PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile

RegioneEmiliaRomagna

CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME

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

MICROZONAZIONE SISMICA
Relazione Illustrativa

Regione Emilia-Romagna
Comune di Bertinoro

Regione	Soggetto realizzatore	Data
	GeoExploration srl www.geoexploration.net Via Costiera n.3/A, 47122 Forlì Tel/Fax (+39) 0543 782462 e-mail: info@geoexploration.net C.F. / P.IVA 03922790401 - R.E.A. 322247 **Collaboratori:** **Dr. Geol. Arianna Lazzerini** geologia e geotecnica **Dr. Daniele Bronzetti** elaborazioni cartografiche	Aprile 2013

Sommario

1 - PREMESSA 3
2 - PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO 4
3 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE 9
4- CARATTERI MORFOLOGICI E GEOMORFOLOGICI 10
5 - LINEAMENTI TETTONICI 11
6 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO 12
7 - DESCRIZIONE FASI OPERATIVE - ELABORAZIONI E RISULTATI 22
8 - ALLEGATI 43

1 - PREMESSA

Il presente rapporto è stato stato redatto quale elaborato di sintesi delle principali fasi di studio, delle indagini eseguite dei dati acquisiti nonché delle elaborazioni e dei risultati dello studio eseguito secondo quanto definito nell'allegato C della Delibera della Giunta Regionale 1302/2012 recante gli indirizzi e i criteri di microzonazione sismica per i territori che hanno beneficiato dei contribuiti di cui all'OPCM 4007/2012.

Gli studi di microzonazione sismica (di seguito MZS), che si realizzano sul territorio regionale si attengono alle procedure e modalità stabilite dalla citata Ordinanza e dalla DAL. n. 112 del 4 aprile 2007 della Regione Emilia Romagna L'O.P.C.M. n. 4007/2012, dispone inoltre che le Regioni individuino, con proprio provvedimento, i territori nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi di MZS, definendo, come soglia generale di ammissibilità al finanziamento, il valore di accelerazione orizzontale massima "ag" superiore o uguale a 0,125 g, Il comune di Bertinoro appartiene all'elenco dei comuni con ag>0,125 per il quale è già stato svolto uno studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 pertanto è oggetto dello studio di MZS di Livello 2.

I risultati delle indagini e i valori dei parametri presentati nella presente relazione sono intesi a solo uso della MZS del territorio comunale di riferimento e pertanto ai soli fini di *pianificazione* urbanistica. In nessun caso i risultati delle indagini e i valori dei parametri potranno essere impiegati ai fini della *progettazione edilizia* in zona sismica, per la quale vigono unicamente le Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 2008). Nessuna responsabilità potrà essere attribuita agli autori del presente studio, per l'uso improprio dei dati in esso presentati.

La MZS si propone l'obiettivo di definire la pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone o porzioni di territorio caratterizzate da un comportamento sismico omogeneo. Per il caso specifico ci si è avvalsi dei dati disponibili forniti dall'Ente e dagli studi di MZS di Livello 1 predisposti dalla Provincia di Forlì – Cesena nel corso di redazione del PTCP/PSC territoriale e riportati nella tavola 6 del medesimo studio.

I principali documenti tecnici utilizzati come riferimento per la realizzazione di tale studio sono:

I. DGR 1302/2012 "Criteri per la realizzazione degli studi di microzonazione sismica e archiviazione informatica di cui all'OPCM 4007/2012 e decreto del 16 marzo 2012 del Capo del Dipartimento della Protezione Civile" con particolare riferimento allegato C e D.

II. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (di seguito **I.C.M.S**.), redatti dal Dipartimento della Protezione Civile (in seguito D.P.C.) ed approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome;

III. D.A.L. 112/2007. Deliberazione dell' Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n.112 del 2 maggio 2007: Approvazione dell'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16 comma 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"

2 - PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE ED EVENTI DI RIFERIMENTO

Negli ultimi anni il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica è costituito dalla zonazione sismogenetica ZS9 (Scandone et al. 1996 - 2000) che rappresenta la traduzione operativa del modello sismotettonico riassunto in Meletti et al. (2000). In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20/03/2003, n. 3274 è stato redatto a cura di un gruppo di lavoro dell'INGV un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20/03/2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, (aprile 2004).

Tale modello riprende sostanzialmente il retroterra informativo della precedente zonazione, recependo i più recenti avanzamenti delle conoscenze sulla tettonica attiva della penisola anche considerando le indicazioni derivanti da episodi sismici più recenti. La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche.

Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

La zona che interessa l'area in esame è la 914 "Forlivese". Ogni zonizzazione sismo genetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Sulla base di tali zone, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica. Nella Zona Sismogenetica 914 sono previsti, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo (Mwmax) pari a 6,14. Il risultato, per ogni comune, è rappresentato da una stima del rischio sismico che tiene conto dell'intera storia sismica riportata nel catalogo sismico nazionale e che viene espresso in termini probabilistici. La pericolosità sismica di riferimento ipotizza un substrato omogeneo in roccia ed è espressa in PGA (Peak

Ground Acceleration) con associato un periodo di ritorno di 475 anni, valore convenzionale in quanto rappresenta l'accelerazione associata alla probabilità del 90% di non superamento considerando un periodo di ritorno di 50 anni.

La mappa di pericolosità sismica del territorio, riportata in stralcio alla figura 1, tratta dall'allegato 2 punto 3.1 della succitata OPCM 3274, individua per il comune di Bertinoro un'accelerazione massima attesa, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e riferita a suoli rigidi (Vs > 800 m/sec), compresa tra 0.175 e 0.225 g.

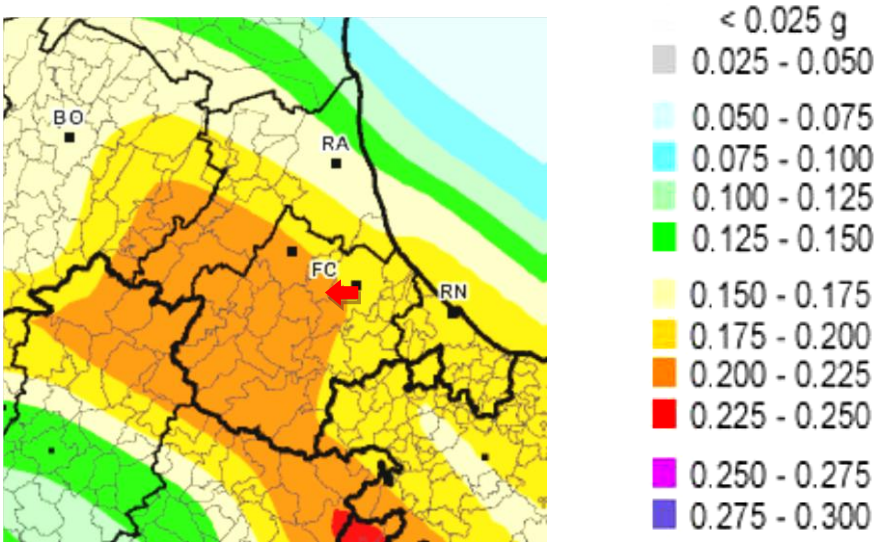


Figura 1 - **MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA IN VALORI DI PGA** con periodo di ritorno di 475 anni (pari alla probabilità di non eccedenza del 90% in 50 anni) Le aree a diverso PGA sono differenziate in base a colorazioni diverse corrispondenti alle diverse classi. (Comune di Bertinoro)

La mappa di pericolosità sismica del territorio, riportata in stralcio alla figura 1, tratta dall'allegato 2 punto 3.1 della succitata OPCM 3274, individua per il comune di Bertinoro un'accelerazione massima attesa, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni e riferita a suoli rigidi (Vs > 800 m/sec), compresa tra 0.175 e 0.225 g.

L'intero territorio italiano è stato suddiviso in quattro zone contraddistinte da differenti valori di PGA

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

Tabella 1 - Valori di PGA per le varie zone

Di seguito si riporta la zonizzazione relativa al territorio regionale.

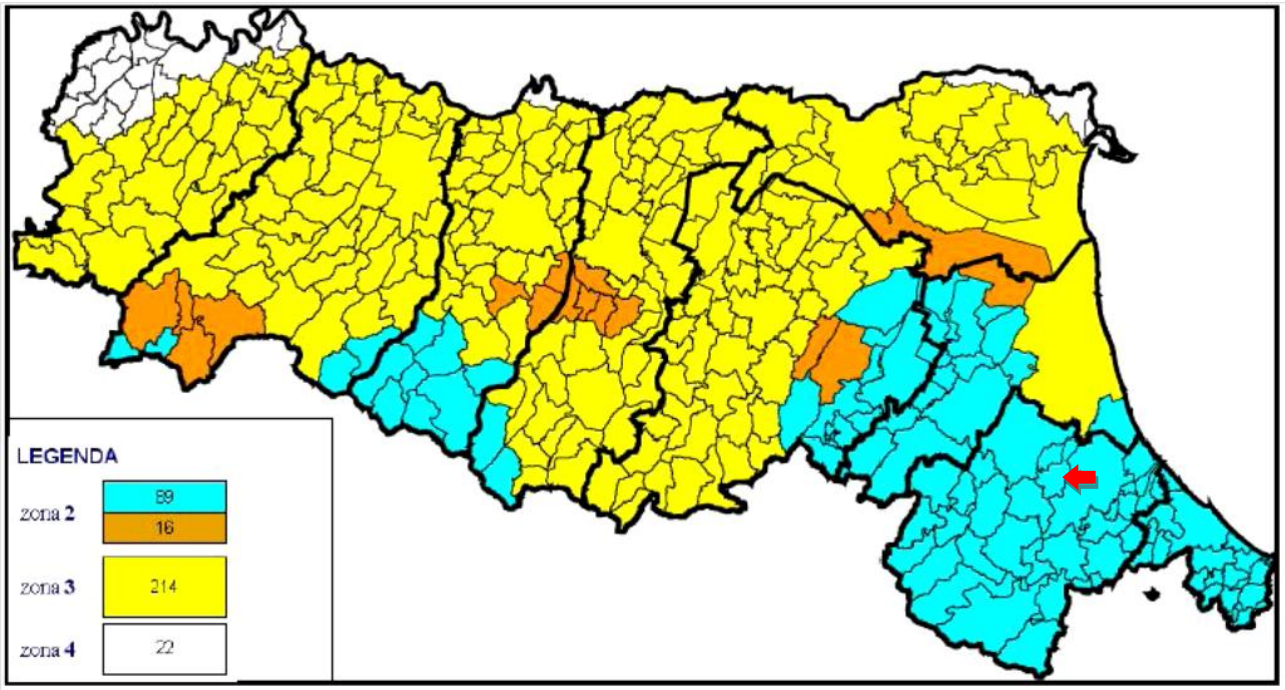


FIG. 2- CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA – . (Comune di Bertinoro)

Come si può verificare dalla carta di macrozonazione sismica della Regione Emilia Romagna il Comune di Bertinoro ricade nella Zona 2, definita come zona a"sismicità media" (S=9 secondo la precedente Normativa). L'accelerazione massima di riferimento, per il sito oggetto di studio, raggiunge valori massimi di PGA compresa tra 0,15 e 0,25 g.

Sismicità Storica

Il territorio della provincia di Forlì-Cesena è stato sede di una frequente e intensa attività sismica. La figura 8.1, nella quale le dimensioni del cerchio sono proporzionali alla magnitudo momento (Mw), sono riportati gli epicentri dei principali terremoti storici che hanno interessato la Romagna (DBMI04, Stucchi et al., 2007).

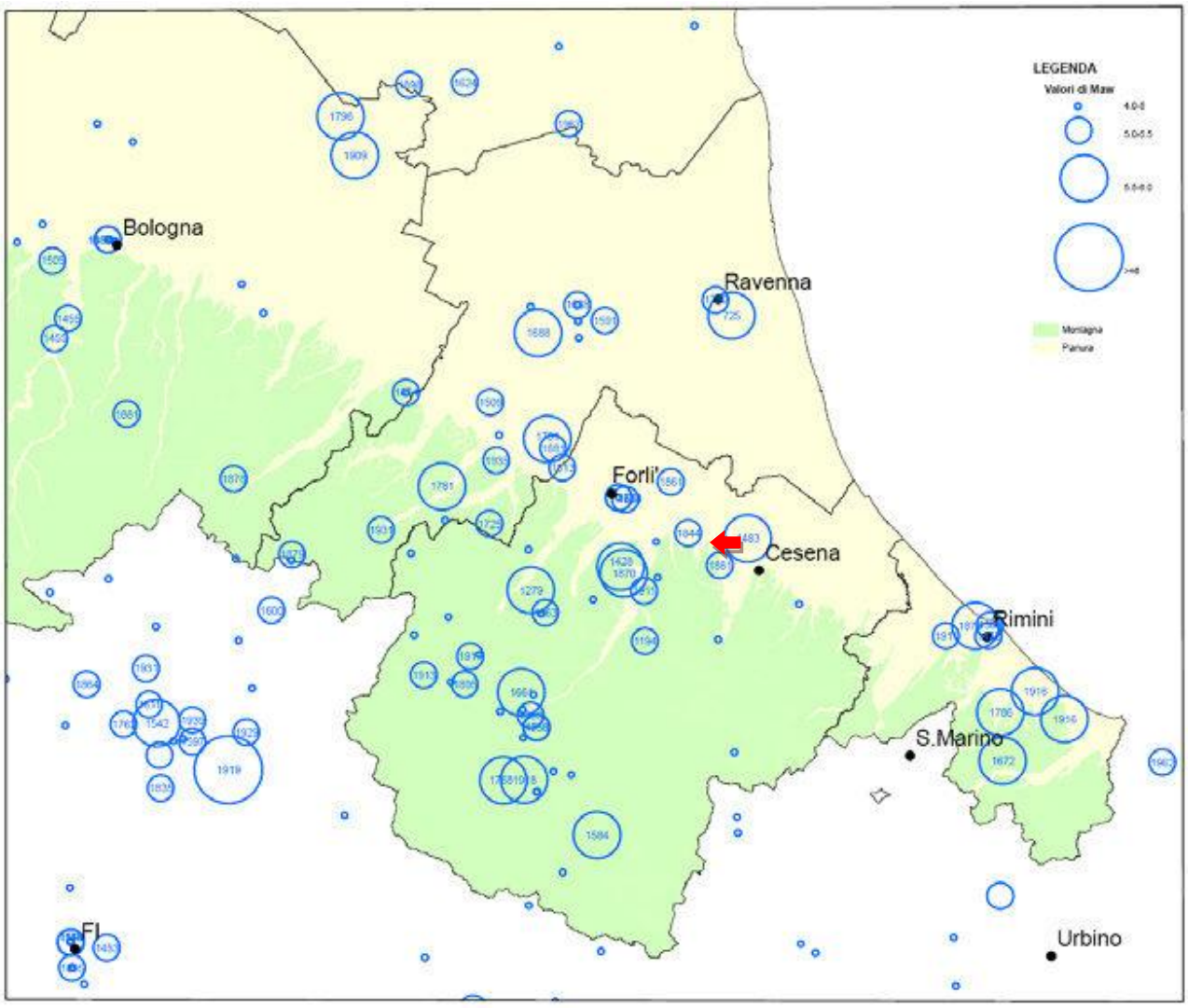


Figura 2 Mappa degli epicentri dei principali terremoti nel territorio di Forlì – Cesena

Il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani (DBMI04),(http//emidius.mi.ingv.it/DBMI11/) riporta la storia sismica di Bertinoro [lat. 44.147, long. 12.134].

Seismic history of Bertinoro

[44.147, 12.134]

Totale numero di eventi: 52

Intensità al sito (MCS) Is	Anno Mes Gi h	Località epicentro	Int. epic	MW
7-8	1428 07 03 05:00	PREDAPPIO	7-8	5.45 ±0.71
8	1483 08 11 19:40	Romagna meridionale	8	5.68 ±0.40
F	1504 12 31 04:00	Bolognese		
F	1505 01 03 02:00	Bolognese	8	5.57 ±0.25

F	1505 01 20 23:50	Bolognese		
7	1661 03 22 12:50	Appennino romagnolo	9	6.09 ±0.16
7	1688 04 11 12:20	Romagna	8-9	5.78 ±0.35
6	1725 10 29 17:40	Appennino tosco-emiliano	8	5.43 ±0.34
5	1781 07 17 09:40	Romagna	8	5.58 ±0.26
5	1828 10 08 22:30	Romagna meridionale	5-6	4.35 ±0.72
8	1870 10 30 18:34	Romagna	8	5.58 ±0.27
2-3	1874 10 07	IMOLESE	7	5.02 ±0.18
6-7	1881 09 28	CESENA	6-7	4.82 ±0.27
3	1887 02 23 05:21:50	Liguria occidentale		6.97 ±0.15
NF	1904 11 17 05:02	Pistoiese	7	5.15 ±0.14
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	6-7	5.53 ±0.09
7	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	7	5.28 ±0.11
4	1911 03 26 13:51:02	RIMINI	5	5.00 ±0.30
5	1911 03 26 20:20:50	Eremo di Camaldoli	6	4.71 ±0.46
4-5	1913 07 21 22:35	VALLE DEL LAMONE	5-6	4.78 ±0.19
4	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	7	5.76 ±0.09
3	1915 01 13 06:52	Avezzano	11	7.00 ±0.09
6	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico		5.95 ±0.14
5-6	1916 06 16 01:27	Alto Adriatico		
6	1916 08 16 07:06	Alto Adriatico		6.14 ±0.14
3	1917 04 26 09:35:59	Valtiberina	9-10	5.89 ±0.11
4	1917 12 02 17:39	GALEATA	6-7	5.09 ±0.20
5	1918 11 10 15:12:28	Appennino romagnolo	9	5.88 ±0.11
5	1919 06 29 15:06:12	Mugello	10	6.29 ±0.09
3	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	10	6.48 ±0.09
3	1926 01 01 18:04:06	Slovenia	7-8	5.85 ±0.18
2	1929 04 10 05:43:12	Bolognese	7	5.03 ±0.13
3	1929 04 11 00:56:08	Bolognese		5.02 ±0.37
2	1929 04 19 04:15:22	Bolognese		
3	1929 04 20 01:09:46	Bolognese	7	5.34 ±0.13
3	1929 07 18 21:01:58	Mugello	6-7	5.02 ±0.17
4-5	1930 10 30 07:13:13	SENIGALLIA	8	5.81 ±0.09
3	1931 09 05 01:25:53	Mugello	6	4.80 ±0.22
3	1934 11 30 02:58:19	Alto Adriatico		5.34 ±0.17
5	1935 06 05 11:48:02	Faentino	6	5.16 ±0.25
4	1939 02 11 11:16:54	MARRADI	7	5.01 ±0.23
5	1952 07 04 20:35:12	Appennino romagnolo	7	4.99 ±0.18
NF	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	6	4.61 ±0.10
4	1987 07 05 13:12:37	VALMARECCHIA	6	4.47 ±0.09
4	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	8-9	6.01 ±0.09
4	2000 05 06 22:07:04	Emilia Romagna	5	4.17 ±0.09
4-5	2000 05 08 12:29:56	Emilia Romagna	5	4.66 ±0.09
4	2000 05 10 16:52:12	Emilia Romagna	5-6	4.86 ±0.09
4-5	2000 08 01 02:34:31	MONTEFELTRO	5-6	4.34 ±0.09
NF	2001 11 26 00:56:55	Casentino	5-6	4.72 ±0.09
4-5	2003 01 26 20:15:03	Forlivese		4.56 ±0.09
4-5	2003 12 07 10:20:33	Zona Forlì	5	4.22 ±0.09

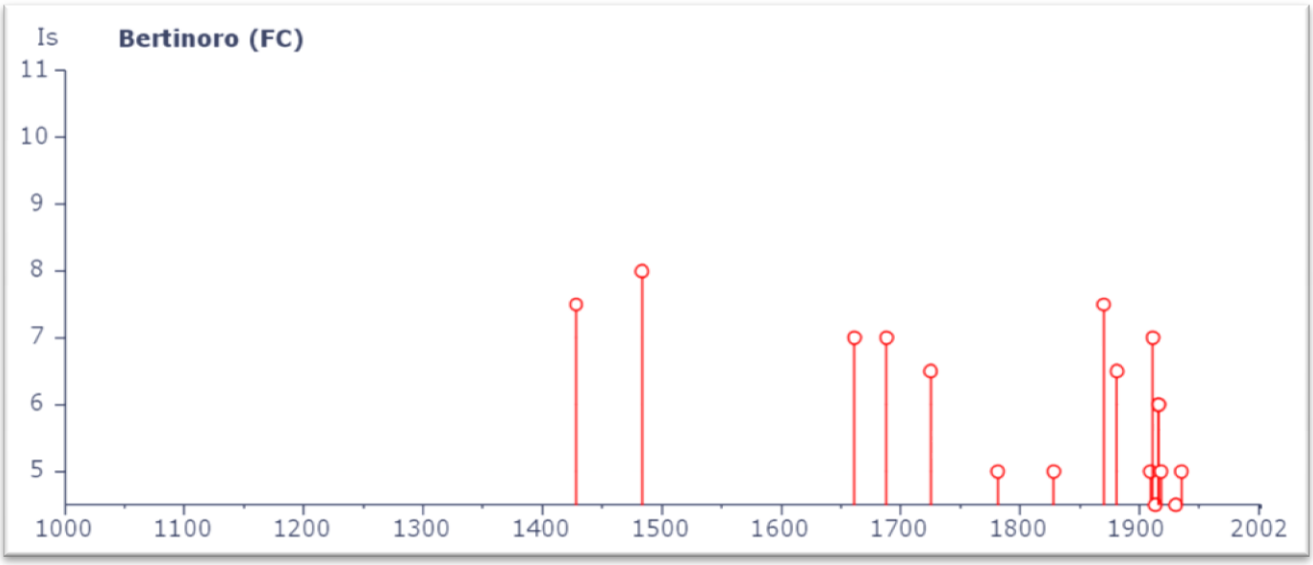


Figura 3 Distribuzione temporale dei terremoti ed intensità

3 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE

In accordo con i Tecnici del Comune e della Comunità Montana dell'Appennino Forlivese sono state individuate le aree oggetto di indagine tra quelle urbanizzate e urbanizzabili. Nel Comune di Bertinoro, non sono state indicate fasce a cavallo di infrastrutture viarie di notevole interesse. In particolare tali aree comprendono le perimetrazioni dei centri storici, le aree attualmente urbanizzate ed in via di espansione e le strutture ingegneristiche rilevanti in ragione di problematiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche individuate nel corso dei sopralluoghi e nella raccolta dei dati geologici e geomorfologici pregressi. In particolare sono state individuate 5 zone di indagine inquadrate in diverse tavole di sintesi: TAVOLE 1 : a) Santa Maria Nuova, b) Panighina e Capocolle; TAVOLE 2: c) Bertinoro Capoluogo, d) Fratta Terme, e) Ospedaletto.

Da un punto di vista cartografico il territorio interessato dal presente studio è inquadrato nel Foglio 100 "Forlì" in scala 1:100.000, nelle Tavolette IGM in scala 1:25.000: 255 NO "Forlimpopoli" ; 255 NE "Cesena"; 240 SO "Forlì" e 240 SE "Cervia", e più precisamente negli Elementi delle CTR Emilia Romagna in scala 1:5000: 255061, 255064, 240253, 255021, 255022 255023 255033 255034.

Dal punto di vista amministrativo, Bertinoro confina a nord con il Comune di Ravenna ad est e a sud con il Comune di Cesena e Meldola e ad Ovest con i Comuni di Meldola, Forlimpopoli e Forlì.

Il territorio comunale è caratterizzato per gran parte da zone di pianura nelle quali sono ubicate in particolare le località di Panighina e Santa Maria Nuova e per la restante parte, si sviluppa in collina. Questa rappresenta l'ultima propaggine appenninica a ridosso del margine padano compresa tra le valli del Fiume Savio e Ronco. Nelle aree esaminate le maggiori quote sono individuabili in corrispondenza di Bertinoro e

Monte Maggio, queste passano alla pianura attraverso quote intermedie come nelle località di Capocolle e Fratta Terme.

4- CARATTERI MORFOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

Le caratteristiche morfologiche nel territorio in esame, risentono delle tipologie litologiche e delle peculiarità geologiche e strutturali che interessano tutta l'area.

Nelle linee generali, i caratteri morfologici esprimono tre principali lineamenti.

- Profili con elevata acclività nelle zone di affioramento delle formazioni rocciose. In questo caso, la morfologia è conseguente alle caratteristiche di resistenza della roccia in posto e agli assetti che questa ha assunto nel corso dell'evoluzione geostrutturale del territorio.
- Versanti con inclinazione da moderata a sensibilmente elevata predominante nei terreni prevalentemente argillosi e argilloso – sabbiosi e in quelli sui quali si sono impostate le coperture detritiche. Il paesaggio in tali ambiti tende ad una morfologia estremamente più dolce rispetto a quella suddetta e che in alcuni parti del territorio assume alto grado di evoluzione e notevole estensione superficiale. Interessati dall'intercalare talora rapido di ondulazioni e irregolarità della superficie in genere, i versanti sono confinati lateralmente da incisioni prodotte dai corsi d'acqua che immergono conformemente ai vettori di massima pendenza. In questo ambiente la morfologia è diretta espressione dei processi geomorfologici che hanno regolato il modellamento della superficie topografica, compresi quelli di erosione idrica concentrata prodotta dai fossi.
- Aree pianeggianti del fondovalle, debolmente terrazzate caratterizzate da depositi essenzialmente di tipo alluvionale.

Dall'analisi degli aspetti e delle forme legate alla stabilità globale del territorio emerge che i maggiori presupposti di fragilità statica, risiedono nelle aree occupate da terreni argillosi, dove infatti si registra il maggiore addensamento dei dissesti. Questi tuttavia non interessano aree comprese dal presente studio.

L'azione erosiva delle acque correnti e soprattutto quella perturbante delle acque che si infiltrano nel sottosuolo, rappresentano i più incisivi fattori di destabilizzazione dei materiali argillosi. Negli affioramenti rocciosi, la stabilità specialmente delle porzioni corticali, è regolata dai sistemi di fratturazione e dal loro addensamento, nonché dalla consistenza della roccia affiorante e dal suo grado di alterazione.

5 - LINEAMENTI TETTONICI

Gli elementi strutturali presenti nelle aree rilevate definiscono nel loro insieme, una tettonica di tipo compressivo che si introduce in un contesto strutturale più generale di un territorio che è stato sottoposto ad un'intensa neotettonica pliocenica. Questa in particolare ha ulteriormente complicato lo schema tettonico caratterizzato sostanzialmente in uno scenario deformativo - dislocativo principale a orientazione appenninica (NW-SE), vicariato da sistemi disgiuntivi trasversali che esercitano anche effetti trascorrenti.

Le faglie dispongono anche diffusi condizionamenti strutturali alle direttrici del drenaggio idrico superficiale, orientando forzatamente tratti dei corsi d'acqua.

Coerentemente allo schema evolutivo della catena appenninica, i lineamenti tettonici del territorio propongono quindi il tendenziale impilamento di scaglie tettoniche e di piegamenti sequenziali, che ribadiscono i meccanismi attivi di progradazione delle tensioni orogenetiche in senso Adriatico.

L'accentuata attività tettonica (tuttora agente) associata ai fenomeni di subsidenza del bacino di avanfossa al suo margine, hanno favorito per tutto il quaternario un grande apporto di detriti, derivanti dallo smantellamento della catena appenninica emersa a spese prevalentemente delle unità caotiche (argille scagliose s.l), che oggi nei bacini dei fiumi Forlivesi non si rinvengono in affioramento perché totalmente erose.

I corpi sedimentari compresi tra superfici di erosione o lacuna stratigrafica (discontinuità) sono stati distinti in unità stratigrafiche a limiti inconformi (supersintemi, sintemi e subsintemi) e comprendono al loro interno, sedimenti di ambiente deposizionale e litologie diverse delle quali si riporterà nel successivo capitolo.

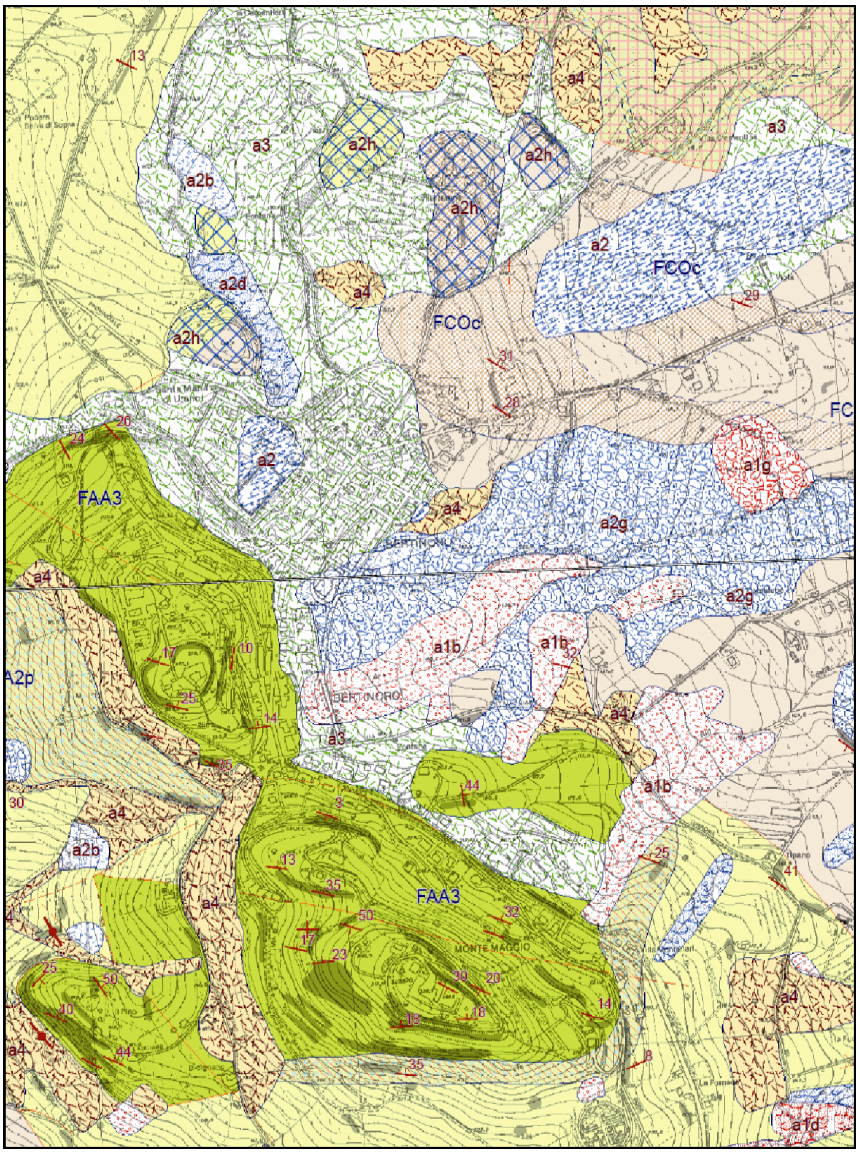
Localmente, la tettonica del fronte collinare del territorio comunale è caratterizzata da un complesso sistema di pieghe, pieghe faglie e sovrascorrimenti. Le principali strutture hanno andamento NO-SE e procedendo da monte verso valle, nei territori di più specifico interesse, danno luogo ad un'anticlinale all'altezza di Collinello. I sistemi tettonici a più ampia scala sono tuttavia condizionati da un sistema di faglie trascorrenti locali non attive.

