

Attuazione dell'Art.11 della Legge 24 giugno 2009 n.77

MICROZONAZIONE SISMICA DI 1° LIVELLO

Relazione Tecnica

Comune di Vicchio



Agosto 2015

INDICE

1. Premessa.....	1
1.1 Gli elaborati dello studio di MS di 1° livello.....	4
2. Selezione e delimitazione delle aree di indagine.....	4
3. Inquadramento geologico e geomorfologico del territorio comunale.....	5
3.1. Inquadramento morfologico generale.....	5
3.2. Geologia.....	6
3.2.1. Stratigrafia.....	6
3.3. Geomorfologia.....	10
4. La raccolta dei dati geognostici.....	11
5. Le nuove indagini geognostiche.....	12
5.1. Le prove HVSR.....	12
5.2. Brevi cenni sulla tecnica HVSR.....	12
5.3. Attrezzatura.....	14
5.4. Elaborazione.....	14
5.5. Monografie misure HVSR.....	15
5.6. Le prove penetrometriche statiche (CPT e CPTE).....	17
6. Verifica della suscettibilità a liquefazione.....	19
7. La carta Geologico-tecnica per la microzonazione sismica.....	21
8. La carta delle Frequenze fondamentali dei depositi.....	23
9. La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).....	25
9.1. La legenda della carta MOPS.....	26
9.1.1. Zone stabili.....	26
9.1.2. Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.....	27
9.1.3. Zone suscettibili di instabilità.....	30
9.2. La carta MOPS del territorio comunale	31
9.2.1. Vicchio Nord.....	31
9.2.2. Vicchio Sud.....	32
9.2.3. Case Caldetta.....	33
9.2.4. Villore.....	34

Appendice 1: Schede tecniche delle singole misure HVSR e Microzonazione Sismica
Strumentale del Comune di Vicchio

Appendice 2: Elaborati delle prove penetrometriche statiche (CPT e CPTE)

Appendice 3: Valutazione del potenziale di liquefazione dei depositi alluvionali

Allegato CD-ROM con i file .pdf della Relazione e delle Appendici

1. Premessa

Questo documento costituisce la relazione di sintesi dello studio di Microzonazione Sismica di primo livello elaborato su incarico del Comune di Vicchio che ha usufruito del finanziamento di cui all'Ordinanza CDPC n.52/13 essendo inserito nella graduatoria dei comuni ammissibili a finanziamento. Tutto il lavoro prodotto è stato prodotto e archiviato secondo lo *Standard di Rappresentazione Grafica e Archiviazione Informatica - Versione 3.0* utilizzando il software SoftMS per l'archiviazione dei dati geognostici. Tutti gli elaborati cartografici e di testo che costituiscono lo studio sono contenuti in un DVD allegato a questa relazione.

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

I risultati dello studio di MS sono sintetizzati in una cartografia a scala adeguata che rappresenta il territorio studiato per areali omogenei:

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

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

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

- **livello 1**, propedeutico ai successivi studi di MS, consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e di informazioni preesistenti e/o

acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Il prodotto finale è la carta delle “Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)”;

- **livello 2**, con il quale si introduce l’elemento quantitativo associato alle zone omogenee (MOPS) mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi empiriche) e l’esecuzione di ulteriori e più mirate indagini geognostiche. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica”;
- **livello 3**, rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione del territorio basata su metodologie analitiche di tipo quantitativo. L’elaborato conclusivo di tale studio è la “Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti”.

La normativa regionale della Toscana (D.P.G.R n.53R/2011 “Regolamento di attuazione dell’art.62 della L.R. n.51/2005 in materia di indagini geologiche”) prevede, come supporto agli strumenti urbanistici, la redazione obbligatoria di uno studio di microzonazione di **livello 1** cosiddetto “pesante”, dove ai contenuti dello studio di primo livello degli ICMS si aggiungono rilievi sul terreno consistenti in misure di microtremore (HVSr) realizzate in luoghi specifici per integrare l’informazione, sostanzialmente bibliografica, con una valutazione qualitativa delle frequenze fondamentali dei depositi sedimentari e delle amplificazioni attese del moto sismico, in modo da ottenere una informazione già di buona significatività per le attività di pianificazione. La carta della pericolosità sismica prevista dal DPGR. 53/R/11 si costruisce, infatti, a partire dalla carta delle MOPS. Nella tabella seguente viene riportato lo schema delle indagini e degli elaborati prodotti con lo studio di MS di primo livello.

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

LIVELLO 1

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

Di particolare importanza risulta la ricostruzione del modello geologico-tecnico degli areali indagati che dovrà focalizzarsi sulle “coperture” (depositi detritici, sedimenti sciolti, coltri di alterazione) e sulla individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero quei litotipi caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S – convenzionalmente assunta superiore a 800 m/sec) la cui velocità, significativamente maggiore rispetto ai terreni soprastanti (cosiddetti di copertura) determina un forte contrasto di impedenza sismica che, a seconda della profondità alla quale si rileva tale interfaccia, può determinare l’amplificazione dello scuotimento sismico in superficie.

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

- individuare il modello geologico di sottosuolo preliminare;

- definire le tipologie degli effetti attesi;
- individuare le aree che necessitano di successivi approfondimenti di indagine.

Nel caso specifico del Comune di Vicchio, in relazione al fatto che la Regione Toscana con la collaborazione del Dip.to di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze aveva già avviato degli studi a carattere sperimentale sulla suscettibilità a liquefazione dei terreni del fondovalle della Sieve, le indagini geognostiche per lo studio di MS sono state implementate con la realizzazione di dieci prove penetrometriche statiche (CPT) e cinque prove penetrometriche statiche con punta elettrica (CPTe) al fine di definire meglio i possibili effetti di un sisma sui depositi alluvionali sciolti che, tra l'altro, risulterebbero liquefacibili nella zona del Pian di Cistio secondo notizie storiche risalenti all'inizio del secolo scorso.

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

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

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

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

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

La procedura di valutazione di qualità della cartografia è usata:

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

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

Come specificato nel programma delle attività per le indagini e gli studi di MS di livello 1 predisposto per il Comune di Vicchio gli elaborati prodotti sono sostanzialmente di tipo cartografico, accompagnati da una relazione tecnica illustrativa:

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

Tutte le cartografie prodotte sono in scala 1:5.000 e sono articolate in quattro "quadranti": Vicchio Nord, Vicchio Sud, Case Caldetta, Villore.

I capitoli seguenti illustrano le modalità di redazione dei vari elaborati e le considerazioni da essi desumibili per lo specifico territorio comunale di Vicchio in modo da fornire anche gli elementi necessari alla realizzazione della carta della pericolosità sismica che, insieme a quella della pericolosità geologica e della pericolosità idraulica, costituisce lo scenario di riferimento per la redazione del Piano Strutturale e del Piano Operativo.

2. Selezione e delimitazione delle aree di indagine

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

I criteri per la delimitazione delle aree di indagine sono contenuti nel capitolo 1B1.2 "Criteri per la delimitazione delle aree per la realizzazione della cartografia geologica, geomorfologica, litologico-tecnica" delle Istruzioni tecniche del Programma VEL. Una volta individuate le aree, la delimitazione delle stesse viene effettuata secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS. Sostanzialmente questi criteri combinano aspetti morfologici, geologici e antropici di interesse ai fini della valutazione degli effetti locali.

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

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

Applicando tali criteri al territorio comunale, caratterizzato dalla presenza del capoluogo sul fondovalle e da un certo numero di frazioni minori poste lungo i bordi del bacino, sono stati individuati, in accordo con i tecnici della Regione Toscana del Coordinamento regionale

prevenzione sismica e secondo le esigenze segnalate dall'Amm.ne Comunale, quattro areali in cui risultassero contenuti tutti gli elementi morfologici, geologici e antropici più rilevanti. La prima zona comprende tutto il fondovalle del territorio comunale da Mattagnano a La Ginestra oltre alle località poste sui primi rilievi collinari; la seconda zona interessa l'abitato della località Case Caldetta; la terza zona comprende la località di Villore ed infine la quarta interessa le valli dei Torrenti Muccione e Pesciola comprendendo le località di S.Maria a Vezzano, Gattaia, Molezzano, Caselle e Rupecanina. Con gli stessi accordi sono stati definiti anche la tipologia ed il numero delle indagini geofisiche (misure HVSR e di sismica a rifrazione) necessarie per poter idoneamente sviluppare una cartografia MOPS di adeguato livello qualitativo.

3. Inquadramento geologico e geomorfologico del territorio comunale

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

3.1. Inquadramento morfologico generale

Il Comune di Vicchio si estende per una superficie di 138,89 Km². (dati ufficiali ISTAT) e confina a nord con il comune di Marradi, a ovest con Borgo San Lorenzo, ad est con Dicomano, a sud con Pontassieve.

La morfologia del territorio è chiaramente determinata dalla natura geologica e litologica dei terreni, così come dai principali eventi geomorfologici che vi si verificano.

Dal punto di vista morfologico il territorio comunale è approssimativamente rappresentabile con un andamento a tre fasce distinte:

- la prima centrale, allungata e molto ristretta con quote massime raramente superiori a 200 metri s.l.m., caratterizzata da una morfologia pianeggiante dovuta alle pianure alluvionali connesse con la recente attività della Sieve e della parte basale dei suoi affluenti maggiori (torrenti Ensa, Pesciola, Muccione, Arsella, Botena, in sinistra idrografica; Fosso di Corolla, Fosso di Rimaggio in destra). In tale settore, ove non urbanizzato, predominano colture a seminativo;
- la seconda collinare che si estende in destra e principalmente in sinistra della Sieve fino a interessare tutta la parte del Comune posta a nord del Capoluogo stesso, caratterizzata dalla presenza estensiva di depositi lacustri e fluvio-lacustri. In tale settore le quote vanno dai 200 metri fino ai 450 metri dell'allineamento verso nord Casali – Cornacchiaia – Tortora – Pagliericcio – Malnome, per poi piegare quasi nord - sud fino Moriano e sfiorare poi il corso del torrente Botena. Questa fascia intermedia è caratterizzata da morfologie generalmente dolci ma con presenza anche di scarpate morfologiche molto marcate, presenti nelle ghiaie e nelle sabbie incise dai corsi d'acqua. Questo areale è marcato dalla preminente coltura a seminativo, a prato ed a frutteto, con subordinata e marginale presenza della vite e dell'ulivo;
- la terza montana, si estende su entrambi i versanti della Sieve ed è caratterizzata da forti pendenze e da un substrato di terreni litoidi pre-lacustri. Questi due settori dai 450 metri circa di quota (ed anche molto meno dove i sedimenti lacustri non sono presenti come , ad esempio, a La Ginestra e Bovino) raggiungono le due dorsali ad andamento appenninico NW – SE (e quindi di genesi chiaramente strutturale) a nord - est ed a sud – ovest della Sieve. Queste sono costituite rispettivamente a nord dalla dorsale Colla di Casaglia – Femmina Morta – Monte Peschiena con quote comprese tra i 913 ed i 1.198 metri s.l.m. del Monte Peschiena e dall'allineamento Monte Senario – Monte Giovi a sud - ovest. Questo settore è caratterizzato in massima parte da superfici boscate sia di caducifoglie che di conifere.

Il corso d'acqua principale di questa regione morfologica, il Fiume Sieve, è allineato in direzione rigidamente appenninica WNW – ESE, per poi girare dopo Contea in direzione antiappenninica, mentre i tributari di questo corso d'acqua risultano dispersi in molte direzioni, tuttavia con una certa prevalenza ad assumere direzione antiappenninica (cioè ortogonale alla direzione appenninica) NE – SW. Tutto ciò testimonia chiaramente un controllo strutturale sul reticolo idrografico caratterizzato da una serie di blocchi che si sono mobilizzati secondo le due direzioni principali di sforzo tettonico (appenninico ed antiappenninico), creando delle faglie lungo i loro bordi che hanno costituito una via preferenziale per le linee di deflusso superficiale. La Sieve, infatti, risulta impostata lungo l'asse del "graben" principale, cioè della depressione tettonica formatasi alla fine della fase orogenica appenninica. In generale l'idrografia dell'area, è caratterizzata da un insieme di corsi d'acqua a carattere torrentizio che incidono profondamente i rilievi, determinando la tipica configurazione a "v" delle valli minori. Solamente nel fondovalle maggiore il rilievo risulta più maturo, con una parte pianeggiante di limitata estensione caratterizzata da una fase deposizionale, piuttosto che da una fase erosiva, con presenza anche di numerosi meandri.

3.2. Geologia

La carta geologica utilizzata come base per questo lavoro, deriva dagli studi prodotti dal Dip.to di Scienze della Terra dell'Università di Firenze nell'ambito del Progetto VEL ed è stata integrata, nelle aree non rilevate, con la nuova cartografia geologica del Progetto CARG (sezioni 264020, 264030, 264060 e 264070) del foglio n.264. I dati contenuti sono quindi aggiornati alle ultime conoscenze acquisite sulle diverse formazioni geologiche ed i relativi rapporti stratigrafici.

3.2.1. Stratigrafia

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

DEPOSITI E COPERTURE PLIO-QUATERNARIE

Depositi alluvionali attuali e recenti (b)

Si tratta di un'alternanza di depositi ghiaiosi, sabbiosi, limosi e argillosi, ad andamento lenticolare, con frequenti eteropie laterali, talora con stratificazione incrociata, costituenti i sedimenti più recenti del fiume Sieve e dei suoi affluenti laterali. Olocene.

Detrito di versante (a)

Detrito di versante costituito da elementi eterometrici prevalentemente grossolani, dispersi in matrice sabbiosa, accumulato lungo i versanti principalmente per gravità. Pleistocene Medio finale-Olocene.

Depositi eluvio-colluviali (b8)

Depositi costituiti da elementi eterometrici a granulometria minore del detrito di versante, in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto o dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità. Pleistocene Medio finale-Olocene.

Depositi palustro-lacustri di sottosuolo (e3s)

Limi argillosi grigiastri con intercalazioni di accumuli vegetali, sabbie, ghiaie e ciottolami matrice-sostenuti. Questi depositi sono riferibili a piccoli specchi lacustri intravallivi temporanei associati ad antichi sbarramenti da frana di aste fluviali. Questi depositi sono stati rinvenuti esclusivamente in sondaggi effettuati a Caldeta e Firenzuola. Pleistocene Superiore?-Olocene.

Depositi di conoide alluvionale (m)

Ciottolami eterometrici e poligenici in matrice limoso-sabbiosa con tessitura da clasto- a matrice-sostenuta, e subordinatamente ghiaie, sabbie e limi. Pleistocene Inferiore?-Olocene.

SUCCESSIONE DEL MUGELLO Depositi fluviali del Bacino del Mugello

Sono i depositi fluviali attuali e terrazzati depositi dal Fiume Sieve e dai suoi affluenti dal Pleistocene inferiore finale all'Olocene entro il bacino del Mugello e vengono suddivisi in tre unità. Poggiano in discordanza sia sul substrato pre-pliocenico che sui depositi fluvio-lacustri. Presentano una caratteristica diminuzione granulometrica verso l'alto stratigrafico: ciottoli alla base, sabbie e limi al tetto. Dove possibile viene indicata la granulometria prevalente: ghiaie, sabbie o limi. In alcune aree queste unità risultano complessamente modellate da superfici intermedie. In questi casi, alla sigla dell'unità di riferimento viene associata una lettera in ordine alfabetico, a partire dalle superfici più alte (SIV_{n_a} -SIV_{n_n}).

Unità di Sagginale (SIV3)

Ciottolami bruno-grigiastri, da sub-arrotondati ad arrotondati; sabbie giallastre medio-fini a stratificazione inclinata piana; silt sabbiosi grigiastri massicci; argille siltose grigiastre laminate. Questi depositi costituiscono il terrazzo morfologicamente più basso e possono essere soggetti a locali inondazioni. Spessori variabili da 2-3 metri per gli affluenti della Sieve fino a 8-10 metri in corrispondenza della pianura della Sieve. Pleistocene Superiore?-Olocene.

Unità di Luco di Mugello (SIV2)

Ciottolami bruno-giallastri, da sub-arrotondati ad arrotondati; sabbie giallastre medio-fini a stratificazione inclinata piana; silt sabbiosi massicci; argille siltose grigiastre laminate. Questi depositi possono presentare al tetto una debole pedogenesi. Spessori di circa 5 m. Pleistocene Medio-Superiore.

Unità di Scarperia (SIV1)

Ciottolami rossastri a prevalenza arenaceo-marnosa, da sub-arrotondati ad arrotondati; sabbie e silt sabbiosi rossastri massicci. Sono depositi che al tetto presentano un paleosuolo argillico con caratteri idromorfici generalmente a profilo troncato con spessore inferiore ai 2 m. Spessori decametrici fino ad un massimo di circa 15 m. Pleistocene Inferiore finale?-Medio.

Depositi fluvio-lacustri del Bacino del Mugello

Sono i depositi di riempimento del Bacino del Mugello accumulati tra il Pliocene Sup? ed il Pleistocene Inferiore. Sono state definite tre unità ed in ogni unità sono state distinte varie associazioni di litofacies caratterizzate da frequenti passaggi latero-verticali. I depositi più grossolani prevalgono lungo i bordi del bacino ed immergono con varie pendenze verso il centro del bacino dove prevalgono materiali più fini con giaciture sub-orizzontali. Lo spessore massimo (dati GEMINA) del complesso fluvio-lacustre nel sub-bacino di Borgo S. Lorenzo è di circa 500-600 m, mentre nel sub-bacino di Barberino è di circa 100 m.

Unità MGO3

Ghiaie e ciottolami rossastri e limi sabbiosi rossastri massicci. Sono depositi di conoide alluvionale fortemente alterati che presentano al tetto lembi di un suolo fortemente troncato e caratterizzato da orizzonti argillosi. Spessore di circa 20-30 m. Pleistocene Inferiore finale?.

Unità MGO2

Ciottolami (c2) giallo-rossastri scarsamente classati in strati a base erosiva di spessore fino a 2 metri e tessitura da grano a matrice-sostenuta prevalentemente sabbioso-limosa e limi sabbiosi giallo-rossastri massivi, affioranti nel settore nord-orientale. Nel settore sud-occidentale i ciottolami sono angolosi e sub-angolosi a tessitura matrice-sostenuta argilloso-siltosa.

Sabbie (s2) giallastre medio-fini di delta conoide a laminazione piano-parallela orizzontale ed inclinata piana.

Argille siltoso-sabbiose (a2) lacustri e di fronte deltizio, talora con lenti di ciottoli, ghiaie e sabbie.

Lo spessore complessivo dell'unità varia tra i 200 e i 300 m. Pleistocene Inferiore.

Unità MGO1

Ciottolami (c1) giallo-grigiastri polimodali da sub-angolosi a mediamente arrotondati e tessitura da matrice a clasto-sostenuta, con intercalazioni di sabbie medio-grossolane e limi sabbiosi giallastri massivi.

Sabbie (s1) giallastre medio-grossolane massive; sabbie giallastre medio-fini a laminazione piano parallela orizzontale; sabbie giallastre medio-fini a laminazione inclinata piana e limi sabbiosi giallo-grigiastri massivi.

Argille siltose (a1), talora marnose e lignitifere, lacustri. Le intercalazioni lignitifere sono prevalenti nell'area di Barberino di Mugello. Spessore complessivo dell'unità 100 -200 m. Pliocene Superiore?-Pleistocene Inferiore.

