51</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 0.08</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.08</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>7.66</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.37</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
Log $\theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: > 100 m  
[centinaia di metri]

contrasto: **ALTO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura

località:	<b>MONSUMMANO</b>	data:	<b>13/02/2013</b>	ora:	<b>12:51:00</b>
operatore:	Mantovani				
latitudine:	<b>43,85168N</b>	longitudine:	<b>10,85229E</b>	quota s.l.m.:	<b>64.0 m</b>
nome stazione:	<b>prova 37</b>	orientamento strumento rispetto al Nord:	<b>asse Y a 0°</b>		
tipo stazione:	<b>SARA SR04HS</b>	tipo sensori:	<b>velocimetri 4,5 Hz</b>		
nome file:	<b>MT_20130213_125100.SAF</b>				
gain:		freq.campion.[Hz]:	<b>100</b>	durata rec. [mm:ss]:	<b>30.00</b>

<b>condizioni meteo</b>	VENTO	<input type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (5m/s)	<input checked="" type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato: rafficato
	PIOGGIA	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole	<input type="checkbox"/> medio	<input type="checkbox"/> forte	Misurato _____
temperatura (°C approx)		<b>6°</b>		Note: _____		

<b>natura terreno appoggio</b>	<input checked="" type="checkbox"/> terra	<input type="checkbox"/> dura	<input checked="" type="checkbox"/> soffice	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	<input checked="" type="checkbox"/> erba	<input checked="" type="checkbox"/> bassa	<input type="checkbox"/> alta
	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> cemento	<input type="checkbox"/> calcestruzzo	<input type="checkbox"/> pavimentato	<input type="checkbox"/> altro _____				
		<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	Note: _ saturo d'acqua _____					

**accoppiamento artificiale al suolo:**  no  si, tipologia \_\_\_\_\_

**densità edifici:**  nessuno  dispersi  addensati  altro, tipologia \_\_\_\_\_

<b>transienti:</b>		nessuno	pochi	moderati	molti	molto densi	
							distanza [m]
automobili			<b>x</b>				15
camion		<b>x</b>					
pedoni		<b>x</b>					
altro							

**fonti di rumore monocromatico**  
(fabbriche, cantieri lavori, pompe, corsi d'acqua, ecc.):

no  si, tipologia: traffico cittadino

**strutture nelle vicinanze:**  
(descrizione, altezza, distanza) alberi, sondaggi, edifici, ponti, strutture sotterranee, ...