6 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

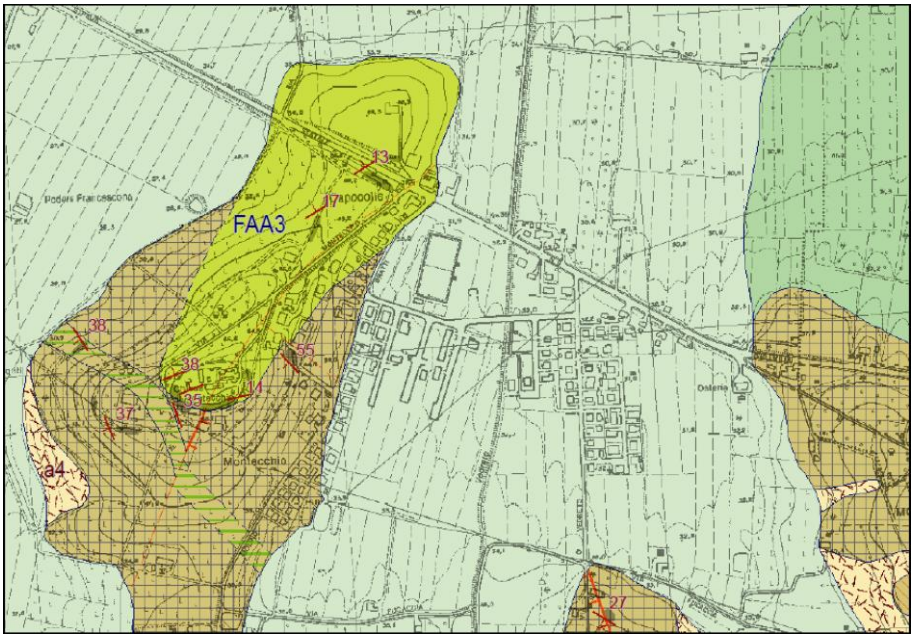
La Successione sedimentaria che interessa le aree caratteristiche del presente studio appartiene al Dominio Umbro – Marchigiano- Romagnolo e si estende dalle Unità più antiche quali quelle dalla Formazione Marnoso – Arenacea del Tortoniano inferiore a quelle del Quaternario.

Nella cartografia ufficiale della Regione Emilia Romagna le aree di pianura sono caratterizzate da depositi alluvionali indifferenziati dell'alloformazione Emiliano – Romagnola superiore (AES) costituita da depositi alluvionali, deltizi,litorali e marini del Pleistocene medio - Olocene del quale localmente affiora la parte stratigraficamente più superficiale.

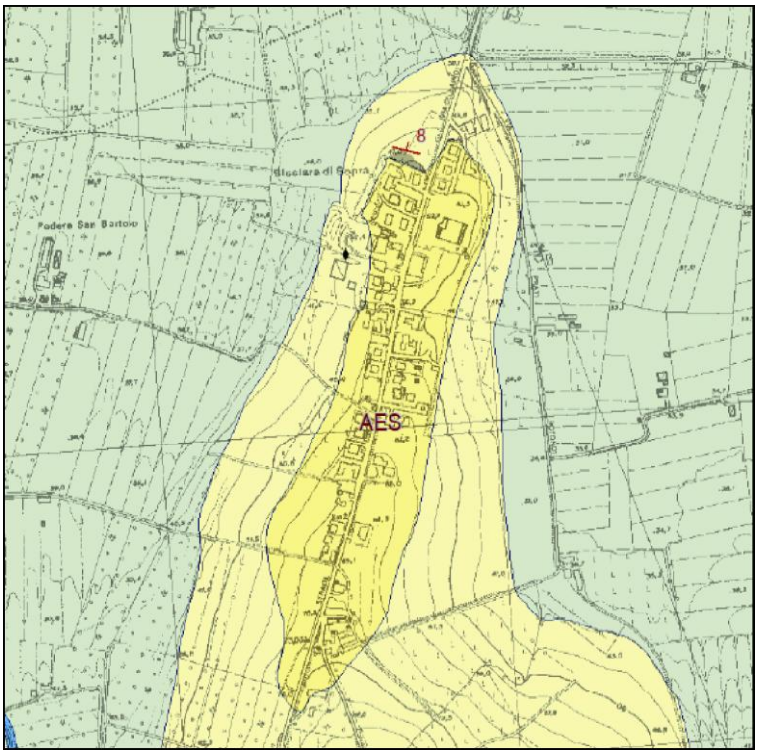
Di seguito si riportano gli stralci di riferimento per ciascuna zona indagata, della carta Geologica della RER alla scala 1:10.000.



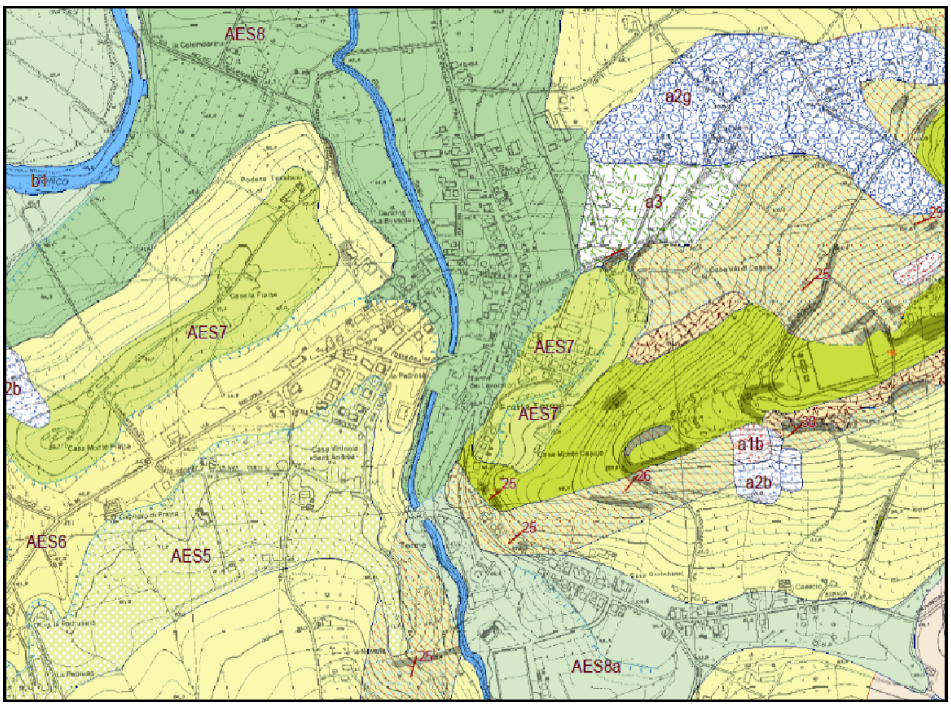
Carta geologica regionale – Bertinoro Capoluogo



Carta geologica regionale – Capocolle



Carta geologica regionale – Ospedaletto



Carta geologica regionale – Fratta Terme

In maniera schematica nei territori esaminati è stato possibile riconoscere:

- ***depositi quaternari continentali***

depositi di frana attivi

Deposito gravitativo con evidenze di movimenti in atto (indipendentemente dalla entità e dalla velocità degli stessi). L'attività può essere continua o, più spesso, intermittente ad andamento stagionale o pluriennale. Vengono inclusi in questa categoria anche depositi di frane che al momento del rilevamento non presentano sicuri segni di movimento ma che denotano comunque una recente attività segnalata da indizi evidenti (lesioni a manufatti, assente o scarsa vegetazione, terreno rimobilizzato). Sono altresì incluse anche frane con velocità recepibile solo attraverso strumenti di precisione (inclinometri, estensimetri, ecc.), qualora esistenti.

a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango

Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono

conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

a1g - Deposito di frana attiva complessa

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

Depositi di frana quiescenti

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti. Generalmente si presenta con profili regolari, vegetazione con grado di sviluppo analogo a quello delle aree circostanti non in frana, assenza di terreno smosso e assenza di lesioni recenti a manufatti, quali edifici o strade. Per queste frane sussistono oggettive possibilità di riattivazione poiché le cause preparatorie e scatenanti che hanno portato all'origine e all'evoluzione del movimento gravitativo non hanno, nelle attuali condizioni morfoclimatiche, esaurito la loro potenzialità. Sono quindi frane ad attività intermittente con tempi di ritorno lunghi, generalmente superiori a vari anni.

a2 - Deposito di frana quiescente di tipo indeterminato

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti ma con possibilità di riattivazione, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente, che è stato generalmente indicato (dove non specificato, il tipo movimento è indeterminato). La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensioni variabili immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa.

a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

a2d - Deposito di frana quiescente per colamento di fango

Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

a2g - Deposito di frana quiescente complessa

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

a3 - Deposito di versante s.l.

Accumulo di detrito su versante sulla cui attribuzione genetica permane un grado di incertezza, non escludendo che sia dovuto a fenomeni franosi, mancando spesso i caratteri di forma tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita del semplice rilevamento sul terreno potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato il deposito. Generalmente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), solo localmente stratificato e/o cementato. Come indicato sopra la genesi può essere gravitativa, da ruscellamento superficiale, da soliflusso

a4 - Deposito eluvio-colluviale

Coltre di materiale detritico, generalmente fine (frammenti di roccia, sabbie, limi e peliti) prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità (subordinata), con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.

b1 - Deposito alluvionale in evoluzione

Deposito costituito da materiale detritico generalmente non consolidato (ghiaie, talora embriciate, sabbie e limi argillosi) di origine fluviale, attualmente soggetto a variazioni dovute alla dinamica fluviale. Può essere talora fissato da vegetazione (b1a).

- ***Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano***

I depositi del settore di pianura sono rappresentati dalla successione quaternaria continentale del Pleistocene medio-Olocene (ciclo Qc). I sedimenti alluvionali sono costituiti da cicli deposizionali grossolani alla base (ghiaie e sabbie) e fini al tetto (peliti). Nel sottosuolo il limite inferiore dei depositi alluvionali è discordante sui depositi marini e tende ad approfondirsi allontanandosi dal margine pedecollinare.

La successione quaternaria dell'area romagnola è interpretata come deposta all'interno di un bacino di forma allungata, parallelamente alla catena appenninica, confinato a nord, in questo settore, proprio dalle Pieghe Adriatiche.

I sedimenti che costituiscono il sottosuolo e che affiorano nell'area di studio, in accordo con le gerarchie delle unità stratigrafiche, costituiscono il tetto stratigrafico del Supersintema Emiliano Romagnolo (AE) che

raggruppa tutti i depositi quaternari alluvionali, per uno spessore che raggiunge circa 300 metri di profondità dal piano campagna, i quali poggiano in discordanza sui depositi marini del Gruppo del Santerno e Sabbie di Imola.

Localmente sono presenti sedimenti che appartengono al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES), parte alta del Sintema Emiliano Romagnolo (AE), in particolare sono state inquadrate nel Subsintema di Ravenna (AES8), tetto stratigrafico di (AES), e all'unità di rango gerarchico inferiore definita Unità di Modena (AES8a), quest'ultima costituisce il tetto stratigrafico del Subsintema di Ravenna.

Dal punto di vista delle caratteristiche litostratigrafiche le unità sopra dette sono costituite nel modo seguente:

- Subsintema di Ravenna (AES8)

In affioramento: depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale. Nei settori intravallivi sono costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie di canale fluviale spesse da 2 a 5 m ricoperti da spessori variabili di sabbie, limi ed argille di tracimazione; sono organizzati in 4-5 ordini di terrazzo) con inclinazione variabile, nei tratti terminali delle valli, dal 4 al 7 per mille (corrispondente a c.a. 0,3 gradi). Nel settore di piana alluvionale l'unità è costituita da sabbie, limi ed argille di canale e di tracimazione fluviale. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,5 ad 1 m e contengono frequenti reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a.

Nel sottosuolo della pianura: depositi argillosi grigi e grigio scuri arricchiti in sostanza organica di piana inondabile non drenata e palude passanti, verso l'alto, a limi-sabbiosi, limi ed argille bruni e giallastri di piana alluvionale ben drenata con suoli calcarei e non calcarei al tetto. I depositi di piana alluvionale includono ghiaie di canale fluviale a geometria nastriforme. Limite inferiore nel sottosuolo dato dal contatto netto tra depositi fini, scuri, spesso palustri di base unità con i depositi grossolani di canale e argine fluviale al tetto di AES7. Subsintema contenente un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo di 25-30 metri

Pleistocene sup.- Olocene (c.a. 14.000 anni BP - attuale).

- Unita' di Modena (AES8a)

Depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale, costituiti da ghiaie, sabbie, limi ed argille di canale fluviale, argine e, localmente, di piana inondabile. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro al tetto, privo di reperti

archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati e caratterizzato da una buona preservazione delle forme deposizionali originarie (argini e bacini interfluviali). Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive, dove l'unità è organizzata in alcuni ordini di terrazzo, e dal contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo (o scarsamente calcareo) di epoca romana (o più antica) nelle aree di pianura. Spessore massimo 3-4 metri.
(Olocene; datazione archeologica: IV-VI sec. d.C. – Attuale)

AES7 - Subsintema di Villa Verucchio

Ghiaie, sabbie, limi ed argille di origine fluviale, piana intravalliva e conoide alluvionale. Depositi organizzati in diversi ordini di terrazzo. Il tetto dell'unità è generalmente rappresentato da suoli non calcarei molto evoluti di colore bruno scuro. Il limite inferiore è erosivo e discordante sui depositi sottostanti. Nel sottosuolo di pianura l'unità corrisponde ad un ciclo trasgressivo-regressivo costituito da una porzione basale, di pochi metri, di sabbie litorali (Tirreniano Auct.) e argille e limi palustri; una porzione intermedia contenente limi-sabbiosi, limi ed Lo spessore massimo è di 10 m circa.
(Pleistocene medio - sup.)

AES6 - Subsintema di Bazzano

Depositi ghiaiosi, sabbiosi e limo-argillosi di terrazzo intravallivo e di conoide alluvionale. Al tetto suoli decarbonatati con fronte di alterazione fino a 5-7 m, colore variabile da rosso bruno a giallo bruno. Contatto inferiore in discontinuità su unità più antiche.
(Pleistocene medio)

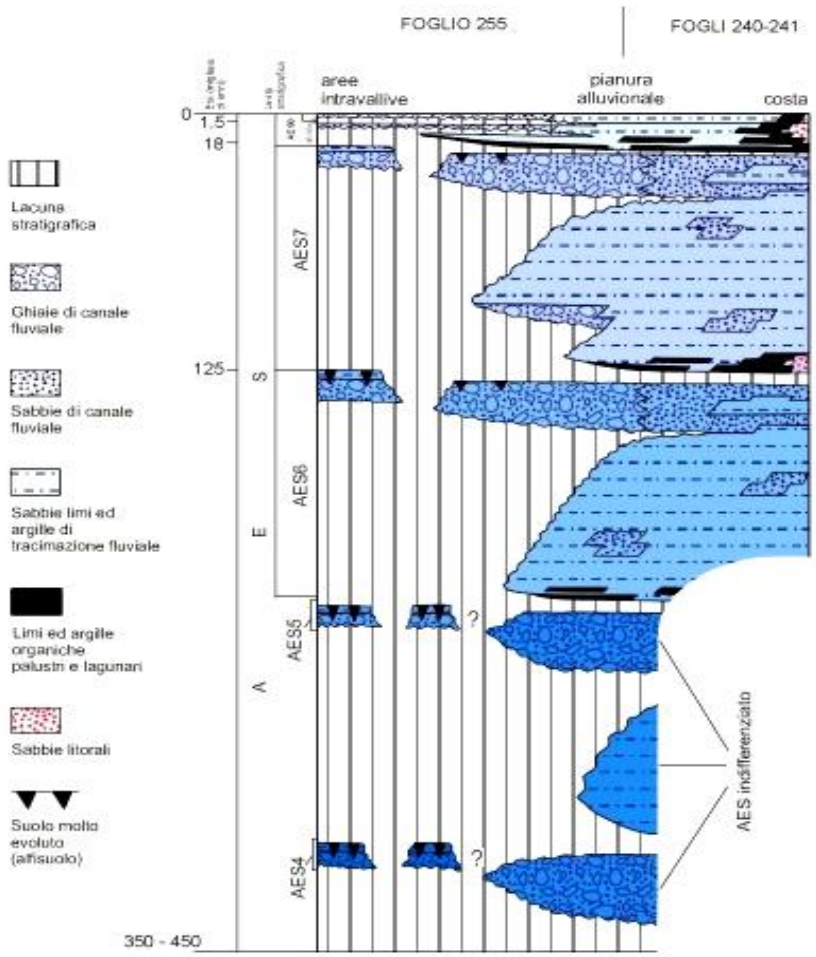


Figura 4 -Schema stratigrafico - cronologico del Sintema Emiliano - Romagnolo Superiore(AES)

FAA - Argille Azzurre

Argille, argille marnose, localmente siltose, marne argillose e siltose, grigie e grigio-azzurre, talora grigio plumbeo, a stratificazione mal distinguibile per bioturbazione; locali intercalazioni di sabbie fini in strati sottili o medi. Talora livelli a slump. Nella parte inferiore della formazione localmente sono presenti sottili livelli discontinui di biocalcareniti fini e siltiti giallo, o ocra se alterate, sottilmente laminate. Frequenti microfossili; variabile la concentrazione di malacofaune a Gasteropodi e Lamellibranchi, sia come biosomi che come bioclasti. Presenti anche blocchi di (AQV-Formazione di Acquaviva), costituita da torbiditi arenaceo-marnoso-pelitiche con marne a forte componente carbonatica. L'ambiente di sedimentazione varia da piattaforma, localmente litorale, a scarpata. Foraminiferi planctonici appartenenti nei vari livelli alle zone a Globorotalia margaritae, G. puncticulata, G. bononiensis, G. crassaformis, G. inflata e Hyalinea baltica Contatto inferiore graduale rapido su CEA, paraconcordante o marcato da una lieve discordanza angolare su FCO, discordante su unità più antiche. Potenza fino a 1000 m circa.

(Pliocene inf. - Pleistocene inf.)

FAA2p - Argille Azzurre - membro delle Arenarie di Borello - litofacies pelitico-arenacea

Prevalenti argille ed argille marnose grigio-azzurre, siltose, fossilifere, in strati molto sottili e sottili, con sottilissimi livelli di sabbie fini, intensamente bioturbate; rari intervalli pelitico-arenacei, con arenarie giallastre, molto sottili(A/P<1/2). Nell'area del Foglio 255 torbiditi pelitico-arenacee (A/P 1/2 alla base e al tetto, oltre 2/1 nell'intervallo centrale); argille marnose, siltose e sabbiose; arenarie grigie, giallastre se alterate, poco cementate, in strati sottili e medi, con abbondanti biosomi e bioclasti grossolani; saltuarie calcareniti con clasti quarzosi e argille marnose, siltose e sabbiose; presenti strati con abbondanti microfossili e minor contenuto in sabbia e silt (emipelagiti); diffusi macrofossili rimaneggiati.
(Pliocene inf.)

FAA2ap - litofacies arenaceo-pelitica

Alternanze di peliti e peliti sabbiose grigie, localmente marnose, fortemente fossilifere, biancastre all' alterazione, e arenarie grigio-giallastre in livelli sottili e medi, per lo piu' poco cementate (A/P variabile da 1/2 a 2); talora arenarie prevalenti in strati da spessi a molto spessi, mal definiti, a laminazione inclinata e con livelli di tritume conchigliare, o livelli siltosi.
(Pliocene inf.)

FAA3 - Argille Azzurre - membro di Spungone

Calcari, calciruditi, calcareniti e arenarie bioclastiche, in strati e banchi a giunti poco netti, con grande variabilità laterale e verticale; arenarie,grigie, a cementazione variabile; argille marnose e sabbiose in strati sottili, lenticolari; brecce con ciottoli calcarenitici o arenacei, a spigoli vivi. Possono essere presenti livelli discontinui o plaghe decimetriche di marne argilloso-sabbiose grigie e brune, fortemente alterate. Sono frequenti nidi e livelli di biosomi e concrezioni algali e livelli di concentrazione di macrofossili. Sono presenti locali e limitati episodi di risedimentazione per frana (slump). L'ambiente deposizionale è di piattaforma. Limiti con FAA: superiore netto, inferiore discordante, paraconcordante o netto. Talora contatto inferiore discordante erosivo su FMA13. Potenza 10-160 m.
(Pliocene inf. - medio)

FCO - Formazione a Colombacci

Argille, argille marnose e siltose, marne argillose, in strati sottili e medi, di colore biancastro, verdognolo, azzurro, grigio-verde, violaceo o nero, con rari microfossili (per lo più Ostracodi e Lamellibranchi) e resti

organici carboniosi; sabbie gradate in strati medi e spessi, spesso alterate e di colore giallo ocra, arenarie a cementazione scarsa in strati da sottilissimi a medi e in banchi con lenti di ghiaie alternate a siltiti marnose; subordinate siltiti e arenarie grigie medio-fini in sottili strati lenticolari (A/P < 1/3) e lamine calcaree o calcareo-marnose. Localmente presente uno slump (sl) dello spessore di qualche metro costituito da frammenti carbonatici, conglomerati, arenarie e peliti. Localmente sono presenti orizzonti guida di calcilutiti grigio-chiare ("colombacci", indicati come cl, cl1, cl2, cl3, cl4, cl5, cl6).

FCOa - Formazione a Colombacci - litofacies arenacea

Torbiditi arenaceo-pelitiche con arenarie grigie medie e grossolane, in strati generalmente medi e spessi, con fitta laminazione piano-parallela, ondulata e incrociata, e sottili intercalazioni pelitiche, ciottoli molli di argilla; alternanza di arenarie in strati sottili e medi e marne e siltiti grigie fittamente laminate. Presenti localmente piccoli canali ghiaiosi. Abbondanti resti vegetali lignitizzati anche ben conservati e meno comuni molluschi ipoalini. Formano corpi lenticolari di 2-40 m distribuiti ad altezze diverse entro FCO. Limiti graduali ed eteropici con FCO e FCOb. Spessore massimo 55 m.

(Messiniano medio - Messiniano sup.)

- ***Successione umbro-marchigiano-romagnola***

FMA12a - Formazione Marnoso-Arenacea - membro di Castel del Rio - litofacies arenacea

Arenarie prevalenti, da grossolane a medie, in letti arenacei da molto sottili a medi e spessi, in minor misura molto spessi e subordinati banchi. Rapporto 20/1>A/P>2/1. La cementazione è modesta, strutture trattive talora visibili. Inclusi pelitici presenti negli strati molto spessi e nei banchi. Si tratta di corpi posti a varie altezze del membro. Cartografati alcuni riempimenti di canali (rc) spessi fino a tre metri e di estensione laterale di alcune centinaia di metri. Potenza complessiva circa 80 m.

(Tortoniano)

FMA12b - Formazione Marnoso-Arenacea - membro di Castel del Rio - litofacies arenaceopelitica

Torbiditi arenaceo-siltitico-marnose (A/P variabile). Siltiti e arenarie da medie a fini, poco cementate, o arenarie prevalenti, da grossolane a medie, in letti per lo più sottili, raramente medi e spessi, eccezionalmente molto spessi. Presenti emipelagiti. Cartografati alcuni riempimenti di canali spessi sino a 3 m dotati di una continuità laterale di almeno alcune centinaia di metri (ar). Verso la sommità possono comparire due orizzonti di peliti grigio-scure dello spessore di qualche metro. Limite inferiore marcato da 15 m di strati arenacei per lo più spessi, alternati a torbiditi sottili. Potenza complessiva di oltre 250 m.

(Tortoniano)

7 - DESCRIZIONE FASI OPERATIVE - ELABORAZIONI E RISULTATI

Lo studio di MZS di livello 2, che prende come riferimento i criteri e le metodologie operative definite ed illustrate nelle Istruzioni Tecniche Regionali, è articolato nelle seguenti fasi:

FASE 1 – Come già accennato nei precedenti paragrafi, in accordo con i Tecnici del Comune e della Comunità Montana dell'Appennino Forlivese sono state individuate le aree oggetto di indagine tra quelle urbanizzate e urbanizzabili. Nel Comune di Bertinoro, non sono state indicate fasce a cavallo di infrastrutture viarie di notevole interesse. In particolare tali aree comprendono le perimetrazioni dei centri storici, le aree attualmente urbanizzate ed in via di espansione e le strutture ingegneristiche rilevanti in ragione di problematiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche individuate nel corso dei sopralluoghi e nella raccolta dei dati geologici e geomorfologici pregressi. In particolare sono state individuate 5 zone di indagine inquadrate in diverse tavole di sintesi: TAVOLE 1 : a) Santa Maria Nuova, b) Panighina e Capocolle; TAVOLE 2: c) Bertinoro Capoluogo, d) Fratta Terme, e) Ospedaletto.

FASE 2 – Acquisizione e analisi critica dei dati pregressi esistenti nelle aree (rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi, ecc.) e realizzazione della Carta delle Indagini (in scala 1:5.000). Il recupero dei dati pregressi esistenti nel territorio in esame è risultato di fondamentale importanza. Tale attività è stata realizzata prioritariamente all'impostazione delle nuove campagne di indagini in modo tale che è stato possibile effettuare una programmazione nelle aree meno conosciute.
I dati esistenti sul territorio e presenti sia nell'ambito della carta dei dati di base degli strumenti urbanistici, sia nell'ambito della Banche Dati realizzate dalle Amministrazioni Comunali, Provinciali, Regionali e Statali.
Di seguito si riporta un elenco, relativo alle banche dati consultati e disponibili per la consultazione in rete
•**Portale Servizio Geologico d'Italia**. Il portale è contenuto nel sito WEB dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ed include, i seguenti archivi di particolare interesse ai fini della microzonazione:

1. *Indagini del sottosuolo (L.464/84)*: rappresenta il database delle indagini di sottosuolo eseguite tramite perforazioni sia per scopi di ricerche idriche che per opere di ingegneria civile, i cui documenti sono pervenuti al Servizio Geologico d'Italia in ottemperanza alla Legge 464/84;

2. *Sondaggi profondi*: raccoglie i sondaggi profondi realizzati per la ricerca di idrocarburi, liberalizzati dal Ministero dello Sviluppo Economico;

3. *Geofisica*: contiene la Carta Gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.000.000 ed alla scala 1: 250.000. Sono inoltre visualizzabili le linee sismiche del progetto CROP e le indagini geofisiche effettuate ex Legge 464/84 oltre a quelle effettuate dal Servizio Geologico d'Italia – ISPRA.

• **Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli dell'Emilia Romagna.** Sotto questa denominazione possono includersi le seguenti banche dati, disponibili sul sito della Regione

Banca dati del sottosuolo: stratigrafie da sondaggi; pozzi e prove penetrometriche derivanti da dati comunali nonché le sezioni geologiche della pianura emiliano-romagnola e prove geognostiche realizzate dal servizio geologico regionale quali sondaggi a carotaggio continuo e prove penetro metriche con punta elettrica.

• **Banca dati concessioni acque minerali e termali.** La banca dati relativi alle concessioni è stata resa disponibile sia delle amministrazioni comunali che dalla Provincia di Forlì Cesena Servizio Concessioni acque minerali e termali e riguarda la stratigrafia di pozzi profondi eseguiti in prossimità di luoghi termali presenti nel territorio comunale di Bertinoro.

• **Indagini a corredo degli strumenti urbanistici Comunali (PRG, PSC e POC ecc,)** e dati in disposizione dell'amministrazione Comunale, di privati.

• **Carta geologica regionale**: la carta geologica di base alla scala 1:10.000

• **Banca dati frane e coperture:** Carta dell'inventario del Disseto della Regione Emilia Romagna e cartografia del PAI Bacini Romagnoli.

Tutti i dati raccolti sono stati analizzati criticamente e sono state scartate le indagini con informazioni non complete e comunque insufficienti rispetto ai dati utili ai fini della MZS oppure non congruenti rispetto alla statistica generale dei dati reperiti per ciascuna area specifica.

In particolare sono stati estrapolati i dati relativi alle seguenti indagini:

Prove penetrometriche statiche(CPT) e dinamiche pesanti e superpesanti (DPSH) attraverso le quali è stato possibile estrapolare informazioni in merito allo spessore delle coperture e correlazioni di tipo litologico. Tra le prove esaminate alcune hanno raggiunto il substrato geologico, come quelle reperite per il territorio comunale prossimo al centro storico e più propriamente collinare, altre sono state invece terebrate fino a profondità comprese tra i 15 e 20 m, compatibilmente all'analisi del volume significativo per la progettazione di edifici in zona sismica. Tali prove sono caratteristiche soprattutto delle zone di pianura laddove i depositi di copertura superano i massimi spessori raggiungibili dal penetrometro con capacità di 20 ton (il più utilizzato) oppure nelle zone quali le località di Panighina e

Santa Maria Nuova, aree in corrispondenza delle quali il substrato si può raggiungere a profondità maggiori di 100m. In questi ambiti le penetrometrie sono risultate utili per definire sia la litologia delle coperture che per definire l'eventuale presenza di depositi sabbiosi importanti entro i primi 15 - 20 m di profondità che la presenza di falda.

In totale sono state analizzate n 102 CPT e 7 DPSH dal Data Base Comunale e n 3 dal DB della regione (CPT con punta elettrica 255030 – E505; 255020 E510). Ai fini della MZS sono state utilizzate 24 CPT, 3 DPSH e 3 Dinamiche leggere del DB Comunale e tutti e 3 i sondaggi penetrometrici statici con punta elettrica del DB Regionale.

Sondaggi a carotaggio continuo,pozzi termali e profondi dai quali sono state estrapolate informazioni di tipo stratigrafico – litologico più dirette data la natura delle indagini stesse, sia delle coperture che del substrato geologico. I sondaggi e pozzi hanno profondità differenti, legate anche in questo caso alle diverse tipologie di informazione per i quali sono stati eseguiti. I sondaggi più profondi sono, concentrati nelle zone di pianura, 1 di questi (255030P520x della BD Regionale localizzato tra Pieve Sistina e Cesena) raggiunge il substrato marino oltre i 100 m. Altri Sondaggi analizzati riguardano perforazioni ai fini di ricerca di acque per lo sfruttamento termale e sono concentrati soprattutto nella località di Fratta Terme. La profondità raggiunta è molto superiore a quella del substrato geologico ed è compatibile con la ricerca acquiferi profondi. Nel capoluogo, analogamente a quanto già riportato per le prove penetro metriche, i sondaggi hanno profondità che non si spingono oltre a qualche metro entro il substrato geologico compatto che mai supera profondità superiori ai 12 m.

In totale si sono analizzati n. 1 sondaggio profondo della RER; n. 10 sondaggi a carotaggio continuo di tipo geognostico; n 11 sondaggi per la ricerca idrotermale; n. 2 pozzi per la captazione idrica.

Sono stati utilizzati n. 5 pozzi per la ricerca idrotermale; n.8 sondaggi a carotaggio continuo e n. 2 pozzi per la captazione idrica.

Prove sismiche a stazione singola con tecnica HVSR

In totale sono state analizzate i risultati di 24 misure reperite tra i dati disponibili e forniti dall'Amministrazione comunale, delle quali 20 sono state utilizzati ai fini del presente studio mentre 4 sono state scartate per i seguenti motivi: dato non affidabile per errore statistico (deviazione standard del picco) elevato; frequenza di picco fuori dal range significativo di analisi; assenza del diagramma di riferimento.

Sono state eseguite n. 56 misure ex novo utilizzando il tromografo Pasi Gemini 2 utilizzando, in fase di acquisizione, i parametri di riferimento del progetto di ricerca SESAME (tempo di acquisizione 1200 secondi, frequenza di campionamento 1Khz). Tali misure sono state finalizzate ad acquisire utili elementi di

valutazione riguardanti l'aspetto litostratigrafico ricostruito nonché di definire la frequenza propria naturale dei depositi utile alla definizione della risposta sismica locale. Attraverso tale misura è inoltre possibile individuare, analizzando il picco di frequenza principale H/V (f0), discontinuità sismiche e profondità del bedrock sismico nonché stimare la velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs). Talvolta, in base alle evidenze risultanti da prove geognostiche limitrofe ed alle informazioni reperite dalla cartografia geologica, la stima della profondità del bedrock sismico e relativo calcolo Vs è stata effettuata individuando un picco H/V secondario (a frequenza maggiore rispetto a quello principale), relativo con tutta probabilità al tetto del substrato roccioso alterato. In questi casi il picco principale H/V è da attribuirsi al substrato roccioso non alterato o a un membro più consistente all'interno di una formazione flyschoide. Per l'analisi dei dati e per la stima della frequenza fondamentale di sito è stato utilizzato il software dedicato Geopsy, mentre è stato utilizzato il modulo GeoExplorer HVSR per la stima delle velocità Vs relative ai picchi di frequenza fondamentale di sito."

Prove sismiche multicanale basate su onde di superficie (Re.Mi.; MASW ecc)

In totale sono state analizzate i risultati di n. 4 stendimenti sismici con tecnica MASW, di cui una prova è stata scartata in quanto si è riscontrato un valore di Vs ritenuto troppo elevato per il contesto geolitologico analizzato, n.1 con tecnica Re. Mi, nonché n. 5 stendimenti con tecnica MASW + Re.Mi.