SUBSTRATO PRE-PLIOCENICO DOMINIO LIGURE

Unità tettonica Canetolo

Arenarie di Monte Senario (AMS)

Alternanze arenaceo ed arenaceo-pelitiche in strati da medi a molto spessi e, più frequentemente, in banchi. Il rapporto A/P è generalmente $\gg 1$. Le areniti, di colore giallastro, hanno composizione quarzoso-feldspatica e granulometria da medio-fine a grossolana, fino a micro-conglomeratica. Presenza di clay chips. Talora sono presenti intercalazioni di strati calcareo-marnosi, di spessore medio, grigi, a frattura scheggiata. Contatto inferiore con le Argille e Calcari di Canetolo litofacies arenaceo-calcareo (ACCa) o litofacies calcarea (ACCb). La potenza rilevata a scala regionale è di circa 400 m. Eocene Medio-Sup.

DOMINIO TOSCANO

Unità tettonica Falterona

Marne di Vicchio (VIC)

Marne siltose e marne calcaree grigie a frattura scheggiata. Stratificazione da sottile a media, talora poco marcata per bioturbazione o scarsa classazione granulometrica. Presenti sottili livelli di siltite o arenite fine a componente calcarea; localmente diventa preponderante la frazione calcarea e la formazione si presenta massiva, spesso intensamente fratturata e con un elevato numero di vene di calcite. Presenti sottili strati calcarenitici fini di colore biancastro e lenti o liste di selce nera spesse fino a 50 cm. Nella parte alta della formazione si intercala un olistostroma (ol) costituito da argille grigie in superficie fresca e nocciola in superficie alterata con tessitura clastica ed inclusi di calcari e VIC oltre a formazioni di incerta attribuzione, non sempre cartografabili. La potenza complessiva dell'intera formazione è di oltre 450 m. Burdigaliano Inf.-Serravalliano Inf..

Unità tettonica Acquerino

Formazione dell'Acquerino (AQR)

Alternanze da arenaceo-pelitiche a pelitico-arenacee fino a peliti prevalenti, in strati gradati. Le

areniti hanno colore grigio, composizione feldspatolitica e sono molto ben cementate. Le peliti sono anch'esse grigie e molto indurite. Paleocorrenti con provenienze dei flussi da WNW. La formazione è stata interamente suddivisa in 3 membri con tendenza *fining and thinning upward*. Contatto inferiore netto sulle Marne varicolori di Villore (MVV). La potenza complessiva rilevata a scala regionale è di oltre 1000 m. Depositi di un singolo sistema torbido. Chattiano?-Burdigaliano (MNN1a-MNN3b).

Formazione dell'Acquerino membro pelitico (AQR3)

Siltiti marnose, marne siltose e marne grigio chiare-nocciola a stratificazione molto sottile e non sempre ben evidente. Presenti verso il basso rare e sottili intercalazioni di areniti gradate a grana fine e finissima. La potenza rilevata a scala regionale di circa 300 m. Contatto inferiore graduale con il membro pelitico-arenaceo (AQR2). Depositi emipelagici e torbiditi fini di tracimazione.

Marne varicolori di Villore (MVV)

Marne e marne argillose di colore variegato grigio chiaro, verdino, talora rossastro, caratterizzate da vistosa fissilità. La potenza parziale rilevata a scala regionale è di circa 100 m. Contatto inferiore non affiorante poiché la formazione è sempre troncata da superfici di sovrascorrimento. Depositi pelagici ed emipelagici. Chattiano-Aquitano (MNP25a-MNN1d).

Unità tettonica Monte Castel Guerrino

Formazione del Torrente Carigiola (TCG)

Alternanze arenaceo-pelitiche con strati gradati caratterizzati in gran parte da un variabile rapporto A/P e soprattutto dalla presenza di strati particolarmente spessi ("megastrati") a grana grossolana. Le areniti hanno composizione feldspatolitica e sono molto ben cementate. Le peliti sono anch'esse grigie e molto indurite. Paleocorrenti con provenienze dei flussi da WNW. La formazione è stata interamente suddivisa in 2 membri con tendenza *fining and thinning upward*, di cui qui affiora solo quello basale (TCG1). Potenza massima rilevata a scala regionale di circa 1000 m. Depositi di un singolo sistema torbido contenente megatorbiditi silicoclastiche. Aquitano (MNN1a-MNN1d).

DOMINO UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLO

Formazione marnoso-arenacea membro di Premilcuore (FMA3)

Generalmente caratterizzato da un rapporto arenite/pelite da poco inferiore a 1 a circa 2, talora sono presenti orizzonti con rapporto arenite/pelite fino a 6 e strati amalgamati. Si osserva una cementazione differenziale nei letti arenitici, generalmente da media a buona alla base e debole al tetto. Nelle zone di affioramento più interne, a ridosso del "thrust" dell'Unità tettonica Castel Guerrino, è stata distinta una litofacies arenacea costituita da strati arenacei amalgamati con rapporto arenite/pelite anche maggiore di 6 (FMA3a), spesso da alcune decine di metri fino a circa 200 metri. E' presente anche un orizzonte caotico, circa 150-200 metri sotto allo strato Contessa, noto come *slump di Quadalto* (qa); trattasi di un corpo di franamento sottomarino con elementi solo intraformazionali nel settore più esterno e con elementi extraformazionali varicolori nel settore più interno. Questo presenta forti variazioni laterali e superficie di base molto irregolare. Lo spessore è compreso tra 20 e 120 metri. La potenza massima rilevata a scala regionale varia notevolmente da sud a nord; nell'elemento tettonico più interno supera i 1.000 metri. Langhiano-Serravalliano Inferiore (MNN5a-MNN6a).

3.3. Geomorfologia

L'individuazione delle forme del terreno e l'attribuzione di esse ai vari processi morfogenetici è stata effettuata utilizzando i dati relativi alla Carta Geomorfologica di supporto al Piano Strutturale, datata Marzo 2009, aggiornandola, dove necessario, con le più recenti perimetrazioni e classificazioni della carta delle aree a pericolosità da frana del PAI, derivante dall'inventario dei fenomeni franosi (IFFI), livello di dettaglio scala 1:10.000. Le perimetrazioni così ottenute sono state verificate mediante controlli in campagna con i tecnici dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno e del Genio Civile di Firenze per giungere all'aggiornamento del quadro conoscitivo di base utilizzato sia per questo studio sia per la nuova carta della pericolosità geologica del PS di Vicchio in corso di elaborazione. Questo lavoro ha portato alla revisione e aggiornamento del PAI relativamente alla "Perimetrazione delle aree con pericolosità da frana derivate dall'inventario fenomeni franosi livello di dettaglio" (Decreto del Segretario Generale n.42 del 19/06/2015).

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

Le forme dovute agli agenti morfogenetici sono state, quindi, raggruppate secondo i seguenti temi:

- 1) processi fluviali dovuti all'azione delle acque correnti superficiali che producono forme di erosione e forme di accumulo;
- 2) processi sui versanti dovuti all'azione della gravità che producono forme di denudazione e forme di accumulo;
- 3) attività antropica quali i rilevati delle infrastrutture viarie, gli sbarramenti dei laghetti collinari, l'estrazione di materiale lapideo ecc.

Processi fluviali

All'interno di questo gruppo sono stati raccolti tutti i fenomeni geomorfologici legati all'azione erosiva dell'acqua incanalata e non. Sono state messe in evidenza le aree dove è attivo un processo erosivo dovuto ad un ruscellamento diffuso localizzato o diffuso, cioè le aree in cui le acque superficiali non incanalate svolgono attività erosiva lungo i versanti. Sono state anche individuate le zone caratterizzate da un'azione erosiva profonda svolta dalle acque superficiali; in alcune aree sono stati riconosciuti processi calanchivi. Un processo fluviale evidente riguarda il ruscellamento incanalato, ossia l'attività esercitata dall'acqua lungo i versanti, incanalata in letti definiti lungo i quali prevalgono i processi erosivi su quelli deposizionali. Sono inoltre state evidenziate, lungo le aste dei principali corsi d'acqua, le zone che presentano erosione di sponda; le ripe in erosione, infatti, sono aree in cui prevale l'azione erosiva delle acque come fattore modellante dell'andamento del corso del fiume. Sono stati inclusi nei processi operanti sui versanti gli orli di scarpata in erosione; sono marcati da brusche rotture di pendio ed indicano, sovente, una ripresa dell'attività erosiva sulla superficie del versante, indizi di un incipiente movimento di massa o collegate alla espansione di un fenomeno già in atto. Sono state distinte scarpate fluviali e orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio.

Processi sui versanti

Questo raggruppamento comprende tutti i processi in atto sui versanti le cui cause principali si possono individuare nell'acclività del versante stesso, nella litologia presente, nella sua giacitura, coadiuvate dall'azione erosiva delle acque superficiali e nella presenza di fratture e faglie. Sono stati annotati tutti i movimenti franosi in atto o quiescenti (attualmente stabili ma con indizi di possibili movimenti) presenti nell'area; si tratta di frane di scivolamento, di crollo e di colamento la

cui estensione areale è talvolta notevole, anche in virtù della frequente coalescenza fra fenomeni attigui. Ciascun movimento franoso è stato rappresentato cartograficamente con un areale che comprende tutte le parti che lo compongono: nicchia di distacco, corpo della frana, zona di accumulo. La nicchia di distacco, di individuazione planimetrica quasi sempre arcuata, separa a monte del fenomeno la massa in frana da quella stabile con esposizione del substrato. Il corpo della frana è costituito dall'insieme dei terreni mobilizzati immediatamente sottostanti alla zona di distacco fino alla zona di accumulo; nelle frane di tipo rotazionale presenta generalmente alla spalle di quest'ultima una depressione allungata con ristagno di acqua. La zona di accumulo si presenta con struttura caotica e di forma variabile a seconda della tipologia del processo e delle caratteristiche litologiche dei terreni coinvolti. In particolari zone dove sono presenti più fenomeni franosi di piccola o media dimensione e non si riconosce una specifica nicchia di distacco ed un corpo di frana ben delimitato, si è provveduto a delimitare l'area comprendente tutti i movimenti definendola "area molto instabile per franosità diffusa". Anche per le paleofrane o frane antiche stabilizzate sono stati riportati, dove possibile, gli orli delle nicchie di distacco e sono stati delimitati i contorni dei corpi di frana e delle zone di accumulo. Sono state, inoltre, segnalate le zone dove i versanti presentano movimenti generalmente lenti di spessori di terreno contenuti che possono però talora coinvolgere anche l'intero pendio; non si tratta di movimenti franosi veri e propri, ma di deformazioni plastiche del terreno, sintomi che testimoniano una certa propensione al dissesto del versante (movimento di massa per soliflusso localizzato o area instabile per soliflusso generalizzato).

Forme antropiche

Nel terzo ed ultimo raggruppamento sono stati raccolti i processi geomorfologici legati all'azione diretta dell'uomo. Sono stati individuati i processi antropici che incidono maggiormente sul territorio: le aree intensamente modellate dall'uomo, spesso denudate per cause diverse ed esposte quindi ad un'accelerata erosione e modellamento del rilievo. Sono stati individuati rilevati stradali, autostradali, dighe in terra ed argini. Sono stati inoltre segnalati orli di scarpata artificiale e le aree di cava, distinguendole in attive ed inattive. Infine sono stati individuati i corpi d'acqua.

4. La raccolta dei dati geognostici

La raccolta dei dati sulle caratteristiche litologiche dei terreni è consistita nel reperimento di tutte le indagini geognostiche riportate negli archivi del Genio Civile di Firenze, della Regione Toscana, della Provincia di Firenze e dell'Ufficio Tecnico del Comune di Vicchio. Tra le indagini esistenti, sono state recuperate anche le stratigrafie di sei sondaggi, sei prove sismiche in foro tipo Down-Hole, dodici stendimenti di sismica a rifrazione in onde P e Sh e tredici misure di microtremore a stazione singola (HVSR), eseguiti nell'ambito dei progetti VEL, DOCUP e MS realizzati dalla Regione Toscana. Per i pozzi profondi si è consultato la banca dati dell'Istituto ISPRA e l'archivio della Provincia di Firenze, rilevando 46 stratigrafie significative all'interno delle aree d'indagine. Le informazioni così raccolte sono state integrate mediante la realizzazione di venti misure di microtremore (HVSR) nelle aree non interessate dagli studi di microzonazione già eseguiti dalla Regione Toscana, oltre a dieci prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT) e cinque con punta elettrica (CPTe) per il calcolo del potenziale di liquefazione dei terreni che caratterizzano la piana della Sieve anche in corrispondenza della zona industriale posta ad ovest del capoluogo. I dati forniti dalle nuove indagini hanno permesso di arrivare ad un quadro informativo di base sufficientemente adeguato alla predisposizione delle carte MOPS.

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

Tabella 3 – Dati geognostici e geofisici disponibili per l'area di approfondimento dello studio di MS, con individuazione di quelli che hanno raggiunto il substrato

	tipo indagine	numero indagine	numero substrato
aree studio di microzonazione sismica	prova penetrometrica dinamica super pesante (DPSH)	15	-
	prova penetrometrica statica (CPT)	38	-
	prova penetrometrica statica con punta elettrica (CPTe)	5	-
	sondaggio a carotaggio continuo (complessivi)	27	9
	sondaggio a distruzione	5	-
	prova sismica in foro tipo Down-Hole	6	5
	misura di frequenza HVSR	33	31
	profilo sismico a rifrazione con onde P	2	2
	profilo sismico a rifrazione con onde P e SH	12	8
	pozzo con stratigrafia	46	17

L'insieme di tutte le indagini geognostiche raccolte, sia quelle pregresse che di nuova realizzazione, sono state riportate nello specifico elaborato cartografico "*Carta delle Indagini*", redatto in scala 1:5000 su quattro quadranti (Vicchio Nord, Vicchio Sud, Case Caldetta e Villore).

5. Le nuove indagini geognostiche

Il quadro delle prove esistenti ha permesso di individuare alcune lacune informative da colmare attraverso la predisposizione di indagini geofisiche aggiuntive. In particolare, di concerto con i tecnici della Regione Toscana, è stata prevista l'esecuzione di 20 prove HVSR, da distribuire in maniera uniforme all'interno delle aree non investigate dai precedenti studi di microzonazione, oltre a quindici prove penetrometriche statiche, di cui dieci con punta meccanica (CPT) e cinque con punta elettrica (CPTe), spinte ad una profondità di 15,0 m oppure fino al rifiuto strumentale.

5.1. Le prove HVSR

Come precedentemente ricordato, la normativa della Regione Toscana prescrive al livello 1 della MS l'elaborazione di misure di microtremore a stazione singola; infatti questi rilievi strumentali in campagna permettono di ottenere, già a questa scala di approfondimento, dati quali-quantitativi per l'individuazione di possibili fenomeni di amplificazione della sollecitazione sismica e una misura della frequenza fondamentale di vibrazione dei depositi (che costituisce una indicazione di particolare importanza per la valutazione di possibili fenomeni di risonanza dei manufatti e quindi della necessità di assumere particolari accorgimenti progettuali o escludere particolari tipologie costruttive in zone particolari). La campagna di misure strumentali è stata realizzata distribuendo i punti di indagine in modo uniforme, tenendo conto della distribuzione di tutte le indagini geognostiche disponibili e delle condizioni di pericolosità geologica del sito.

5.2. Brevi cenni sulla tecnica HVSR

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

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

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

Per valutare l'adeguatezza delle condizioni sperimentali alle richieste del metodo (Sesame, 2002) ai quali si aggiungono ulteriori criteri "fisici" (D.Albarellò e S.Castellaro: *Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola* – Ingegneria Sismica n.2/2011) per giungere ad una classificazione delle misure circa la qualità della singola misura H/V effettuata, sono stati sviluppati specifici test statistici i cui esiti costituiscono un "warning" per avvisare l'operatore sulla necessità di approfondire il risultato ottenuto attraverso correlazioni con altre misure (sia dirette che indirette).

L'interpretazione delle curve H/V risulta agevole in condizioni di stratificazione piano parallela e in presenza di contrasti di impedenza significativi alla base dello strato sedimentario. Il progressivo allontanamento da queste condizioni rende sempre più problematico l'utilizzo dei dati H/V per caratterizzare il sottosuolo a partire da *modelli interpretativi semplici* (da cui l'ausilio dei "warning" della classificazione di qualità delle misure); pertanto entrano in gioco *criteri interpretativi* che cercano di mettere a sistema tutte le informazioni geologiche dirette ed indirette disponibili per lo specifico luogo in esame. Le misure HVSR ai fini della MS di livello 1 si prestano a due ordini di interpretazioni:

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

Tabella 4 – Abachi preliminari per una stima semi-qualitativa dello spessore coperture (a) e dell'entità del contrasto sismico (b)

a)			b)		
f_0 (Hz)	h (m)		f_0 (Hz)	h (m)	
< 1	> 100	Centinaia di metri	< 1	> 100	Centinaia di metri
1 – 2	50 – 100		1 – 2	50 – 100	
2 – 3	30 – 50		2 – 3	30 – 50	
3 – 5	20 – 30	Decine di metri	3 – 5	20 – 30	Decine di metri
5 – 8	10 – 20		5 – 8	10 – 20	
8 – 20	5 – 10		8 – 20	5 – 10	
> 20	< 5	Qualche metro	> 20	< 5	Qualche metro
H/V >3 Alto contrasto			H/V >3 Alto contrasto		
2<H/V<3 Basso Contrasto			2<H/V<3 Basso Contrasto		

5.3. Attrezzatura

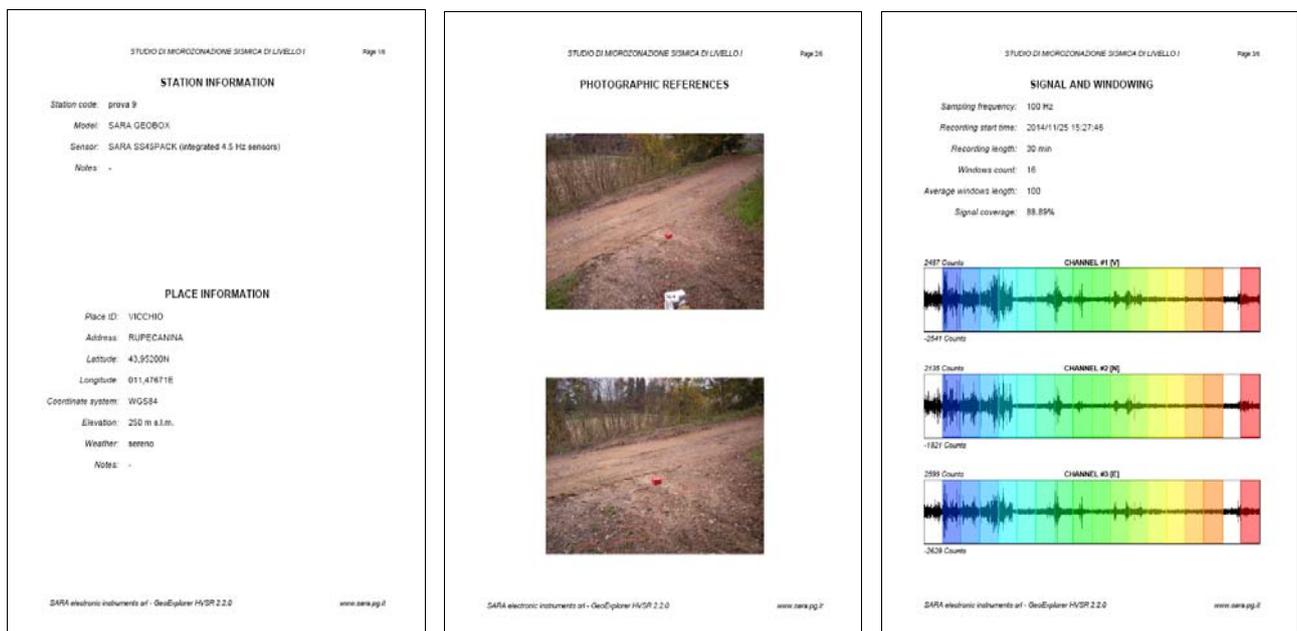
Per l'effettuazione delle prove HVSR si è utilizzato la seguente strumentazione:

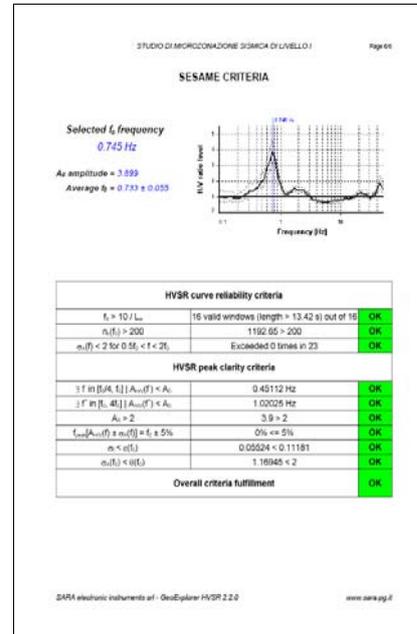
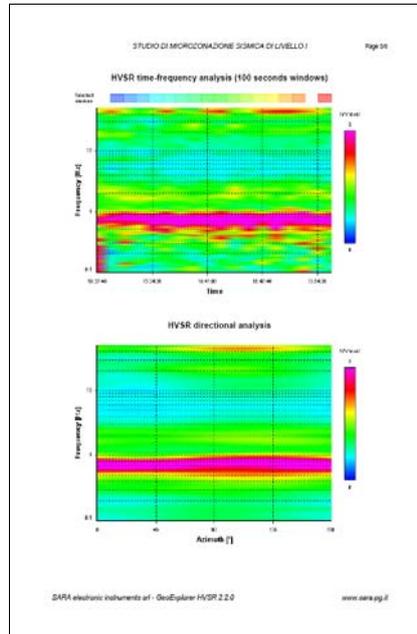
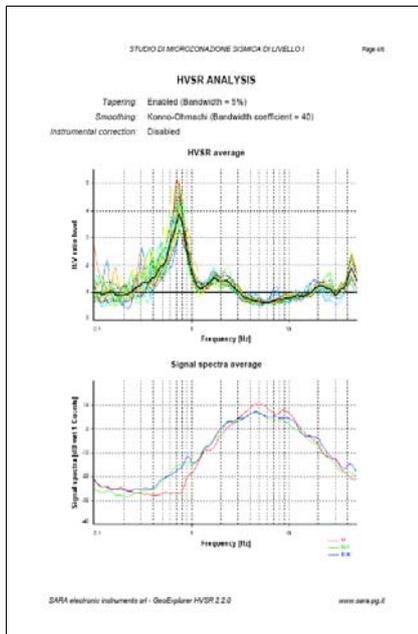
- Sismografo SR04S3 GeoBox della ditta Sara Electronic Instruments di Perugia, equipaggiato con tre velocimetri con frequenza 4,5Hz.
- Alimentazione: 10-16Vdc o da batteria interna < 1W
- Numero canali: 3 a 24 bit ($\Sigma\Delta$)
- Range dinamico: 124dB (144dB, 24 bit effettivi [enob], fra 0.1 e 10Hz)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

5.4. Elaborazione

Le elaborazioni delle registrazioni effettuate sono state eseguite con il software *GeoExplorerHVSR* della ditta Sara Electronic Instruments di Perugia. Questo software permette la verifica della rispondenza ai criteri statistici definiti dal progetto Sesame in merito alla affidabilità della registrazione, opportunamente completati con i criteri definiti da Albarello-Castellaro 2011, fornendo una serie di uscite grafiche che vengono riportate nelle schede relative a ciascuna misura effettuata (in Appendice 1). L'elaborazione dei dati prevede che per ciascuna misura vengano individuati i picchi di H/V significativi da analizzare singolarmente per rilevarne la significatività anche in chiave di qualità della misura. Le schede di output di ciascuna misura (figura 1) riportano le informazioni "di campagna" del sito oggetto di indagine, le principali assunzioni adottate per l'analisi delle registrazioni e quindi i risultati "grafici" dell'elaborazione e la verifica del soddisfacimento dei criteri per giungere all'attribuzione della classe di qualità della misura. Dove siano presenti più picchi, l'elaborazione prevede una prima scansione della registrazione su tutto il range di frequenze significative comprese fra 0.2 Hz e 50 Hz (sempre allegata al fine di rendersi conto della forma del grafico H/V), quindi una successiva scansione con range di frequenze campionate più ristretto (intorno al picco relativo) per evidenziare le caratteristiche dello specifico picco di interesse e valutare la qualità della misura in quello specifico range.

figura 1 – schede di output dell'elaborazione misure HVSR





5.5. Monografie misure HVSR

In questo paragrafo si discutono sinteticamente gli aspetti significativi, le considerazioni e le valutazioni che emergono dall'esame delle misure effettuate nelle aree interessate dall'indagine di MS. La visione d'insieme permette di inquadrare correttamente ciascuna singola misura nel contesto più ampio e quindi con il contributo di una interpretazione svolta su più punti e con più riferimenti connessi alle stratigrafie delle indagini dirette disponibili. Le considerazioni sono di carattere "stratigrafico", inquadrando le risposte delle prove con le conoscenze geologiche disponibili (individuazione di modeste coperture e zone di detensionamento superficiale per alterazione), ma divengono sostanziali, dal punto di vista "ingegneristico", laddove i picchi di risonanza rientrano nel range di frequenze di vibrazione di edifici e manufatti (0.5-10 Hz) per le implicazioni dirette che possono avere negli eventuali fenomeni di risonanza delle strutture.

prova 1: misura affidabile (classe A), massimo risonante evidente intorno a 0,398 Hz con contrasto di impedenza alto ($A_0=3,678$); il picco individuato può essere riconducibile al passaggio, posto oltre 150 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (argille e sabbie prevalenti) e il substrato litoide, presumibilmente rigido dato l'alto contrasto d'impedenza.

prova 2: misura affidabile (classe A), massimo risonante evidente intorno a 0,545 Hz con contrasto di impedenza alto ($A_0=3,338$); il picco individuato, come per la prova 1, può essere riconducibile al passaggio, posto oltre 150 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (argille e sabbie prevalenti) e il substrato litoide, presumibilmente rigido dato l'alto contrasto d'impedenza.

prova 3: misura affidabile (classe A), massimo risonante evidente intorno a 0,351 Hz con contrasto di impedenza alto ($A_0=4,303$); in accordo con le prove precedenti, il picco individuato può essere riconducibile al passaggio, posto oltre 150 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (argille e sabbie prevalenti) e il substrato litoide, presumibilmente rigido dato l'alto contrasto d'impedenza.

prova 4: misura affidabile (classe A), massimo risonante evidente intorno a 0,330 Hz con contrasto di impedenza alto ($A_0=4,216$); anche in questo caso, il picco individuato può essere riconducibile al passaggio, posto oltre 150 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (argille e sabbie prevalenti) e il substrato litoide, presumibilmente rigido dato l'alto contrasto d'impedenza.

prove 5 e 6: misure affidabili (classe A) massimo risonante evidente intorno a 0,330 Hz con

contrasto di impedenza basso ($A_0=2,192$ per la prova 5 e $A_0=2,398$ per la prova 6); queste misure, ben comparabili fra loro, individuano un picco che può essere riconducibile al passaggio, posto ad una profondità anche superiore a 200 m, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (ghiaie e ciottoli prevalenti) e il substrato litoide.

prova 7: misura di classe B (affidabile considerando il contesto), con massimo risonante a 41,417 Hz con basso contrasto d'impedenza basso ($A_0=2,672$), è da considerarsi piatta non individuando il passaggio tra i depositi fluvio-lacustri (ghiaie e ciottoli prevalenti) e il substrato litoide, posto probabilmente ad una profondità superiore a 150 m, poiché potrebbe essere caratterizzato da un graduale aumento delle velocità con la profondità.

prove 8: misura affidabile (classe A), massimo risonante evidente intorno a 0,657 Hz con contrasto di impedenza basso ($A_0=2,003$); il picco individuato può essere riconducibile al passaggio tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (ghiaie e ciottoli prevalenti) e il substrato litoide, posto oltre 200 m di profondità. La ridotta ampiezza del picco potrebbe essere dovuta ad un ridotto contrasto d'impedenza tra i terreni di copertura ed il substrato litoide.

prova 9: misura affidabile (classe A) massimo risonante evidente intorno a 0,745 Hz con contrasto di impedenza alto ($A_0=3,899$); il picco individuato può essere riconducibile anche in questo caso al passaggio, posto oltre 150 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre e il substrato litoide.

prova 10bis: misura di classe C (affidabile considerando il contesto), con massimo risonante a 5,218 Hz con basso contrasto d'impedenza ($A_0=1,821$), da considerarsi piatta perché la misura è stata eseguita in una zona in cui il substrato geologico, costituito dalla Formazione dell'Acquerino, risulta sub-affiorante.

prova 11: misura affidabile (classe A) massimo risonante evidente intorno a 17,199 Hz con contrasto di impedenza alto ($A_0=4,155$); il picco individuato è riconducibile al passaggio, posto intorno a 3/4 m di profondità, tra la copertura di detrito di versante e il substrato litoide costituito dalla Formazione marnoso arenacea.

prova 12: misura affidabile (classe A) massimo risonante evidente intorno a 0,291 Hz con contrasto di impedenza alto ($A_0=3,046$); in accordo con le prove 5 e 6, eseguite più a nord sempre lungo il fondovalle del T. Pesciola, il picco può essere riconducibile al passaggio, posto ad una profondità anche in questo caso superiore a 200 m, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (ghiaie e ciottoli prevalenti) e il substrato litoide.

prova 13: misura affidabile (classe A) massimo risonante evidente intorno a 0,794 Hz con contrasto di impedenza alto ($A_0=3,246$); il picco individuato può essere riconducibile al passaggio, posto tra 100 e 150 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (argille e sabbie prevalenti) e il substrato litoide, presumibilmente rigido dato l'alto contrasto d'impedenza.

prove 14: misura affidabile (classe A) massimo risonante intorno a 1,311 Hz con contrasto di impedenza basso ($A_0=2,096$); il picco individuato può essere riconducibile al passaggio, posto intorno a 70/80 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (ghiaie e ciottoli prevalenti) e il substrato litoide.

prove 15: misura affidabile (classe A) massimo risonante evidente intorno a 11,083 Hz con contrasto di impedenza basso ($A_0=2,552$); il picco individuato è riconducibile al passaggio, posto intorno a 5/6 m di profondità, tra la copertura di detrito di versante e il substrato litoide costituito dalla Formazione del T. Carigiola.

prove 16: misura affidabile (classe A) massimo risonante evidente intorno a 0,398 Hz con contrasto di impedenza alto ($A_0=4,156$); il picco individuato può essere riconducibile al passaggio, posto intorno a 150 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (argille e sabbie prevalenti) e il substrato litoide, presumibilmente rigido dato l'alto contrasto d'impedenza.

prove 17: misura affidabile (classe A), la prova individua un picco ad alte frequenze intorno a 28,419 Hz con contrasto di impedenza basso ($A_0=2,225$) ed un picco a basse frequenze intorno a 0,451 Hz con contrasto d'impedenza basso ($A_0=2,080$); il picco ad alte frequenze può essere riconducibile al passaggio, compreso entro pochi metri di profondità rispetto al piano campagna, tra il suolo agrario più superficiale e i depositi fluvio-lacustri (ghiaie e ciottoli prevalenti), mentre il picco a basse frequenze può rappresentare il passaggio, posto oltre 150/200 m di profondità, tra i depositi fluvio-lacustri ed il substrato litoide.

prova 19: misura affidabile (classe A) massimo risonante intorno a 0,511 Hz con contrasto di impedenza basso ($A_0=2,606$); il picco individuato può essere riconducibile al passaggio, posto oltre 200 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (ghiaie e ciottoli prevalenti) e il substrato litoide.

prova 20bis: misura affidabile (classe A) massimo risonante intorno a 8,098 Hz con contrasto di impedenza basso ($A_0=2,396$); il picco individuato è riconducibile al passaggio, posto intorno a 7/8 m di profondità, tra la copertura di detrito di versante e il substrato litoide costituito dalla Formazione del T. Carigiola.

prove 21bis: misura affidabile (classe A) massimo risonante intorno a 15,170 Hz con contrasto di impedenza basso ($A_0=2,6974$); il picco individuato può essere riconducibile al passaggio, posto entro 10 m di profondità, tra i terreni di copertura fluvio-lacustre (ghiaie e ciottoli prevalenti) e il substrato litoide.

In Appendice 1, oltre alle elaborazioni delle prove effettuate si riporta anche la relazione tecnica relativa alle tredici misure HVSR che la Regione Toscana ha realizzato, direttamente o tramite il supporto scientifico del Dip.to di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, nell'ambito degli studi di microzonazione sismica di livello 1 e di livello 3 che hanno interessato sia il capoluogo che l'area di Case Caldetta.

Considerazioni conclusive: le misure effettuate confermano sia le conoscenze geologiche e strutturali della porzione di bacino occupata dal territorio comunale di Vicchio, che le evidenze geologiche di superficie come attestate dalle indagini dirette recuperate.

Nel centro del fondovalle i depositi fluvio-lacustri, costituiti prevalentemente da terreni fini tipo argille e sabbie, sono caratterizzati da uno spessore che supera i 200 metri e che tende a ridursi verso i bordi del bacino, dove sono presenti i depositi più grossolani tipo ghiaie e ciottoli, ed in corrispondenza del capoluogo.

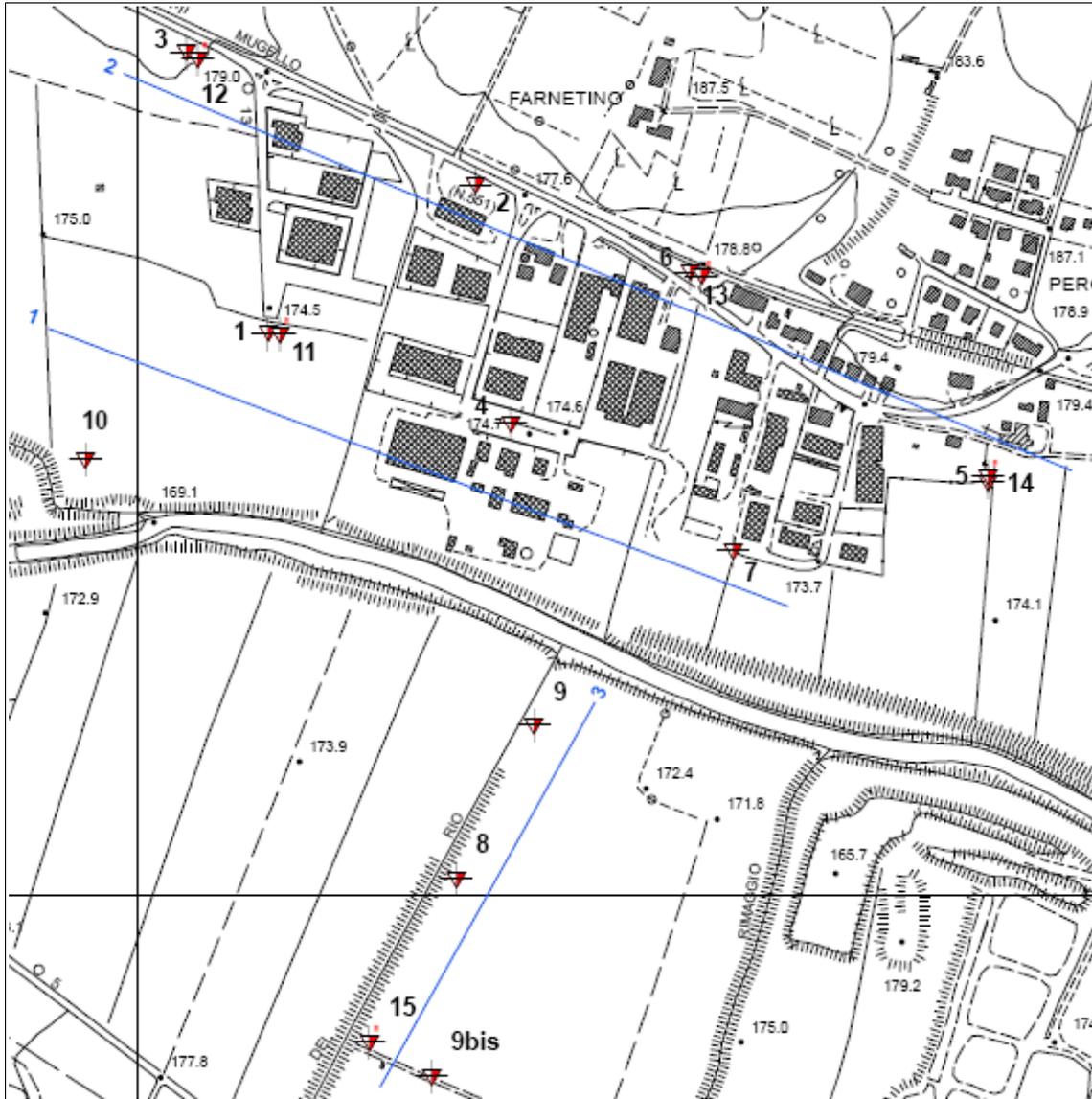
Il substrato litoide specialmente nella zona a nord del bacino è interessato da una serie di faglie normali che gli conferiscono un andamento a gradini.

Sui versanti di bordo valle si rileva la presenza di ridotte coltri detritiche poste al di sopra del substrato litoide con spessori che mediamente non superano una decina di metri.