alberi H= 6/7 m D= 10 m



**note:**

Inizio registrazione [data ora]: 13/02/2013 12:51:00

Lunghezza della registrazione [s] 1800

Lunghezza tot. finestre analizzate [s] 1400

Frequenza campionamento [Hz] 100

Ampiezza finestra [s]: 50

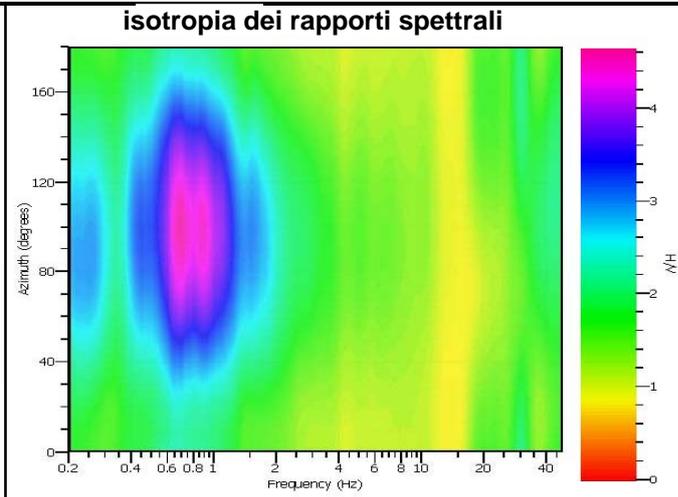
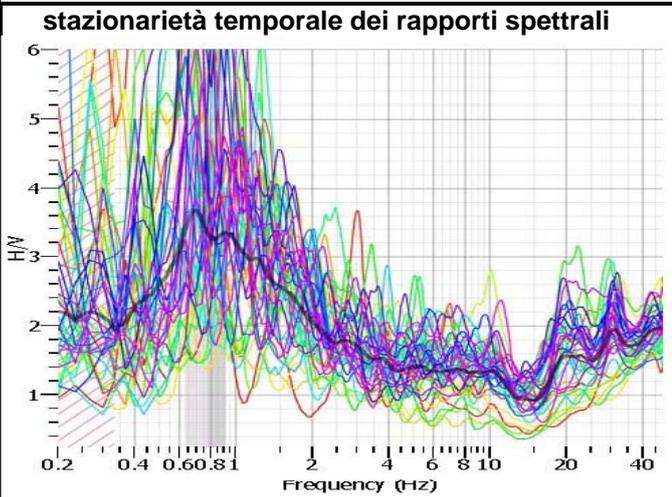
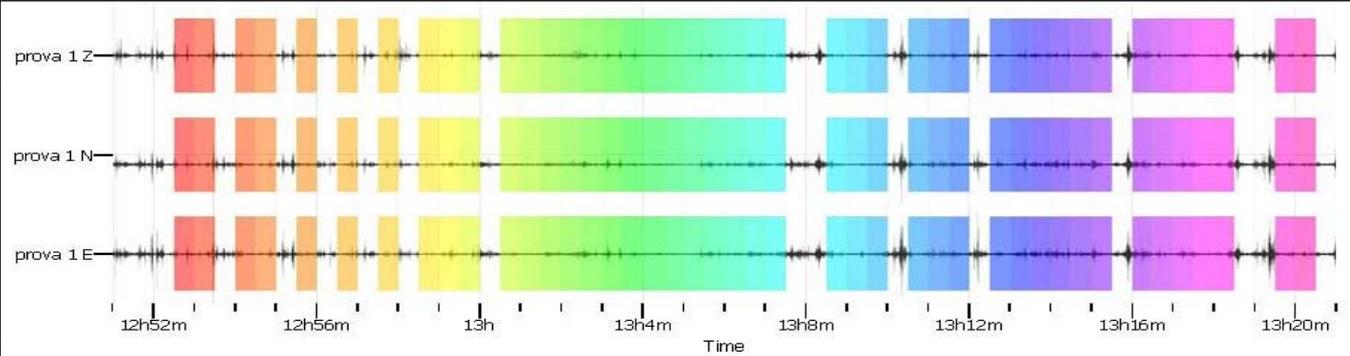
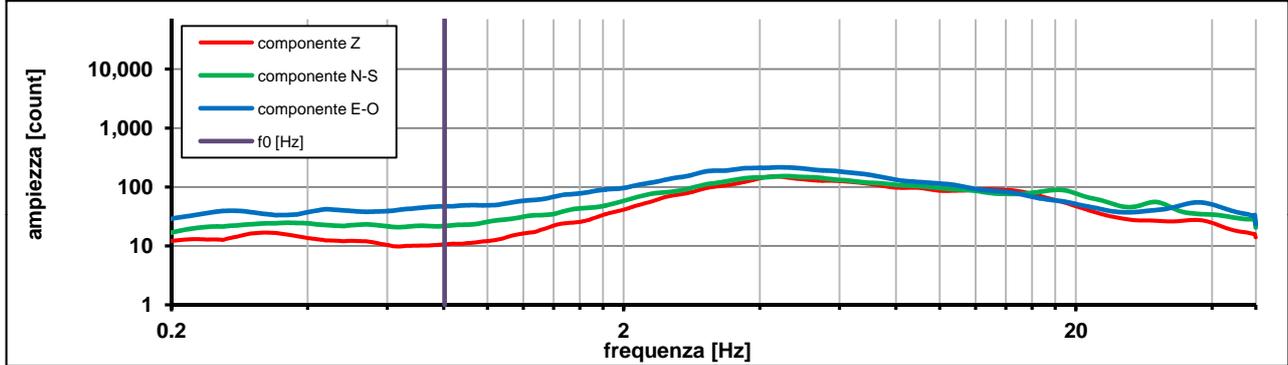
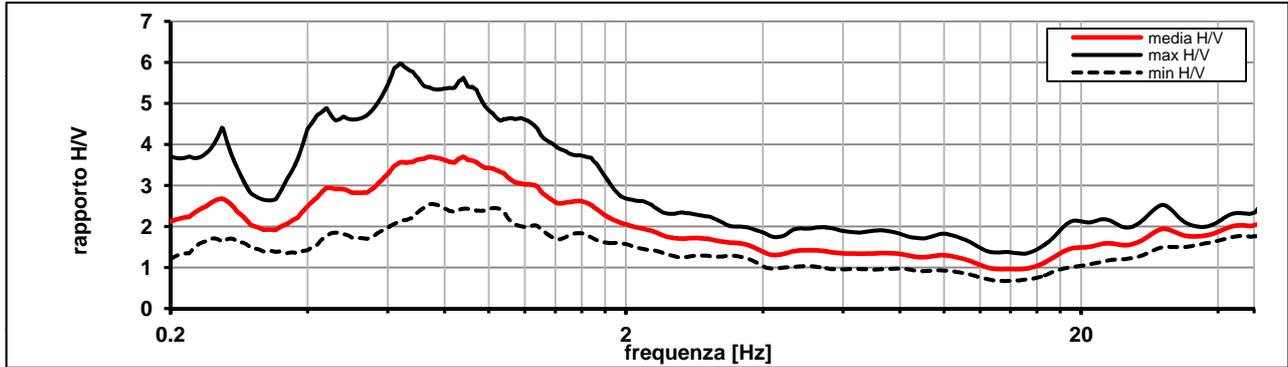
Modalita smoothing: triangolare proporzionale