Sono state inoltre eseguite n. 8 misure ex novo con tecnica integrata MASW + Re.Mi. utilizzando un sismografo Geometrics Geode a 24 canali con geofoni a frequenza naturale di 4,5 Hz posti ad interdistanza di 3 m (per un totale di 69 metri di stendimento sismico). Per l'analisi dei microtremori rifratti è stato utilizzato il software dedicato SeisOpt Re.Mi. mentre per l'analisi delle onde sismiche di superficie MASW è stato utilizzato il software RadEx Pro. La tecnica MASW è considerata un 'metodo attivo': le onde di superficie sono prodotte da una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da 24 geofoni (con frequenza naturale 4,5 Hz) posti a distanza intergeofonica pari a 3 metri (lunghezza totale stendimento 69 m). La tecnica Re.Mi. invece è considerata un 'metodo passivo': lo stendimento presenta le stesse caratteristiche geometriche del metodo attivo ma i ricevitori non registrano le onde superficiali prodotte da una sorgente impulsiva, bensì il rumore di fondo (detto anche "microtremori") prodotto da sorgenti naturali (vento) e antropiche (traffico, attività industriali) Le due tecniche indagano bande spettrali differenti. Il metodo attivo consente di ottenere, in modo ottimale, una curva di dispersione nel range di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz fornendo informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 10- 20 m di profondità in funzione della rigidezza del suolo). Il metodo passivo consente di determinare una curva di dispersione, in modo ottimale, nella banda di frequenza tra 4 e 20 Hz e fornisce informazioni sugli strati più profondi

(generalmente fino a 30-40 m). La combinazione delle due tecniche consente di ottenere uno spettro completo nella banda di frequenza comprese tra 4 e 40 Hz e permette una dettagliata ricostruzione dell'andamento della velocità delle onde di taglio fino a circa 30 m di profondità (sempre in funzione della rigidezza degli strati).

FASE 3 - Raffronto tra le indagini geognostiche, cartografie geologiche esistenti, e controllo sul terreno per la realizzazione della **Carta Geologico – Tecnica per la Microzonazione sismica in scala 1:5000 (TAV 1 e TAV 2)**. Nella carta geologico - tecnica per la microzonazione sismica vengono rappresentate le informazioni riguardanti i litotipi affioranti, distinti in primis per tipologia litotipi in base alla cartografia geologica (fondata su criteri litostratigrafici) a disposizione, e successivamente distinti i copertura e substrato geologico. Il substrato geologico è stato classificato localmente tra rigido e non rigido intendendo come rigidi quei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti e dalla una stima del contrasto di impedenza sismica atteso. Si è inoltre associata al substrato una descrizione sulla tipologia tessiturale, contraddistinta da una sigla codificata così come previsto dalle linee guida IMCS.
Lo spessore minimo per le coperture rappresentate è 3 m; la litologia dei terreni è stata descritta tramite sistema di classificazione *Unified Soil Classification System* (leggermente modificato, ASTM,1985). Inoltre è stata aggiunta una sigla che descrive l'ambiente deposizionale del litotipo.
Sono riportate inoltre le forme di superficie ritenute significative quali, orli di scarpate morfologiche con altezza compresa tra 10 e 20 metri e creste, picchi isolati, oltre ad elementi tettonico -strutturali quali, nel caso in esame, faglie trascorrenti attive e faglie trascorrenti inferite non attive.
Vengono altresì rappresentati i seguenti elementi geologici ed idrogeologici:
- giaciture degli strati;
- l'ubicazione di sondaggi che hanno raggiunto il substrato (con indicazione della profondità ove il substrato è stato rinvenuto) e l'ubicazione di sondaggi che non hanno raggiunto il substrato (con indicazione della massima profondità raggiunta dalla perforazione);
- l'ubicazione di misure della profondità della falda con relativa indicazione della profondità della superficie libera a partire da piano campagna.

In carta sono inoltre riportate le tracce delle **5** sezioni litotecniche, rappresentative del modello di sottosuolo; le stesse verranno utilizzate nella fase successiva come tracce di approfondimento per lo studio delle amplificazioni di origine topografica.

Tale carta è stata realizzata dal raffronto della cartografia geologica esistente, dell'analisi dei dati geognostici esistenti, con particolare riguardo ai logs stratigrafici derivanti dai sondaggi a carotaggio continuo.

FASE 4 ha previsto la redazione della **Carta delle Frequenze naturali del terreno e la Carta delle Velocità delle onde di taglio S (Vs)**.

La **Carta delle frequenze TAV 1 e Tav 2 in scala 1:5.000** è stata redatta sulla base delle indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSR) sia esistenti che dai dati acquisiti con la stessa metodologia eseguite ex-novo. Gli elaborati e i grafici relativi alle elaborazioni dei dati sono riportati nel database di archiviazione in formato PDF. Tutte le zone del Comune di Bertinoro indagate hanno presentato fenomeni di risonanza nell'intervallo 0,1 – 20 Hz più o meno evidenti. Il territorio è stato suddiviso in diverse classi di frequenza basate sul valore di picco significativo a più bassa frequenza, rappresentativo della frequenza fondamentale di sito (f0), alle quali è possibile anche associare un valore stimato della profondità del bedrock (cfr. criteri SESAME).

Zona	Valori di f0 (Hz)	Spessori attesi (m)
1	fino a 1	>100
2	da 1 a 2	>30 <100
3	da 2 a 8	>10<30
4	oltre 8	<10

Sono stati inoltre individuate le aree caratterizzate da alti contrasti di impedenza alla base delle coperture (ampiezza massima della curva H/V> 3).

La zona 1 è caratteristica dei depositi di pianura compresi tra Santa Maria Nuova e parte della località Panighina. La zona 2 è caratteristica della zona di Panighina in continuità con la precedente fino al fondovalle a ridosso di Capocolle ove, è individuato il passaggio tra pianura e il margine più propriamente appenninico. La stessa caratterizza anche la zona posta nel margine posto più a nord di Fratta Terme del territorio in esame.

La zona 3 è caratteristica delle fasce collinari a mezza costa e pedecollinari come in corrispondenza del capoluogo e la località Ospedaletto e di fondovalle come la zona di Fratta, dove si concentrano la maggior parte dei depositi di versante e i depositi eluvio - colluviali nonché quelli alluvionali terrazzati. La zona 4 è riscontrabile in corrispondenza delle zone in affioramento e sub – affioramento del substrato formazionale.
La **Carta delle Velocità (Tavola Unica in scala 1:5000)** è stata redatta sulla scorta di tutti i dati ricavati sia da indagini geofisiche pregresse che eseguite ex novo, multicanale in array. Sono state ubicati tutti i punti di misura e i valori di Vs (m/s) equivalenti al valore dello spessore H (m), nelle aree caratterizzate da spessori compresi tra 3 e 30 - 40m. Nelle zone caratterizzate da spessori delle coperture inferiori a 3 m o superiori a 30 - 40 m il valore di Vs riportato corrisponde al parametro Vs30.

FASE 5: ha previsto la redazione della ***C*arta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS in scala 1:5000 TAV1 e TAV2.** Sono state rappresentate le microzone omogenee, individuate sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici. Tali zone sono state differenziate in base alle caratteristiche lito-stratigrafiche,correlate a differenti tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, ecc.).
Di particolare importanza a questo scopo è risultata la ricostruzione del modello geologico tecnico dell'area e l'individuazione dei litotipi costituenti il substrato.
Il presente studio ha identificato n. 13 microzone differenziate in base alla presenza o meno di coperture; ove fossero presenti in base alle dimensioni granulometriche, alle loro alternanze, allo spessore, al grado di consistenza o al grado di addensamento, in rapporto alla presenza di un bedrock sismico o non sismico, valutabile anche dalla presenza di impedenza sismica.
Nello specifico individua e caratterizza:
- le **Zone Stabili,** cioè quelle nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (i litotipi sono 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;
- le **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica,** cioè quelle in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- le **Zone suscettibili di instabilità**, cioè quelle suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, cedimenti differenziali, fagliazione superficiale).

DESCRIZIONE delle MICROZONE OMOGENEE - CARTA MOPS

Segue la descrizione nel dettaglio di ogni singola Zona individuata, inserita nella Carta MOPS del presente studio. In riferimento allo stato di addensamento o di consistenza delle coperture, rispettivamente riferito a materiali esclusivamente granulari e coesivi, si specifica che la valutazione con prove manuali come specificato negli standard ICMS non è stato possibile effettuarle dato che le indagini non sono state eseguite direttamente dal soggetto attuatore. Valutazioni in merito sono state eseguite sulla scorta di analisi di laboratorio laddove eseguite o sulla correlazione empirica da prove penetro metriche (correlazioni con resistenza statica o dinamica alla penetrazione).

• ***ZONE STABILI***

non sono state cartografate; l'intera area è suddivisa tra zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e zone suscettibili di instabilità.

• ***ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA***

- ***Zona 1***: è rappresentata da substrato lapideo stratificato rigido avente velocità media delle onde di taglio Vs > 800 m/s, ma affiorante su superfici topografiche aventi inclinazione > 15°; nelle aree di studio è costituito dalle formazioni delle Argille Azzurre Membro dello Spungone (FAA3) e dalla formazione Marnoso Arenacea Membro di Castel del Rio (FMA 12a e FMA12b) lo stato di addensamento delle stesse è riconducibile ad 11.

Talvolta gli affioramento risultano ricoperti da sottili coltri superficiali di alterazione per lo più caratterizzata da litologia limoso- sabbiosa mediamente consistente (stato 24). Lo spessore delle coperture è sempre inferiore a 3,0 m. Tale zona caratterizza il Centro storico di Bertinoro e Monte Maggio e marginalmente nella località di Fratta Terme con il Membro dello Spungone affiorante e la località di Capocolle dove affiora il Formazione Marnoso Arenacea Membro di Castel del Rio.

- ***Zona 2***: : è rappresentata da substrato lapideo stratificato rigido avente velocità media delle onde di taglio Vs > 800 m/s con copertura di spessore > 3 fino ad un massimo di 6 metri caratterizzate da Vs variabile da 340 a 400 m/s, su superfici topografiche aventi inclinazione > 15. Nelle aree di studio il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre Membro dello Spungone (FMA3) con grado di addensamento 11, le coperture sono di origine eluvio/colluviali (a4) caratterizzate da detrito a grossi blocchi appartenenti alla formazione stessa in matrice limoso – sabbiosa con stato di addensamento 13. Tale zona caratterizza parte del centro storico di Bertinoro.

- ***Zona 3***: : è rappresentata da substrato geologico non rigido stratificato avente velocità media delle onde di taglio Vs < 800 m/s con copertura da assente fino ad un massimo di 3,0 m. Nelle aree di studio il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione a Colombacci (FCO) e dalla Formazione delle Argille Azzurre Membro delle Arenarie di Borello litofacies arenaceo – pelitica e pelitica – arenacea (FAA2p e FAA2ap con stato di consistenza medio alto (21). Dove presenti, le coperture sono di natura limoso – sabbiosa . i Valori di Vs 30 variano dai 450 ai 470 nella zona di Fratta e in località Bisciara di sopra, e sono dell'ordine di 400 m/s nelle aree poste a NO della località Santa Maria di Urano e la zona del Cimitero a SE di Monte Maggio. In corrispondenza del substrato con FCO si individuano contrasti di impedenza sismica.

- ***Zona 4***: : è rappresentata da substrato geologico non rigido stratificato avente velocità media delle onde di taglio Vs < 800 m/s con copertura eluvio/colluviale (a4)di spessore compreso tra un minimo di 5,0 m e un massimo di 20,0 m . Nelle aree di studio il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre il cui stato di consistenza è mediamente 21. Le coperture sono di origine eluvio-colluviale di natura sabbioso – argillosa da poco addensati a mediamente addensate pertanto con un valore medio di 14 e con Vs comprese tra 200 e 220 m/s. Tale zona caratterizza la porzione di territorio a valle di Monte Maggio denominato La Fornace.

- ***Zona 5***: è rappresentata da substrato geologico non rigido stratificato avente velocità media delle onde di taglio Vs < 800 m/s con copertura di spessore compreso tra un minimo di 5 m ad un massimo di 10 m. Nelle aree di studio il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione a Colombacci (FCO) e dalla Formazione delle Argille Azzurre Membro delle Arenarie di Borello litofacies pelitico – arenacea (FAA2p) il cui stato di consistenza è mediamente 21. Le coperture tipiche dei depositi di versante (a3) e sono di natura limoso – sabbiosa con un grado di coesione media di 24 e con Vs variabili da 340 a 350 m/s . Tale zona caratterizza una porzione di territorio di Fratta Terme e nella zona Sottomonte del Capoluogo .

- ***Zona 6***: è rappresentata da substrato lapideo stratificato rigido avente velocità media delle onde di taglio Vs > 800 m/s, ma affiorante sia su superfici topografiche con inclinazione <15° che su superfici topografiche aventi inclinazione > 15°; nelle aree di studio è costituito dalle formazioni delle Argille Azzurre Membro dello Spungone (FAA3) con stato di addensamento delle medio pari ad 11.
Le coperture sono di origine eluvio-colluviale (a3) di natura argilloso - limosa e limoso - sabbiosa da poco consistenti a mediamente consistenti con un valore medio di 25 . Lo spessore delle coperture è compreso tra un minimo di 3 m ad un massimo di 12 e localmente comprendono anche la parte superficiale del

substrato alterato. Nelle zone meno inclinate si misurano valori di Vs medi di circa 200 m/s, nelle zone più acclivi sono stati misurati valori di Vs compresi tra 240 e 265 m/s. Tale zona caratterizza parte del Capoluogo.

- ***Zona 7***: è rappresentata da substrato lapideo stratificato rigido avente velocità media delle onde di taglio Vs > 800 m/s con copertura di spessore compreso tra un minimo di 6 m ad un massimo di 12 metri. Nelle aree di studio il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre Membro dello Spungone (FMA3) con grado di addensamento 11, le coperture sono di origine eluvio/colluviale (a4) caratterizzate da depositi detritici a composizione sabbioso – argillosa con grado di addensamento medio 14 e con Vs medie di circa 250 m/s nella zona del Colle di Monte Maggio e aumenta fino a valori di 320 m/s nella zona del centro storico di Bertinoro (Largo Cairoli).

- ***Zona 8***: : è rappresentata da substrato geologico non rigido stratificato avente velocità media delle onde di taglio Vs< 800 m/s con copertura di spessore compreso tra un minimo di 6,0 m e un massimo di 15,0 m . Nelle aree di studio il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre il cui stato di consistenza è mediamente 21. Le coperture sono rappresentate da depositi alluvionali terrazzati di natura limoso – argillosa e argilloso - sabbiosa da poco consistenti a mediamente consistenti pertanto con un valore medio di 25 e con Vs compresi tra 240 e e 260 m/s. Lo spessore comprende anche la parte alterata del substrato formazionale . Tale zona caratterizza la porzione di territorio in località Bisciara e parte del territorio di Fratta Terme.

- ***Zona 9***: : è rappresentata da substrato geologico non rigido stratificato avente velocità media delle onde di taglio Vs < 800 m/s con copertura di spessore compreso tra un minimo di 3m ad un massimo di 6 m. Nelle aree di studio il substrato geologico è rappresentato e dalla Formazione delle Argille Azzurre Membro delle Arenarie di Borello litofacies pelitico – arenacea (FAA2p) il cui stato di consistenza è mediamente 21. Le coperture tipiche dei depositi di origine eluvio/colluviale (a4) e sono di natura limoso – sabbiosa con un grado di coesione media di 24 e Vs medi di circa 350 m/s . Tale zona caratterizza una porzione di territorio di Fratta Terme.

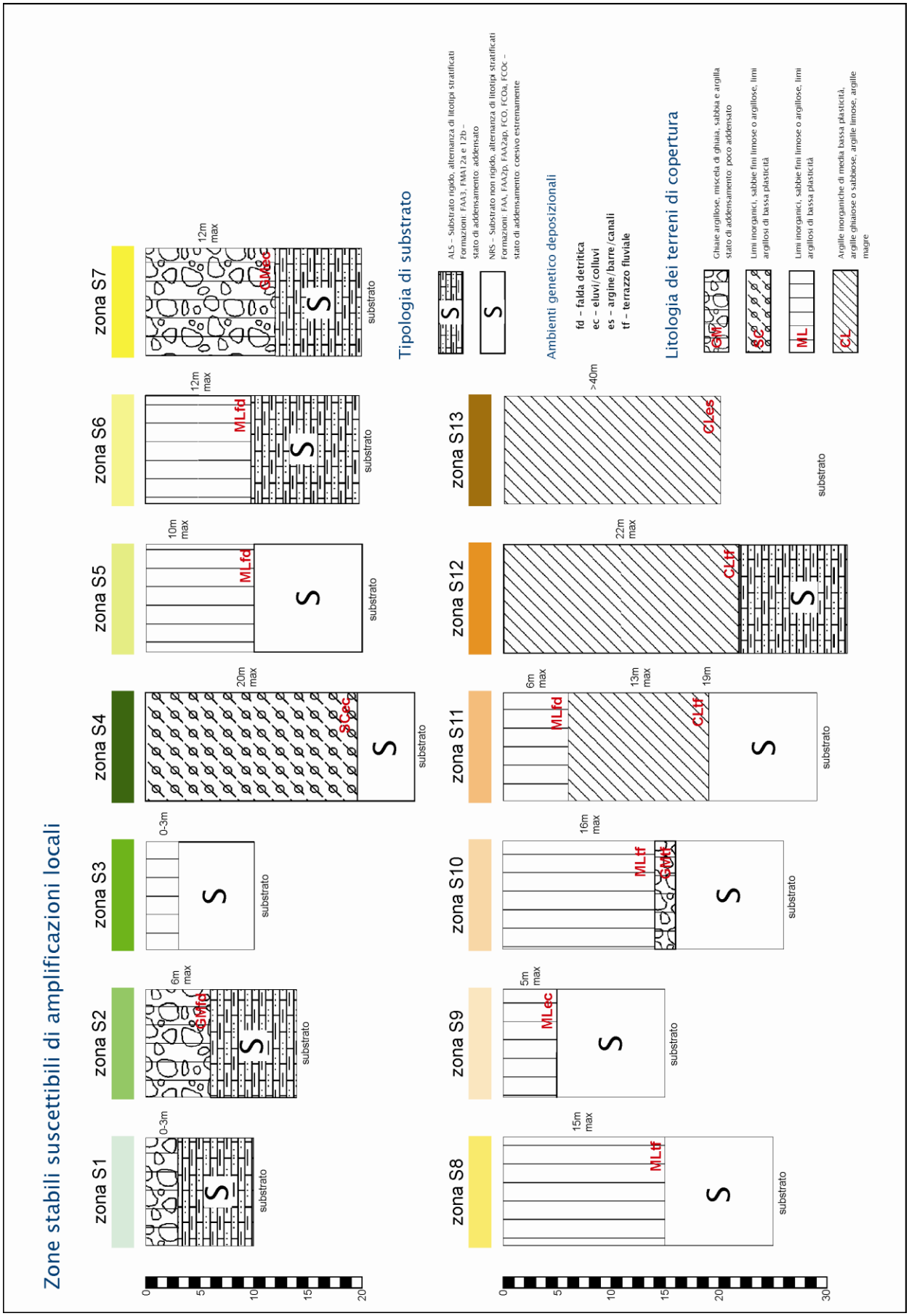
- ***Zona 10***: : è rappresentata da substrato geologico non rigido stratificato avente velocità media delle onde di taglio S < 800 m/s con copertura di spessore compreso tra un minimo di 6,0 m e un massimo di 16,0 m . Nelle aree di studio il substrato geologico è rappresentato dalla Formazione delle Argille Azzurre il cui stato di consistenza è mediamente 21. Le coperture sono rappresentate da depositi alluvionali terrazzati di

natura limoso – argillosa con livelli sabbiosi da poco consistenti a mediamente consistenti pertanto con un valore medio di 24 e con e con Vs compresa tra 230 e 245 m/s. Alla base delle coperture, al contatto con il substrato formazionale è presente uno strato sabbioso – ghiaioso di spessore massimo di 2 m. Tale zona caratterizza una porzione di territorio in località Fratta Terme.

- ***Zona 11***: : è rappresentata da substrato geologico non rigido stratificato avente velocità media delle onde di taglio Vs < 800 m/s con copertura di spessore compreso tra un minimo di 6 m ad un massimo di 19 m. Nelle aree di studio il substrato geologico è rappresentato e dalla Formazione delle Argille Azzurre Membro delle Arenarie di Borello litofacies pelitico – arenacea (FAA2p) il cui stato di consistenza è mediamente 21. Le coperture sono caratterizzato da un primo livello superficiale di detrito di versante (a3) il cui spessore massimo è di circa 6 m di natura limoso – argillosa con un grado di coesione media di 24 . Il secondo livello il cui spessore è compreso tra 6 e un massimo di 13 m e caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati con litologia limoso – sabbiosa con consistenza media 24. Le coperture comprendono localmente anche il substrato geologico alterato e presentano valori di Vs medi nello spessore considerato compresi tra 250 e 275 m/s. Tale zona caratterizza una porzione di territorio di Fratta Terme.

- ***Zona 12***: è rappresentata da substrato lapideo stratificato rigido avente velocità media delle onde di taglio Vs> 800 m/s, nelle aree di studio è costituito dalle formazioni delle Argille Azzurre Membro dello Spungone (FAA3) con stato di addensamento delle medio pari ad 11 e la Formazione Marnoso – Arenacea Membro di Castel del Rio (FMA 12) con grado di addensamento pari ad 11. Lo spessore delle coperture è compreso tra un minimo di 4 m ad un massimo di 22 m ed è caratterizzata da depositi alluvionali terrazzati di natura argilloso – limosa con livelli sabbioso – ghiaiosi con grado di consistenza 24 e Vs medie di circa 200 m/s. Tale zona caratterizza parte del territorio d Fratta Terme e Capocolle.

- ***Zona 13***: è caratteristica delle aree in cui la profondità del substrato marino è superiore ai 40 m. Le coperture appartengono ai depositi alluvionali di fondovalle. I Primi 30 m sono caratterizzati da livelli limoso – argillosi con livelli sabbiosi da compatti a moderatamente compatti (25) a cui si alternano livelli argillosi e e limi sabbiosi da mediamente a molto compatti (23) da circa 10 m a 15 m dal p.c. e da 20 m a 25m dal p.c. Localmente sono presenti lenti sabbioso – ghiaiose dopo i 30 m dal p.c. I valori di Vs 30 variano da 200 e 250 m/s. Tale zona caratterizza le aree di pianura /fondovalle di Santa Maria Nuova e Panighina.


Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
zona S1
zona S2
zona S3
zona S4
zona S5
zona S6
zona S7
zona S8
zona S9
zona S10
zona S11
zona S12
zona S13
0-3m
6m max
0-3m
20m max
10m max
12m max
12m max
15m max
5m max
16m max
6m max
13m max
19m
22m max
>40m
substrato
MLfd
MLec
MLtf
CLes
CLtf
SCec
GMec
S
0
5
10
15
20
30
Tipologia di substrato
ALS – Substrato rigido, alternanza di litotipi stratificati
Formazioni: FAA3, FMA12a e 12b –
stato di addensamento: addensato
NRS – Substrato non rigido, alternanza di litotipi stratificati
Formazioni: FAA, FAA2p, FAA2ap, FCO, FCOa, FCOc –
stato di addensamento: coesivo estremamente
Ambienti genetico depositionali
fd – falda detritica
ec – eluvi/colluvi
es – argine/barre/canali
tf – terrazzo fluviale
Litologia dei terreni di copertura
GM
Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
stato di addensamento: poco addensato
SC
Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi
argillosi di bassa plasticità
ML
Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi
argillosi di bassa plasticità
CL
Argille inorganiche di media bassa plasticità,
argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille
magre

• ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

All'interno dell'area di studio è stata discriminata la presenza di zone suscettibili di instabilità, in particolare sono state mappate:

- zone suscettibili di instabilità di versante quiescente e attiva.

  Tali aree sono concentrate nel territorio prettamente collinare e le aree individuate, tuttavia non interessano direttamente il territorio urbanizzato, in genere già vincolate sulla base di studi a corredo di pianificazioni del territorio sovraordinate, non sono consentite nuove urbanizzazioni. Viene identificata una piccola zona corrispondente ad una zona di frana quiescente per la quale sono necessari approfondimenti di terzo livello.
- Aree interessate dalla presenza di cavità per la quale sono necessari approfondimenti di terzo livello, nel centro storico di Bertinoro.

Per quanto riguarda i territori di pianura caratterizzati da terreni fini e dalla presenza di falda, tutti gli studi geotecnici messi a disposizione dall'Ente e analizzati dallo scrivente nella fase 2, nonché dal raffronto con la carta degli effetti locali (TAV 6) del PTCP/PSC, escludono in generale la possibilità che possano verificarsi fenomeni di liquefazione. Tale indicazione, che riguarda la pianificazione a grande scala, non riguarda tuttavia la progettazione di singole opere per le quali la verifica alla liquefazione dovrà essere condotta secondo i disposti contenuti nelle NTC 08.

Così come definito nell' allegato C dell'OPCM n. 4007/2012 per le aree definite instabili è richiesto un terzo livello di approfondimento pertanto sono state perimetrate come aree che necessitano ulteriori approfondimenti di tipo analitico.

<u>FASE 6</u> - Redazione Carta dei fattori di amplificazione delle aree - carta di micro zonazione sismica (secondo livello di approfondimento); TAV1 e TAV2.

Secondo quanto previsto dagli indirizzi regionali (DAL 112/2007) e Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (di seguito **I.C.M.S**.), redatti dal Dipartimento della Protezione Civile, è stata realizzata la micro zonazione sismica delle parti del territorio comunale urbanizzate ed urbanizzabili definite in accordo con l'amministrazione, nelle quali, nella cartografia di primo livello sono state individuate quelle zone suscettibili di amplificazione e prive di particolari elementi di instabilità. Tale livello di approfondimento ha richiesto la realizzazione di indagini suppletive per la stima dei fattori di amplificazione attraverso le tabelle e gli abachi forniti dalle normative. I risultati di questa analisi sono sintetizzati attraversi o le specifiche mappe di dettaglio nelle quali vengono identificate aree a diversa pericolosità in termini di fattori di amplificazione stratigrafica (Fa e Fv; secondo i criteri del volume II cap. 3.2 dell'ICMS e FA_{PGA} ; $FA_{0,1\text{-}0,5s}$; FA

$_{0,5\text{-}1,0s}$ secondo i criteri dell'Allegato A2 punto A2.2. della D.A.L. 112/2007) incrementati dove ne sussistono le condizioni dal fattore di amplificazione topografico.

Al fine dell'utilizzo degli abachi sono state definite le stratigrafie del sottosuolo con particolare riferimento allo spessore delle coperture (H) e dei rispettivi valori di Vs, nonché in base al tipo di substrato e alla profondità dello stesso, tenendo conto della carta delle MOPS, della carta delle Vs e delle Frequenze già elaborate.

Per quanto concerne i dati pregressi si specifica che i profili di Vs analizzati riportano sempre i valori del parametro relativo ai 30 m poiché mirate alla caratterizzazione del tipo di sottosuolo secondo la normativa tecnica sulle costruzioni (NTC 2008 e s.m.i.) e non finalizzate allo scopo oggetto del presente studio.

STIMA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE (D.A.L. 112/2007)

Per ciò che riguarda la stima dei fattori di amplificazione stratigrafica, secondo le direttive regionali corrispondenti a diverse situazioni geologiche e stratigrafiche i cui margini sono stati riportati nella carta Geologico tecnica 1 e 2, sono stati individuati due scenari principali:

- **Appennino e margine appenninico - padano (A2.1.1):** nelle zone più propriamente collinari dove lo spessore dei depositi di copertura non supera i 40 m, nel cui ambito sono state utilizzate tabelle relative al substrato marino caratterizzato da Vs>800 m/s negli ambiti caratterizzati dalle formazioni delle Argille Azzurre Membro dello Spungone (FAA3) e dalla formazione Marnoso Arenacea Membro di Castel del Rio (FMA 12a e FMA12b) e le tabelle relative al substrato marino caratterizzato da Vs<800 m/s per le zone in cui affiorano la Formazione delle Argille Membro delle Arenarie di Borello e la Formazione a Colombacci. In questa fascia rientrano le zone da Z1 a Z12 delle MOPS.
    - **Pianura Padana e Costa Adriatica (A2.1.2):** in corrispondenza delle aree di pianura con profondità del substrato sia maggiore che minore di 100m. In particolare si è fatto riferimento alla tabella relativa a PIANURA 2 nel primo caso e PIANURA 1 nel secondo. In questa fascia rientra la Zona 13 delle MOPS.

La fascia caratteristica di PIANURA 1 corrisponde a zone caratterizzate da valori Vs30 compresi tra 200 e 230 m/sec, senza contrasti di impedenza rilevanti (H/V<3). In tutta l'area è invece ben visibile un'amplificazione delle curve H/V tra 0,82 e 1,3 Hz, legata alla risonanza dei terreni fini sovrastanti il substrato posto a profondità superiori ai 100 m (base del Sintema Emiliano Romagnolo).Tale zona caratterizza parte di Panighina e Santa Maria Nuova.

Ci si è riferiti alle tabelle di PIANURA 2 nelle zone caratterizzate da valori Vs30 compresi tra 230 e 240 m/sec, senza contrasti di impedenza rilevanti (H/V<3). In tutta l'area è invece ben visibile un'amplificazione delle curve H/V tra 1,6 e 1,7 Hz, legata alla risonanza dei terreni fini sovrastanti lo stesso substrato a

profondità inferiori ai 100 m. Tale zona caratterizza la zona di Panighina verso il passaggio con la fascia appenninica.

I valori dei **fattori di amplificazione stratigrafica** sono stati selezionati in funzione dello spessore dei depositi e del valore della velocità media equivalente delle onde S nello spessore stesso. Per depositi con spessore inferiore ai 30 m è stato assunto il valore di VsH relativo allo spessore del deposito. Per il substrato caratterizzato da VS<800 m/s affiorante e per aree di pianura in cui il substrato è identificabile a profondità superiori ai 30 m è stato assunto il valore di Vs30. Per il substrato caratterizzato da Vs>800 m/s affiorante, non sono attesi fenomeni di amplificazione stratigrafica.

I fattori di amplificazione stratigrafica sono espressi sia in termini di rapporto di accelerazione massima orizzontale (FA_{PGA}) sia di rapporto di Intensità Spettrale di Housner (FA_{SI}) quest'ultimo per intervalli di periodi T tra 0,1s e 0,5s e 0,5s e 1,0s.

Per pendii con inclinazione maggiore ai 15° e dislivello ≥ 30 m si è proceduto con la stima dei fattori di **amplificazione topografica**, facendo riferimento a quanto previsto dalla stessa direttiva regionale e alle sezioni topografiche più significative del territorio collinare. Dove sono stati calcolati fattori di amplificazione topografica >1 questi sono stati moltiplicati per quelli stratigrafici.

Quale sintesi dei risultati ottenuti sono state redatta le relative **carte dei Fattori di Amplificazione FA** dati dal prodotto tra i fattori di amplificazione stratigrafica e topografica e suddivisa per intervalli compresi tra un range di 1,1 e 2,5, per un totale di 8 intervalli con incremento di 0,2. Sono state pertanto perimetrate zone caratterizzate da fattori di amplificazione appartenenti a ciascun intervallo individuato.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei Fattori di Amplificazione determinati secondo la D.A.L. 112/2007 ai quali si è fatto riferimento per la redazione della carta. La stima è sempre stata eseguita considerando il dato più gravoso.

RIFERIMENTO ZONE MOPS	VsH/VS30		TAB		FA_{PGA}		$FA_{SI\ (0.1s-05s)}$		$FA_{SI\ (0.5s-1,0s)}$		FTop		
1	VS30>800		A2.1.1>800		1		1		1		1,1	1,2	1,4
2	Vs5=350		A2.1.1>800		1,1		1		1		1,4		
3	VS30=400-450		A2.1.1<800		1,4		1,5		1,4				
4	Vs20=200		A2.1.1<800		2,3		2,6		2,1				
5	Vs10=350		A2.1.1<800		1,6		1,6		1,4				
6	Vs12=200	Vs12=250	A2.1.1>800		2,0	1,9	1,8	1,6	1	1	1,3		
7	Vs12=250	Vs12=350	A2.1.1>800		1,9	1,7	1,6	1,4	1	1			
8	Vs15=250		A2.1.1<800		2,2		2,2		1,7				
9	Vs5=350		A2.1.1<800		1,4		1,4		1,4		1,4		
10	Vs16=250		A2.1.1<800		2,2		2,2		1,7				
11	Vs19=250		A2.1.1<800		2,2		2,5		1,9				
12	VsH10-22=200		A2.1.1>800		2,0	2,0	1,8	2,3	1	1,5			
13	VS30=200	VS30=250	A2.1.2 P2	A2.1.2 P1	1,5	1,7	1,8	1,9	2,5	2,5			

STIMA DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE (ICMS)

I fattori di amplificazione stratigrafica FA e FV sono stati stimati attraverso abachi che fanno riferimento a configurazioni stratigrafiche "tipo" costituite da stati piano paralleli con tre diversi andamenti del gradienti di velocità tre tipologie di terreni: argille,sabbie e ghiaie utilizzando come moto di input, alcuni accelerogrammi sintetici (generati artificialmente) relativi a tre livelli di pericolosità sismica: alta (PGA=0.06g), Media (PGA=0.18g), Alta (PGA=0.26g)

FA corrisponde al fattore di amplificazione dello spettro dell'accelerazione a basso periodo; **FV** corrisponde al fattore di amplificazione dello spettro di velocità a periodo proprio, per il quale si verifica la massima risposta in pseudo velocità.