5.6. Le prove penetrometriche statiche (CPT e CPTE)

Al fine di approfondire lo studio della suscettibilità a liquefazione a carattere sperimentale già avviato dalla Regione Toscana con la collaborazione del Dip.to di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze, sono state eseguite, in corrispondenza della zona industriale posta ad ovest del capoluogo, dieci prove penetrometriche statiche con punta meccanica (da CPT1 a CPT10) e cinque con punta elettrica (da CPTE11 a CPTE15) (figura 2). La prova CPT9, essendosi arrestata per rifiuto strumentale a 5,6 m di profondità, è stata ripetuta a circa 360 m di distanza verso sud-ovest (CPT9bis), in prossimità della prova CPTE15, raggiungendo 15,0 m di profondità. I report completi delle prove sono riportati in Appendice 2.

figura 2 – ubicazione delle prove penetrometriche statiche CPT e CPTE



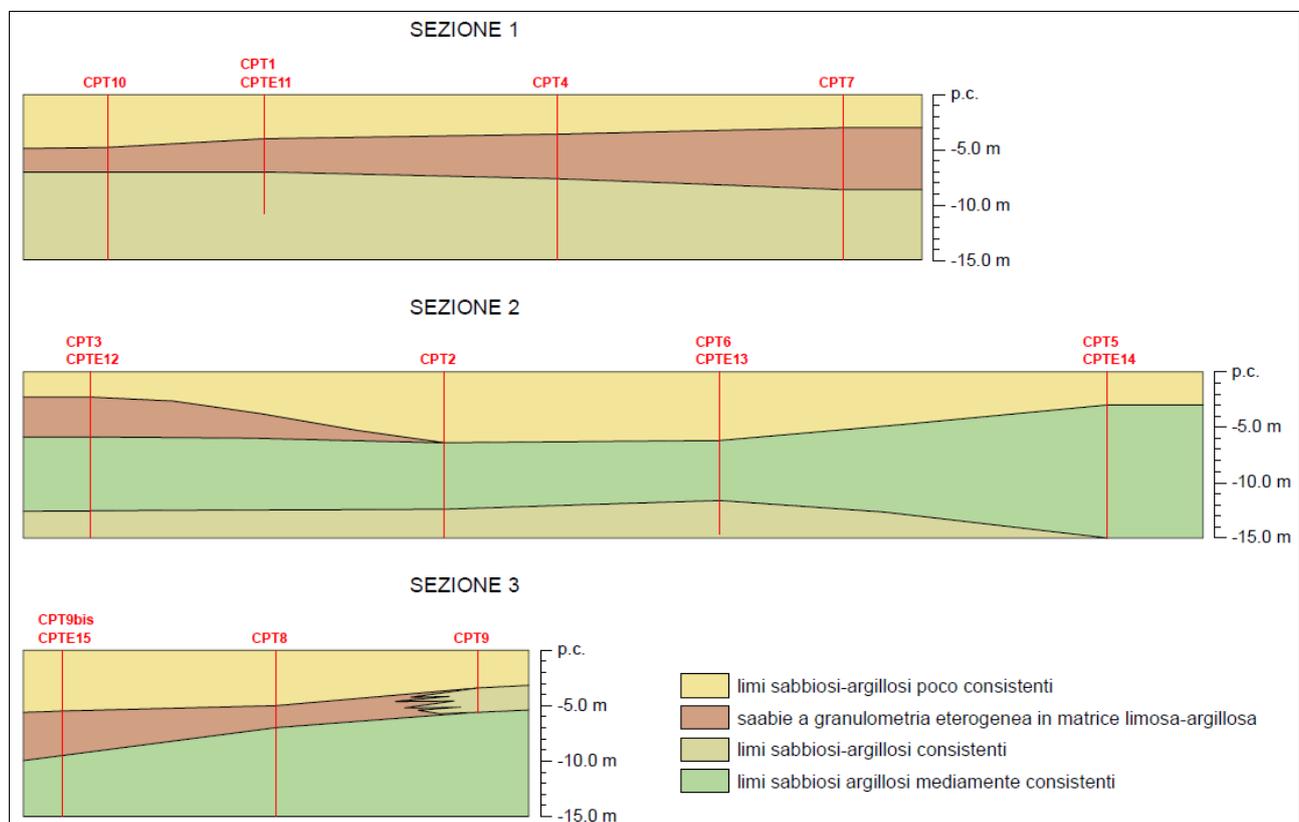
In funzione dell'ubicazione delle prove penetrometriche, sono state ricostruite le successioni litologiche lungo tre tracce di sezione (vedi figura 2). Lungo la sezione 1, che interpola i dati relativi alle prove CPT1, CPT4, CPT7, CPT10 e CPTE11, è possibile ricostruire una successione stratigrafica caratterizzata da tre orizzonti litologici. Il più superficiale, con spessore variabile da 3,0 metri nella prova CPT7 a 4,8 metri nella prova CPT10, è costituito da limi sabbiosi-argillosi poco consistenti. Al di sotto è presente un orizzonte di sabbie a granulometria eterogenea con ghiaia in matrice limosa-argillosa. Infine, oltre una profondità che varia da 7,0 m nella prova CPT10 a 8,6 m nella prova CPT7, si rileva la presenza di un livello di limi sabbiosi argillosi molto consistenti, tranne che in corrispondenza delle prove CPT1 e CPTE11 dove la frazione sabbiosa risulta prevalente (figura 3).

Lungo la sezione 2, che interpola i dati relativi alle prove CPT2, CPT3, CPT5, CPT6, CPTE12, CPTE13 e CPTE14, è possibile ricostruire una successione stratigrafica caratterizzata anche in questo caso da tre orizzonti litologici. Il più superficiale, con spessore variabile da circa 3,0 m agli estremi delle sezione (prove CPT3, CPTE12, CPT5 e CPTE14) fino a circa 6,0 in corrispondenza delle prove CPT2 e 6 e CPTE13, è costituito da limi sabbiosi-argillosi da poco a mediamente consistenti. Al di sotto, la litologia rimane costante aumentando però il livello di consistenza che

varia da mediamente consistente a consistente, fanno eccezione le prove CPT3 e CPTE12 che, fra 3,2 m e 5,8 m di profondità, individuano un orizzonte di sabbie a granulometria eterogenea con ghiaia in matrice limosa-argillosa. Questo livello si sviluppa fino ad una profondità di circa 12,0 m, tranne nelle prove CPT5 e CPTE14 dove raggiunge 15,0 m. Infine, si rileva la presenza di un livello di limi sabbiosi argillosi molto consistenti, tranne che in corrispondenza delle prove CPT6 e CPTE1 dove la frazione sabbiosa risulta prevalente (figura 3).

La sezione 3, che interpola i dati delle prove CPT8, CPT9, CPT9bis e CPTE, risulta molto ben correlabile, sia per numero di orizzonti che per litologia, alla sezione 1. Anche in questo caso, l'orizzonte più superficiale è costituito da limi sabbiosi-argillosi poco consistenti con uno spessore che varia da 3,0 m nella prova CPT9 a circa 5,5 m nelle prove CPT9bis e CPTE15. Al di sotto si rileva la presenza di un orizzonte di sabbie a granulometria eterogenea con ghiaia in matrice limosa-argillosa che sviluppa fino ad una profondità compresa tra 7,0 m nella prova CPT8 a 9,5 m nelle prove CPT9bis e CPTE15. Infine è presente un livello di limi sabbiosi argillosi mediamente consistenti (figura 3).

figura 3 - sezioni litologiche



6. Verifica della suscettibilità a liquefazione

Per poter verificare il potenziale di liquefazione dei terreni interessati dalle prove penetrometriche statiche (CPT e CPTE), è stato utilizzato un foglio di calcolo sperimentale messo a punto dal Dip.to di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze e fornitoci dai tecnici dell'Ufficio Prevenzione Sismica della Regione Toscana. Una volta terminato l'inserimento dei parametri di input (accelerazione massima orizzontale, magnitudo, profondità della falda, resistenza penetrometrica alla punta e attrito laterale), il foglio di calcolo, utilizzando alcune formule di correlazione note in letteratura, fornisce il valore dell'indice del potenziale di liquefazione relativo a ciascuna verticale d'indagine. Per queste verifiche è stata considerata un'accelerazione

di picco pari a $0,3 a_{max}/g$, una magnitudo $M=6,6$ e la presenza di una falda freatica la cui profondità non è mai superiore a 2,5 metri dal piano di campagna.

Per il calcolo del potenziale di liquefazione, su indicazione dei tecnici della Regione Toscana, si è fatto riferimento ai valori ricavati tramite tre metodi semplificati: *NCEER (Northwestern Center for Engineering Education Research)*, *Robertson (1998)* e *Juang C.H. & al.* Nella Tabella 4 sono riportati, per ogni verticale d'indagine, i valori dell'indice del potenziale di liquefazione ottenuti con ciascun metodo, i report completi sono riportati in Appendice 3.

Tabella 4 - valori dell'indice del potenziale di liquefazione e grado di suscettibilità

	NCEER	Robertson	Juang C.H & Al.	Suscettibilità
CPT1	1,00	0,96	1,65	basso
CPT2	0,63	0,64	0,82	alto
CPT3	0,01	0,01	0,00	alto
CPT4	0,14	0,24	0,57	moderato
CPT5	0,00	0,00	0,00	molto basso
CPT6	0,22	0,01	0,00	basso
CPT7	0,87	0,81	1,16	alto
CPT8	0,74	0,70	0,92	basso
CPT9	3,92	3,48	4,15	alto
CPT9bis	0,92	0,85	1,12	basso
CPT10	0,79	0,59	0,50	alto
CPTE11	5,19	5,04	7,30	alto
CPTE12	0,01	0,01	0,17	moderato
CPTE13	1,64	1,15	1,30	alto
CPTE14	0,40	0,13	0,01	molto alto
CPTE15	4,37	4,22	5,50	alto

Le verifiche mostrano che i terreni maggiormente suscettibili di liquefazione, caratterizzati da un valore dell'indice del potenziale (LPI) compreso tra 4 e 5, vengo intercettati dalle prove penetrometriche eseguite a sud della Sieve. Utilizzando le stratigrafie di una campagna di sondaggi a carotaggio continuo eseguiti per valutare il potenziale dell'attività estrattiva di inerti già in essere in quella zona si è potuto "tarare" la successione stratigrafica elaborata indirettamente attraverso le prove penetrometriche statiche per questo tratto di pianura, oltre a validare i risultati delle verifiche a liquefazione. Sulla base dei dati raccolti e di quanto riportato nel *"Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia, P. Galli - F. Meloni"*, in cui vi sono notizie storiche di fenomeni di liquefazioni avvenuti in questa zona in occasione del terremoto del 1919, si è potuto perimetrare un'area in cui, nell'intervallo di profondità compreso tra -4,0 m e -8,0 m, sono presenti terreni prevalentemente sabbiosi con scarsa matrice limosa argillosa e che quindi, come confermato dalle verifiche, risultano maggiormente suscettibili al fenomeno della liquefazione dinamica. L'area così individuata, classificata nella carta MOPS come zona di suscettibilità per liquefazione, è delimitata a sud dalla strada provinciale di Sagginale, a nord dal F. Sieve, a est dal Borro di Rimaggio e ad ovest dal F.sso del Rio.

7. La Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica

La cartografia di base geologico-tecnica per la microzonazione sismica, prevista per giungere alla definizione della carta MOPS, è stata elaborata, in scala 1:5.000, all'interno delle quattro aree d'indagine individuate per lo studio di MS.

Questo elaborato è il risultato dell'integrazione delle cartografie geologiche, geomorfologiche prodotte nell'ambito del progetto VEL, del CARG e per lo studio di supporto al Piano Strutturale unitamente a tutti i dati litologici, stratigrafici e litotecnici acquisiti con la raccolta dati geognostici.

Particolare cura è stata rivolta ad individuare, anche attraverso rilevamenti di controllo in loco, la delimitazione dei depositi di copertura (con riferimento a quelli con spessore maggiore di 3 metri) e la ricostruzione delle forme geomorfologiche (in particolare dei fenomeni gravitativi di versante e delle aree instabili) nonché il substrato geologico. Per la delimitazione e la valutazione dello stato d'attività dei fenomeni gravitativi presenti sul territorio sono state considerate anche le perimetrazioni delle aree a pericolosità da frana del PAI, livello di dettaglio scala 1:10.000.

La carta è corredata da tredici sezioni geologico-tecniche orientate sia trasversalmente che longitudinalmente rispetto ai principali elementi geologico-strutturali presenti nelle tre aree d'indagine, al fine di permettere una migliore descrizione e una più immediata comprensione del modello geologico di sottosuolo.

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

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

- *flysh calcarei e arenacei, con alternanza di litotipi, stratificati* [ALS della legenda ICMS 2008 versione 3.0] che comprende sia le formazioni francamente lapidee e che quindi presentano una risposta alla sollecitazione sismica di tipo sostanzialmente rigido, come la Formazione marnoso arenacea membro di Premilcuore (FMA3), sia quelle caratterizzate da $V_s < 800$ m/s quali Formazione di M. Senario (AMS), Formazione dell'Acquerino litofacies pelitica (AQR3) e Marne varicolori di Villore (MVV), che quelle caratterizzate da ampi spessori (tra 5,0 e 15,0 m) con litofacies a componente prevalentemente siltitico-argillitica dove le V_s possono presentarsi con velocità inferiori a 800 m/sec., come nel caso della Formazione del T. Carigiola (TCG) e della Formazione dell'Acquerino (AQR);
- *lapideo, stratificato* [LPS della legenda ICMS 2008 versione 3.0] – raccoglie le formazioni massive che presentano un comportamento "rigido" alla scala della sollecitazione sismica e che quindi possono rappresentare un bedrock sismico in termini di velocità delle onde S (V_s) come le Marne di Vicchio (VIC);
- *substrato molto fratturato o alterato* [SF della legenda ICMS 2008 versione 3.0] – individua una zona in cui il substrato geologico, rappresentato dalla Formazione del T. Carigiola (TCG), risulta molto fratturato o alterato a causa di intense deformazioni tettoniche e per questo motivo può non rappresentare un substrato rigido in termini di velocità delle onde S (V_s).

Sulla base delle informazioni di carattere geologico-tecnico si è potuto individuare nove diverse tipologie di terreni di copertura, in funzione sia della litologia che dell'ambiente genetico deposizionale: depositi alluvionali recenti di piana intermontana, depositi alluvionali terrazzati distinti tra ciottolami prevalenti ed in matrice argillosa, depositi fluvio-lacustri e di conoide distinti tra argille, sabbie e ciottolami, detrito di versante, depositi eluvio-colluviali e terreni di riporto.

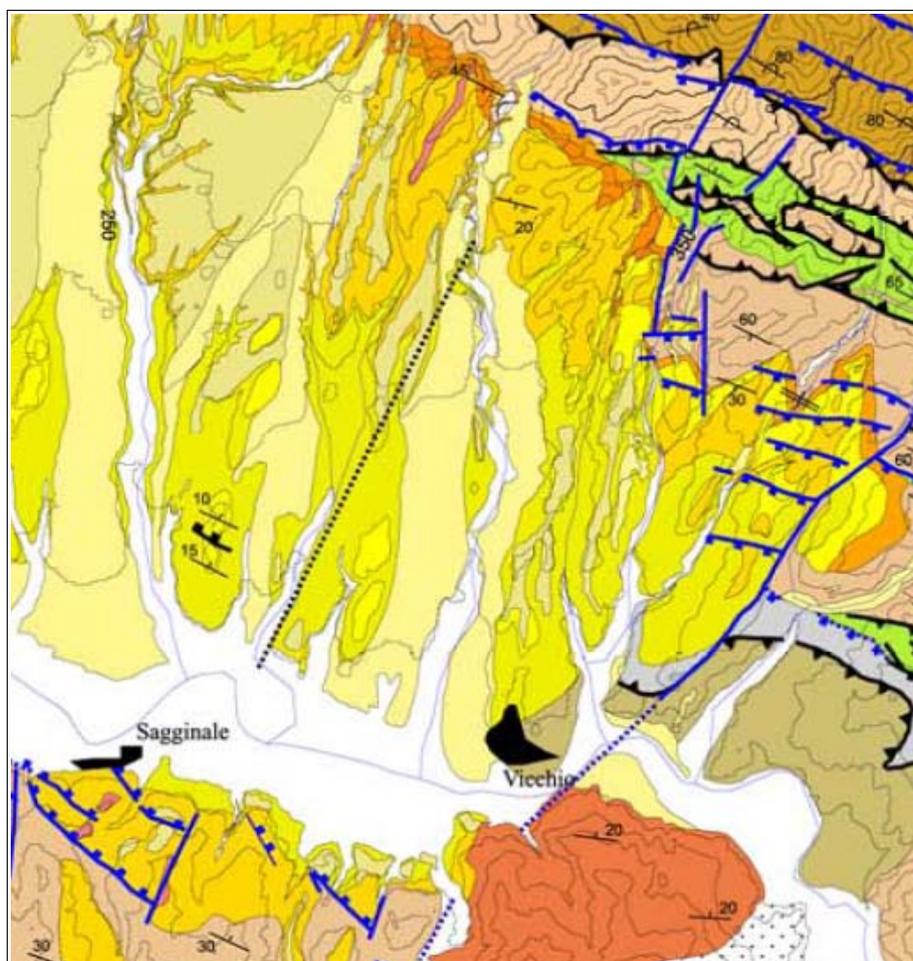
In particolare:

- lungo il corso della Sieve e dei suoi affluenti dove si rilevano depositi alluvionali attuali e recenti, le coperture sono state inserite nel gruppo delle *ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla [GCin]*; infatti si tratta di depositi granulometricamente molto variabili, connessi ad ambienti deposizionali che hanno visto nel tempo rapide variazioni di competenza delle correnti fluide di trasporto dei sedimenti. I depositi generatisi presentano quindi una elevata variabilità sia verticale che orizzontale delle dimensioni granulometriche e delle tessiture che comunque alla scala della sollecitazione sismica costituiscono un corpo unico;
- lungo i fondovalle, sia quello del corso d'acqua principale che dei suoi affluenti, si individuano vasti areali in cui sono presenti i depositi alluvionali terrazzati. E' stato possibile distinguere le zone dove questi depositi sono costituiti da ciottolami e sabbie in matrice argillosa da quelle in cui i ciottolami e sabbie sono prevalenti. Nel primo caso i terreni sono stati assimilati sia alle *ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla [GCtf]* mentre nel secondo caso alle *ghiaie pulite con granulometria bene assortita, miscela di ghiaia e sabbia [GWtf]*. In entrambi i casi questi depositi sono caratterizzati da un livello di consistenza ed addensamento superiore a quello dei depositi alluvionali attuali e recenti;
- al di sotto dei depositi alluvionali recenti e terrazzati sono presenti terreni di origine fluvio-lacustre e di conoide che costituiscono i depositi di riempimento del bacino, che in questa zona possono raggiungere spessori superiori a 200 metri. Anche questi depositi sono stati distinti in funzione della loro litologia; le argille siltose-sabbiose sono state considerate nel gruppo delle *argille di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose [CLlc]*; le sabbie giallastre medio fini di delta di conoide sono state assimilate al gruppo delle *sabbie pulite con granulometria poco assortita [SPca]*, mentre i ciottolami scarsamente classati a tessitura da grano a matrice sostenuta prevalentemente sabbioso-limosa e limi sabbiosi sono stati inseriti nel gruppo delle *ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo [Gmca]*;
- i depositi eluviali, presenti in modesti areali ai piedi e lungo i versanti, sono costituiti da materiali a granulometria fine, tipo limi e sabbie, con rari frammenti litoidi grossolani. Si sono originati dall'alterazione e dalla dissoluzione chimica delle formazioni litoidi e dei terreni che sciogliendosi hanno subito un trasporto lungo il versante ed una rideposizione in zone poco acclivi. Tali depositi vengono inseriti nel gruppo delle *sabbie limose, miscela di sabbia e limo [Smec]*;
- il detrito di versante è stato attribuito mediamente al gruppo delle *ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo [GMfd]*; si tratta di depositi granulometricamente molto eterogenei costituiti da frammenti litoidi di varie dimensioni e natura, prodotti dall'alterazione del substrato, caratterizzati generalmente da una matrice limosa-sabbiosa. Anche in questo caso tali depositi, alla scala della sollecitazione sismica, costituiscono un corpo unico come confermato anche da alcune misure di microtremore che non mostrano picchi intermedi tra il piano di campagna ed il substrato litoide sottostante;
- i riporti antropici, che consistono prevalentemente nei rilevati stradali e negli areali necessari alla urbanizzazione, sono stati inseriti nel gruppo dei *terreni contenenti resti di attività antropiche, terreni di riporto e rilevati [RI]*. Questi terreni