costante di smoothing [%]: 10.00

cosine taper: applicato

larghezza taper [%]: 5

Massimo HVSR per  $0.8 \pm 0.16$



picco stabile in 28 finestre su 36 [77.7% del totale]

variazioni azimuth superano il 30% del massimo

**CRITERI PROGETTO SESAME**

Criteri per una curva HVSR affidabile [R] [devono essere soddisfatti tutti]					
i R	$f_0 > 10 / L_w$	0.80	>	0.29	ok
ii R	$n_c(f_0) > 200$	1125	>	200	ok
iii R	$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$	eccede	su	251	ok
	$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	0		punti	
Criteri per un picco HVSR chiaro [C] [è stato escluso il criterio vC: almeno 4 su 5 devono essere soddisfatti]					
i C	esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.000	Hz		no
ii C	esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	2.392	Hz		ok
iii C	$A_0 > 2$	3.61	>	2	ok
iv C	$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0.205	<	0.05	no
v C	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.16512	<	0.12051	no
vi C	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.457	<	2	ok

$L_w$	larghezza della finestra [s]	<b>20.00</b>
$n_w$	numero di finestre utilizzate per l'analisi [num]	<b>28</b>
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi [num]	<b>1125</b>
$f_0$	frequenza di picco H/V [Hz]	<b>0.80</b>
$f$	frequenza	
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza di picco di H/V [Hz]	<b>± 0.16</b>
$\varepsilon(f_0)$	valore soglia per condizioni di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>0.12</b>
$A_0$	ampiezza del picco H/V alla frequenza $f_0$	<b>3.61</b>
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$	
$f^-$	frequenza fra $f_0/4$ e $f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	
$f^+$	frequenza fra $f_0$ e $4f_0$ per la quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$\sigma_A(f_0)$	deviazione standard di $A_0$	<b>± 1.45</b>
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$	
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della curva $\log A_{H/V}(f)$	
$\theta(f_0)$	valore soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ - vedi tabella sotto	<b>2.00</b>

Freq.range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $s_A(f_0)$	3	2.5	2	1.78	1.58
$\text{Log } \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.4	0.3	0.25	0.2

[specifiche da Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations - measurements, processing and interpretations. SESAME European research project, deliverable D23.12, 2005.]

**ULTERIORI CRITERI Del.GRT n.261/2011**

(vedi D.Albarelo et alii "Il contributo della sismica passiva nella microzonazione di due macroaree abruzzesi" - Boll.Geofis.Teor.Appl.)

1. Stazionarietà temporale

ok

2. Isotropia

no

3. Assenza disturbi elettromagnetici

ok

4. Plausibilità fisica

ok

5. Robustezza statistica (\*)

no

6. Durata

ok

**CLASSE C**  
**SOTTOCLASSE**

Valutazioni qualitative

prof. contrasto: > 100 m

[centinaia di metri]

contrasto: **ALTO**

(\*) su roccia o alluvioni con basamento sismico molto profondo, non avendo picco tale condizione non è soddisfatta, ma si può considerare la misura attendibile se confermata da ripetizione misura