I fattori di amplificazione stimati sono stati ricavati facendo riferimento ad PGA = 0,18g, profilo di velocità lineare con pendenza intermedia e litologia corrispondente ad argille o ghiaie in base alla litologia delle coperture.

Quale sintesi dei risultati ottenuti, analogamente a quanto riportato nel paragrafo precedente, sono state redatte le relative **carte dei Fattori di Amplificazione FA e FV** dati dal prodotto tra i fattori di amplificazione stratigrafica e topografica e suddivisa per intervalli compresi tra un range di 1,1 e 2,5, per un

totale di 8 intervalli con incremento di 0,2. Sono state pertanto perimetrate zone caratterizzate da fattori di amplificazione appartenenti a ciascun intervallo individuato.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei Fattori di Amplificazione determinati secondo ICMS ai quali si è fatto riferimento per la redazione della carta. La stima è sempre stata eseguita considerando il dato più gravoso e arrotondati per difetto.

RIFERIMENTO ZONE MOPS	VsH/VS30		FA		FV	
1	VS30>800		1		1	
2	Vs5=350		1,3		1	
3	VS30=400-450		1,6		1,4	
4	Vs20=200		2,1		2,6	
5	Vs10=350		1,6		1,6	
6	Vs12=200	Vs12=250	2,4	2,1	1,5	1,2
7	Vs12=250	Vs12=350	2,1	1,8	1,2	1,1
8	Vs15=250		2,2		1,6	
9	Vs5=350		1,3		1,0	
10	Vs16=250		2,2		1,6	
11	Vs19=250		2,2		1,9	
12	VsH10-22=200		2,4	2,1	1,5	2,6
13	VS30=200	VS30=250	1,2	1,4	2,0	1,9

I fattori di amplificazione topografico sono stati determinati con tabelle in caso di scarpate e con i relativi grafici nel caso di creste rocciose, dove ne sussistevano le condizioni.

Gli abachi ICMS utilizzati, sono tuttavia intesi quale sintesi della procedura da seguire per la definizione di quelli regionali (che meglio rappresentano le situazioni locali come ad esempio quelli della Regione Emilia Romagna riportati nella D.A.L. 112/2007), la cui applicabilità dovrebbe essere quindi limitata ai quei casi realmente rientrati nelle categorie considerate.

La determinazione dei fattori di amplificazione secondo i criteri generali ICMS, così come richiesto nell'Allegato C della Delibera della Giunta Regionale 1302/2012, ha richiesto notevoli approssimazioni ed esemplificazioni del modello locale, pertanto si ritiene di dover privilegiare i risultati delle stime eseguite con D.A.L. 112/2007, per qualsiasi considerazione derivante dal presente studio.

Si riporta inoltre che i criteri regionali, seppur successivi, sono rispondenti ai criteri definiti dall' ICMS.

FASE 5 – Informatizzazione mediante tecnologia GIS dei dati acquisiti e delle cartografie elaborate nell'ambito dello studio di MZS, secondo gli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" redatti dalla Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica versione 2.0

FASE 7 - Redazione della Relazione tecnica illustrativa dei risultati ottenuti dallo studio eseguito.

Bibliografia

AA. VV *–Supplemento alla rivista " Ingegneria simica" Anno XXVIII n. 2 - 2011*

AA.VV.(2008), Gruppo di lavoro MS 2008. *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Conferenza delle Regioni e delle Provincie autonome- Dipartimento della Protezione Civile . Roma.

AA.VV. (2008), *Indirizzi per studi di microzonazione sismica.* AMRA S.c.a.r.l. Sezione Early Warning e Rischio Sismico.

AA.VV. (2012) *Microzonazione Sismica . Uno strumento consolidato per la riduzione del rischio, L'esperienza della Regione Emilia Romagna*. A cura del Servizio Geologico sismico dei suoli RER.

AGI, (1977), **Associazione Geotecnica Italiana**. *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.*

AGI,(2005), **Associazione Geotecnica Italiana**. *Linee Guida su aspetti geotecnici della progettazione in zone sismiche.*

Albarello Dario (2013), *Corso di micro zonazione sismica e valutazione della risposta locale per la ricostruzione post terremoto***.** slide

Martelli Luca (2007)*, Finalità e struttura dell'atto di indirizzo della Regione* –Atto della Giornata informativa *"Applicazione del nuovo atto di indirizzo in materia di microzonazione sismica della Regione Emilia Romagna. Esempi nella pianificazione territoriale e urbanistica". Bologna 14 Dicembre 2007.*

Riga G.(2008)*, Microzonazione sismica. Procedure per elaborare una carta di microzonazione sismica . Dario Flaccovio Editore. Palermo 2008.*

Stucchi M.; Camassi R. Rovida A.; Locati M.; Ercolani E., Meletti C. Migliavacca P.; Bernardini F. e Azzaro R, (2007). *DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico. Quaderni di geofisica, INGV.*

Documentazione fotografica

Foto 1 - centro storico di Bertinoro, vista dal versante Est

Foto 2 - affioramento di Spungone (FAA3) nei pressi della rocca.

Foto 3 - particolare dell'affioramento di Spungone in foto 2. Calcari molto compatti si alternano ad arenarie tenere, siltose, poco consistenti.

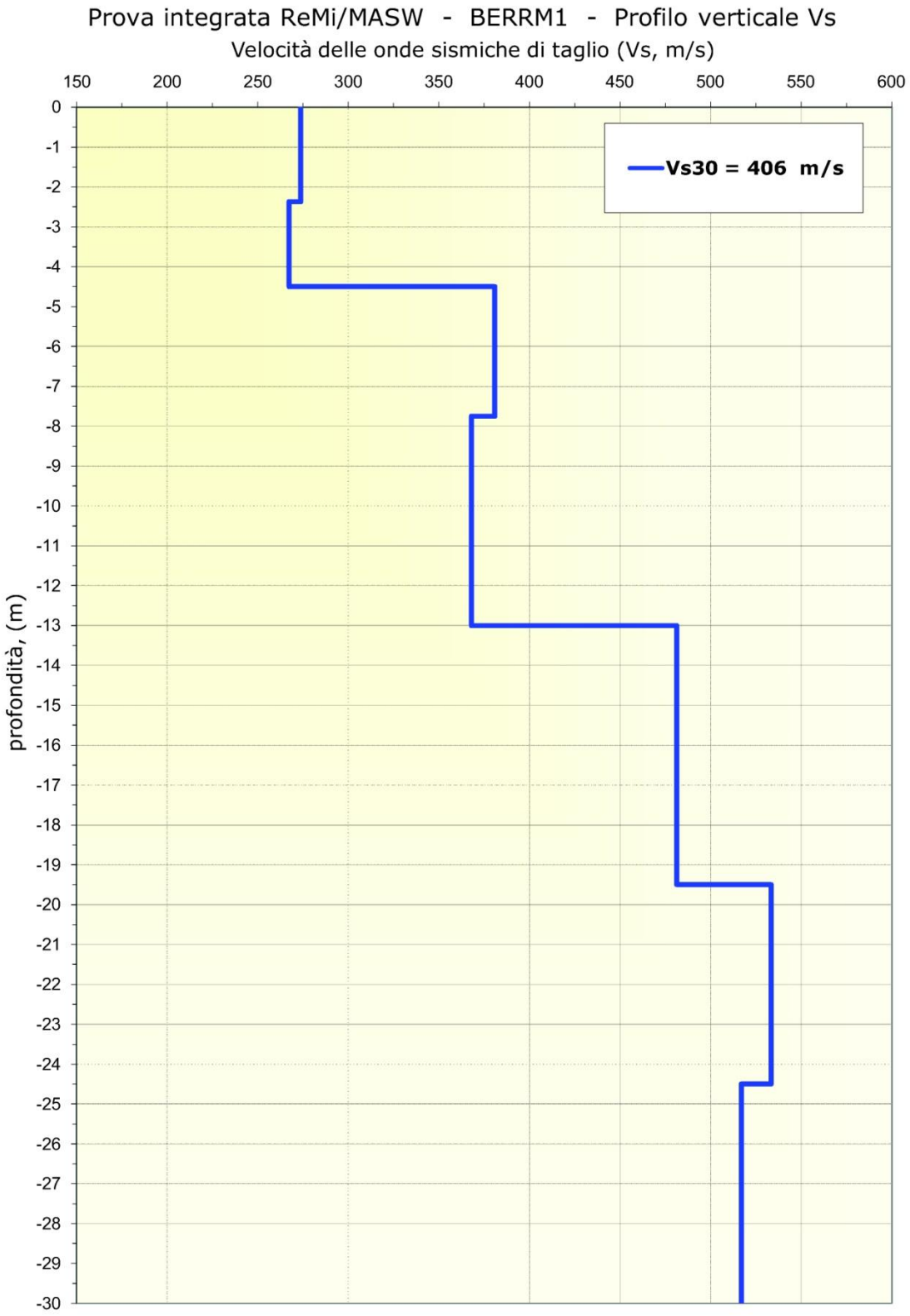
Foto 4 - panoramica della località Fratta Terme con vista da Est.

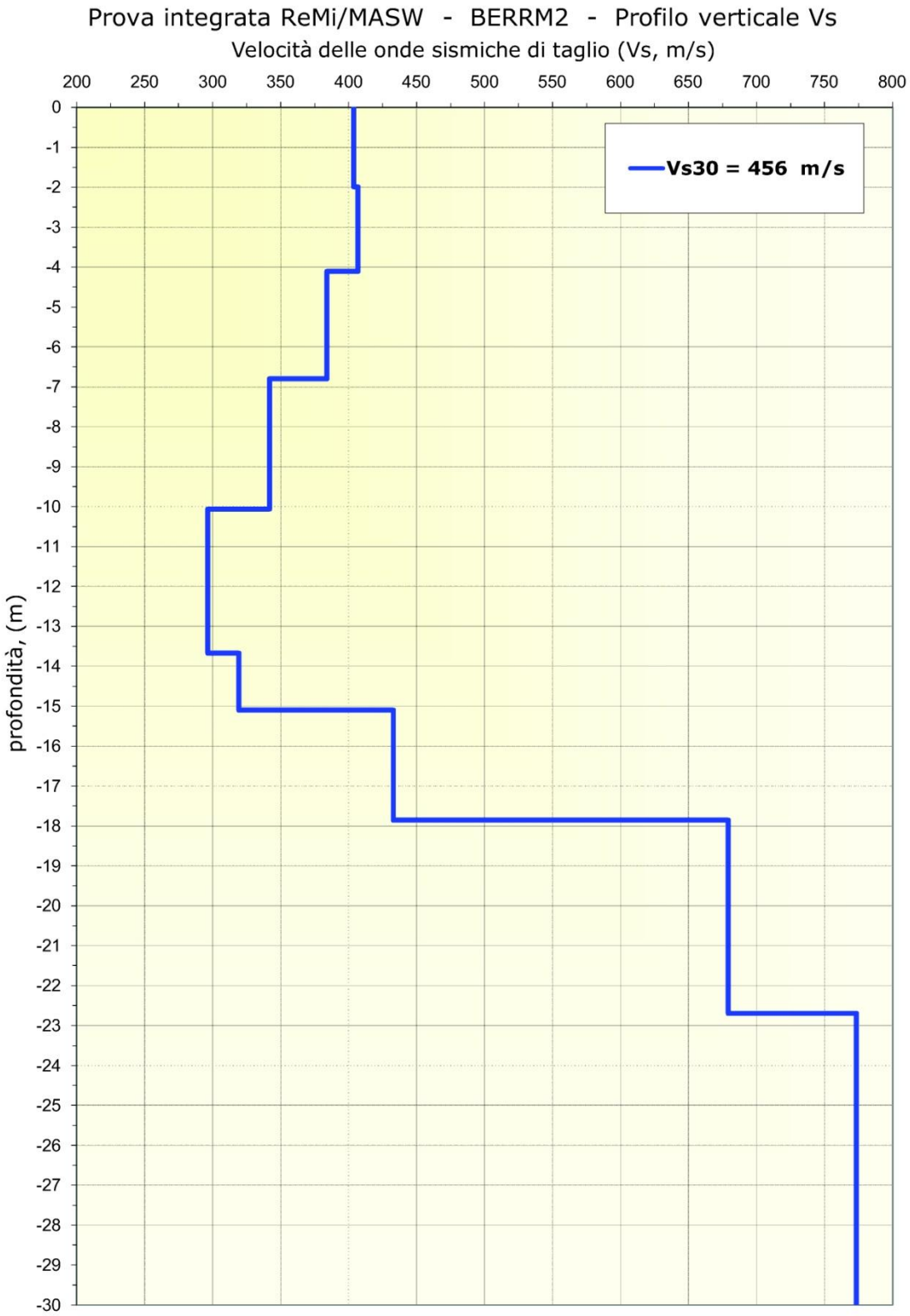
8 - ALLEGATI

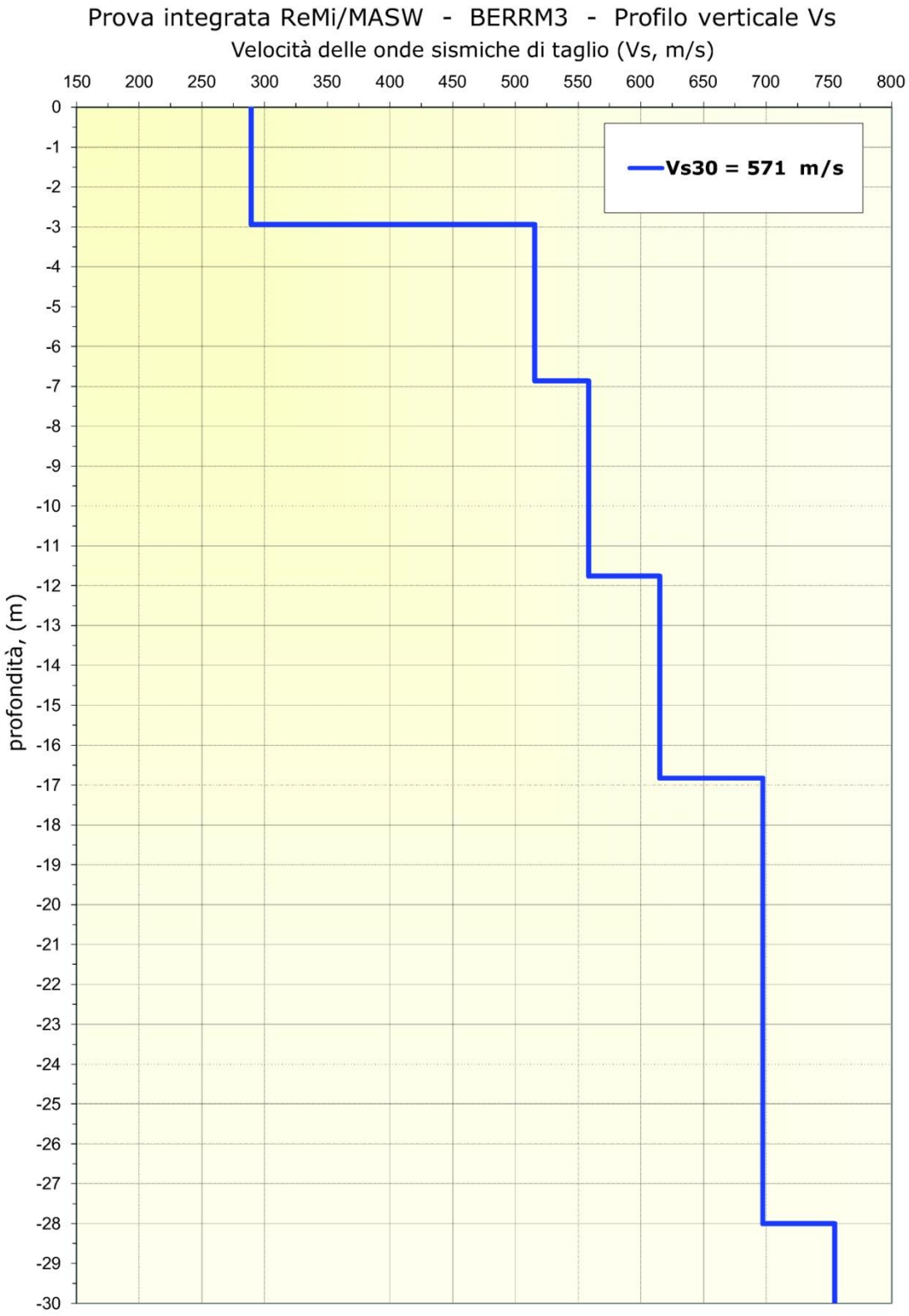
Tracce sezioni topografiche per verifica e determinazione coefficiente topografico

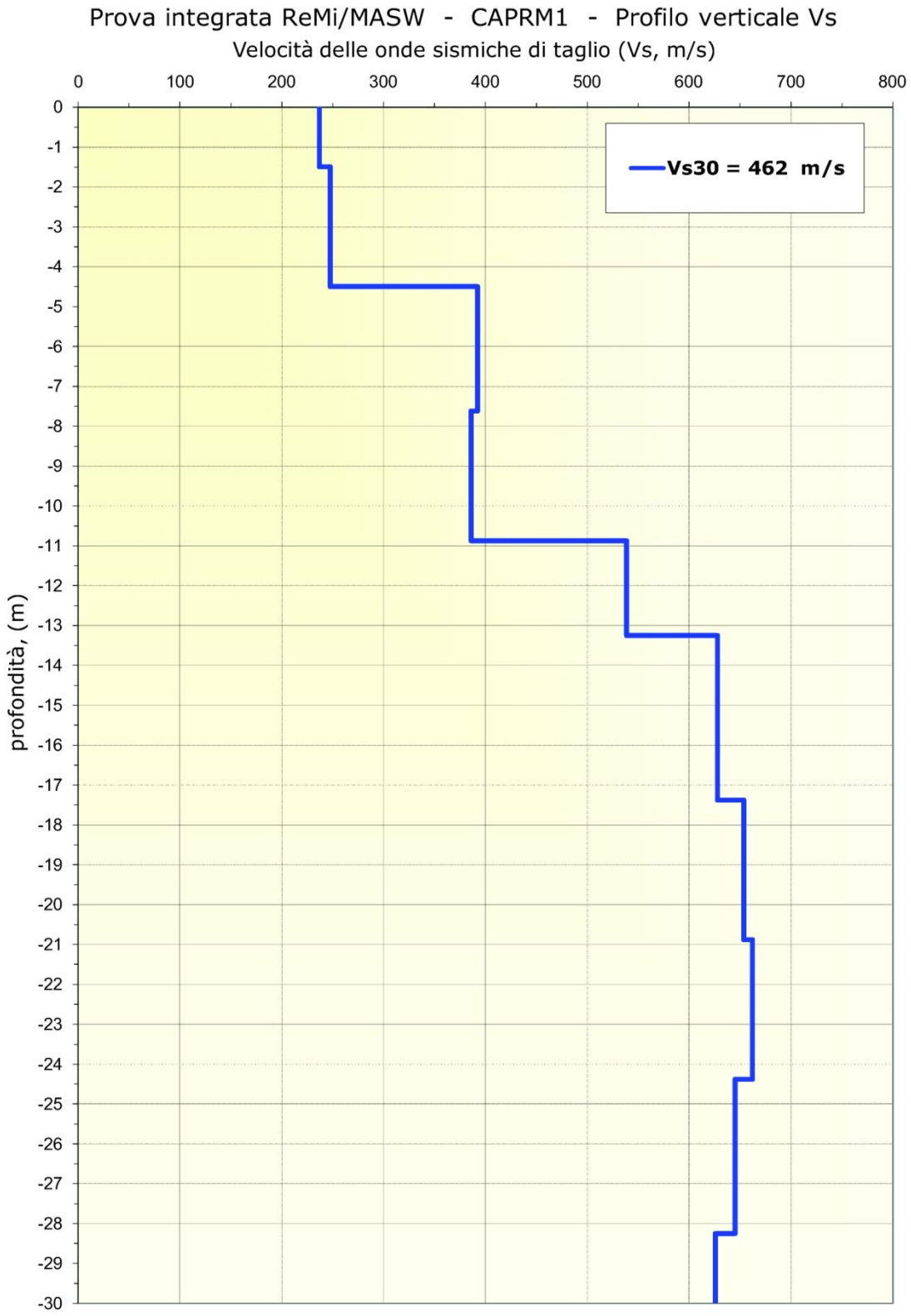
Report indagini geofisiche REMI-MASW ex-novo

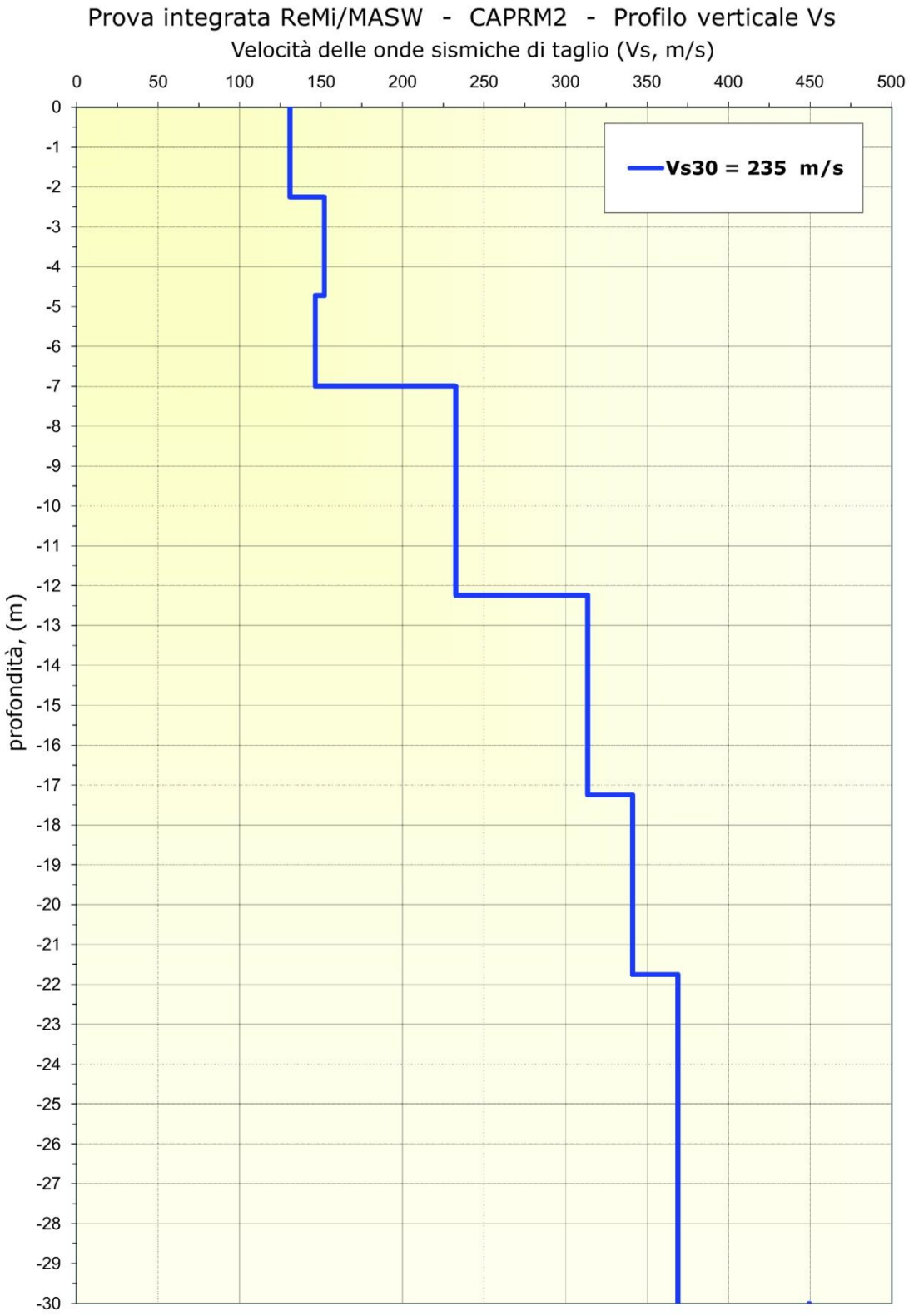
Report indagini microtremore a stazione singola ex-novo

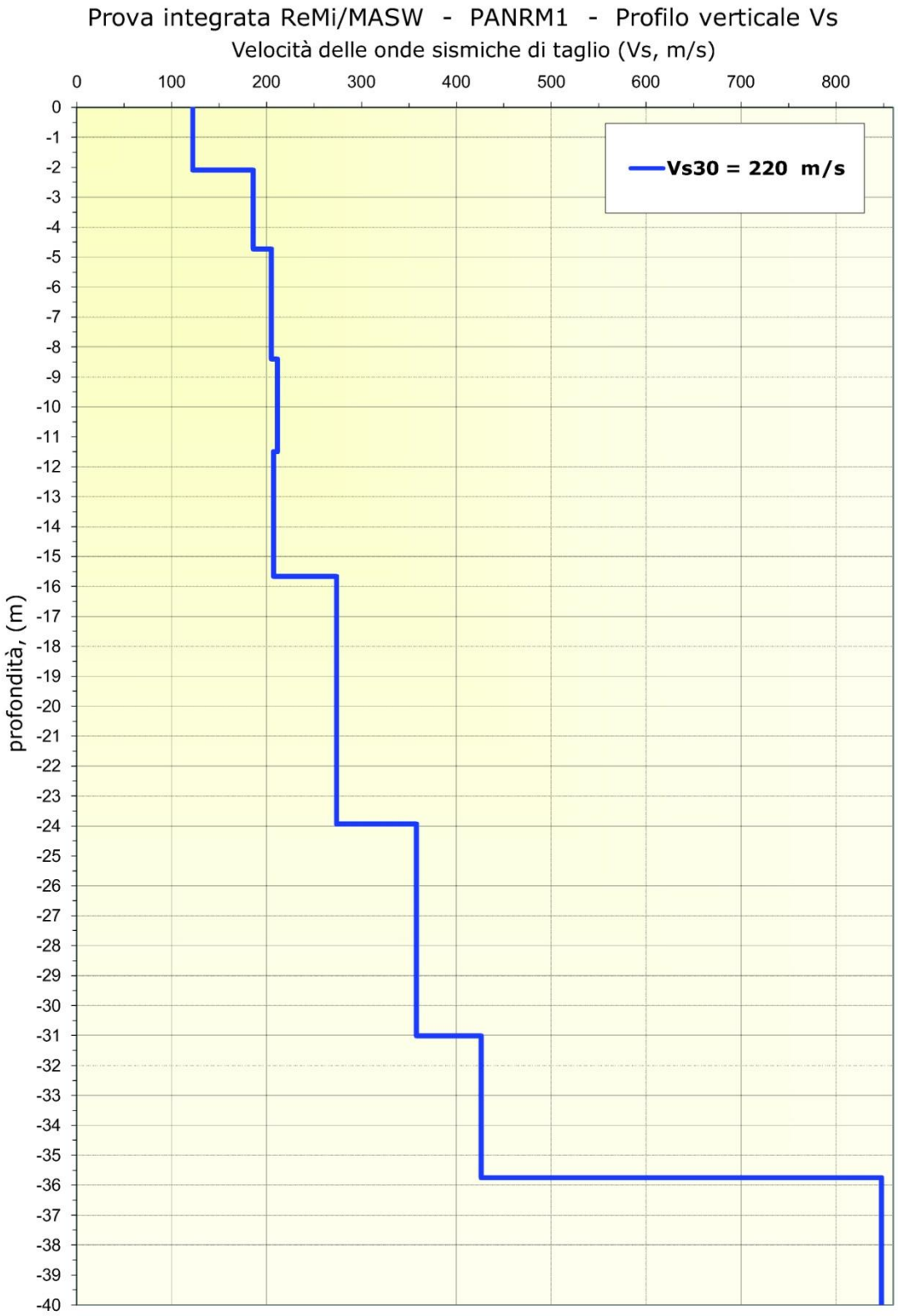

Prova integrata ReMi/MASW - BERRM1 - Profilo verticale Vs
Velocità delle onde sismiche di taglio (Vs, m/s)
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
profondità, (m)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25
-26
-27
-28
-29
-30
Vs30 = 406 m/s

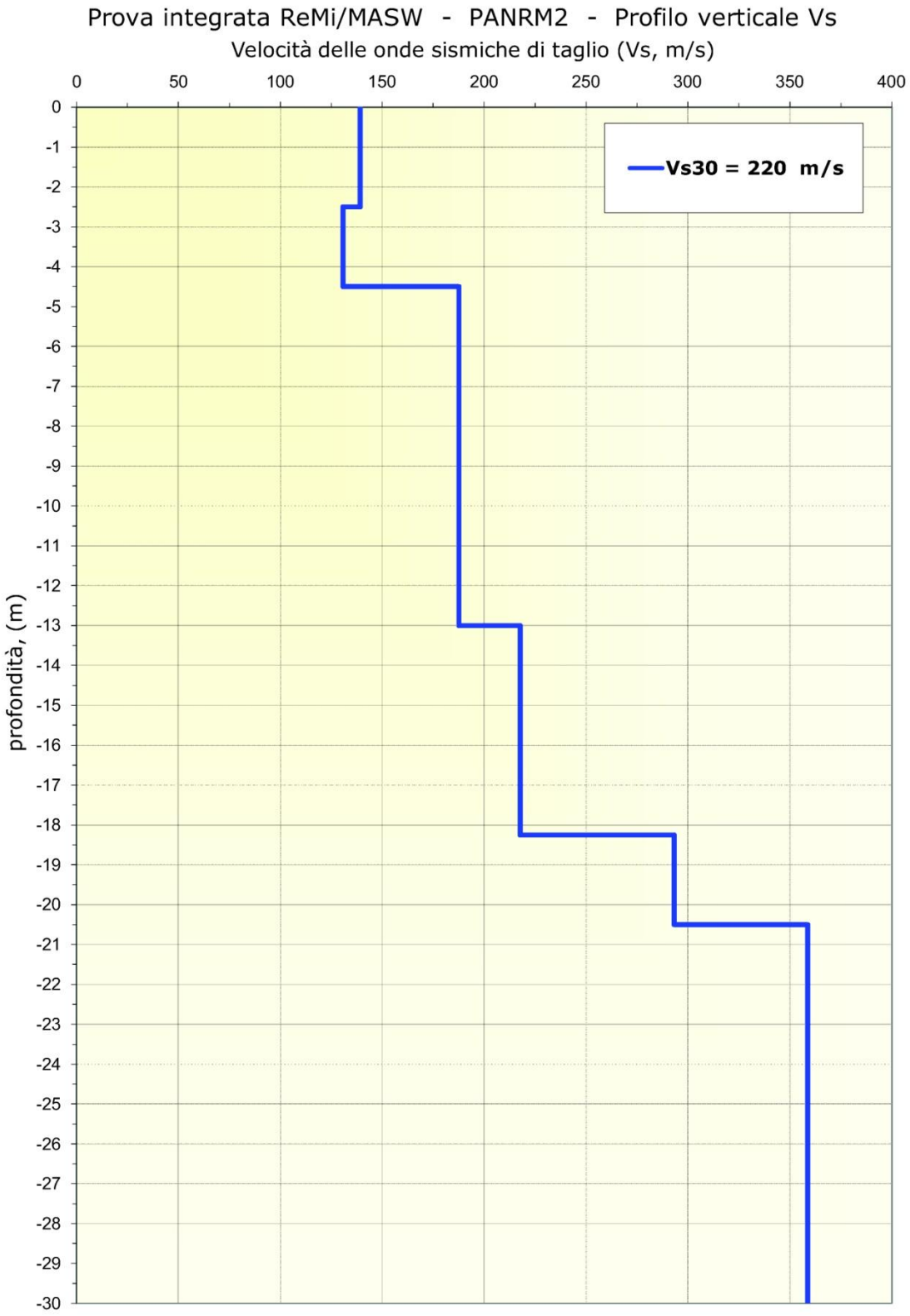

Prova integrata ReMi/MASW - BERRM2 - Profilo verticale Vs
Velocità delle onde sismiche di taglio (Vs, m/s)
200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800
profondità, (m)
0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30
Vs30 = 456 m/s