Consultando il database del progetto ITHACA (Italy Hazard from CAPable faults), nel quale sono raccolte e cartografate tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia che possono creare deformazioni in superficie, si è verificato che all'interno delle aree d'indagine sono presenti due faglie attive che si sviluppano, con orientamento NO-SE, lungo i bordi settentrionale e meridionale del bacino. Facendo riferimento allo "Studio della Tettonica attiva nelle aree del Mugello e dell'Alta Val Tiberina", eseguito dal Dip. Di Scienze della Terra dell'Università

degli Studi di Firenze nel Febbraio 2003, è possibile verificare che non sono riportate faglie attive all'interno delle aree d'indagine (figura 4). I sistemi di faglie attive (rappresentati con un lineare di colore blu) che si sviluppano lungo i bordi del bacino, contrariamente a quanto riportato nel database ITHACA, non sono costituiti da una sola linea di faglia ma bensì da un sistema di faglie normali con morfologia a “gradini” e andamento NO-SE. Lungo il bordo settentrionale del bacino il sistema di faglie attive si sviluppa più a SE rispetto all'area d'indagine “Vicchio nord” dove non sembrerebbero presenti evidenze morfologiche o strutturali che possano far ritenere che questo sistema di faglie possa interessare i depositi lacustri di riempimento, che in questa zona sono caratterizzati da spessori anche superiori a 200 m. Per quanto riguarda il bordo meridionale si può verificare che le faglie dirette attive rilevate nello studio si sviluppano più a sud rispetto all'area d'indagine. Sulla base dei dati raccolti, non potendo verificare se i sistemi di faglie attive si estendono anche alle aree d'indagine, si è ritenuto opportuno, così da non perdere l'informazione nell'ottica di un successivo livello di approfondimento, riportare le linee di faglia così come definite nel database ITHACA, classificandole però come “*faglie dirette presunte, potenzialmente attive*” come previsto dagli standard di rappresentazione versione 3.0.

figura 4 – estratto della carta geologico-strutturale schematica dell'area del Mugello



8. La carta delle Frequenze fondamentali dei depositi

La cartografia delle frequenze fondamentali dei depositi per la microzonazione sismica, è stata realizzata a partire da tutte le misure speditive di rumore ambientale mediante tecnica a stazione singola (HVSr) che vengono ubicate in carta attraverso un simbolo puntuale (⊗), ciascuna contraddistinta dal proprio nome identificativo. Il colore e la dimensione del simbolo

variano rispettivamente in funzione della frequenza fondamentale (f_0) e dell'ampiezza (A_0) di picco. I valori della frequenza fondamentale (f_0) sono stati suddivisi in dieci classi mentre i valori dell'ampiezza di picco sono stati divisi in cinque classi (figura 5). Anche se la simbologia relativa a questo tipo di informazione non è standardizzata negli ICMS, si è comunque adottato una rappresentazione che risulta di facile lettura e che si ritrova spesso in bibliografia.

figura 5 - estratto della legenda della carta delle frequenze fondamentali dei depositi

f_0 (hz)	A_0
• nessuna risonanza	• nessuna risonanza
● 0.1< f_0 <0.5	⊗ 1.1< A_0 <2.0
● 0.5< f_0 <1.0	⊗ 2.0< A_0 <3.0
● 1.0< f_0 <2.5	⊗ 3.0< A_0 <5.0
● 2.5< f_0 <5.0	⊗ 5.0< A_0
● 5.0< f_0 <7.5	
● 7.5< f_0 <10.0	
● 10.0< f_0 <15.0	
● 15.0< f_0 <20.0	
● 20.0< f_0	

f_0 (hz)=frequenza di picco A_0 =ampiezza di picco

Come spiegato in precedenza, è possibile risalire, attraverso stime grossolane, dal valore della frequenza fondamentale (f_0) all'ordine di grandezza dello spessore dei terreni di copertura e dal valore dell'ampiezza di picco (A_0) all'entità del contrasto d'impedenza tra le varie litologie. Attraverso queste relazioni è possibile distinguere qualitativamente zone caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi da zone caratterizzate dalla presenza di fenomeni di risonanza. Inoltre, sulla base della stima dell'ampiezza del picco fondamentale, possono essere distinte, in via del tutto qualitativa, le zone caratterizzate da alti contrasti di impedenza ed aree caratterizzate da minore contrasto.

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

Il grafico seguente, utilizzando la correlazione empirica

$$T_{ed} \cong Ch_{ed}^{3/4}$$

dove: T_{ed} indica il periodo proprio di vibrazione dell'edificio espresso in secondi,

C è un coefficiente che dipende dalla tipologia costruttiva dell'edificio (muratura o telaio c.a.)

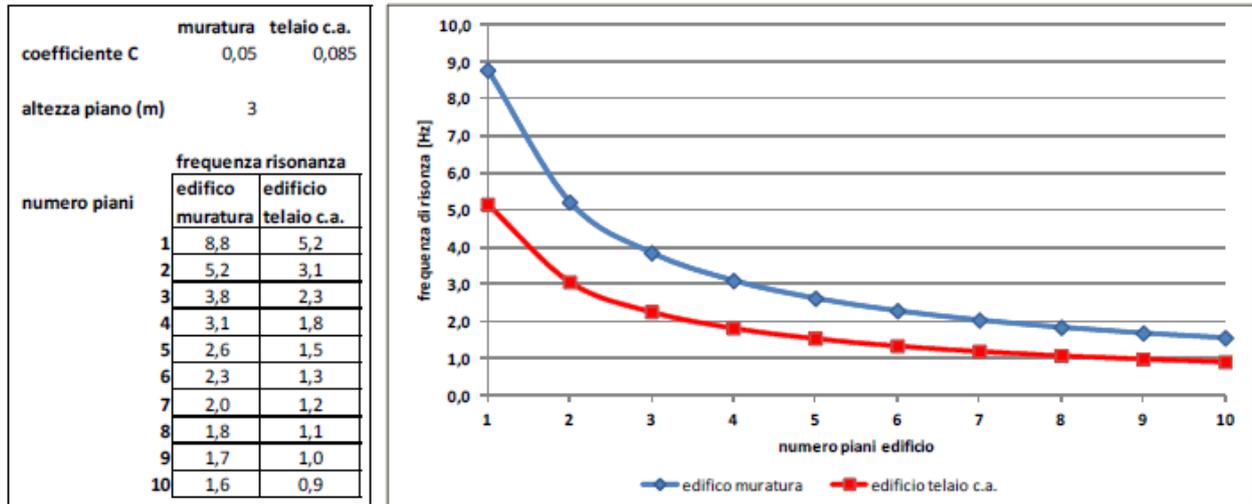
h_{ed} è l'altezza dell'edificio in metri

e ricordando che la frequenza è l'inverso del periodo:

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

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

figura 6 – rapporti indicativi fra numero dei piani di un edificio e sua frequenza di vibrazione



9. La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

Questo elaborato rappresenta la principale sintesi dello studio di microzonazione di livello 1 in quanto individua gli areali (microzone) dove, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche, dei dati geognostici e geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

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

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

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

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

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

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

9.1. La legenda della carta MOPS

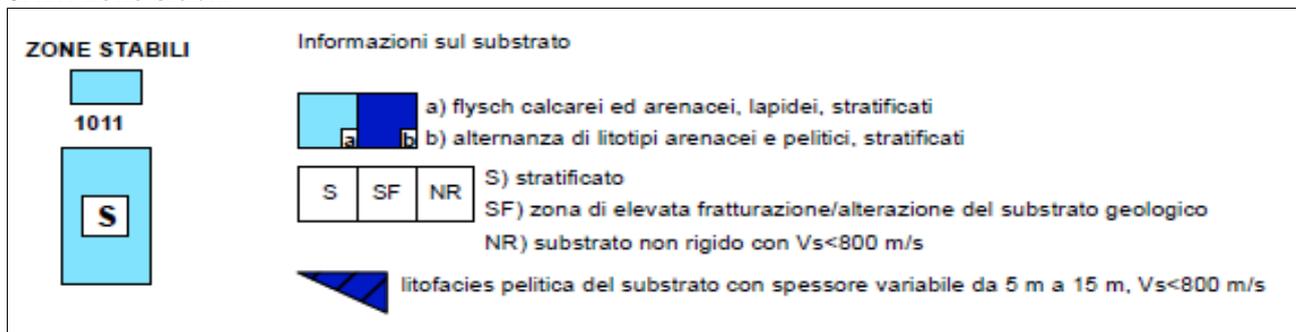
Rispetto alle ultime indicazioni ad oggi disponibili (*Standard di rappresentazione e archiviazione informatica* versione 3.0 del ottobre 2013) si è preferito mantenere nella legenda in carta la rappresentazione con le colonne stratigrafiche, poiché ci sembra risultare più intuitiva e capace di rendere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

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

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

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

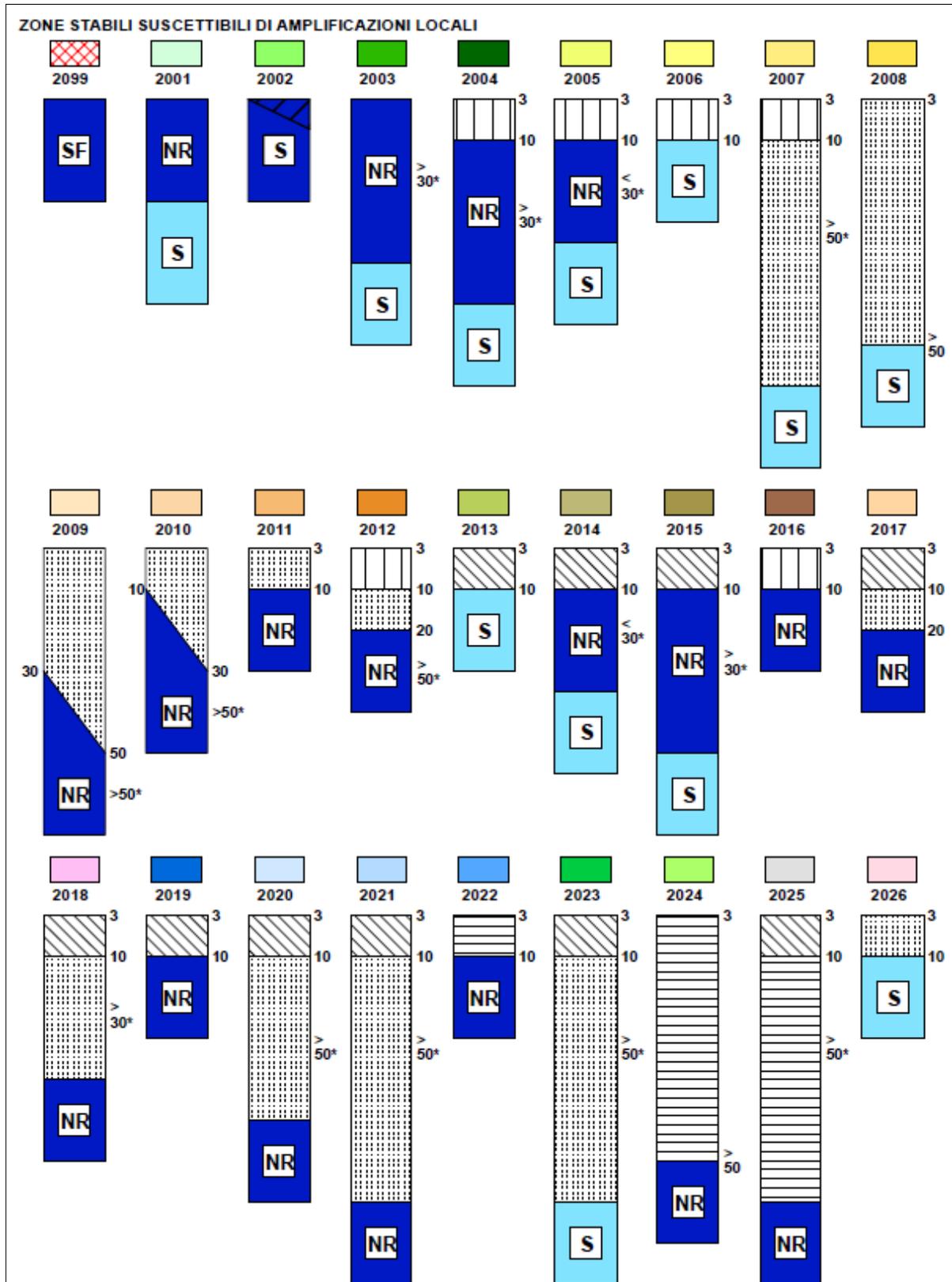
9.1.1. Zone stabili

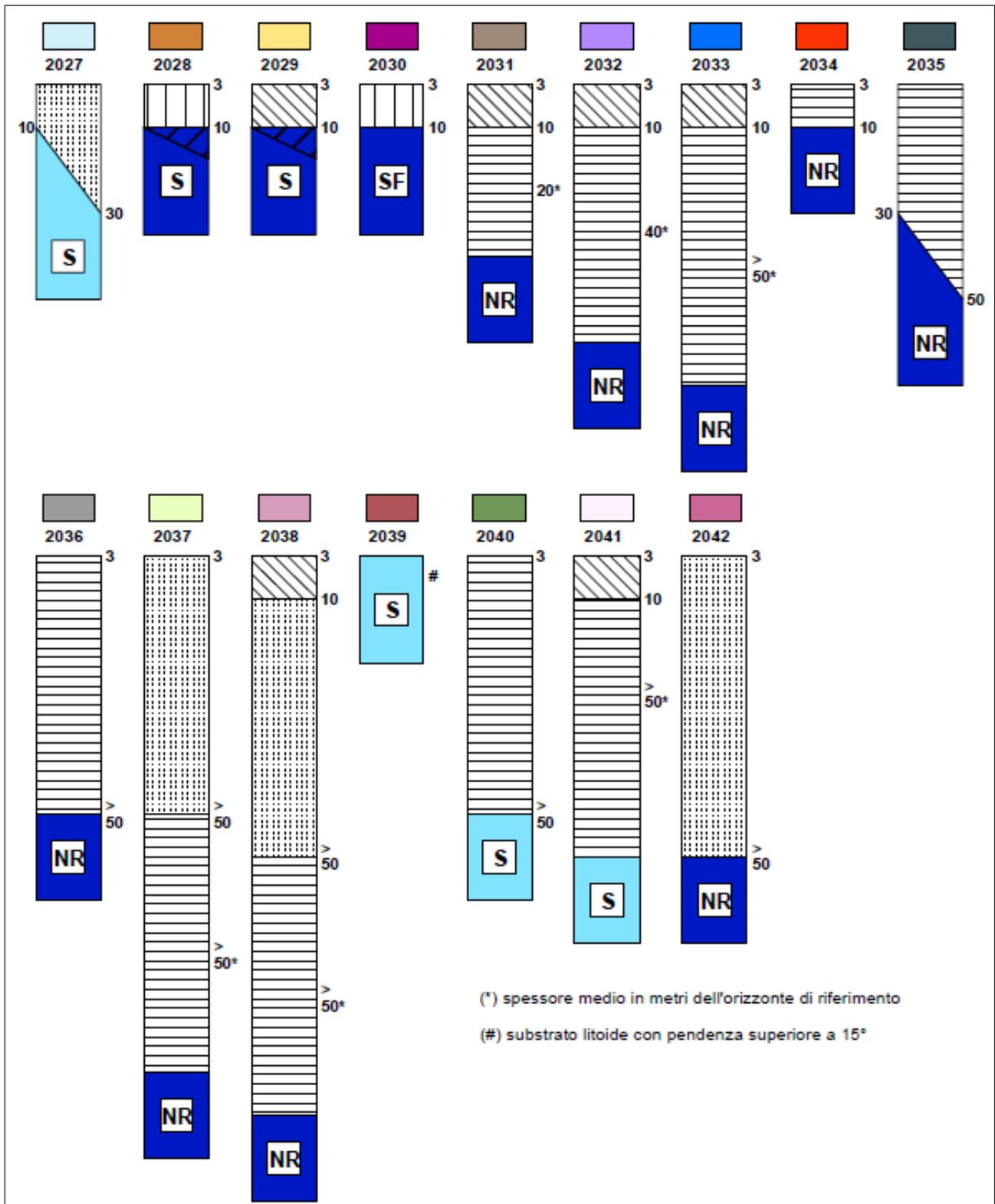


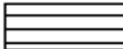
Ricomprendono le zone dove affiorano le formazioni rocciose identificate come bedrock sismico ($V_s > 800$ m/s), costituite dalle Marne di Vicchio (VIC) e dalla Formazione marnoso arenacea membro di Premilcuore (FMA3), caratterizzate da eventuali spessori di coltri detritiche o depositi colluviali inferiori a 3 metri (spessore che non comporta fenomeni di amplificazione dell'onda sismica rilevanti per le strutture edilizie ed i manufatti in genere) e con morfologia pianeggiante o poco inclinata ($< 15^\circ$). In legenda troviamo anche informazioni riguardo i litotipi con una V_s che non raggiunge il valore standard di 800 m/sec. Queste formazioni, inserite nella zona 1 delle zone stabili suscettibili di amplificazioni, sono definite come substrato con *alternanza di litotipi stratificati* (ALS) e ricomprendono i flysch arenacei e carbonatici come la Formazione di M.Senario (AMS), la Formazione dell'Acquerino litofacies pelitica (AQR3) e le Marne varicolori di Villore (MVV). Anche le formazioni flyshoidi, ascrivibili anch'esse al tipo *alternanza di litotipi stratificati*, che presentano

ampi spessori con litofacies a componente prevalentemente siltitico-argillitica dove le Vs possono presentarsi con velocità inferiori a 800 m/sec, come nel caso della Formazione del T. Carigiola (TCG) e della Formazione dell'Acquerino (AQR). Tale occorrenza viene indicata con l'inserimento di un triangolo sommitale nella colonna tipo della zona 2 delle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

9.1.2. Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali





LITOLOGIA DEI TERRENI DI COPERTURA	
	ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla di depositi di piana intermontana, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, stratificate, $V_s=270$ m/s
	alternanza di livelli sabbiosi e argillosi di origine palustre, da moderatamente addensati ad addensati, da moderatamente consistenti a consistenti, con V_s variabili da 300 a 450 m/s
	ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di conoide alluvionale, da moderatamente addensate ad addensate, da moderatamente consistenti a consistenti, struttura omogenea, $V_s=600$ m/s
	ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di detrito di versante, da poco a moderatamente addensate, da poco a moderatamente consistenti, struttura omogenea, $V_s=350$ m/s

Questa serie di microzone, oltre alle zone 1 e 2 precedentemente descritte, comprendono quelle dove si hanno terreni di copertura di spessore maggiore di 3 metri e con valori di V_s significativamente inferiori a quelli del substrato geologico (zone da 2 a 38). Con la sigla “zona 0” si indica una zona in cui il substrato geologico, rappresentato dalla Formazione del T. Carigiola, risulta molto fratturato e/o fortemente alterato a causa di intense deformazioni tettoniche. Per questo motivo può non rappresentare un substrato rigido in termini di velocità delle onde S (V_s). In queste condizioni, infatti, si possono generare fenomeni di amplificazione dello scuotimento sismico in superficie collegati alla presenza di una interfaccia fra materiali con una significativa differenza di impedenza sismica in prossimità della superficie. Infine, per considerare anche i possibili effetti di amplificazione dovuti alle condizioni topografiche, sono state individuate le aree dove le formazioni litoidi identificate come bedrock sismico affiorano su versanti con pendenza superiore a 15° (zona 39).