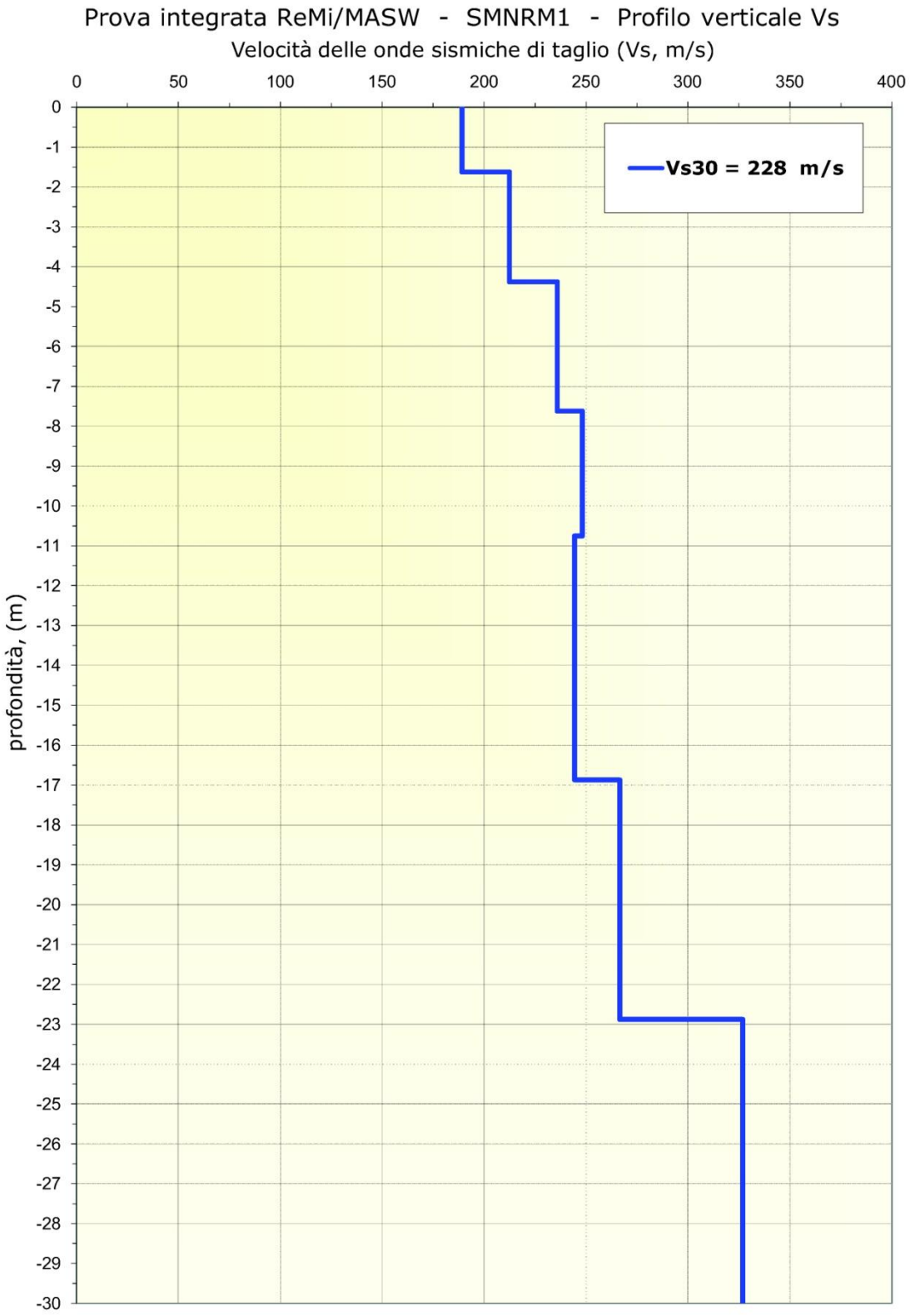

Prova integrata ReMi/MASW - BERRM3 - Profilo verticale Vs
Velocità delle onde sismiche di taglio (Vs, m/s)
150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800
profondità, (m)
0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24 -25 -26 -27 -28 -29 -30
Vs30 = 571 m/s


Prova integrata ReMi/MASW - CAPRM1 - Profilo verticale Vs
Velocità delle onde sismiche di taglio (Vs, m/s)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
profondità, (m)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25
-26
-27
-28
-29
-30
Vs30 = 462 m/s


Prova integrata ReMi/MASW - CAPRM2 - Profilo verticale Vs
Velocità delle onde sismiche di taglio (Vs, m/s)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
profondità, (m)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25
-26
-27
-28
-29
-30
Vs30 = 235 m/s


Prova integrata ReMi/MASW - PANRM1 - Profilo verticale Vs
Velocità delle onde sismiche di taglio (Vs, m/s)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
profondità, (m)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25
-26
-27
-28
-29
-30
-31
-32
-33
-34
-35
-36
-37
-38
-39
-40
Vs30 = 220 m/s


Prova integrata ReMi/MASW - PANRM2 - Profilo verticale Vs
Velocità delle onde sismiche di taglio (Vs, m/s)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
profondità, (m)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25
-26
-27
-28
-29
-30
Vs30 = 220 m/s

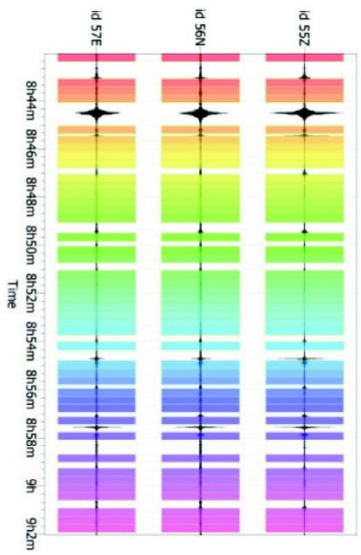

Prova integrata ReMi/MASW - SMNRM1 - Profilo verticale Vs
Velocità delle onde sismiche di taglio (Vs, m/s)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
profondità, (m)
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25
-26
-27
-28
-29
-30
Vs30 = 228 m/s

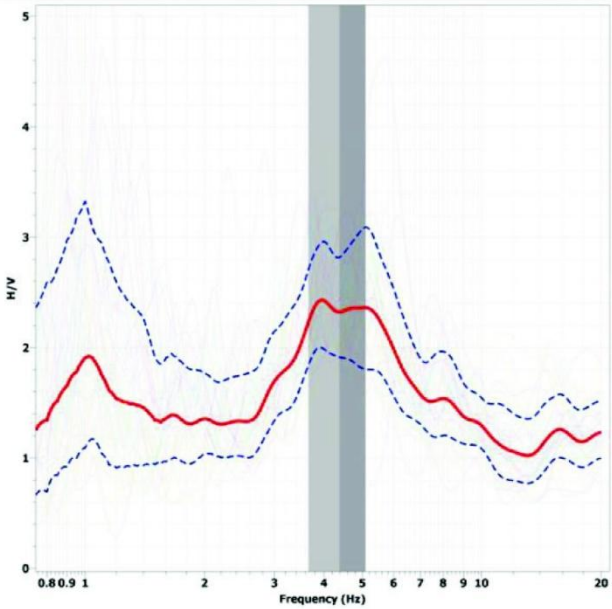
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV1

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**4.4 Hz ±0.7 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	2.3

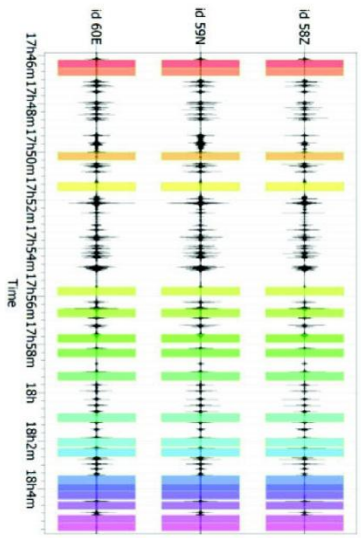
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

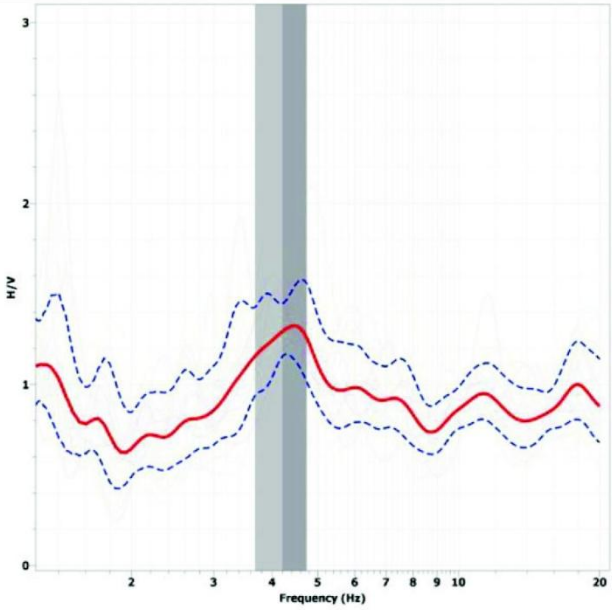
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV2

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **4.2Hz ±0.5 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.3

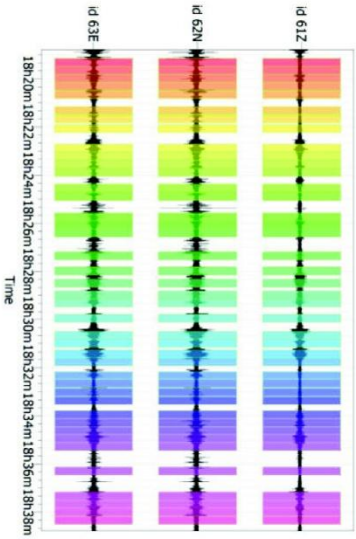
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

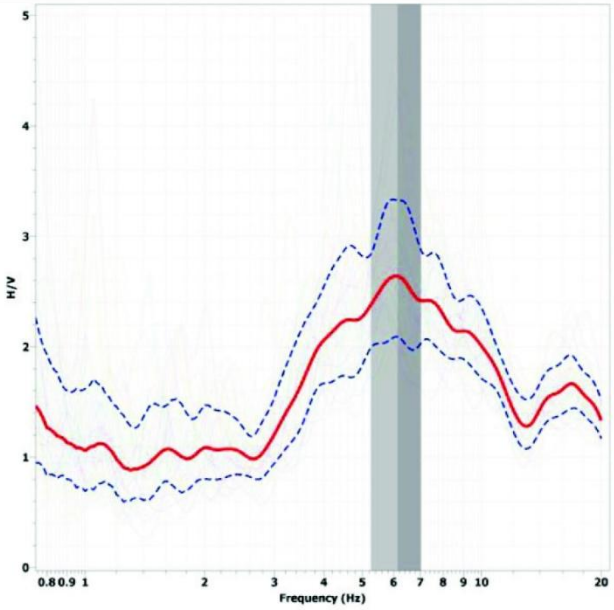
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV3

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **6.1 Hz ±0.9 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.6

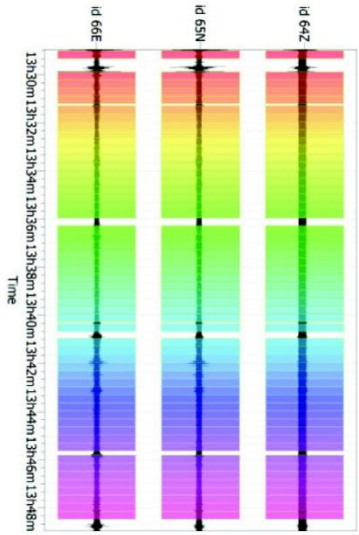
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

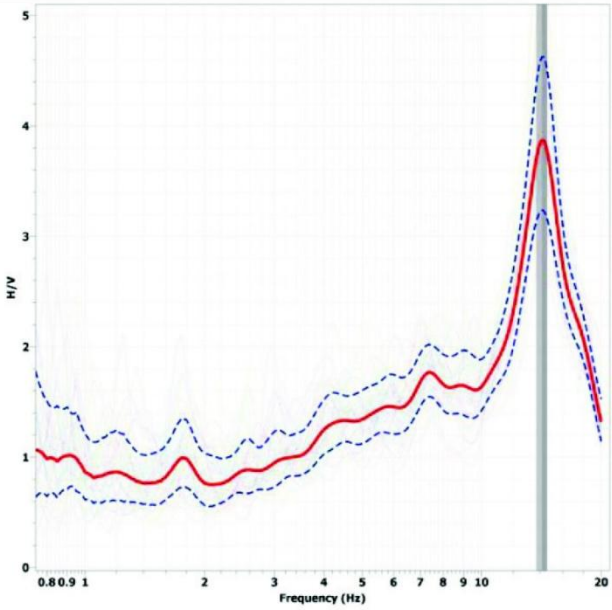
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV4

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **14.1 Hz ±0.4 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 3.9

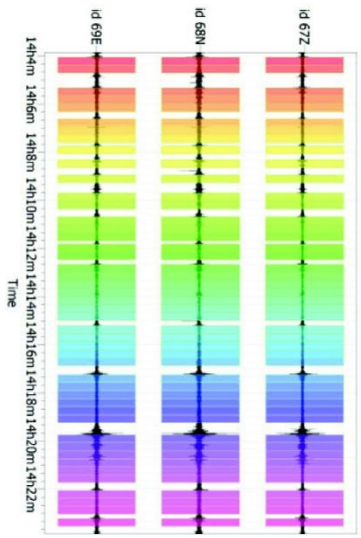
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

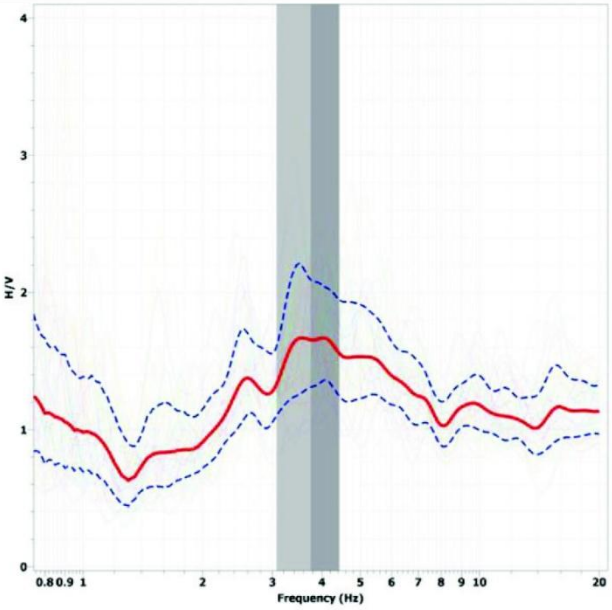
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV5

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **3.8 Hz ±0.7 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.7

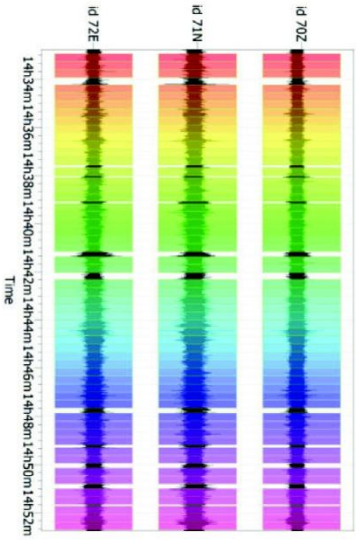
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

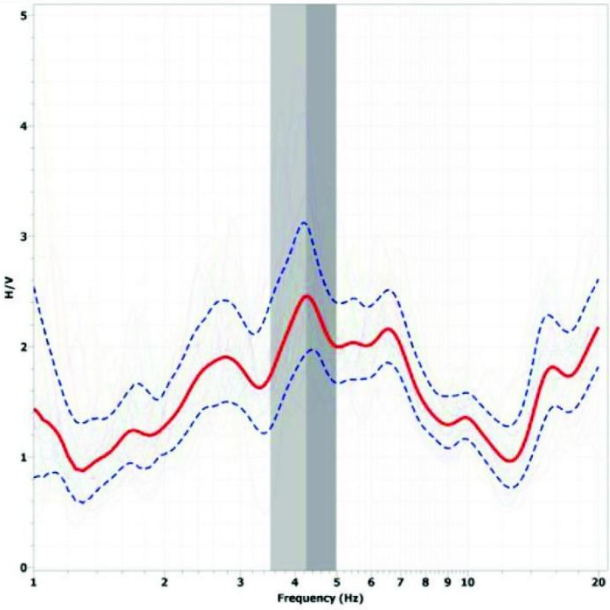
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV6

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **4.2 Hz ±0.7 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.5

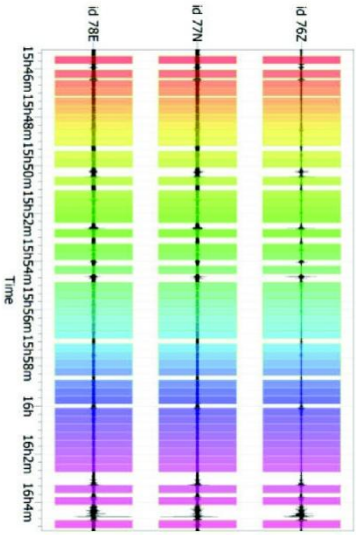
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

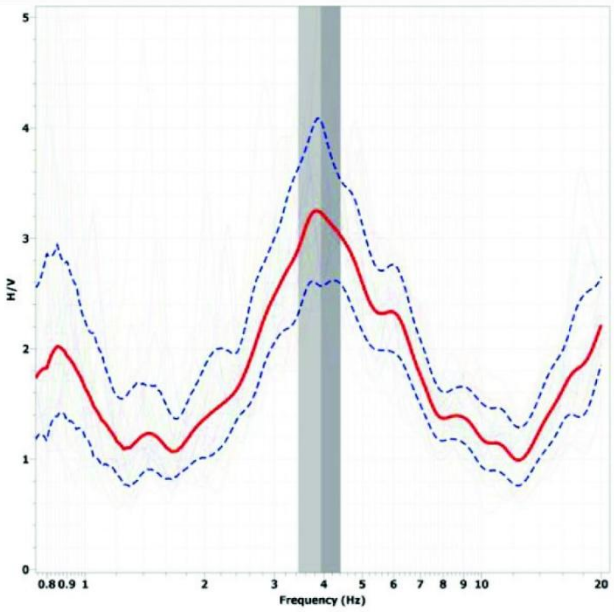
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV7

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**3.9 Hz ±0.5 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	3.2

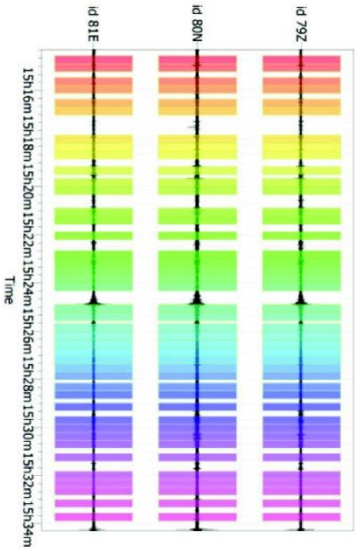
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

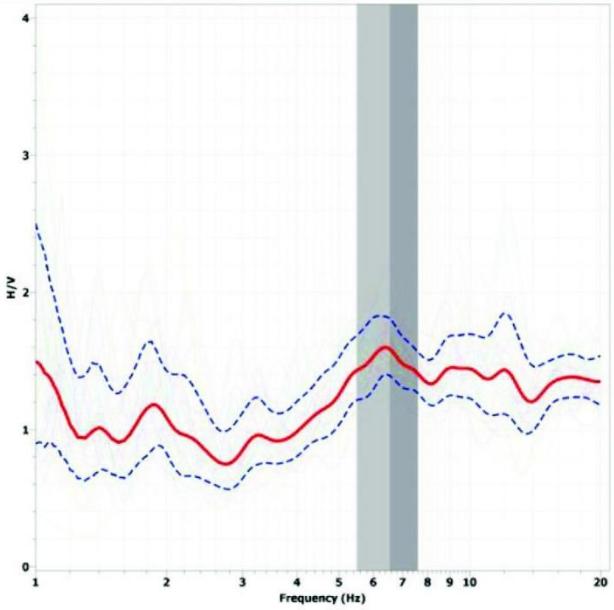
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV8

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **6.5 Hz ±1.1 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.6

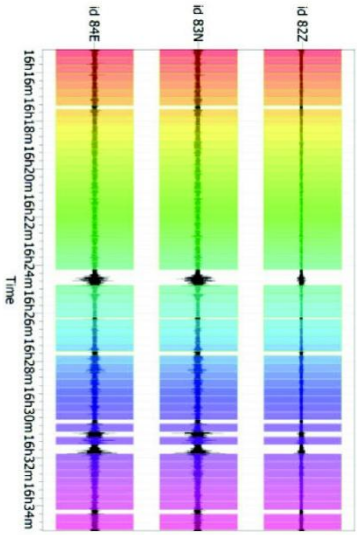
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

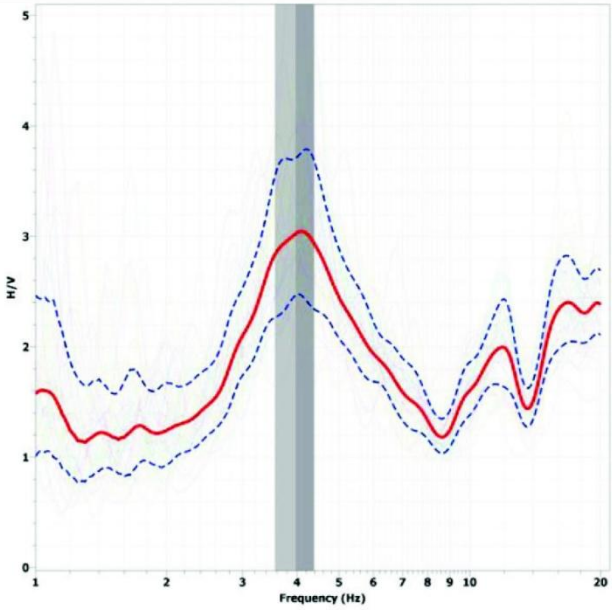
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV9

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**4.0 Hz ±0.4 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	3

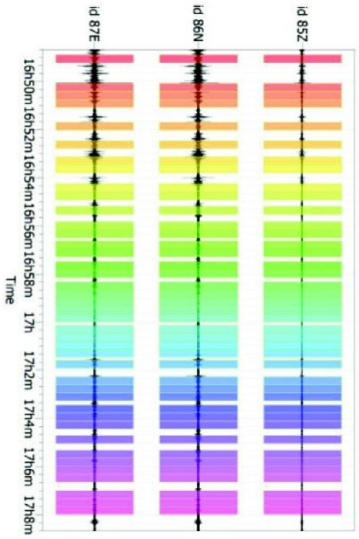
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

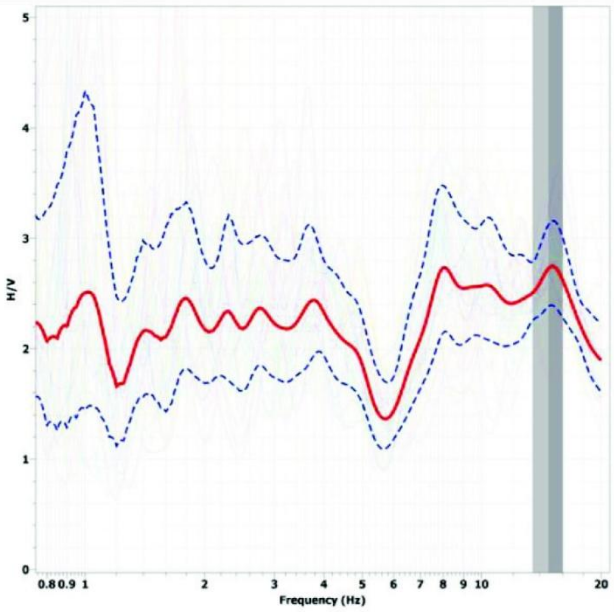
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV10

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**14.7 Hz ±1.3 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	2.7

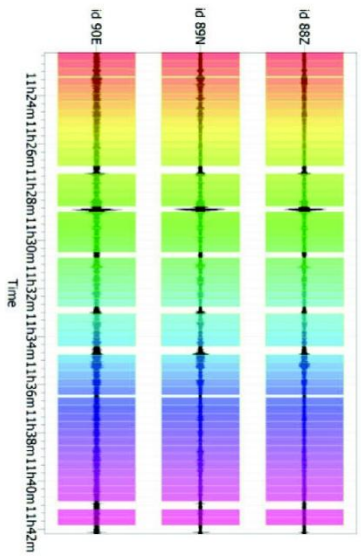
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

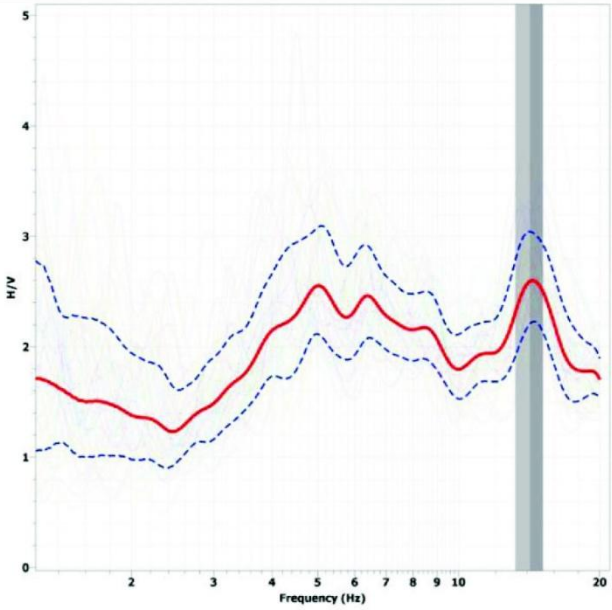
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV11

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**14.2 Hz ±1.0 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	2.6

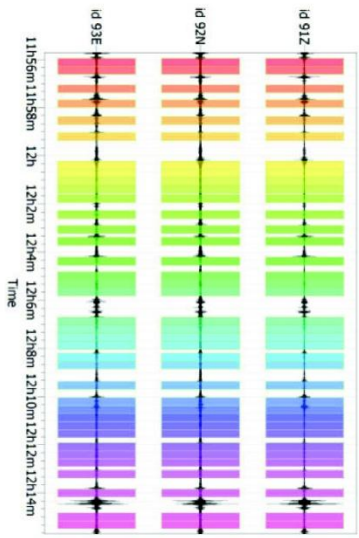
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

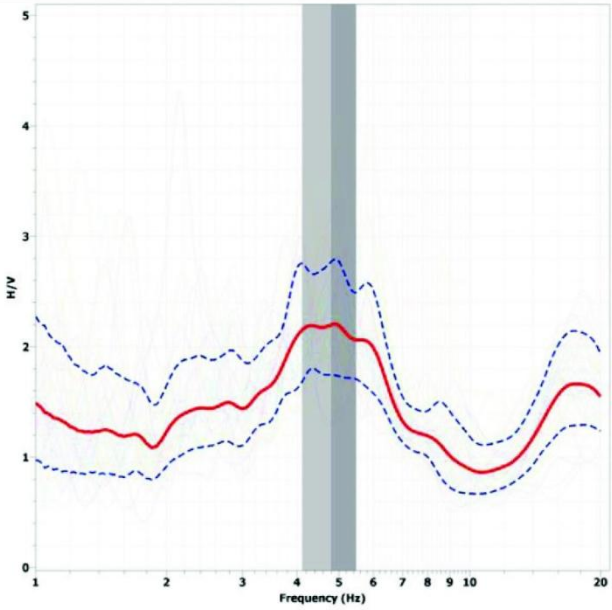
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV12

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **4.8 Hz ±0.7Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.2

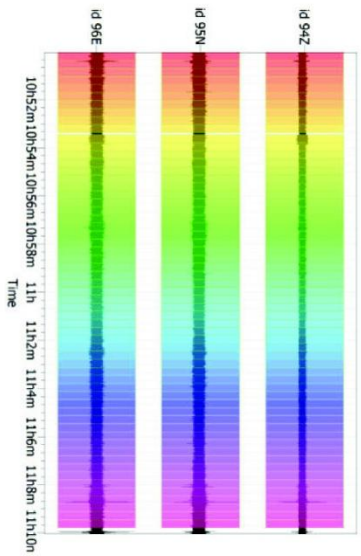
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

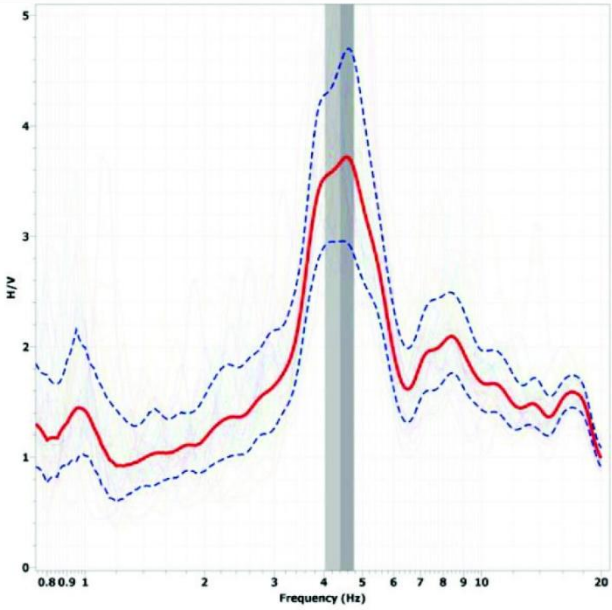
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV13

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): 4.4 Hz ±0.4 Hz
Ampiezza di picco H/V (A0): 3.7

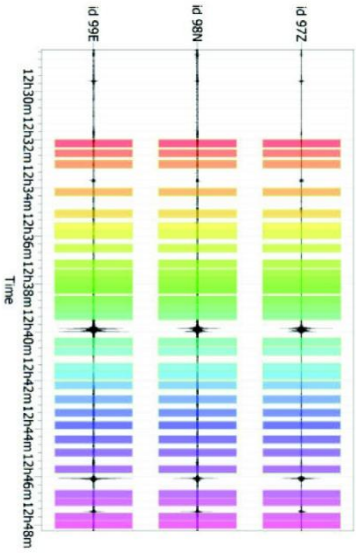
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

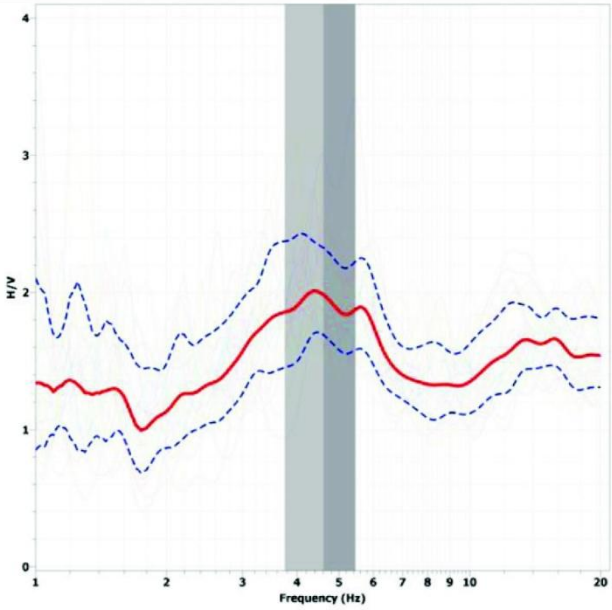
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV14

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **4.6 Hz ±0.9 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.0

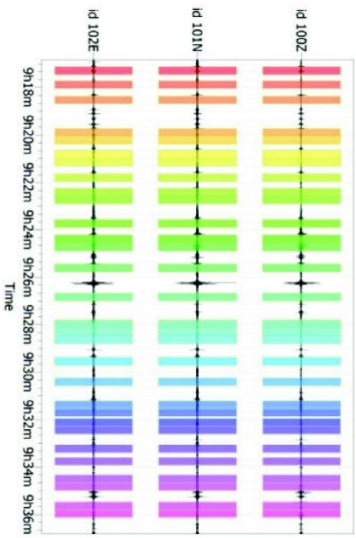
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

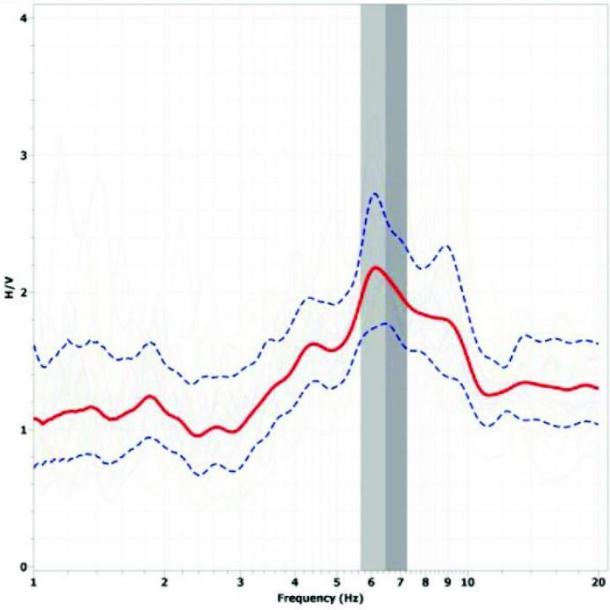
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV15

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **6.5 Hz ±0.8 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.1

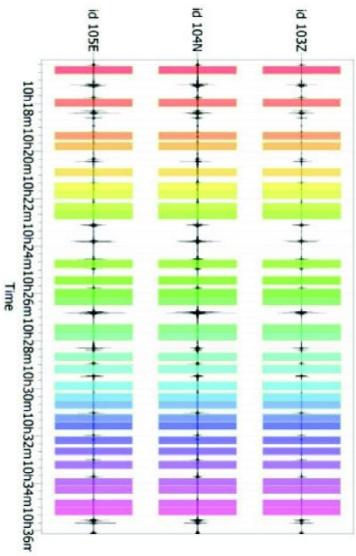
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

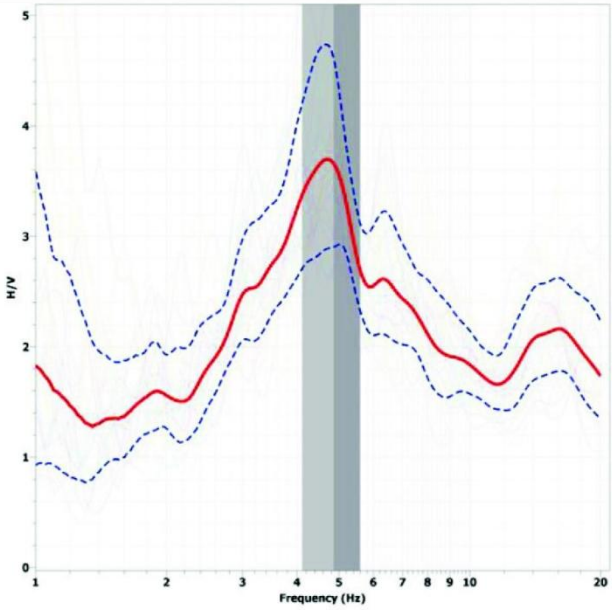
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV16

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): 4.9 Hz ±0.7 Hz
Ampiezza di picco H/V (A0): 3.7

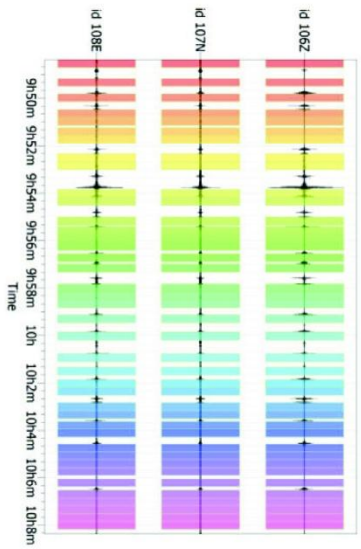
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

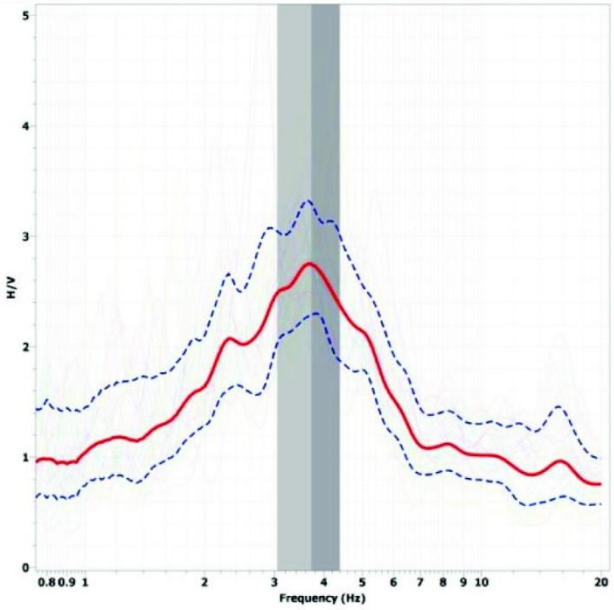
GeoExploration

Prova HVSR - BERHV17

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Bertinoro
Operatore: GeoExploration srl
Data: 12-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **3.7 Hz ±0.7 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.7

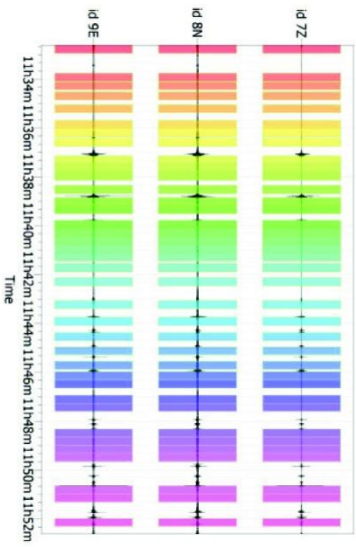
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

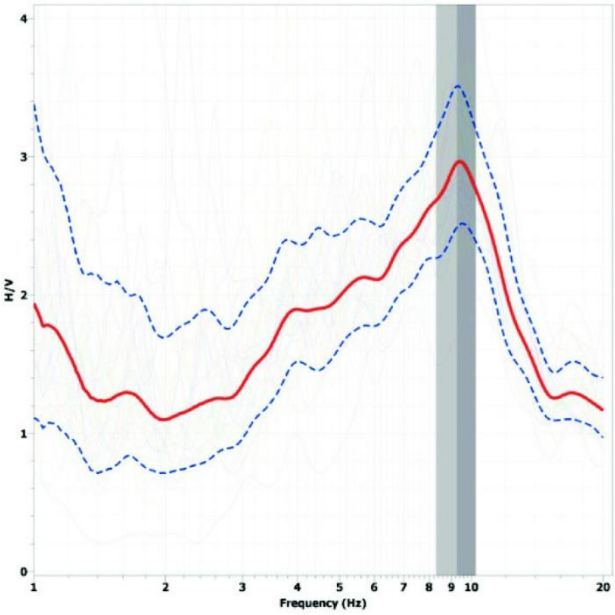
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV1

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**9.3 Hz ±1.0 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	3

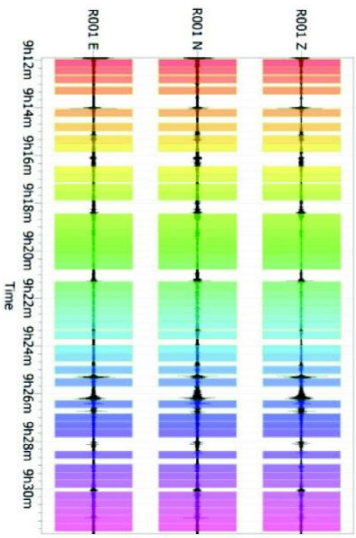
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

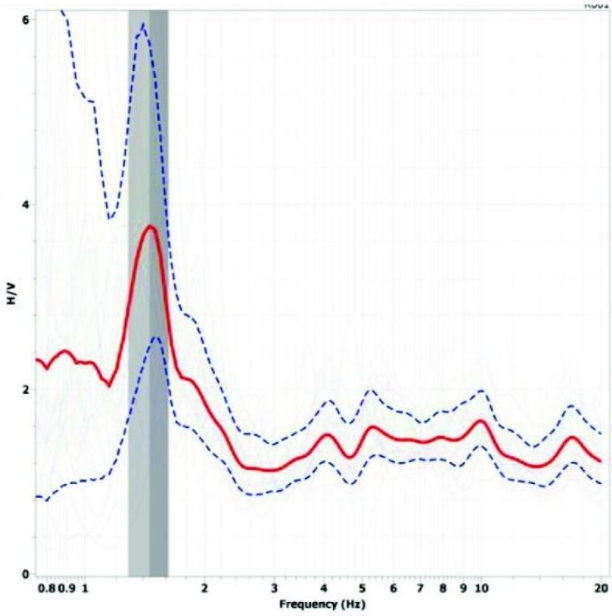
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV2

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **1.5 Hz ±0.2 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 3.7

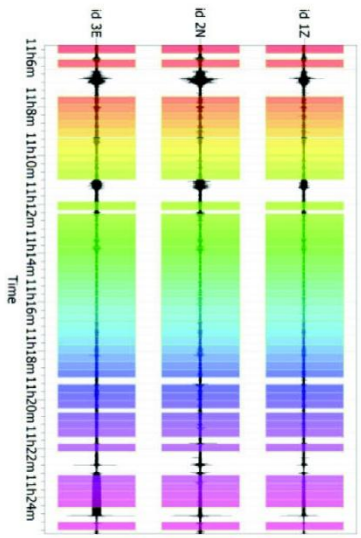
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

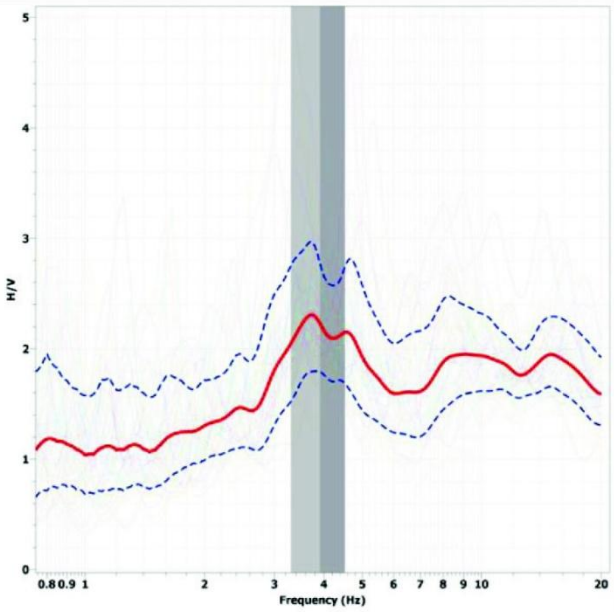
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV3

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **3.9 Hz ±0.6 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.2

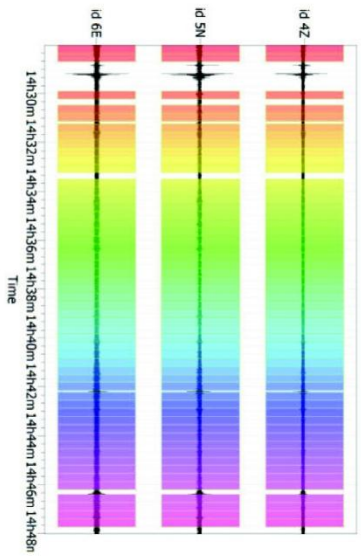
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

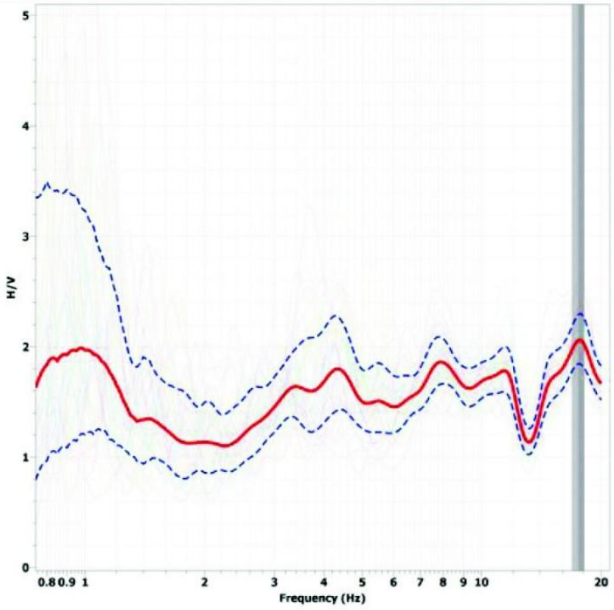
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV4

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **17.5 Hz ±0.6 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.8

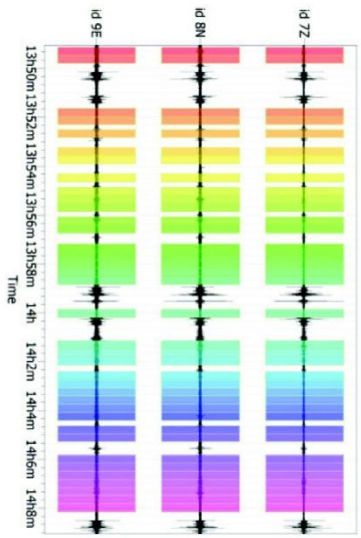
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

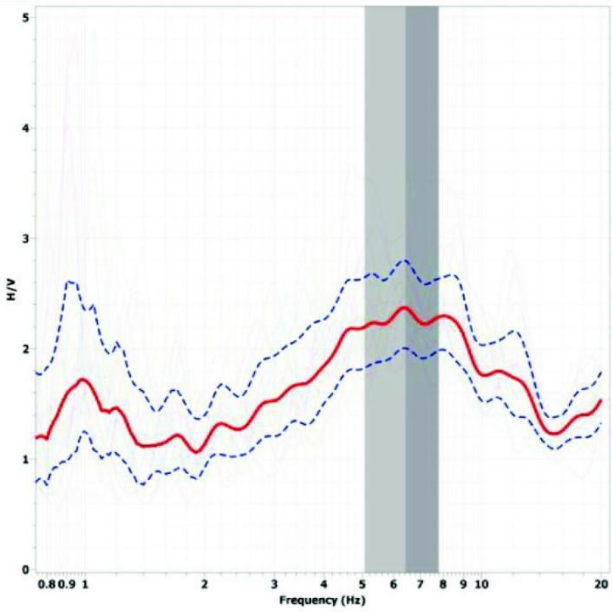
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV5

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **6.4 Hz ±1.4 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.3

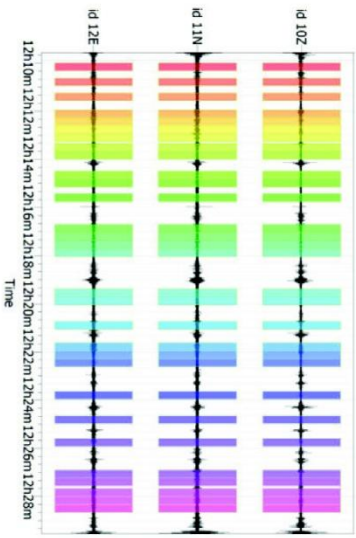
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

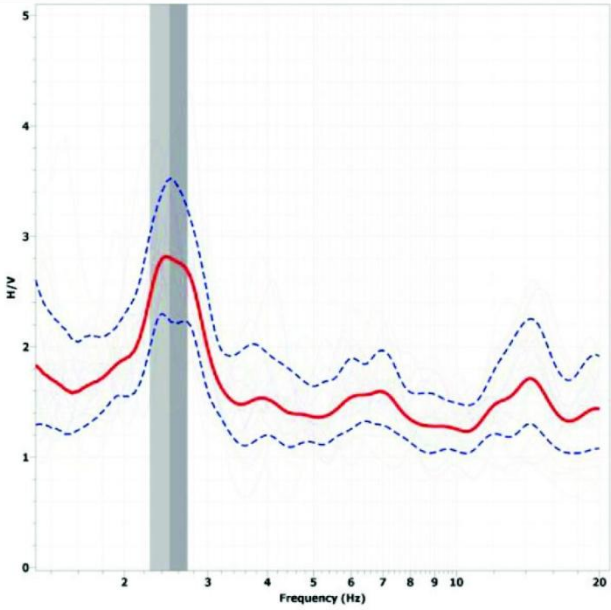
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV6

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **2.5 Hz ±0.2 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.8

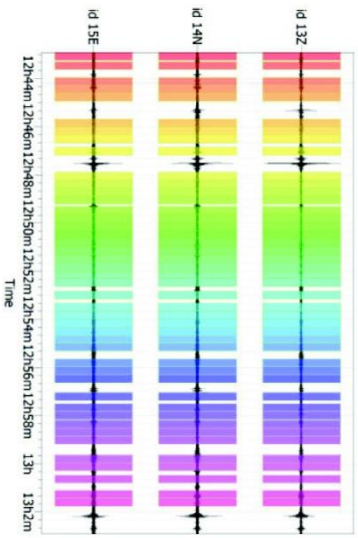
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

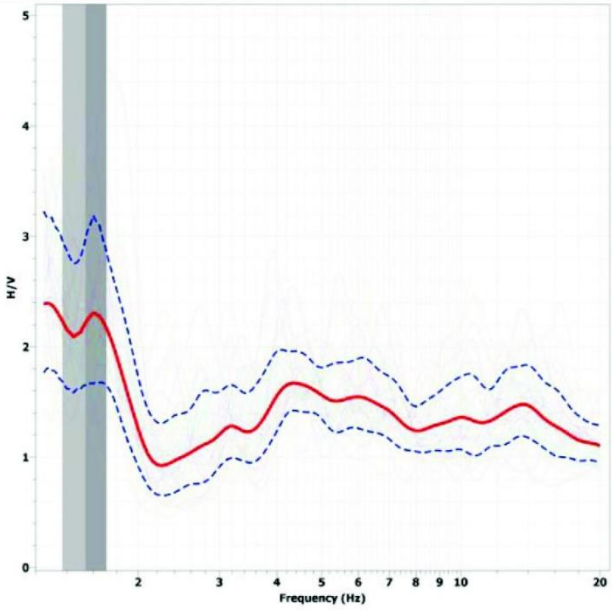
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV7

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): 1.5 Hz ±0.2 Hz
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.3

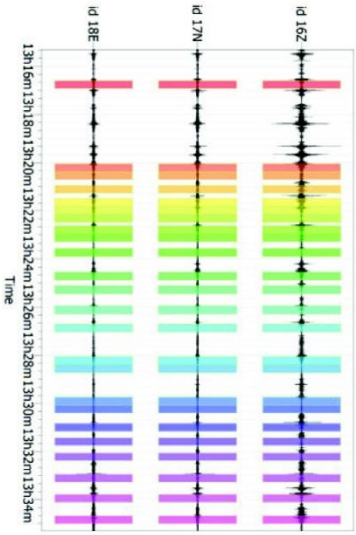
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

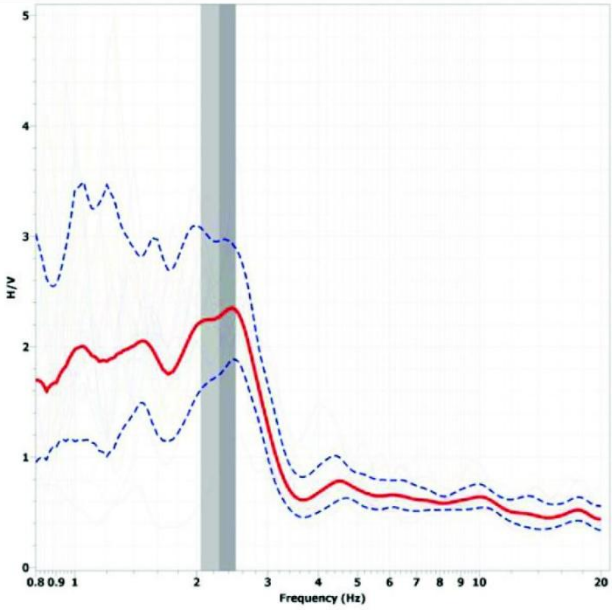
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV8

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **2.3 Hz ±0.2 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.2

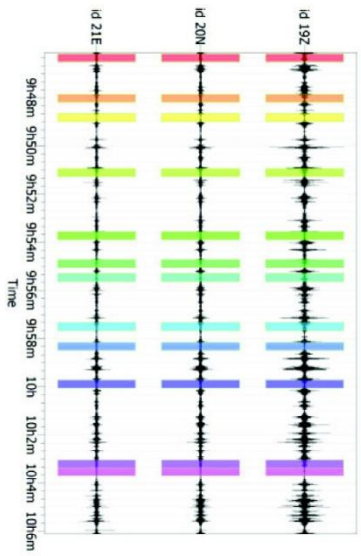
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

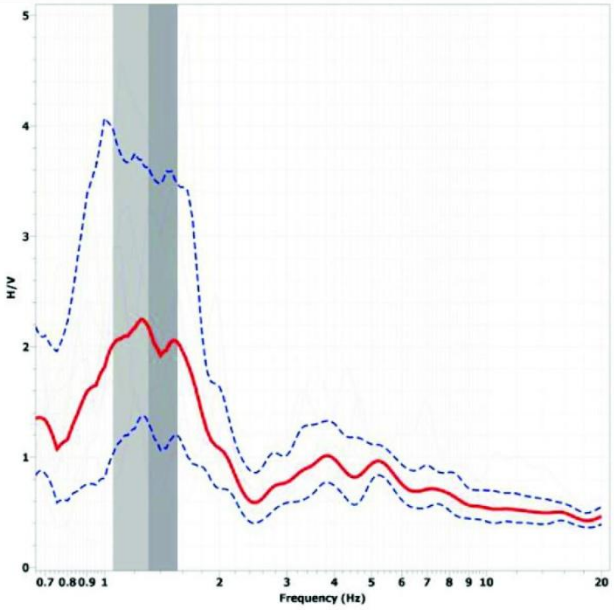
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV9

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): 1.3 Hz ±0.3 Hz
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.1

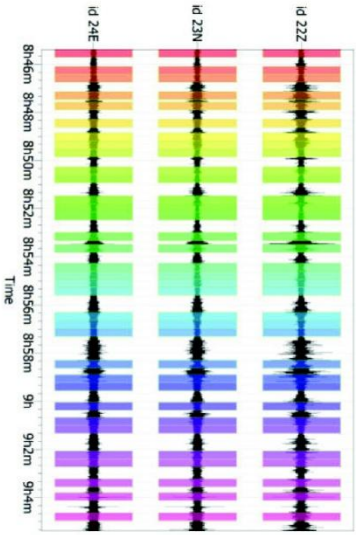
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

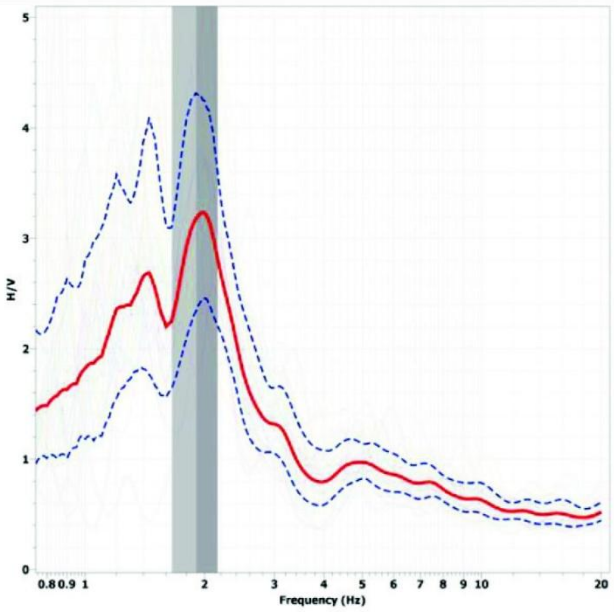
GeoExploration

Prova HVSR - CAPHV10

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **1.9 Hz ±0.3 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 3.1

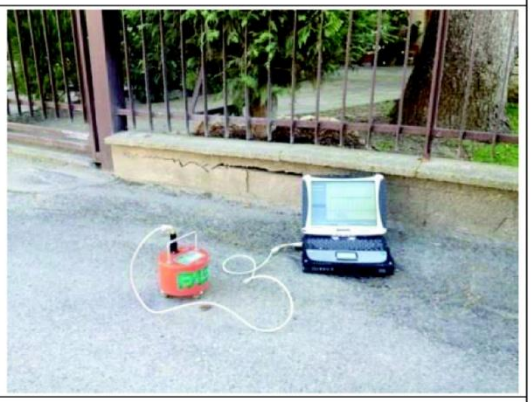
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

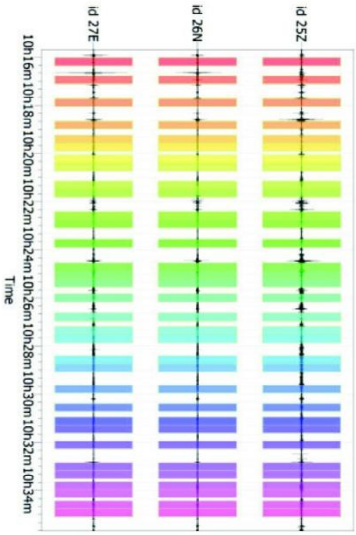
GeoExploration

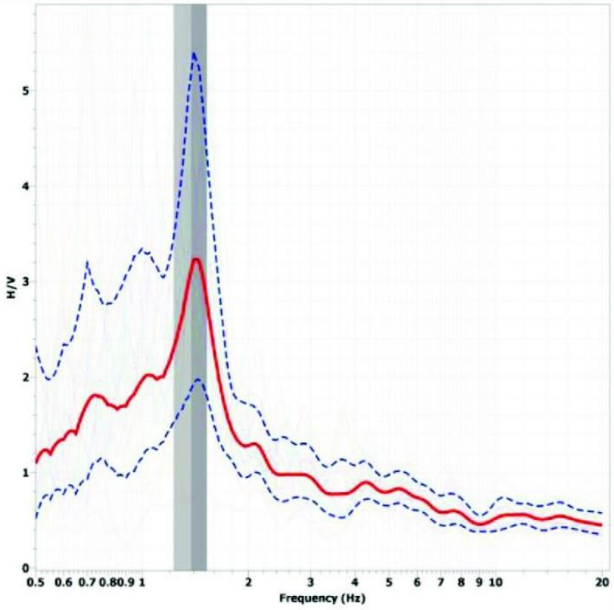
Prova HVSR - CAPHV11

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Capocolle
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13







Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): 1.4 Hz ±0.1 Hz
Ampiezza di picco H/V (A0): 3.1

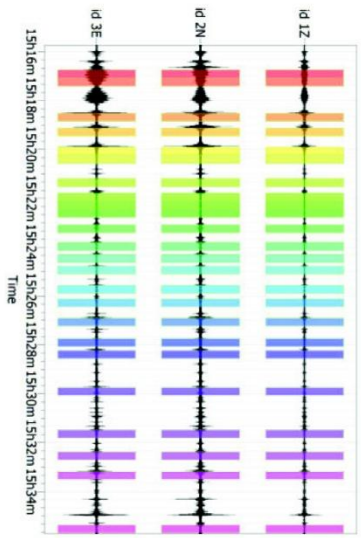
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

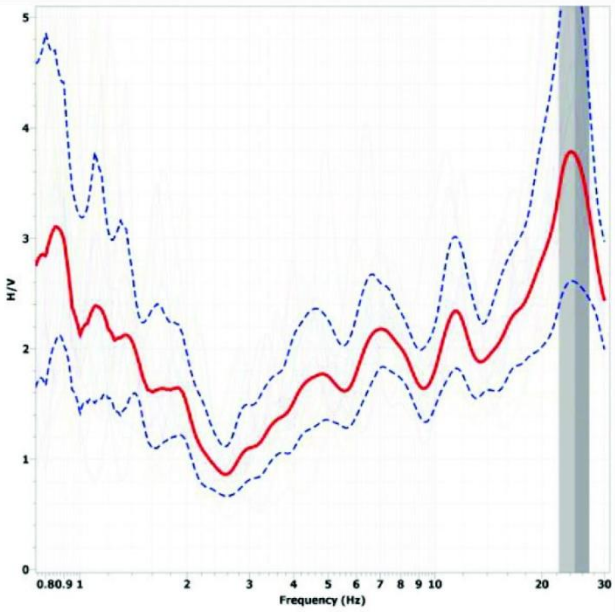
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV1

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **12.1 Hz ±1.9 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.2

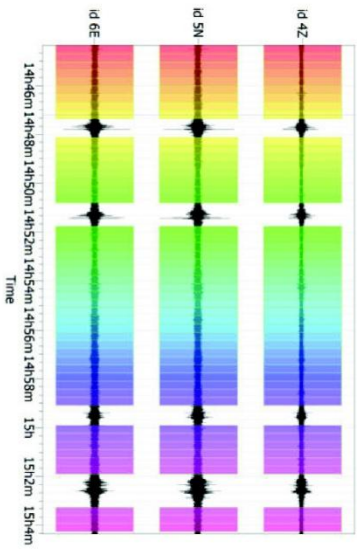
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

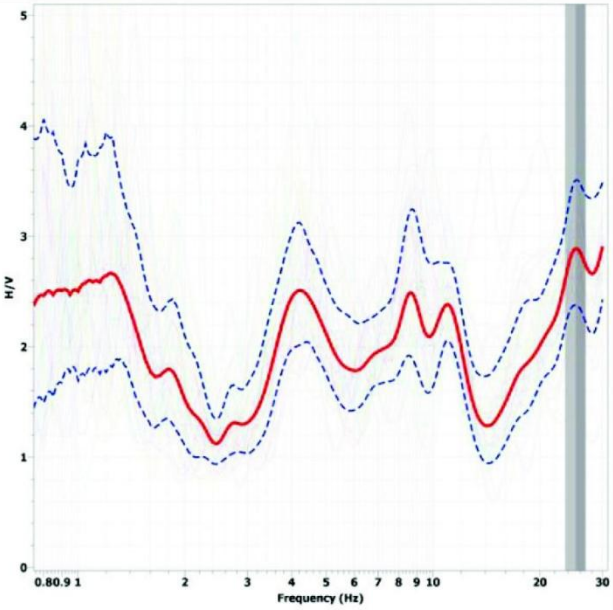
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV2

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**4.3 Hz ±0.5 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	2.4

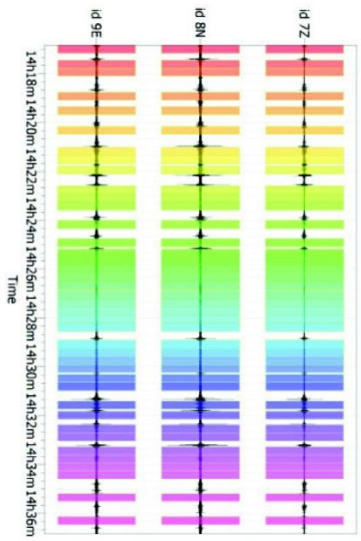
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

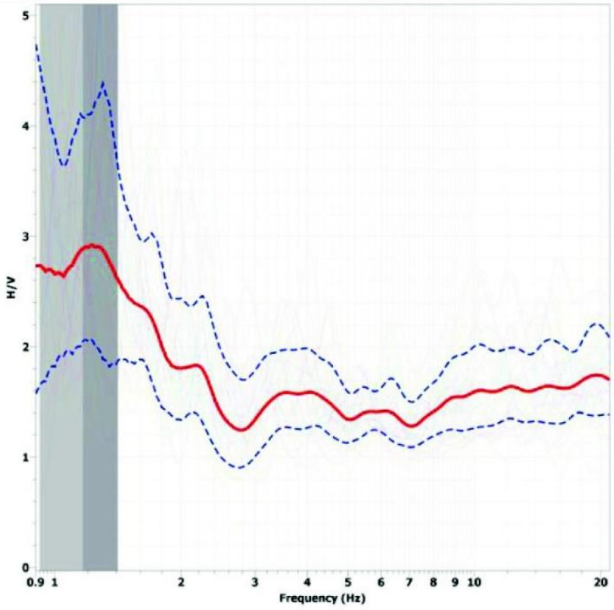
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV3