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

- $f_0 < 2\text{Hz}$ per spessori delle coperture superiori a 50 metri;
- $2\text{Hz} < f_0 < 3\text{Hz}$ per spessori delle coperture compresi tra 30 e 50 metri;
- $3\text{Hz} < f_0 < 8\text{Hz}$ per spessori compresi tra 30 e 10 metri;
- $f_0 > 8\text{Hz}$ per spessori minori di 10 metri.

Essendo i dati geognostici distribuiti in maniera non omogenea sul territorio, ma concentrati principalmente in corrispondenza del capoluogo, si è reso necessario, al fine di uniformare il livello di dettaglio dello studio, effettuare alcuni accorpamenti tra le varie litologie individuate nella carta geologico-tecnicca. Tali accorpamenti hanno portato alla suddivisione dei terreni di copertura in cinque tipologie, ciascuna delle quali considerata intrinsecamente omogenea dal punto di vista della risposta sismica.

In particolare per quanto riguarda i depositi alluvionali recenti e terrazzati, ubicati lungo i fondovalle del F. Sieve e dei suoi affluenti, le coperture sono state attribuite mediamente alle “*ghiaie argillose, miscela di ghiaia sabbia e argilla*”. Trattandosi di depositi granulometricamente molto variabili, connessi ad ambienti deposizionali che hanno visto nel tempo rapide variazioni di competenza

delle correnti fluide di trasporto dei sedimenti, i depositi generatisi presentano quindi una elevata variabilità sia verticale che orizzontale, in spazi ristretti, delle dimensioni granulometriche e delle tessiture. Dalle indagini geofisiche recuperate è stato possibile valutare che questi depositi sono caratterizzati mediamente da una velocità delle onde di taglio (V_s) di circa 270 m/s.

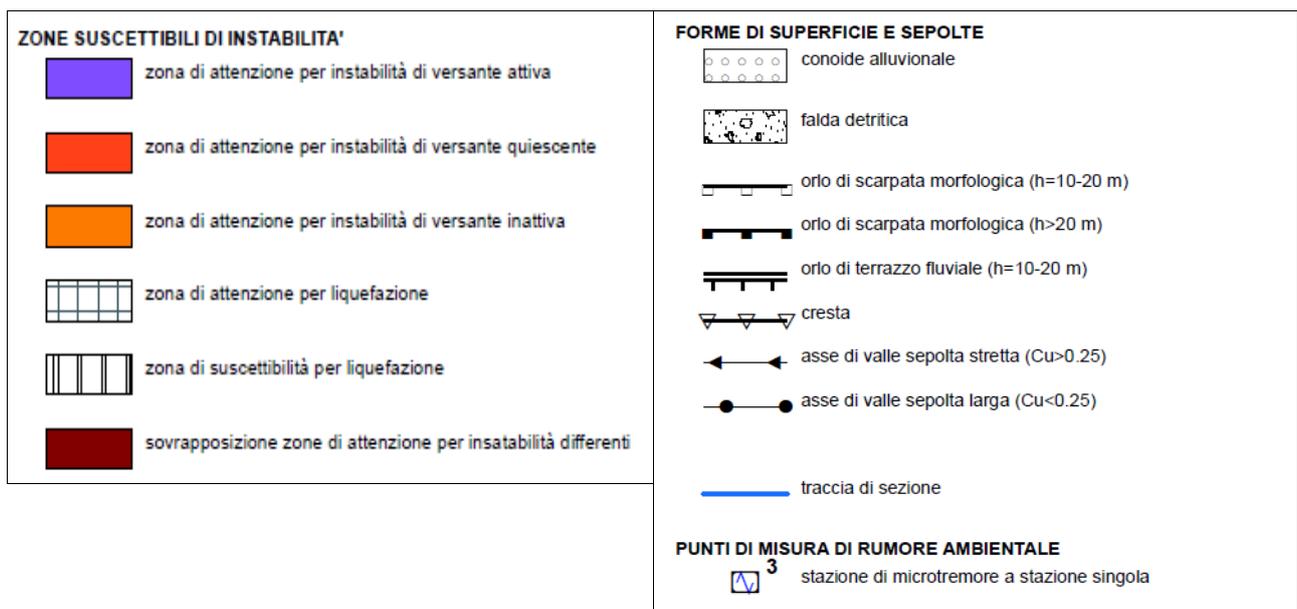
I depositi di origine fluvio-lacustri granulometricamente più fini, costituiti prevalentemente da argille e sabbie, sono stati classificati come “*alternanza di livelli sabbiosi ed argillosi*”. Questi depositi rappresentano il riempimento della zona centrale del bacino e sono caratterizzati da spessori che superano 200 m. Le misure HVSR non hanno evidenziato contrasti d'impedenza al loro all'interno e le indagini di sismica a rifrazione recuperate mostrano che sono caratterizzati da un graduale aumento delle velocità delle onde S con la profondità; che variano generalmente tra 300 e 450 m/s.

Per quanto riguarda i depositi fluvio-lacustri più grossolani, costituiti prevalentemente da ciottolami a tessitura da grano a matrice-sostenuta prevalentemente sabbioso-limosa, sono stati attribuiti alle “*ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo*”. Questi depositi si ritrovano prevalentemente lungo il bordo settentrionale del bacino, in prossimità delle zone di affioramento del substrato litoide. Anche per questi depositi le misure HVSR non hanno evidenziato contrasti d'impedenza significativi al loro interno. Da alcune indagini di sismica a rifrazione è possibile verificare che questi terreni sono caratterizzati da velocità delle onde di taglio (V_s) di circa 600 m/s.

Per le coperture sui versanti riconducibili ai depositi eluvio-colluviali si può parlare di spessori generalmente inferiori a 3,0 metri e per questo motivo si è scelto di accorparli ai depositi detritici di versante e da frana. La categoria adottata è quella relativa a “*ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo*”, che meglio rappresenta la notevole ampiezza del fuso granulometrico in una omogeneità sostanziale della massa che ha subito un trasporto molto limitato. In generale le indagini geofisiche individuano per questi terreni una velocità media delle onde di taglio (V_s) intorno ai 350 m/s.

Infine, sono stati evidenziati, tramite un retino trasparente, anche i “*terreni contenenti resti di attività antropiche, terreni di riporto e rilevati con spessore inferiore a 2,0 m*” presenti principalmente in corrispondenza del capoluogo e lungo la SS n°551.

9.1.3. Zone suscettibili di instabilità



Sono qui raccolte tutte le porzioni di territorio dove si hanno evidenze geomorfologiche di fenomeni

che possono essere attivati o riattivati dall'evento sismico.

Nelle aree indagate non sono state rilevate situazioni mappabili relative a cedimenti differenziali per differenti capacità di addensamento dei terreni a seguito di fenomeni di scuotimento sismico; infatti, come anche rilevato nei capitoli precedenti, le coperture "addensabili" non sono state articolate al loro interno a seguito dell'ampia variabilità granulometrica (e in ogni caso tale occorrenza appare assai remota).

Interpolando i valori dell'indice del potenziale di liquefazione calcolati sulla base dei risultati delle prove penetrometriche CPT e CPTE eseguite e le notizie storiche di fenomeni di liquefazione avvenuti in occasione del terremoto del 1919 (vedi capitolo 6), si è potuto classificare l'area di pianura che si sviluppa a sud della zona industriale ad ovest del capoluogo come suscettibile al fenomeno della liquefazione. Per quanto riguarda la restante area di pianura, principalmente per la scarsità di indagini geotecniche significative, questa è stata classificata come zona di attenzione per liquefazione. Questo dato viene riportato soltanto in cartografia ma non nello shape file di consegna "Instab" come prevederebbero gli "Standard 3.0" in modo da non perdere l'informazione per le aree stabili suscettibili di amplificazioni per tutto il fondovalle visto che la sovrapposizione tra i due tematismi non è prevista.

La legenda sottolinea anche quelle forme di superficie e sepolte che possono indicare l'insorgenza di fenomeni 2D connessi alla presenza di strutture fortemente direzionali (orli di scarpate e di terrazzi fluviali, valli sepolte) che possono focalizzare l'onda sismica relativamente alla particolare morfologia locale.

Sono infine riportati, con apposita simbologia, i punti relativi alle indagini di microtremore effettuate, con indicato il numero di riferimento di ciascuna misura per una facile consultazione dei relativi report dettagliati nell'Appendice 1.

9.2. La carta MOPS del territorio comunale

Di seguito si riporta una descrizione delle carte sviluppate per ciascuna area d'indagine, sottolineando gli aspetti interpretativi che hanno condotto alla perimetrazione delle MOPS e quindi la valutazione della qualità della carta suddivisa nelle quattro macro-aree di indagine.

9.2.1. Vicchio Nord

L'areale di indagine si sviluppa lungo le valli del T. Pesciola e del T. Muccione comprendendo gli abitati di Gattaia, Molezzano, Caselle, Rupecanina e Santa Maria a Vezzano. Nella zona più a nord, presso la località Gattaia, affiora il substrato litoide qui classificato fra le zone stabili suscettibili di amplificazione sia per la presenza di formazioni che presentano ampi spessori dove le Vs possono presentarsi con velocità inferiori a 800 m/sec (zone 2001 e 2002), sia per la pendenza dei versanti, che generalmente supera i 15° (zona 2039), che per l'elevato grado di fratturazione ed alterazione (zona 2099). Lungo il fondovalle sono presenti terreni di copertura riconducibili a detrito di versante e depositi alluvionali recenti e terrazzati, tutti caratterizzati da spessore non superiore a 10,0 m (zone 2006, 2013, 2028 e 2029). Spostandosi verso sud, il substrato litoide si approfondisce, a causa di un presunto sistema di faglie dirette, mentre in superficie affiorano i depositi fluvio-lacustri di riempimento del bacino. Questi depositi, nella zona più a valle, sono caratterizzati da un orizzonte più superficiale, di circa 50/100 metri di spessore, costituiti da terreni fini tipo sabbie ed argille sabbiose mentre, nella zona di raccordo con i versanti, affiorano i ciottolami in matrice sabbioso limosa.

Lo spessore complessivo varia da poche decine di metri nella zona di raccordo con i versanti fino ad oltre 200 m spostandosi verso il centro del bacino.

Dal punto di vista geomorfologico, si rileva la presenza di estesi fenomeni attivi che interessano i rilievi collinari nei pressi dell'abitato di Rupecanina e le scarpate erose dai T. Pesciola

e T. Muccione. In particolare, i fenomeni gravitativi lungo le scarpate del T. Muccione interessano alcune zone dell'abitato di Molezzano. Nell'area d'indagine si rilevano anche fenomeni inattivi e quiescenti che però non interessano centri abitati significativi.

Per determinare la qualità finale della carta, il calcolo è stato sviluppato su una maglia di celle quadrate di 250 metri per lato sovrapposta a tutta l'area d'indagine e non solo alle porzioni interessate dalle coperture, come previsto dai criteri metodologici. Essendo l'area d'indagine molto vasta e le poche indagini presenti concentrate solo nei principali centri abitati, il livello di qualità della carta risulta di classe **C**.

Tabella 5 – qualità della carta del livello di microzonazione sismica sulla base delle indagini pregresse/nuove relative all'area di Vicchio nord

b	Carta Geologica tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	<i>Punteggi indicatori</i>		1	1	1
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
c	Sondaggi a distruzione	0,5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>		0,66	0,33	0,33
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>		0	0	0
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
e	Indagini geofisiche	0,5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>		0	0	0
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
f	Prove geotecniche	0,25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>		0,66	0,33	0,33
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33
g	Misure Frequenze	0,75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	<i>Punteggi indicatori</i>		1	0,33	1
	<i>Pesi indicatori</i>		0,33	0,33	0,33

Parametro (peso parametro)	Peso Indicatore	Indicatore	Valutazione Indicatore (punteggi)			
			Nulla (0)	Bassa (0,33)	Media (0,66)	Alta (1)
Carta geologica-tecnica (1)	0,33	Anno rilevamento	No data	< 2000	> 2000	> 2000
	0,33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
Sondaggi a distruzione (0,50)	0,33	Scala rilevamento	No data	50.000-20.000	25.000-11.000	10.000-7.000
	0,33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	5-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato saggio	No data	5-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	5-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato saggio	No data	5-5	6-10	>10
	0,33	Numero di misure	No data	5-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0,50)	0,33	Percentuale di celle occupate da indagini geofisiche	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato saggio	No data	5-5	6-10	>10
	0,33	Numero di prove	No data	5-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da prove geotecniche in sito (Prove Paroniettsche, ecc.) e di laboratorio	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in sito (Prove Paroniettsche, ecc.) e di laboratorio (0,25)	0,33	Percentuale di celle occupate da prove geotecniche in sito (Prove Paroniettsche, ecc.) e di laboratorio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero di misure	No data	5-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Classe di affidabilità misure (illeggi e altri)	No data	Classe A < 35%	Classe A 34-66%	Classe A >66%
Misure delle frequenze del sito (0,75)	0,33	Numero di misure	No data	5-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%

*D. Marzillo, C. Cos. V. Galli, F. Geronzi, F. Lamberti, F. Polacco, D. Poggi, G. M. Pizzelli - Il contributo della tecnica sismica nella microzonazione di due comuni toscani. In: Ingegneria e Beni Culturali, Tomo VIII

a	25	punteggi parziali	CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
b	0,99	24,8	A	≥ 75%	Carta di livello I di ottima qualità
c	0,22	5,4	B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
d	0,00	0,0	C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
e	0,00	0,0	D	≤ 25%	Carta di livello I di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana
f	0,11	2,7			
g	0,58	14,4			
Tot	47,3	47,3			

9.2.2. Vicchio Sud

L'areale di indagine si sviluppa lungo il fondovalle del F. Sieve comprendendo gli abitati di Vicchio, La Gracchia, Lo Spinoso e Mattagnano.

Nella zona del capoluogo il substrato litoide, costituito dalle Marne di Vicchio e dalle Arenarie di M. Senario, risulta affiorante sui rilievi e sub-affiorante in corrispondenza dell'abitato. Dai risultati delle indagini geognostiche, è stato possibile ricostruire che in questa zona le Arenarie di M. Senario risultano sovrascorse alle Marne di Vicchio che rappresentano il bedrock sismico. Per quanto riguarda le coperture, in corrispondenza del capoluogo queste sono costituite prevalentemente da detrito di versante e depositi eluvio-colluviali con spessori che variano da pochi metri fino a circa 50,0 m. Spostandosi verso ovest, al di sotto dell'orizzonte più superficiale, di circa 3,0 m di spessore, costituito dai depositi alluvionali più recenti, dominano i depositi fluvio-lacustri più fini, costituiti da sabbie e argille sabbiose, il cui spessore varia da una decina di metri in prossimità del capoluogo fino ad oltre 200 m nella zona di Borgo S. Lorenzo. Ad est del capoluogo, il fondovalle risulta più stretto e caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali recenti, con spessore non superiore a 10,0 m, posti sia al di sopra del bedrock sismico (Marne di Vicchio) che delle Arenarie

del M. Senario.

Dal punto di vista geomorfologico, si rileva la presenza di estesi fenomeni attivi e quiescenti posti sui rilievi collinari a nord-ovest dell'area d'indagine che interessano gli abitati di Lo Spinoso, Vespignano e Pesciola. Lungo i versanti dei rilievi che costituiscono il bordo meridionale del bacino sono presenti numerosi fenomeni gravitativi inattivi e quiescenti che però non interessano centri abitati significativi. Infine si rilevano due fenomeni gravitativi, uno attivo e l'altro quiescente, posti immediatamente a nord del capoluogo, che interessano il versante occidentale del T. Arsella.

Dato l'elevato numero di indagini geognostiche presenti in corrispondenza del capoluogo e lungo il fondovalle densamente urbanizzato, il livello di qualità finale della carta risulta di classe **A**; anche in questo caso il calcolo è stato sviluppato su una maglia di celle quadrate di 250 metri per lato sovrapposta a tutta l'area d'indagine e non solo alle porzioni interessate dalle coperture, come previsto dai criteri metodologici.

Tabella 6 – qualità della carta del livello di microzonazione sismica sulla base delle indagini pregresse/nuove relative all'area di Vicchio sud

b	Carta Geologica tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	1	1	1
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
c	Sondaggi a distruzione	0,5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0,33	1	1
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0,33	0,66	0,66
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
e	Indagini geofisiche	0,5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0,33	0,33	0,33
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
f	Prove geotecniche	0,25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0,33	0,33	0,33
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
g	Misure Frequenze	0,75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	0,33	1	1
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33

Parametro (peso parametri)	Peso Indicatore	Indicatori	Valutazione indicatori (punteggi)			
			Bassa (0,33)	Medio (0,66)	Alta (1)	
Carta geologica-tecnica (1)	0,33	Anno rilevamento	No data	< 2000	> 2000	
	0,33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0,33	Scala rilevamento	No data	50.000-25.000	25.000-10.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0,5)	0,33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato saggio	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato saggio	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0,5)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale indagini che arrivano al substrato saggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in sito (Prove Piezometriche, ecc.) e di laboratorio (0,25)	0,33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale prove che arrivano al substrato saggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0,75)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Classe di affidabilità misure (allegato al sito)	No data	Classe A < 35%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

*1)B. Marini, C. Cui, V. Talli, F. Geronzi, E. Landi, I. Pofano, D. Poggi, S.M. Fracchi - Il contributo della ricerca passata nella microzonazione di due macroaree urbanistiche. In stampa su Bol Geofis Teor Appl

a	25	punteggi parziali	CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
b	0,99	24,8	A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
c	0,38	9,6	B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
d	0,66	16,4	C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
e	0,27	6,8	D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana
f	0,14	3,4			
g	0,58	14,4			
Tot	75,5	75,5			Classe A

9.2.3. Case Caldeta

La località Case Caldeta si trova a circa 3,0 Km più ad est rispetto al capoluogo di Vicchio. Lungo i margini settentrionale ed orientale dell'area d'indagine affiorano le litologie appartenenti alle Marne di Vicchio, classificate sia come zona stabile che come zona suscettibile di amplificazione perché affiorano su versanti con pendenza superiore a 15° (zona 2039). Nella zona più a valle sono presenti depositi palustro-lacustri, costituiti da limi argillosi con intercalazioni di accumuli vegetali, sabbie, ghiaie e conglomerati, riferibili a piccoli specchi lacustri intravallivi temporanei associati ad antichi sbarramenti da frana di aste fluviali. Questi depositi sono caratterizzati da spessori che variano da 3,0 m a 10,0 m nelle zone di raccordo con i versanti (zona 2026) e tra 10,0 m e 30,0 m nella zona centrale dell'area d'indagine (zona 2027). Lungo il

margine meridionale ed occidentale dell'area d'indagine si rileva la presenza di terreni riconducibili ai depositi alluvionali terrazzati, con spessore compreso fra 3,0 m e 10,0 m, posti al di sopra del bedrock sismico (zona 2013). Dal punto di vista geomorfologico si rileva la presenza di due fenomeni attivi ed uno quiescente che si sviluppano lungo i versanti posti nella zona nord dell'area d'indagine che però non interessano centri abitati.