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): 1.2 Hz ±0.2 Hz
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.9

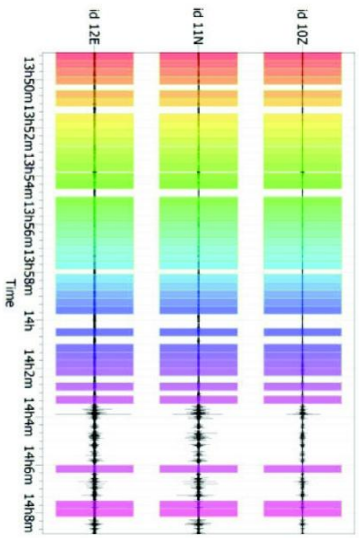
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

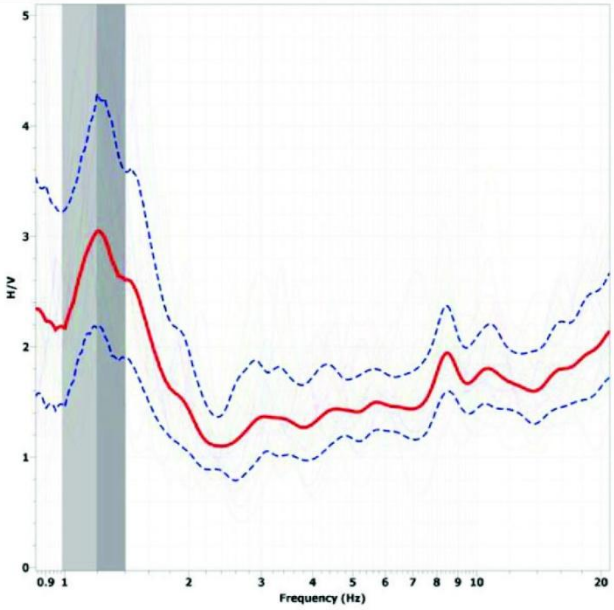
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV4

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**1.2 Hz ±0. 2 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	3.0

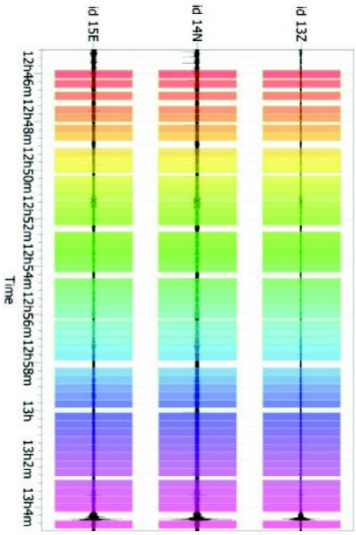
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

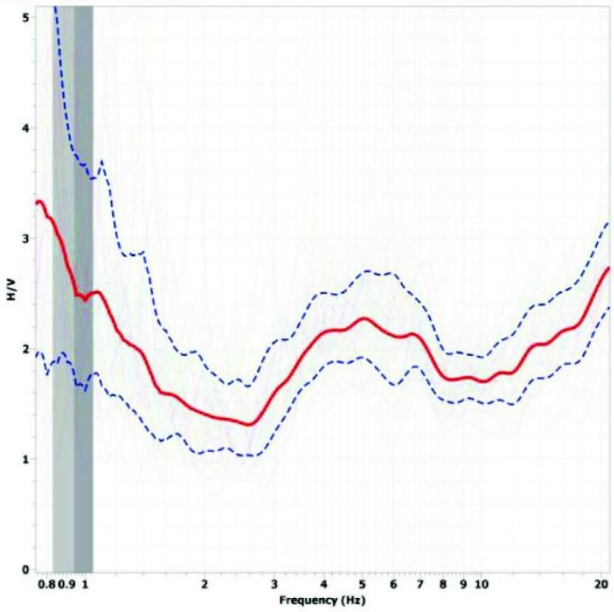
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV5

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **0.9 Hz ±0.1 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.5

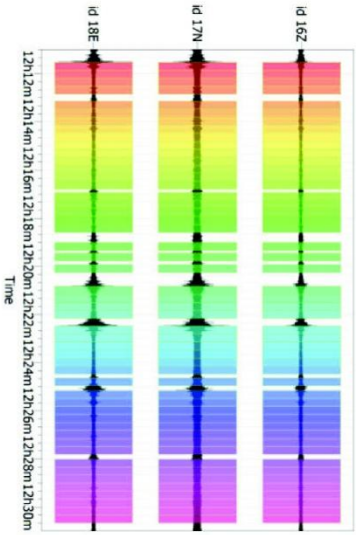
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

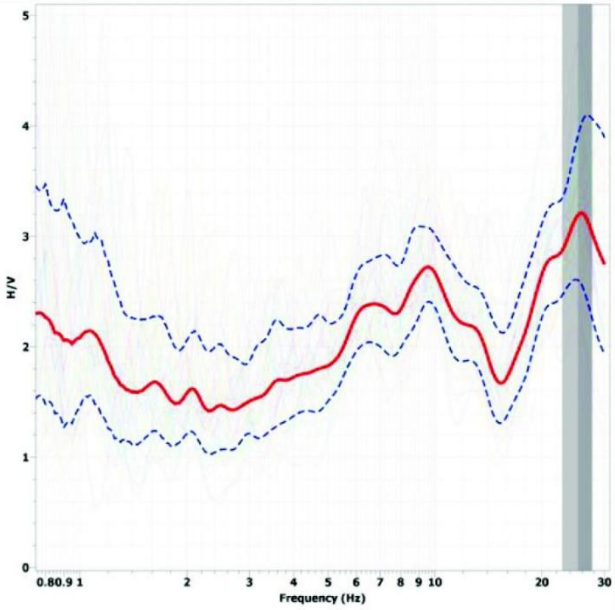
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV6

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **9.4 Hz ±1.2 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.7

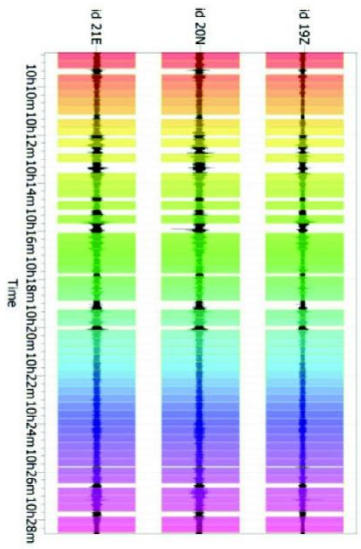
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

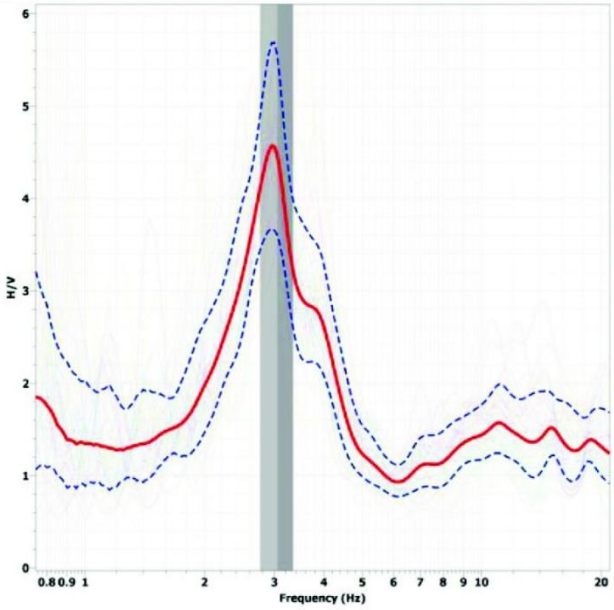
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV7

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**3.1 Hz ±0.3 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	4.4

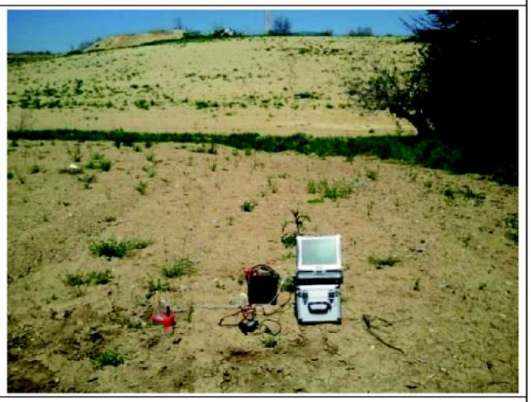
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

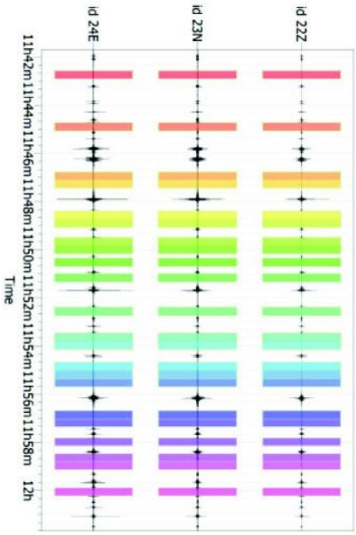
GeoExploration

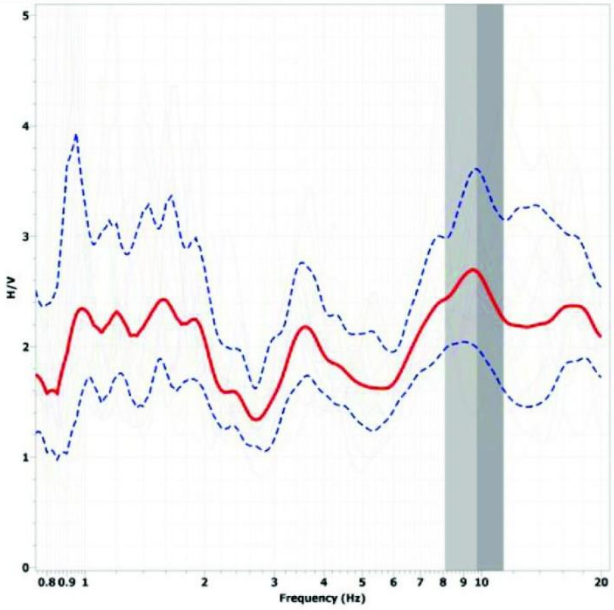
Prova HVSR - FRTHV8

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13







Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**9.7 Hz ±1.6 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	2.6

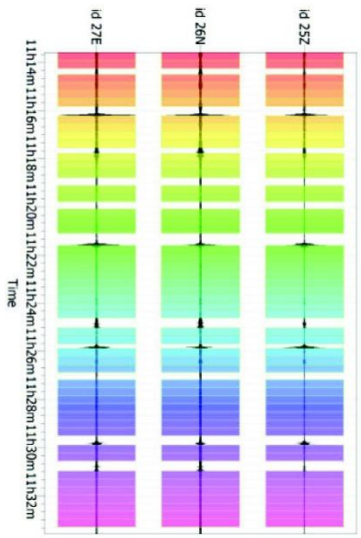
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

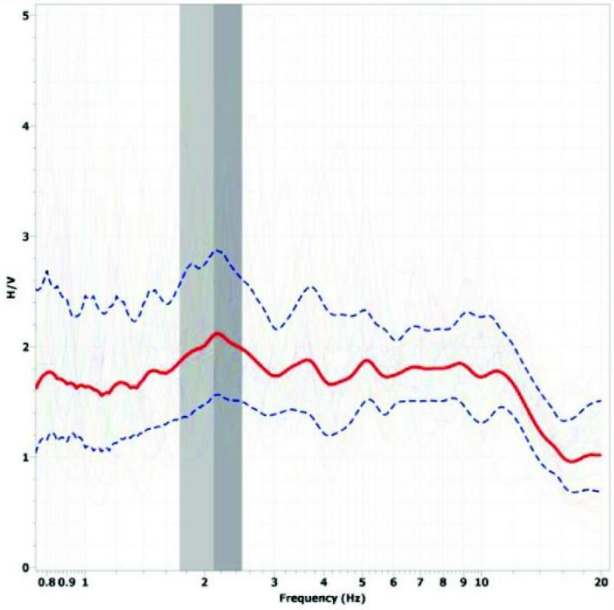
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV9

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**2.1 Hz ±0.4 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	2.1

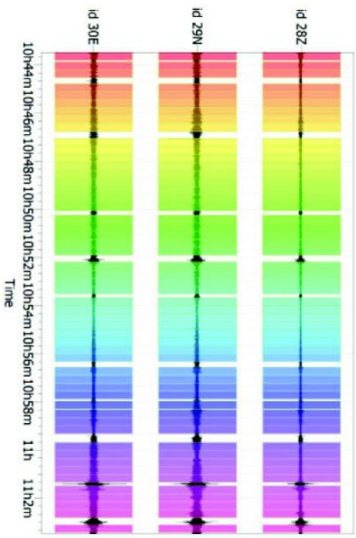
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

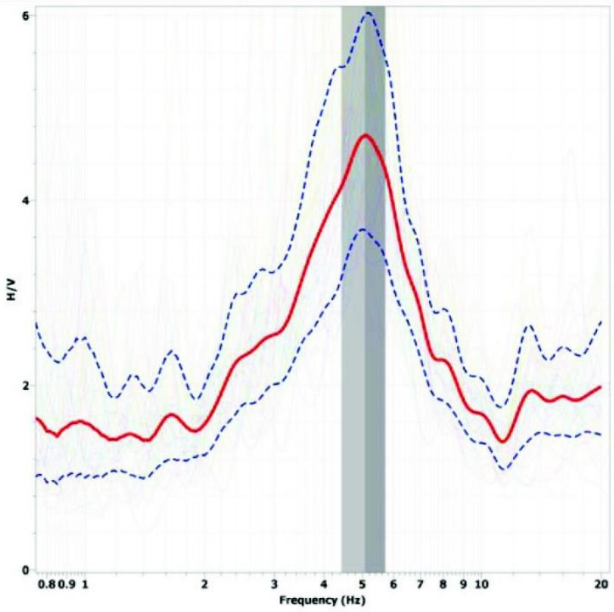
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV10

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **5.1 Hz ±0.6 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 4.7

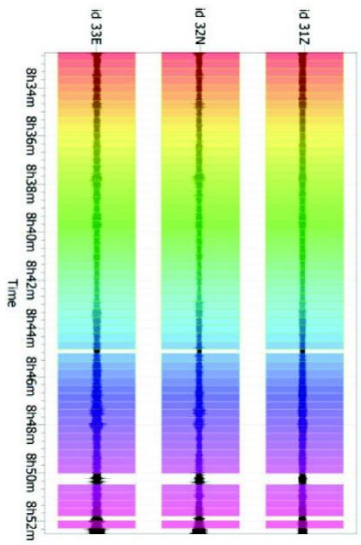
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

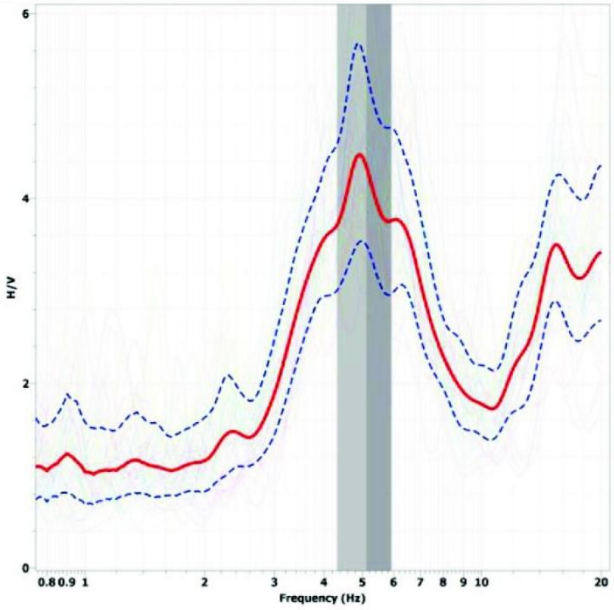
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV11

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **5.1 Hz ±0.8 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 4.3

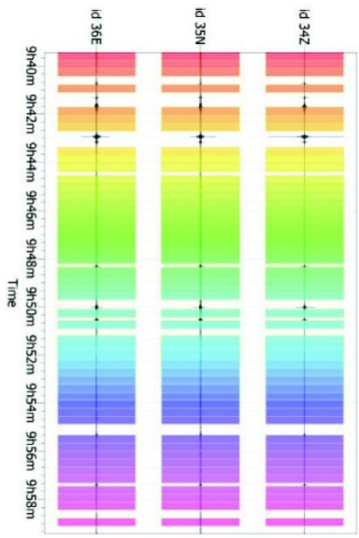
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

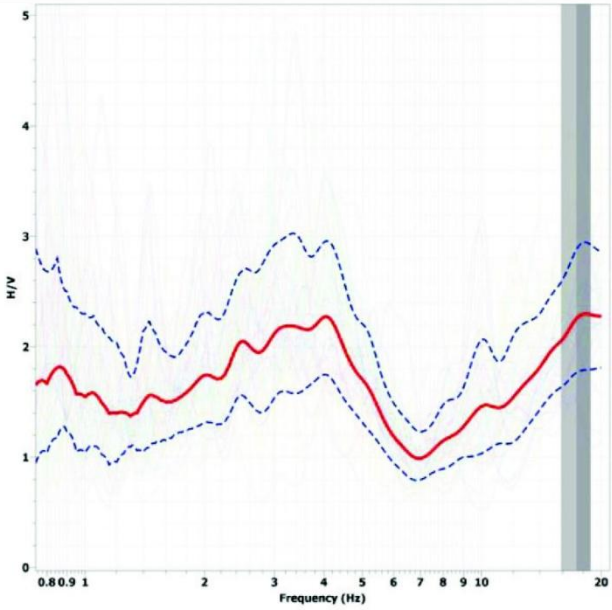
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV12

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **17.3 Hz ±1.5 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.2

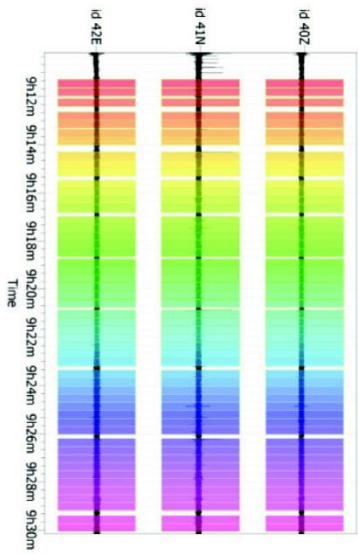
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

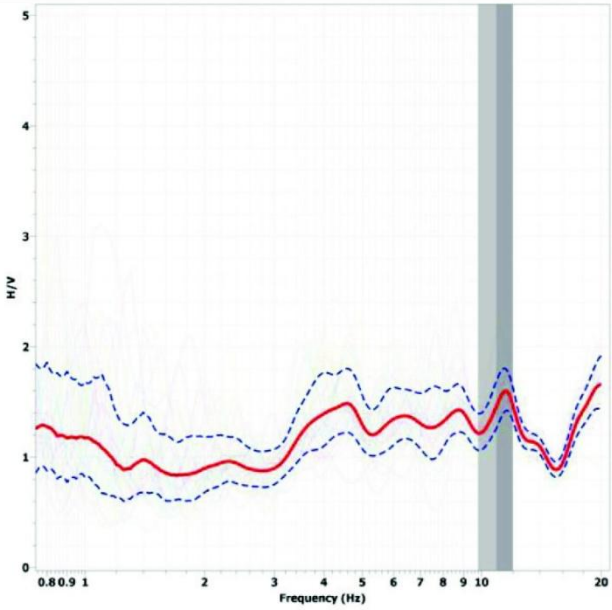
GeoExploration

Prova HVSR - FRTHV13

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Fratta Terme
Operatore: GeoExploration srl
Data: 15-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **10.9 Hz ±1.1 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.5

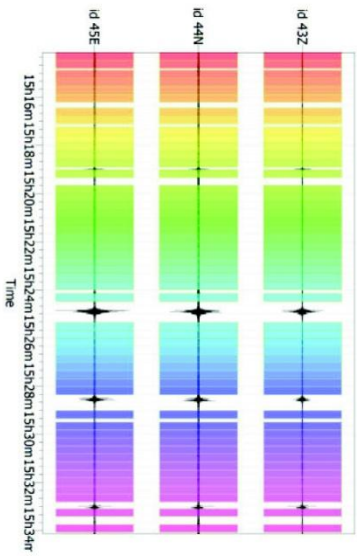
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

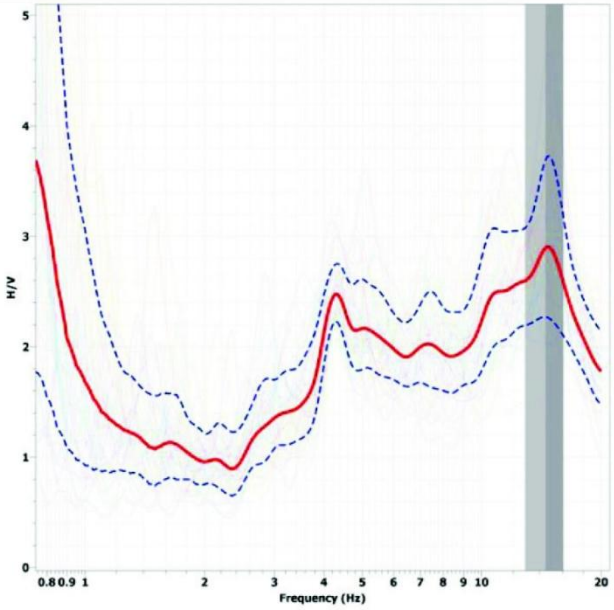
GeoExploration

Prova HVSR - OSPHV1

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Ospedaletto
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**14.4 Hz ±1.6 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	2.9

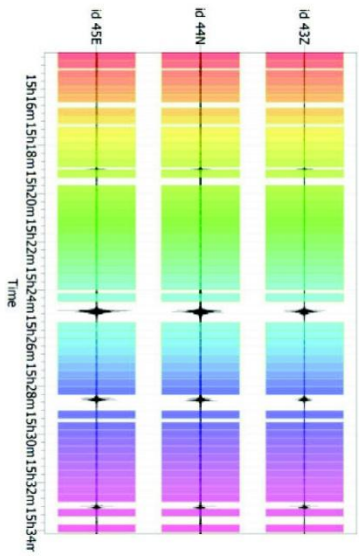
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

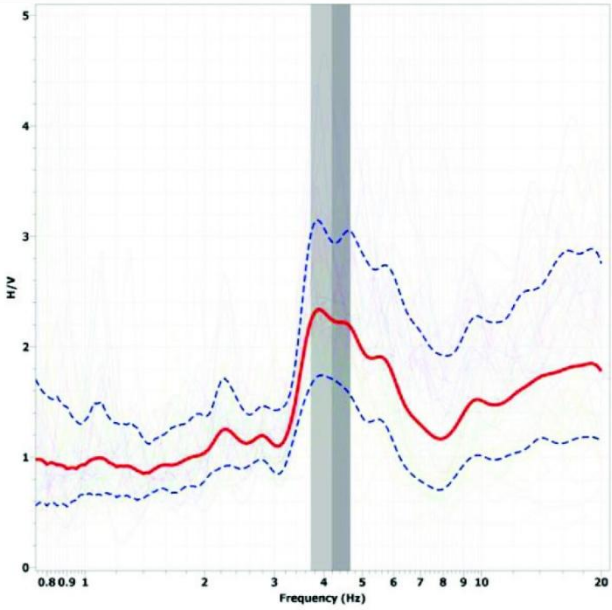
GeoExploration

Prova HVSR - OSPHV2

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Ospedaletto
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0):	**4.2 Hz ±0.5 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0):	2.2

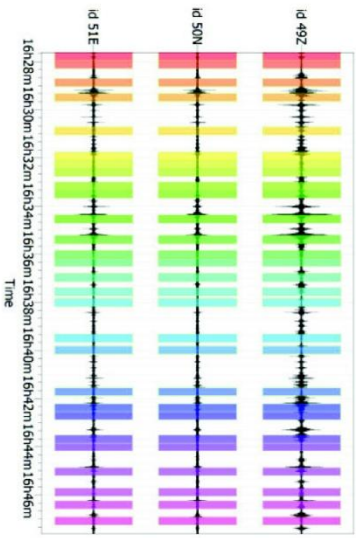
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

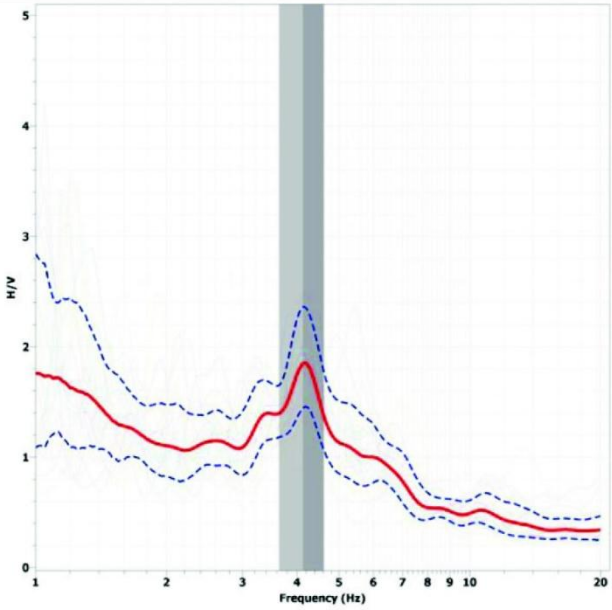
GeoExploration

Prova HVSR - OSPHV3

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Ospedaletto
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): 4.1 Hz ±0.5 Hz
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.8

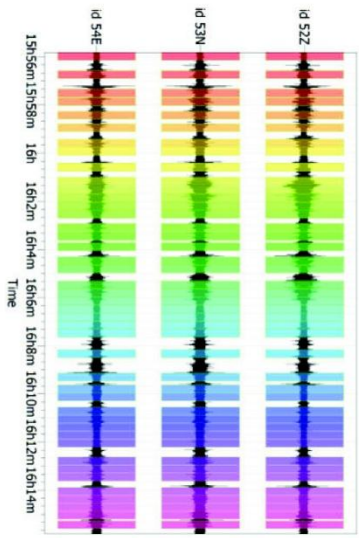
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

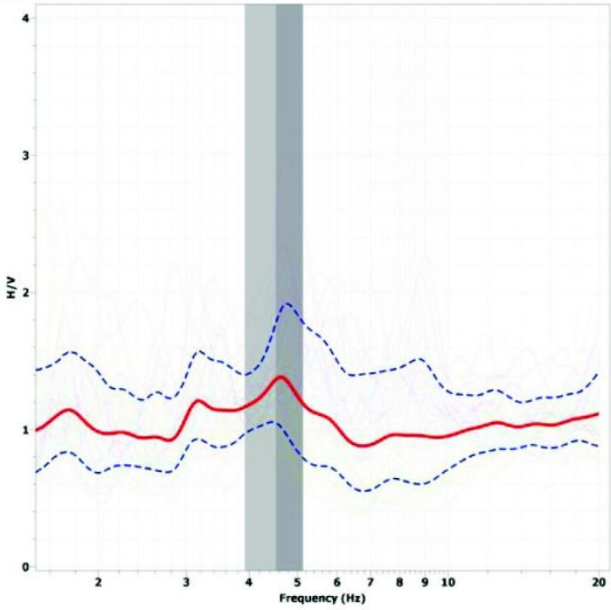
GeoExploration

Prova HVSR - OSPHV4

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Ospedaletto
Operatore: GeoExploration srl
Data: 11-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **4.5 Hz ±0.6 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.4

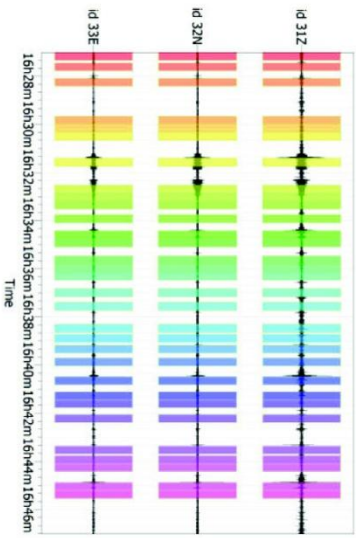
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

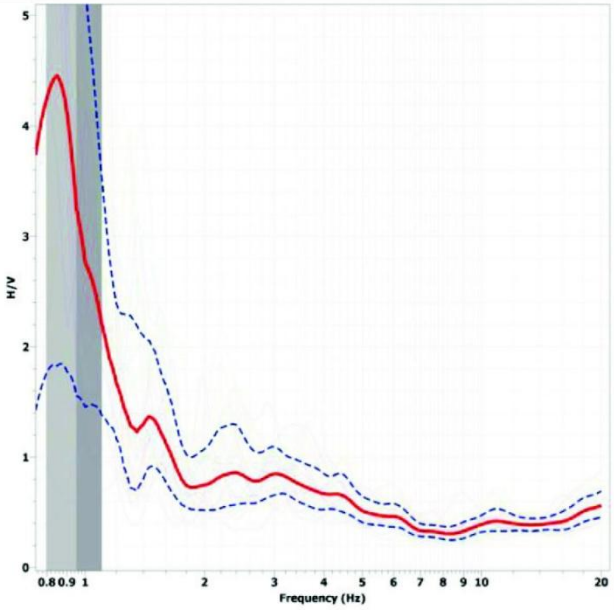
GeoExploration

Prova HVSR - PANHV1

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Panighina
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **1.0 Hz ±0.2 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 3.1

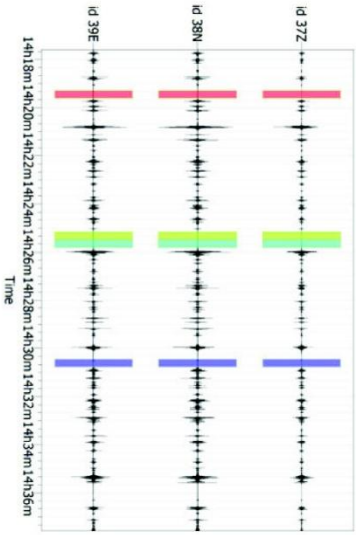
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

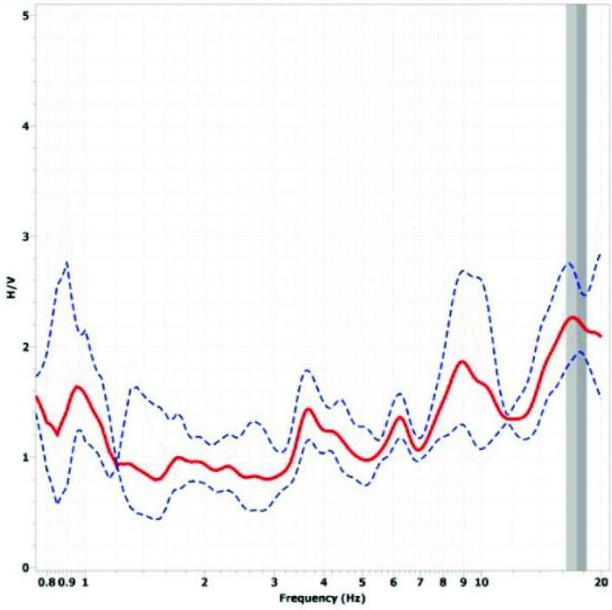
GeoExploration

Prova HVSR - PANHV2

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Panighina
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **17.4 Hz ±1.0 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.2

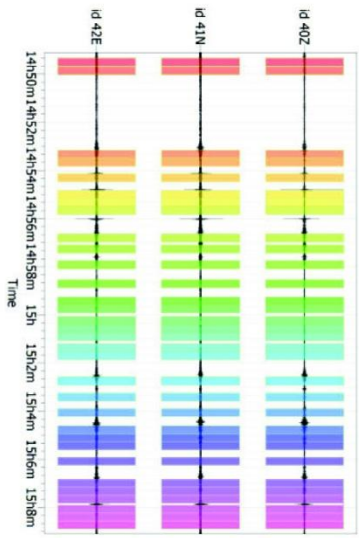
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

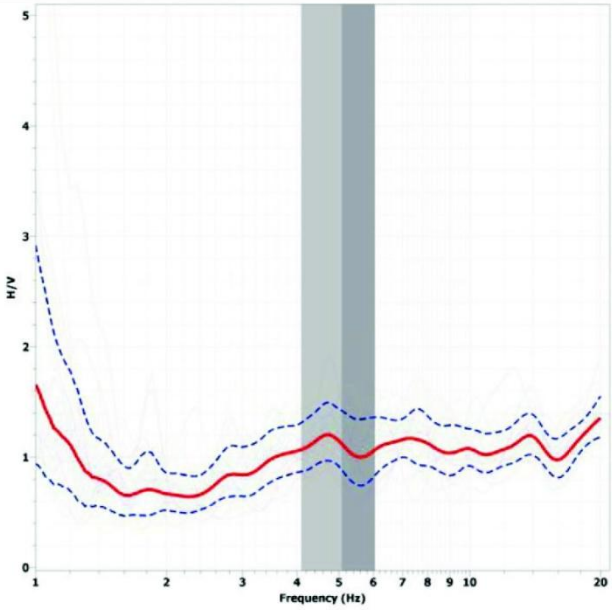
GeoExploration

Prova HVSR - PANHV3

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Panighina
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **5.1 Hz ±1.0 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.0

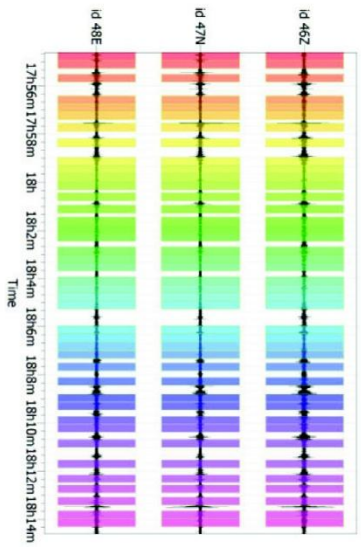
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

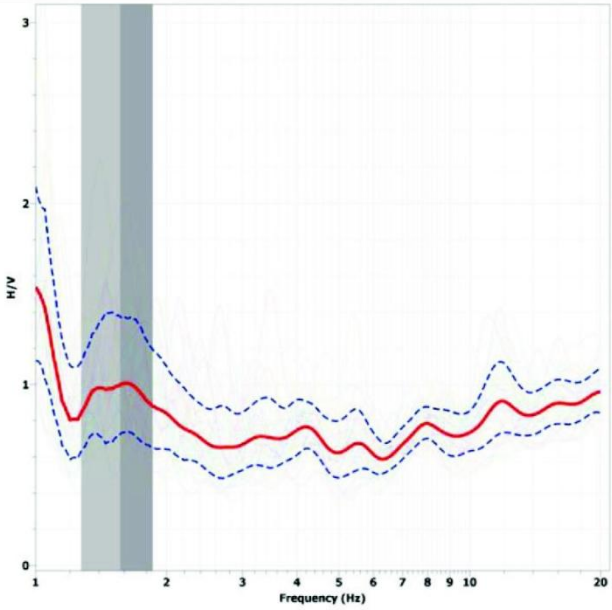
GeoExploration

Prova HVSR - PANHV4

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Panighina
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **1.6 Hz ±0.3 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.0

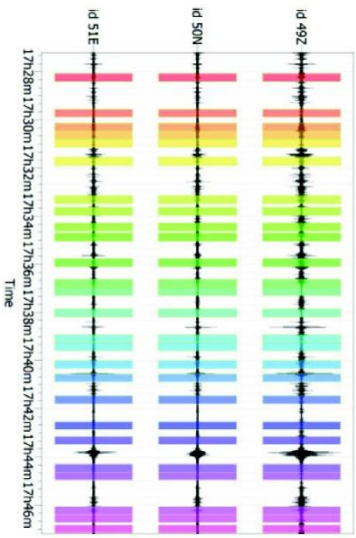
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

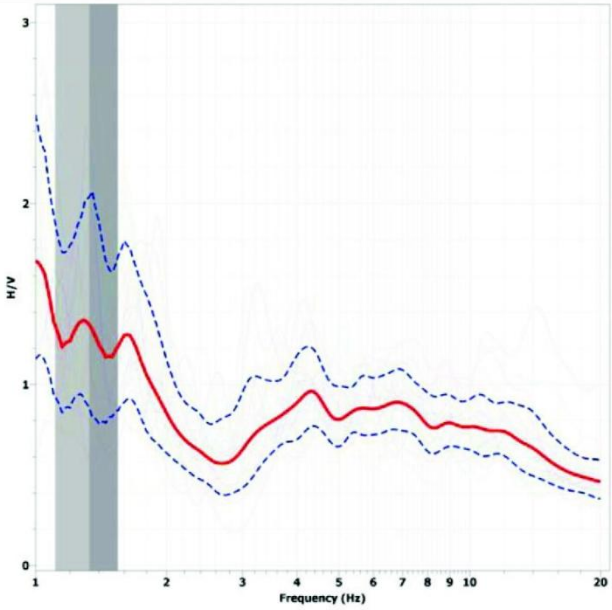
GeoExploration

Prova HVSR - PANHV5

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Panighina
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **1.3 Hz ±0.2 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.3

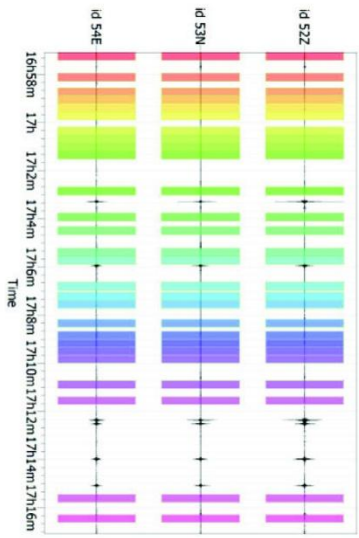
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

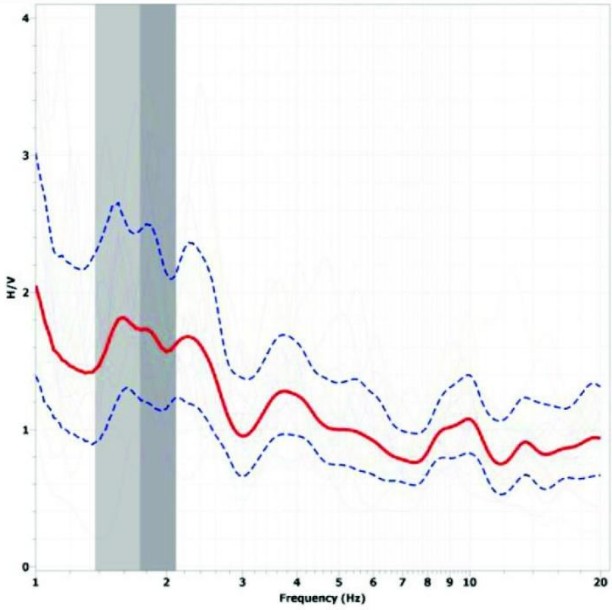
GeoExploration

Prova HVSR - PANHV6

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Panighina
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **1.7 Hz ±0.4 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.7

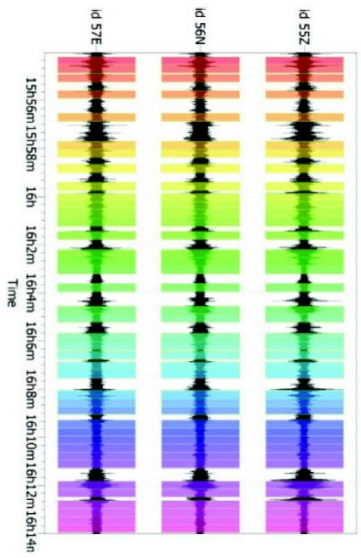
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

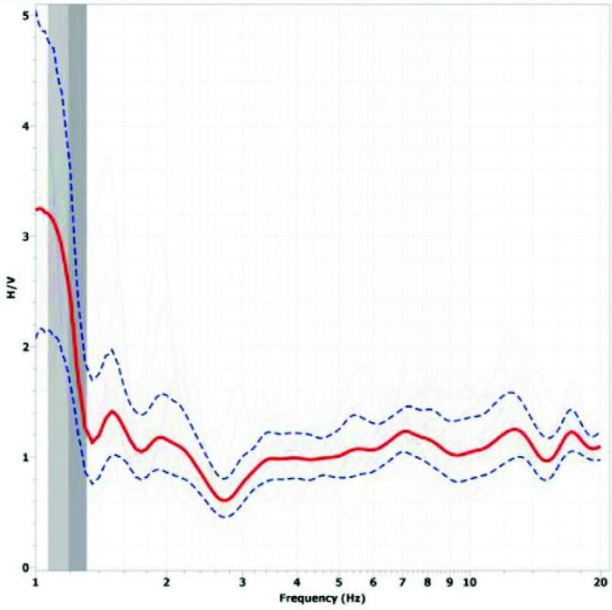
GeoExploration

Prova HVSR - PANHV7

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Panighina
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): 1.2 Hz ±0.1 Hz
Ampiezza di picco H/V (A0): 2.5

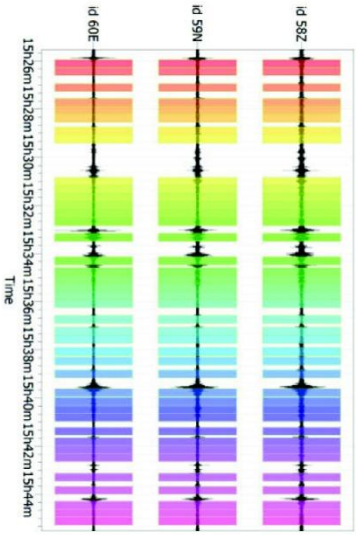
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

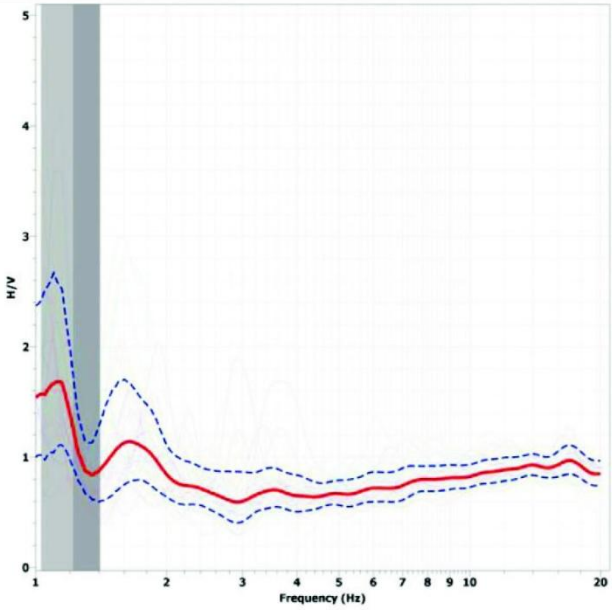
GeoExploration

Prova HVSR - PANHV8

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Panighina
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **1.2 Hz ±0.2 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.3

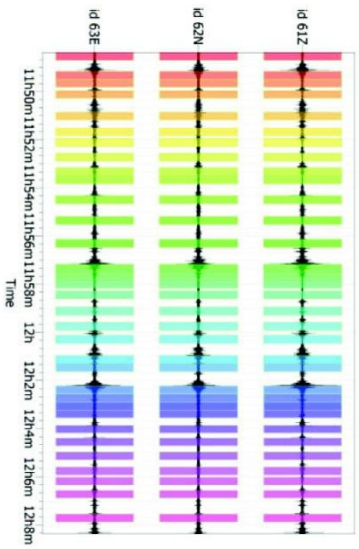
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

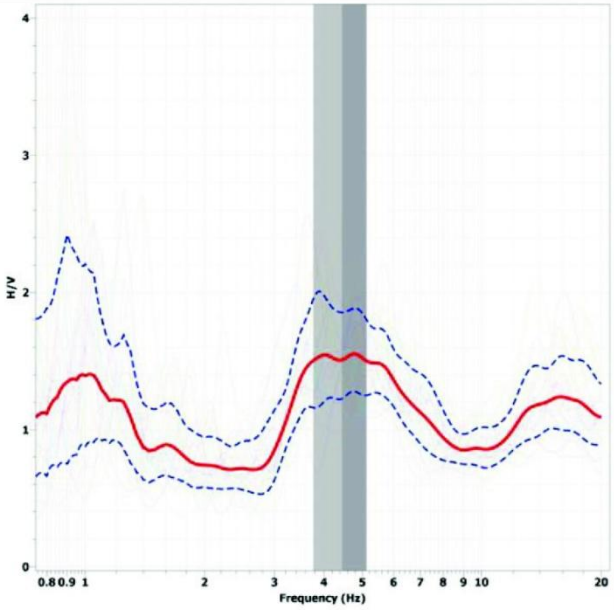
GeoExploration

Prova HVSR - SMNHV1

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Santa Maria Nuova
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **4.4 Hz ±0.7 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.5

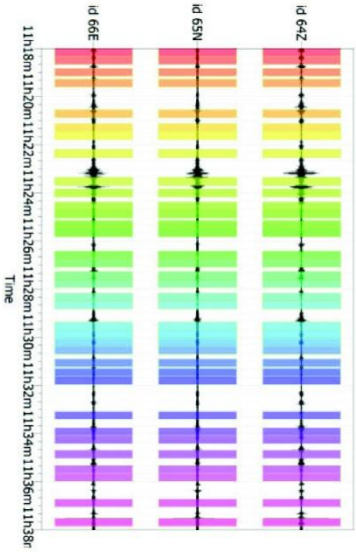
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

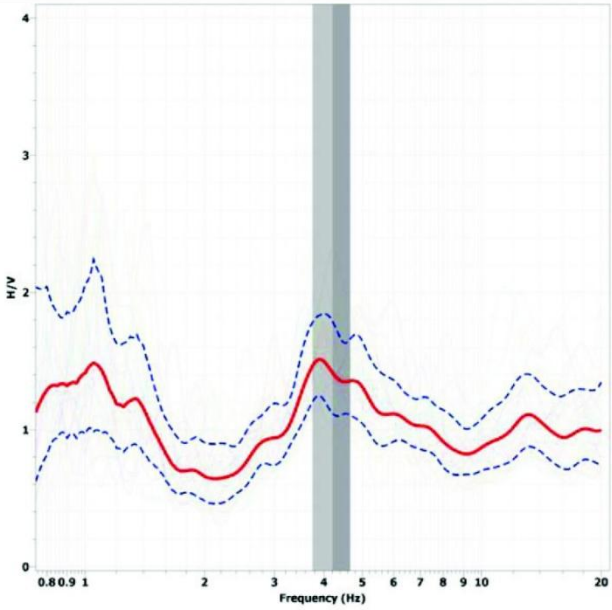
GeoExploration

Prova HVSR - SMNHV2

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Santa Maria Nuova
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





Dati riepilogativi

Frequenza massima:	20.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **4.2 Hz ±0.5 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 1.4

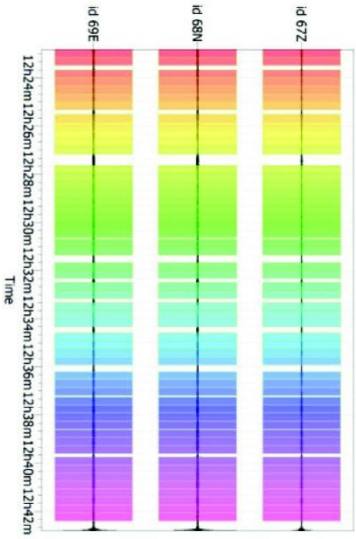
Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

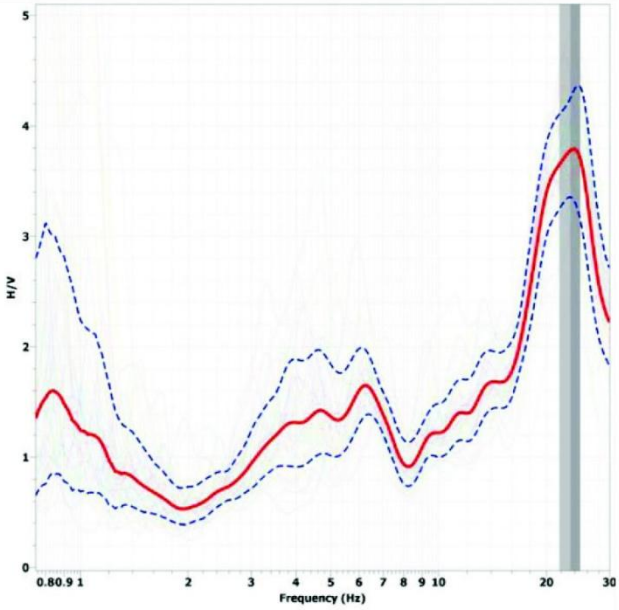
GeoExploration

Prova HVSR - SMNHV3

Dati generali

Committente:
Comunità Montana Appennino Forlivese
Cantiere: Microzonazione Sismica
Località: Bertinoro (FC)
Zona: Santa Maria Nuova
Operatore: GeoExploration srl
Data: 10-Apr-13





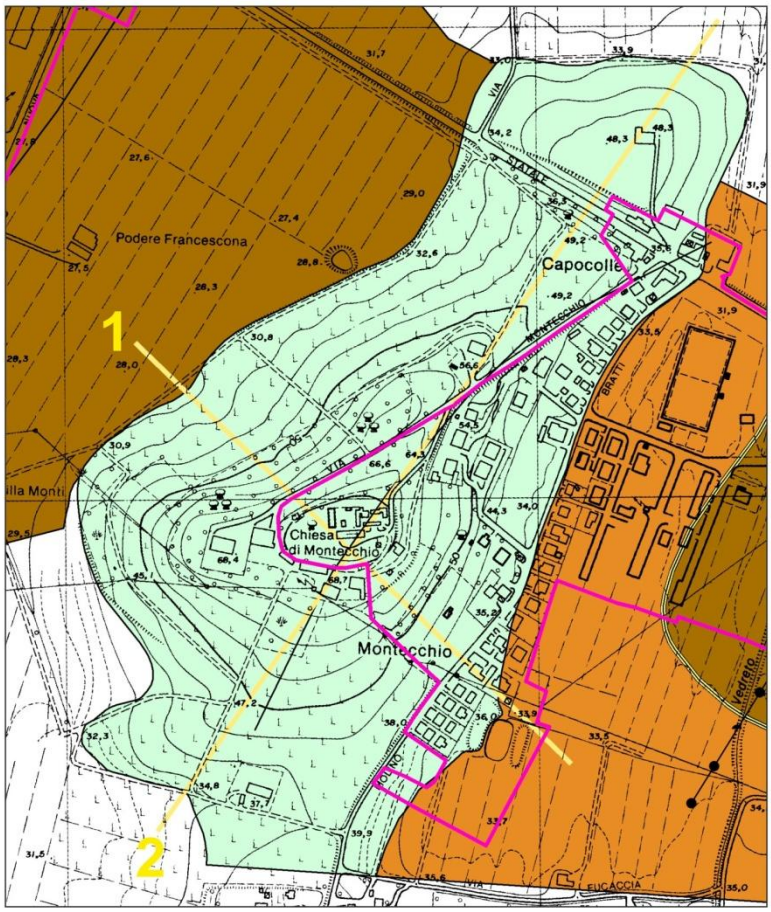
Dati riepilogativi

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Frequenza campionamento:	1000 Hz
Tipo lisciamento:	Konno & Ohmachi
Costante:	40.00
Taper:	5.0%

Frequenza di picco H/V (f0): **22.3 Hz ±1.6 Hz**
Ampiezza di picco H/V (A0): 3.8

Verifiche SESAME	Esito
$f_0 > 10/l_w$	*Ok*
$n_c(f_0) > 200$	*Ok*
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5Hz$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5Hz$	*Ok*
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	*Ok*
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	*Ok*
$A_0 > 2$	*Ok*
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	*Ok*
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	*Ok*
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	*Ok*

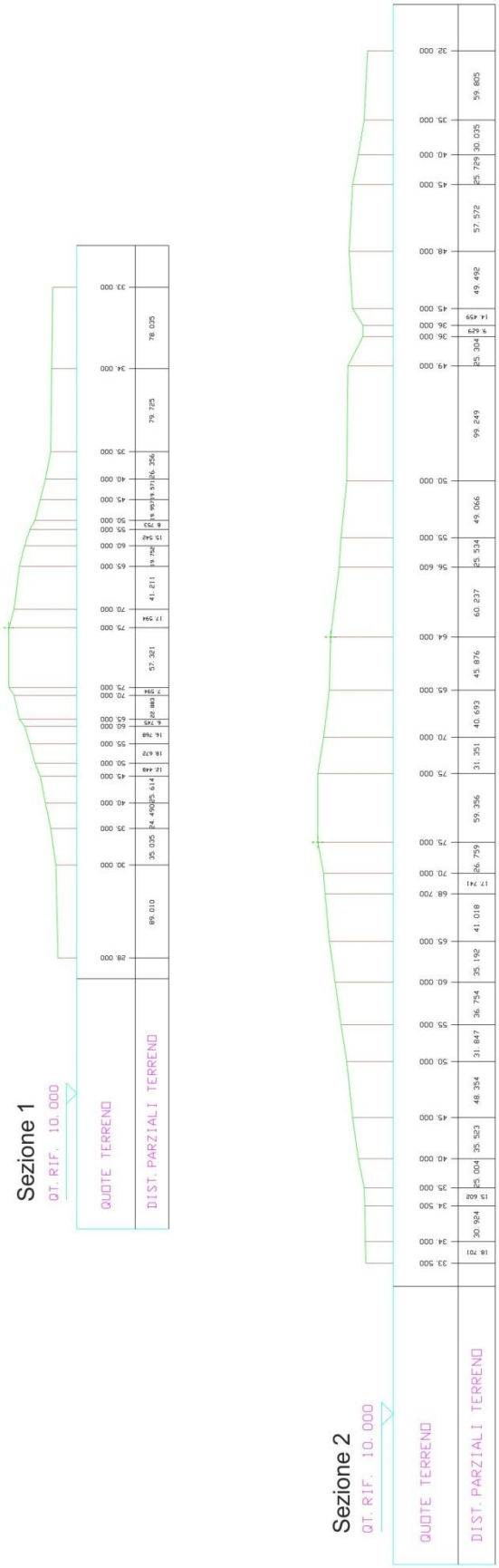
Ubicazione sezioni topografiche e num. riferimento (base carta MOPS)



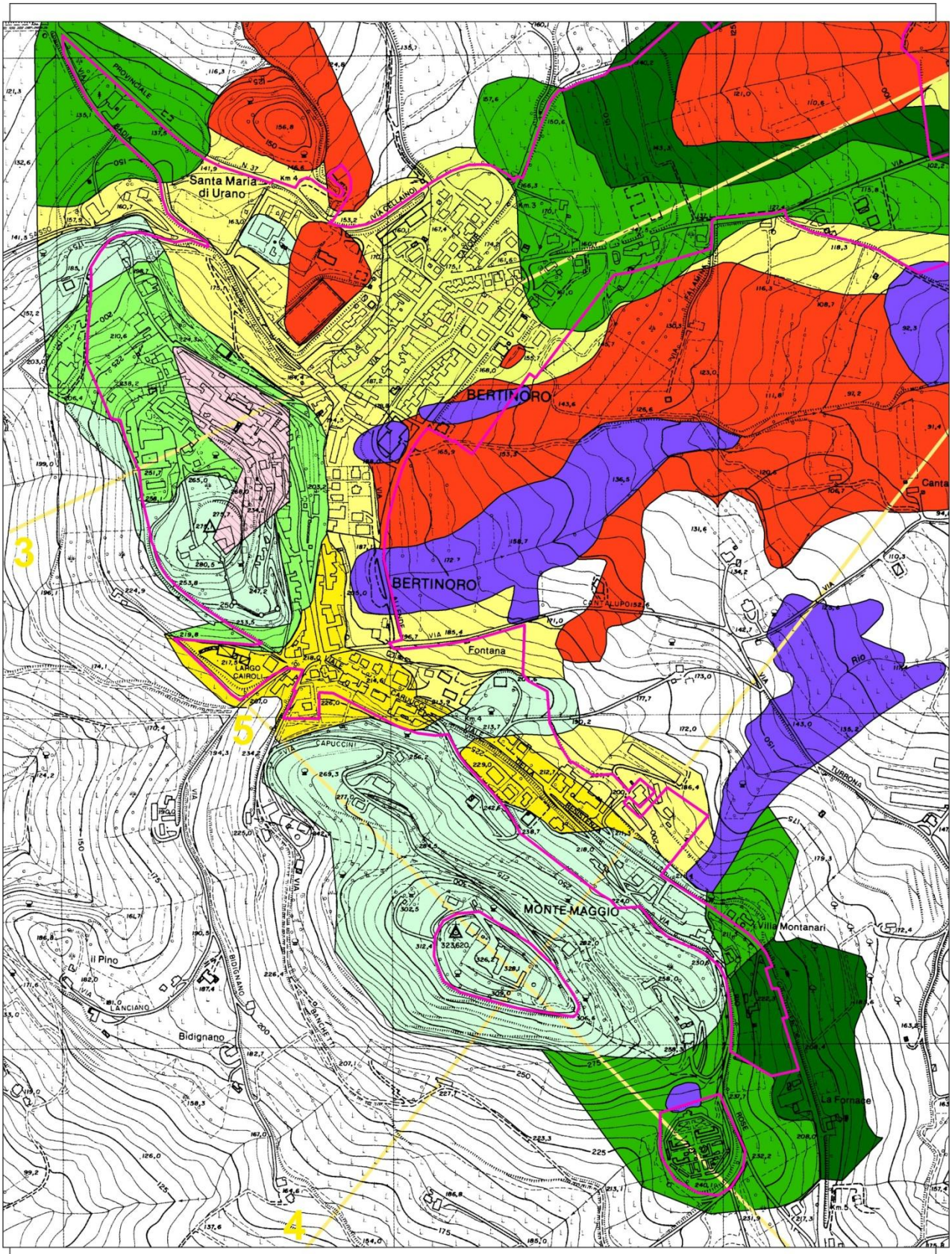
Tracce sezioni topografiche loc. Capocolle

Pag. 1

Sezioni topografiche Capocolle



Pag. 2

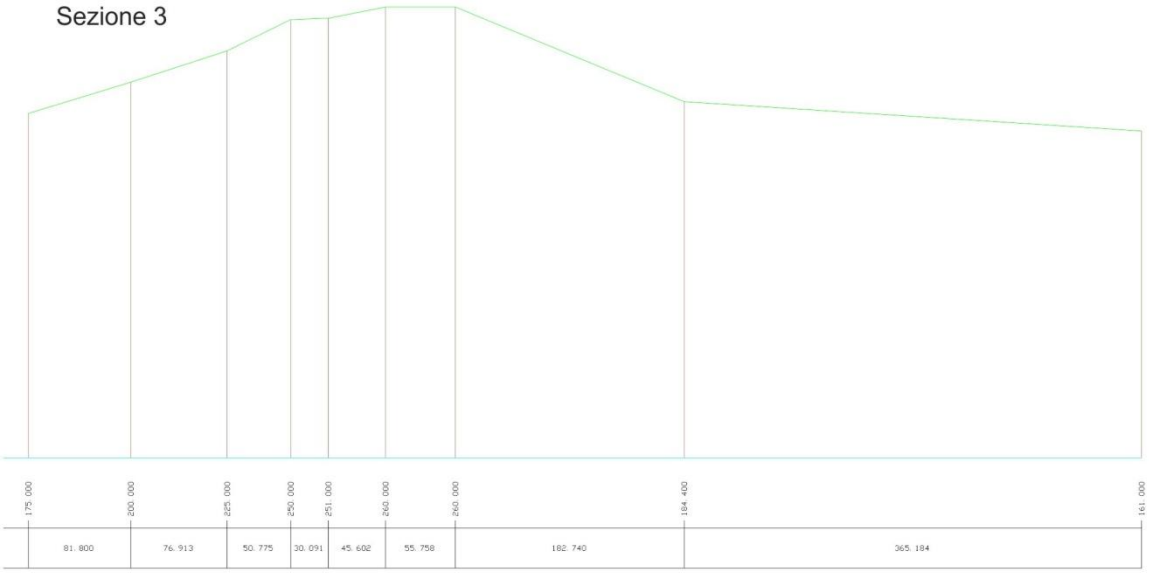


Tracce sezioni topografiche Bertinoro Capoluogo

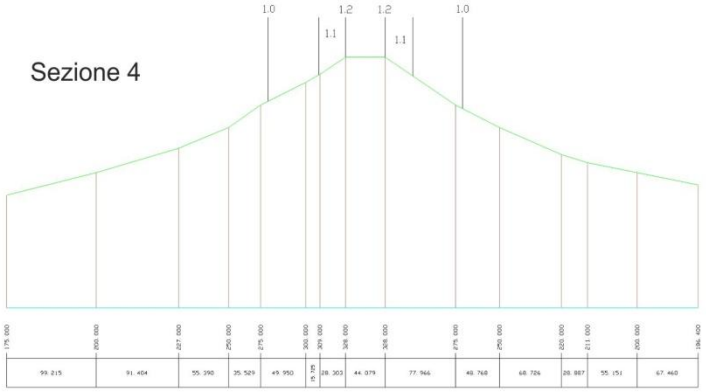
Pag. 3

Sezioni topografiche Bertinoro capoluogo

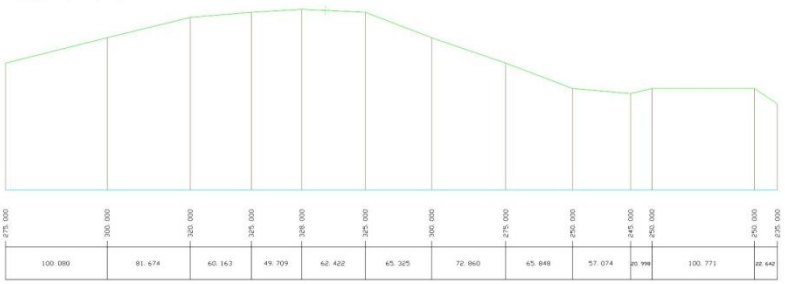
Sezione 3



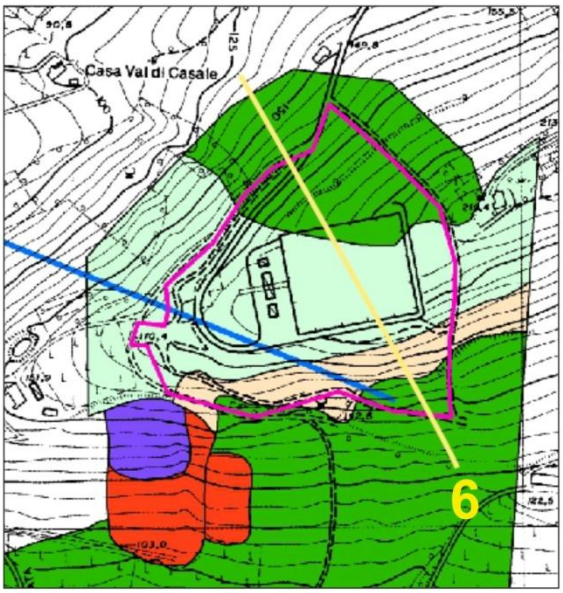
Sezione 4



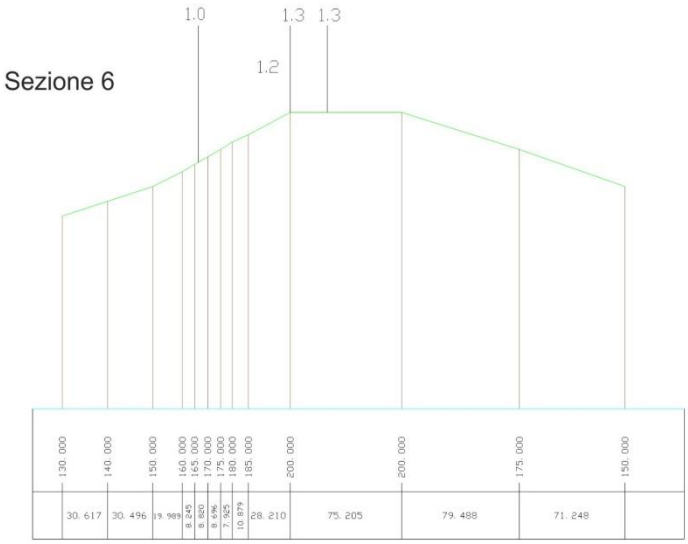
Sezione 5



Pag. 4



Traccia sezione topografica Fratta - Val di Casale



Pag. 5