Anche se in questa zona sono stati eseguiti, nell'ambito del progetto DOCUP, un sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni, un'indagine geofisica in foro tipo Down-Hole e tre stendimenti di sismica a rifrazione con onde P e Sh, il livello di qualità finale della carta risulta di classe **C**.

Tabella 7 – qualità della carta del livello di microzonazione sismica sulla base delle indagini pregresse/nuove relativa all'area di Case Caldetta

Parametro (peso parametro)	Peso indicatore	Indicatore	Valutazione Indicatore (punteggi)			
			Nulla (0)	Bassa (0,33)	Media (0,66)	Alta (1)
Carta geologico-terrica (1)	0,33	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
	0,33	Progetto	No data	Altro		Ad hoc
	0,33	Scala rilevamento	No data	50.000-25.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0,5)	0,33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato saggio	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato saggio	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0,50)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale indagini che arrivano al substrato saggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in sito (Prove Piezometriche, ecc.) e di laboratorio (0,25)	0,33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale prove che arrivano al substrato saggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0,75)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Classe di affidabilità misure (aliquota di dati)	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

Parametro	Peso	Punteggi indicatori	Pesi indicatori
Carta Geologica tecnica	1	1	1
Sondaggi a distruzione	0,5	0,33	0,33
Sondaggi a carotaggio continuo	1	0,33	0,33
Indagini geofisiche	0,5	0,33	0,33
Prove geotecniche	0,25	0,33	0,33
Misure Frequenze	0,75	0	1
Totale		0,33	0,33

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	≥ 75%	Carta di livello I di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
D	≤ 25%	Carta di livello I di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMSOB e Linee Guida Regione Toscana

Parametro	Peso	Punteggi indicatori	Pesi indicatori	Punteggio Totale
a	25	1	25	48,6 Classe C
b	0,99	0,33	0,33	
c	0,16	0,33	0,33	
d	0,33	0,33	0,33	
e	0,16	0,33	0,33	
f	0,05	0,33	0,33	
g	0,25	0	0	
Totale	48,6			

9.2.4. Villore

Il centro abitato si sviluppa lungo il fondovalle del T. Botena in cui sono presenti piccoli areali costituiti da depositi alluvionali recenti con spessore non superiore a 10,0 m (zona 2028). I versanti, caratterizzati da pendenze superiori a 20°, sono costituiti prevalentemente dalle litologie appartenenti alle formazioni del T. Carigiola e dell'Acquerino (zona 2002), tranne che nella zona più a nord dell'area d'indagine dove affiora la Formazione marnoso arenacea (zona 2039). In tutta l'area d'indagine, a causa dell'elevata pendenza dei versanti, le coltri detritico/colluviali risultano modeste e caratterizzate da spessori che non superano i 3,0 m. Dal punto di vista geomorfologico si rileva la presenza di due fenomeni quiescenti e di uno inattivo che interessano il centro abitato, mentre lungo i versanti, in zone boscate, sono presenti anche fenomeni attivi sia di crollo che a cinematismo non definito.

Data la scarsità di indagini geognostiche presenti nell'area, il livello di qualità finale della carta risulta di classe **C**; anche in questo caso il calcolo è stato sviluppato su tutta l'area d'indagine e non solo alle porzioni interessate dalle coperture, come previsto dai criteri metodologici.

Tabella 8 – qualità della carta del livello di microzonazione sismica sulla base delle indagini pregresse/nuove relativa all'area di Villore

b	Carta Geologica tecnica	1	Anno Rilevamento	Progetto	Scala
	<i>Punteggi indicatori</i>	1	1	1	1
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
c	Sondaggi a distruzione	0,5	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	0	0	0	0
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
d	Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero sondaggi	% celle occupate	Num. Sondaggi bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	0	0	0	0
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
e	Indagini geofisiche	0,5	Numero misure	% celle occupate	% indagini al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	0	0	0	0
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
f	Prove geotecniche	0,25	Numero prove	% celle occupate	% prove al bedrock
	<i>Punteggi indicatori</i>	0,33	0,33	1	1
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33
g	Misure Frequenze	0,75	Numero misure	% celle occupate	Classe di affidabilità
	<i>Punteggi indicatori</i>	0,33	0,33	1	1
	<i>Pesi indicatori</i>	0,33	0,33	0,33	0,33

a	25	punteggi parziali
b	0,99	24,8
c	0,00	0,0
d	0,00	0,0
e	0,00	0,0
f	0,14	3,4
g	0,41	10,3
Tot	38,4	38,4

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	≥ 75%	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50%-74%	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25%-49%	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano e che sono valutate di scarsa qualità
D	≤ 25%	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS08 e Linee Guida Regione Toscana



Tabella 1 – Quadro riassuntivo dei parametri e dei relativi indicatori con l'attribuzione dei pesi e dei punteggi

Parametro (peso parametro)	Peso indicatori	Indicatore	Valutazione indicatore (punteggi)			
			Nulla (0)	Bassa (0-33)	Media (34-66)	Alta (1)
Carta geologica tecnica (1)	0,33	Anno rilevamento	No data	< 2000	> 2000	> 2000
	0,33	Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
	0,33	Scala rilevamento	No data	50.000-20.000	25.000-11.200	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione (0,50)	0,33	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato saggio	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo (1)	0,33	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Numero sondaggi che arrivano al substrato saggio	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche (0,50)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure geofisiche	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale indagini che arrivano al substrato saggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in sito (Prove Parametriche, ecc.) e di laboratorio (0,25)	0,33	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da prove geotecniche	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Percentuale prove che arrivano al substrato saggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito (0,75)	0,33	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
	0,33	Percentuale di celle occupate da misure di frequenza	No data	1-33%	34-66%	>66%
	0,33	Classe di affidabilità misure (A/B/C/D/E/F/G/H/I)	No data	Classe A + 33%	Classe A + 34-66%	Classe A + >66%

* U. Marchi, C. Cini, V. Fedi, F. Geronzi, E. Lualaba, E. Polacco, D. Poggi, L.M. Paoletti - Il patrimonio della cartografia pubblica nella microzonazione di rischio sismico. In: tempo e Bell'Architettura. Top Appl.

Prato, 4 agosto 2015

Appendice 1

Schede tecniche delle singole misure HVSR

e

Relazione tecnica dello studio di Microzonazione Sismica Strumentale del
Comune di Vicchio

STATION INFORMATION

Station code: prova 1

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: LO SPINOSO

Latitude: 43,94611N

Longitude: 011,43666E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 200 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: passaggio frequente di automobili

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

Recording start time: 2014/11/14 09:30:43

Recording length: 30 min

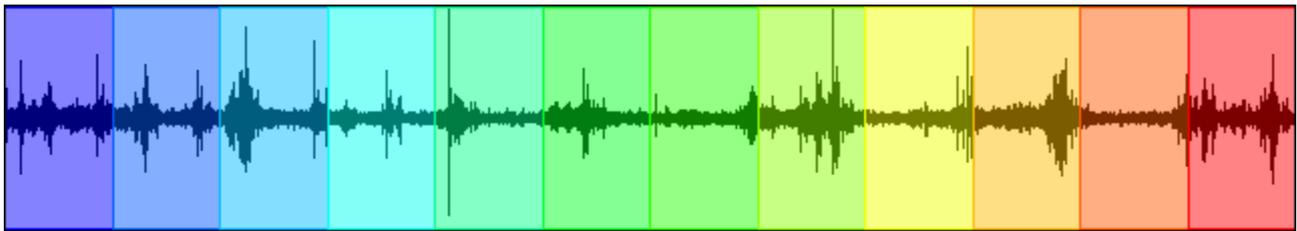
Windows count: 12

Average windows length: 150

Signal coverage: 100%

7426 Counts

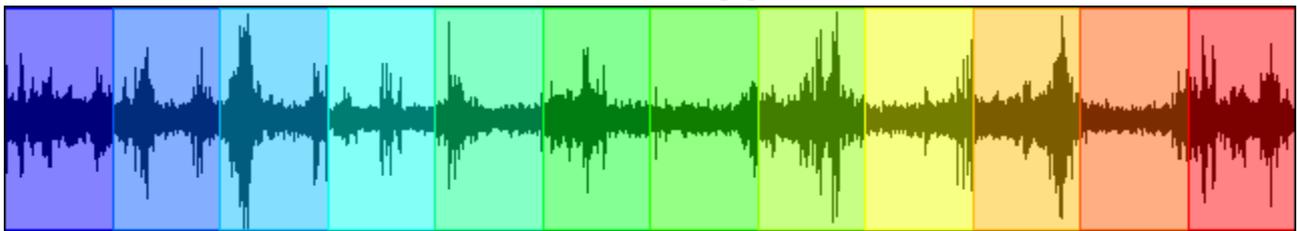
CHANNEL #1 [V]



-6562 Counts

2599 Counts

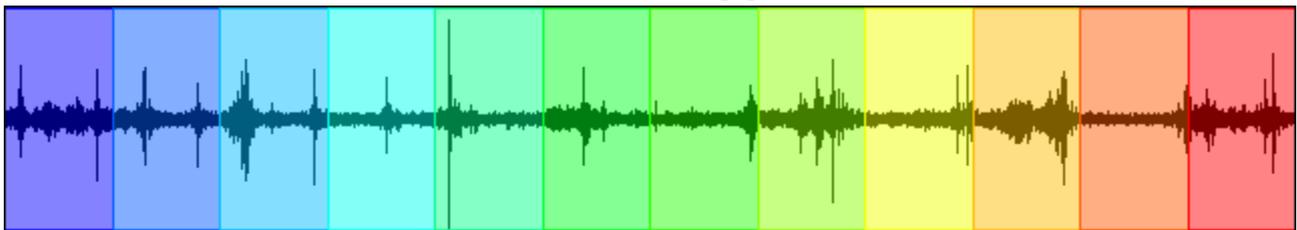
CHANNEL #2 [N]



-2710 Counts

6212 Counts

CHANNEL #3 [E]



-6977 Counts

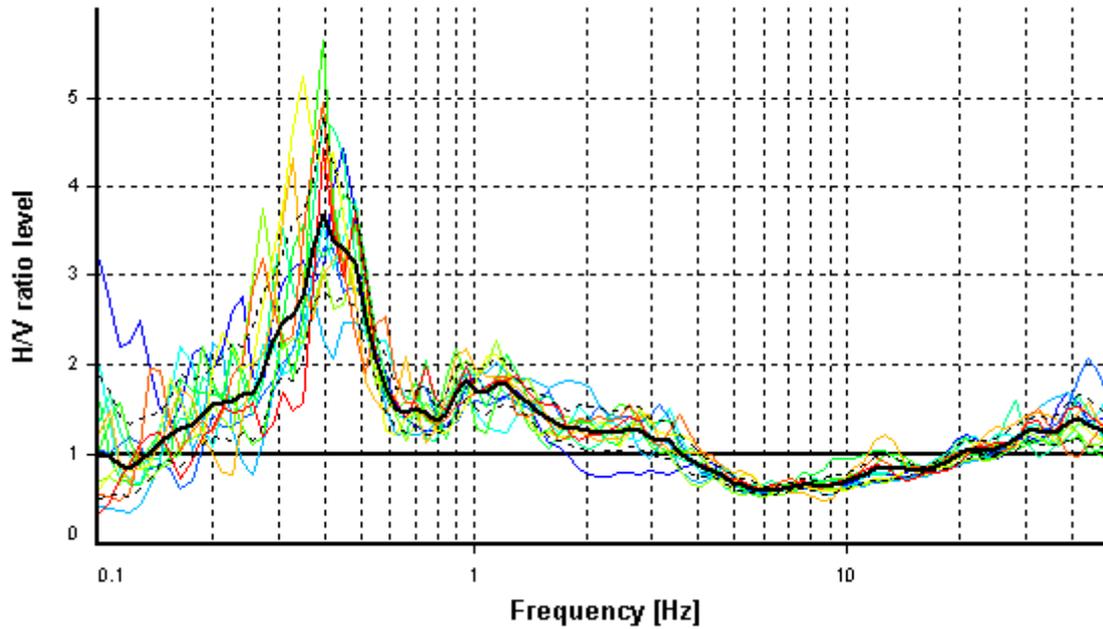
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

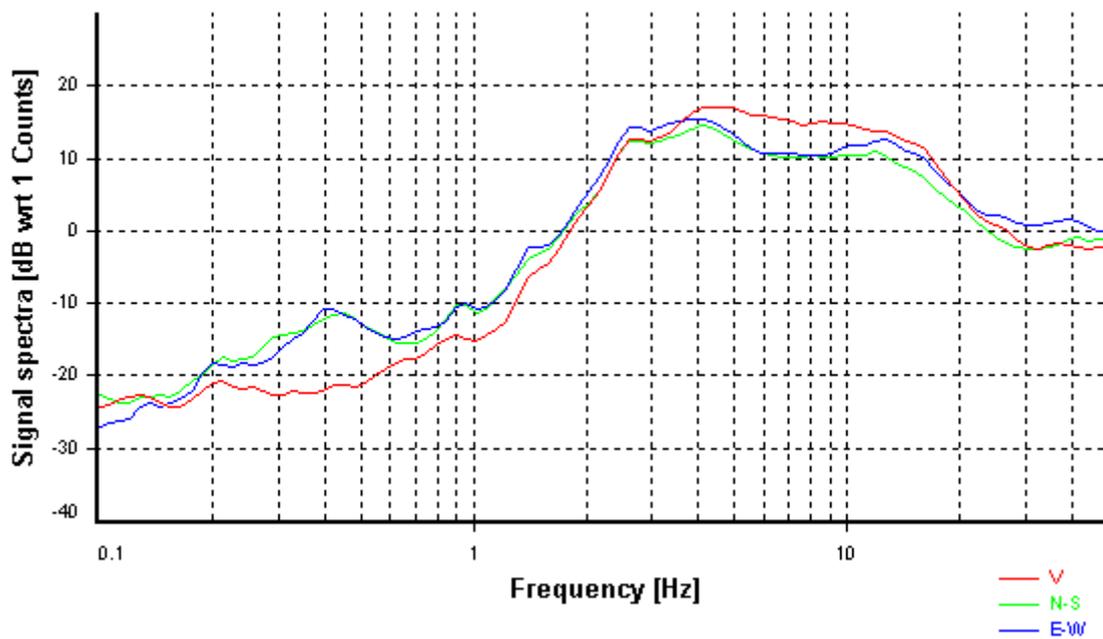
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

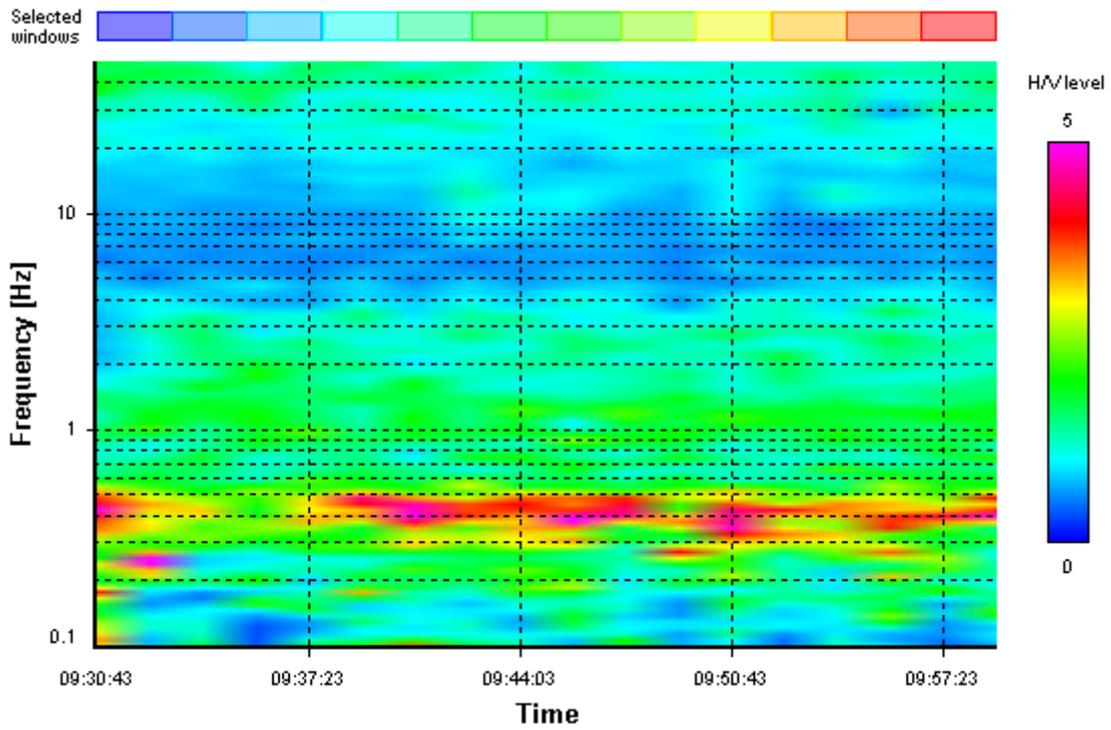
HVSR average



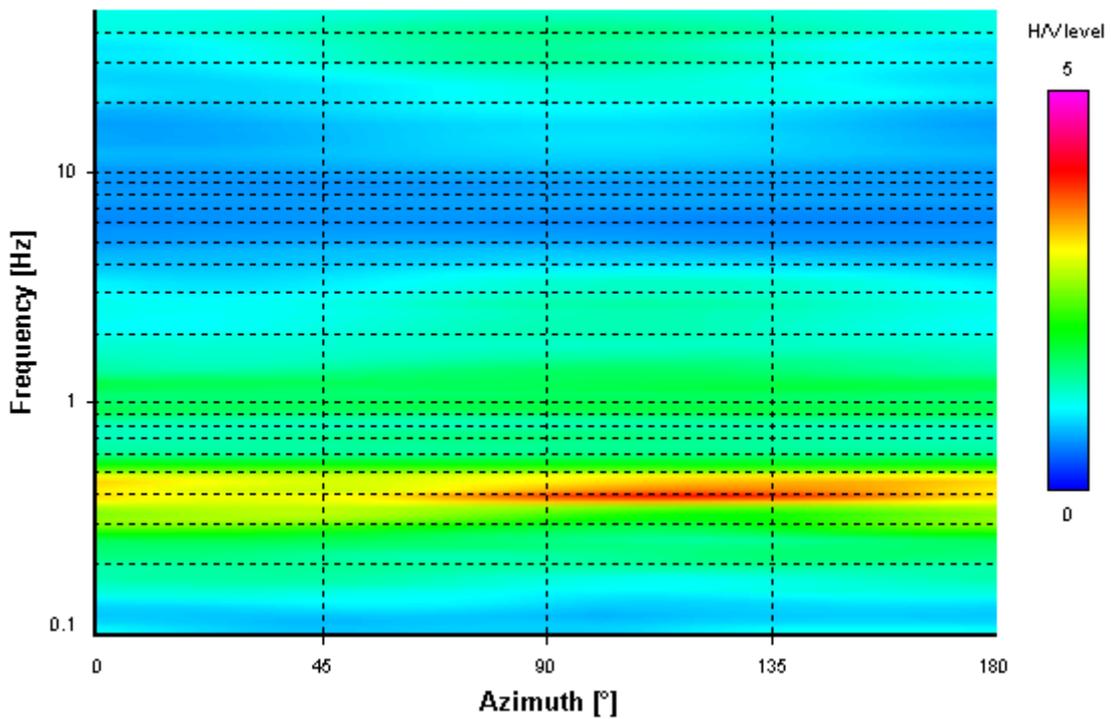
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



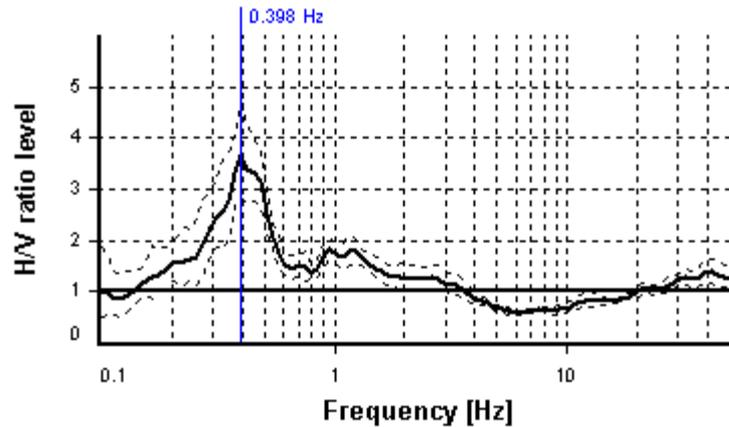
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.398 Hz

A_0 amplitude = 3.678

Average $f_0 = 0.392 \pm 0.056$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	12 valid windows (length > 25.13 s) out of 12	OK
$n_c(f_0) > 200$	716.22 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.25641 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.57989 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.68 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% \leq 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05644 < 0.07958	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.30196 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 2

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: MATTAGNANO

Latitude: 43,94111N

Longitude: 011,42306E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 188 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

Recording start time: 2014/11/14 10:57:17

Recording length: 30 min

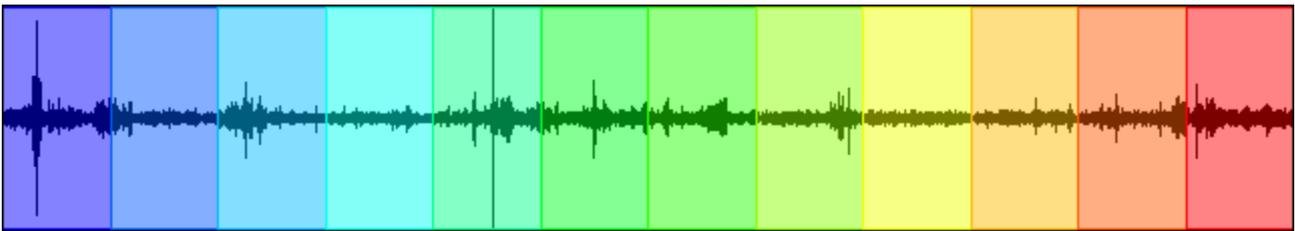
Windows count: 12

Average windows length: 150

Signal coverage: 100%

17983 Counts

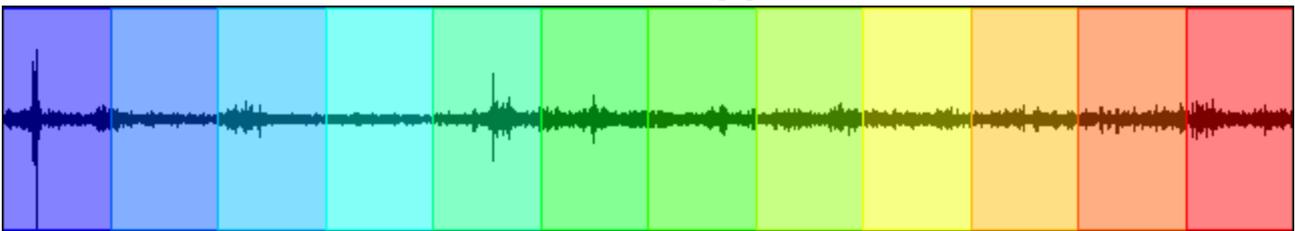
CHANNEL #1 [V]



-17659 Counts

9781 Counts

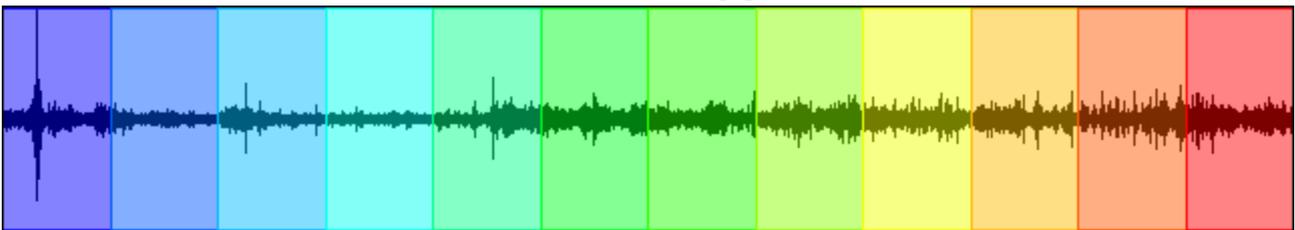
CHANNEL #2 [N]



-15529 Counts

11913 Counts

CHANNEL #3 [E]



-8731 Counts

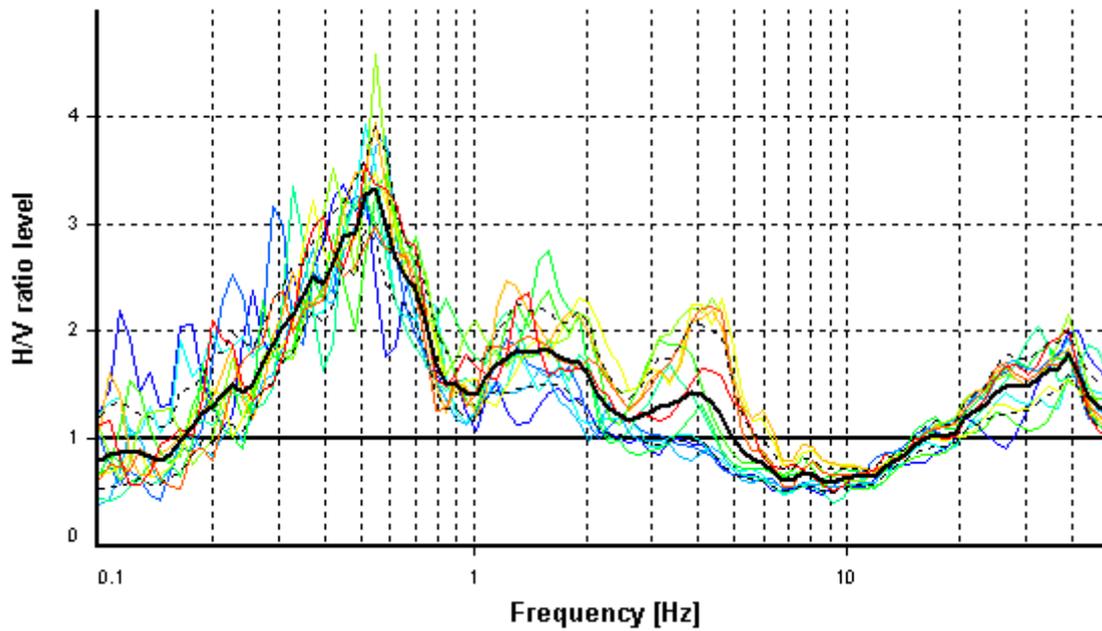
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

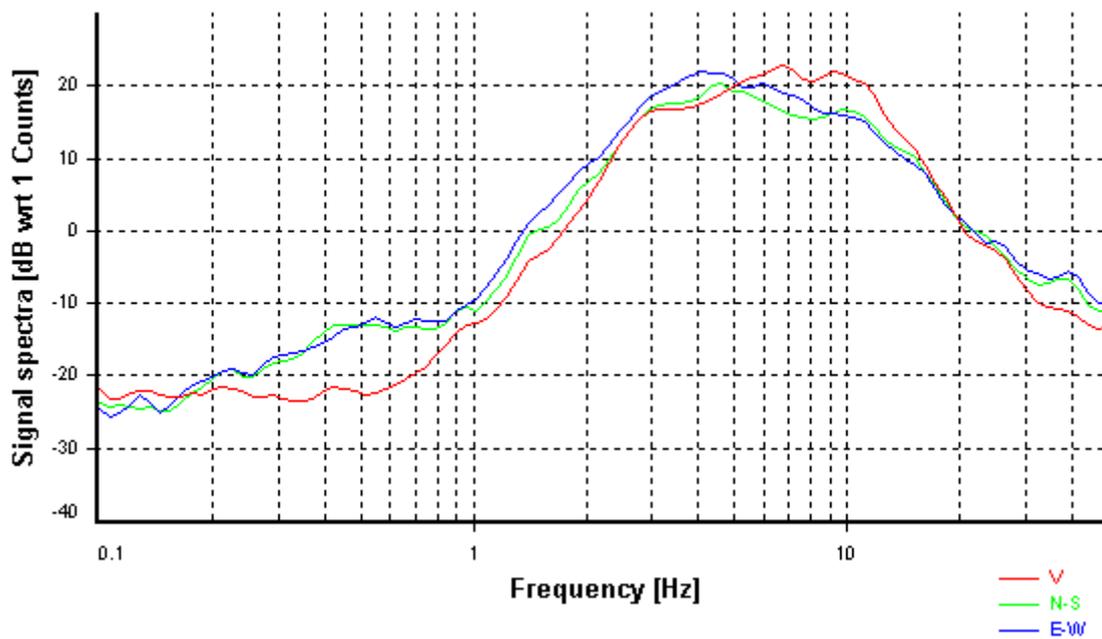
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

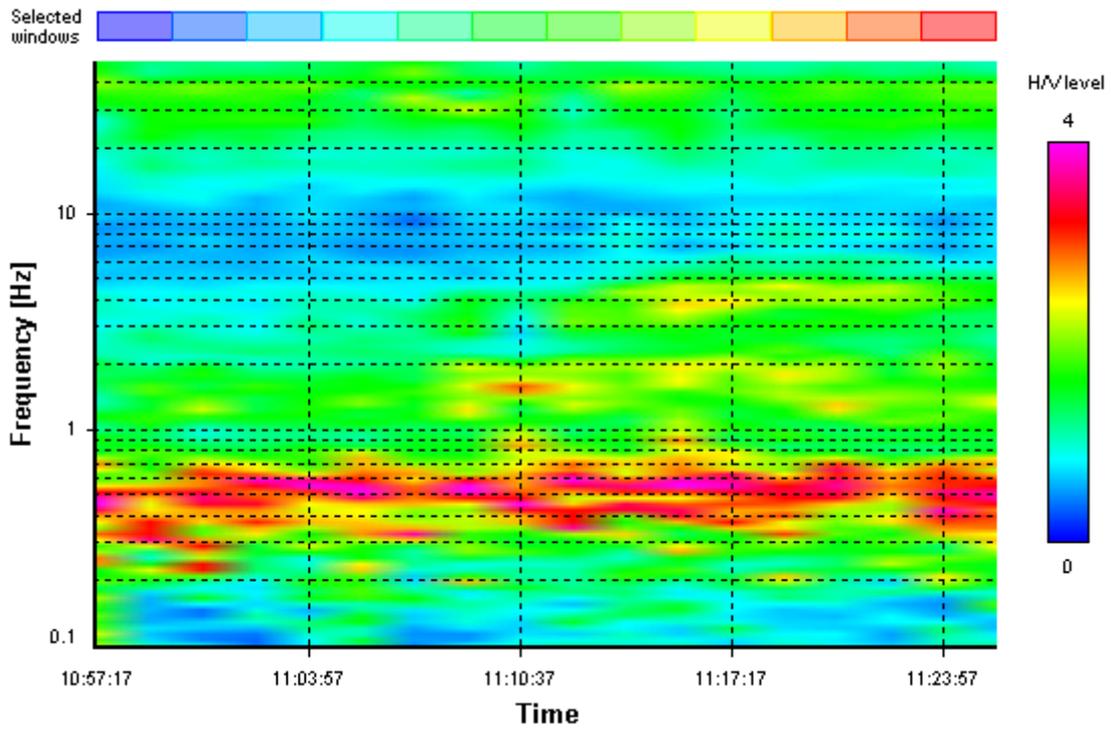
HVSR average



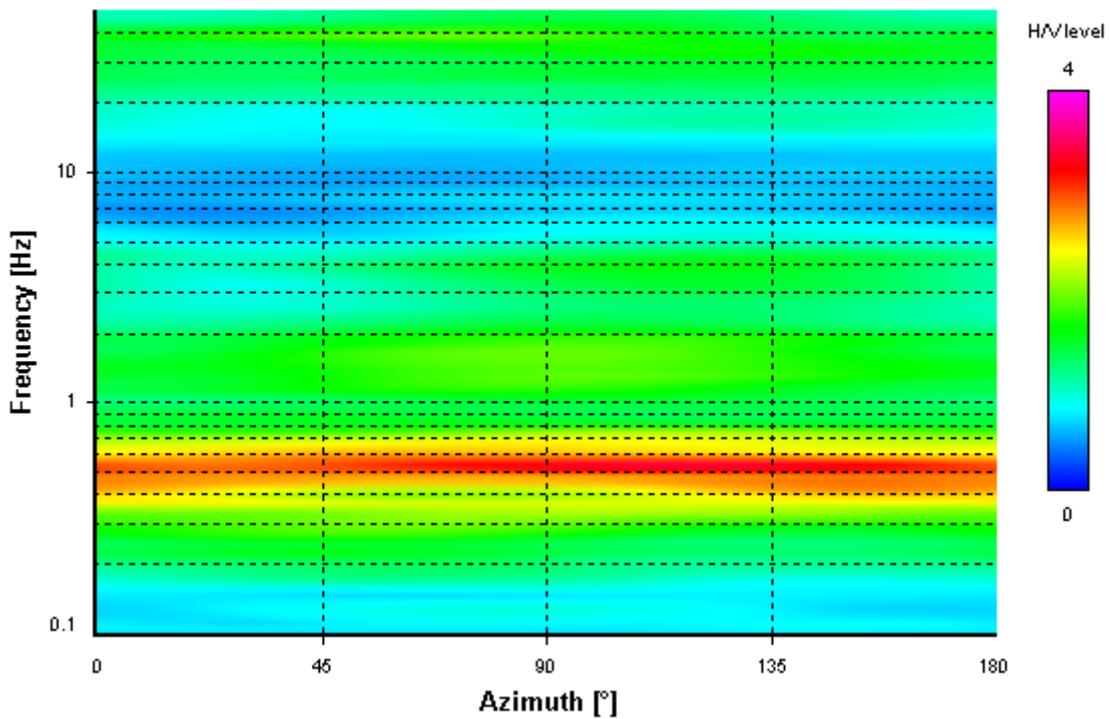
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



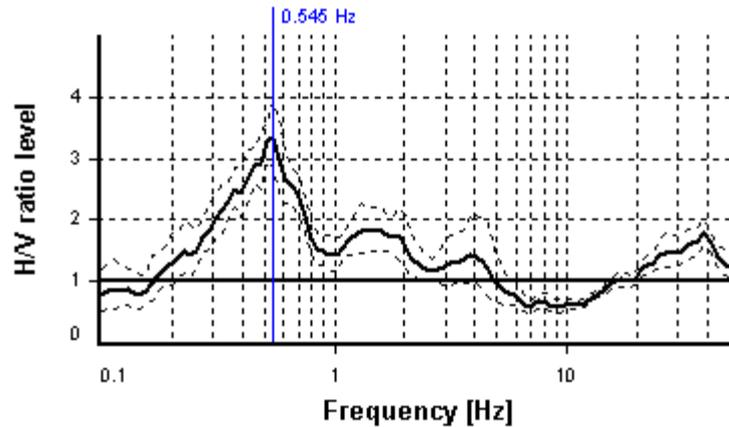
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.545 Hz

A_0 amplitude = 3.338

Average $f_0 = 0.526 \pm 0.038$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	12 valid windows (length > 18.36 s) out of 12	OK
$n_c(f_0) > 200$	980.29 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.25641 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.84512 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.34 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	6.08% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03781 < 0.08169	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.17448 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 3

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: LA GRACCHIA

Latitude: 43,94912N

Longitude: 011,42234E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 205 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

Recording start time: 2014/11/14 11:37:34

Recording length: 30 min

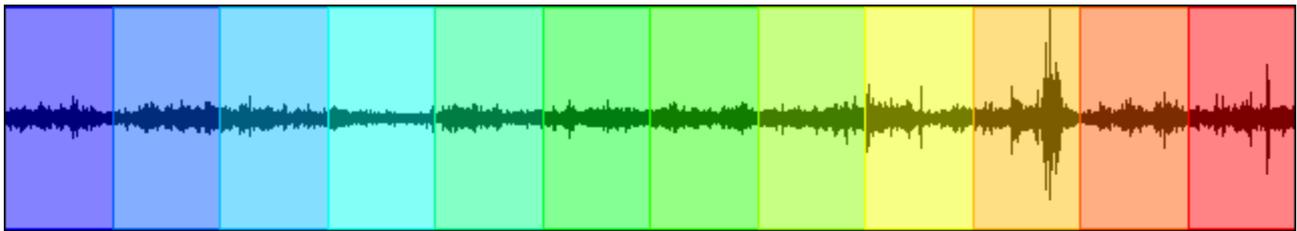
Windows count: 12

Average windows length: 150

Signal coverage: 100%

11928 Counts

CHANNEL #1 [V]



-8697 Counts

4668 Counts

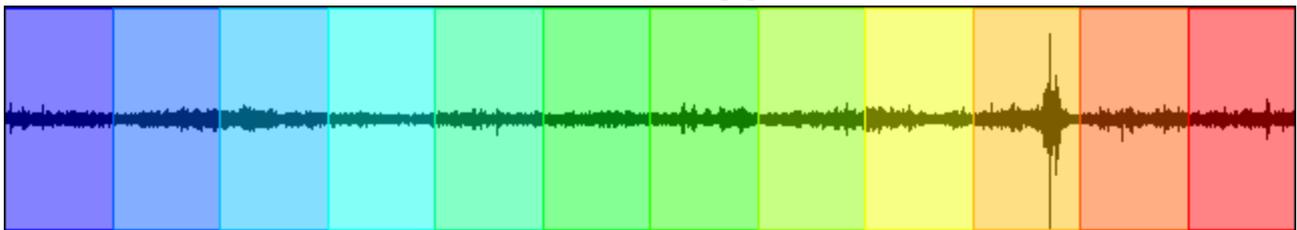
CHANNEL #2 [N]



-6075 Counts

9409 Counts

CHANNEL #3 [E]



-12160 Counts

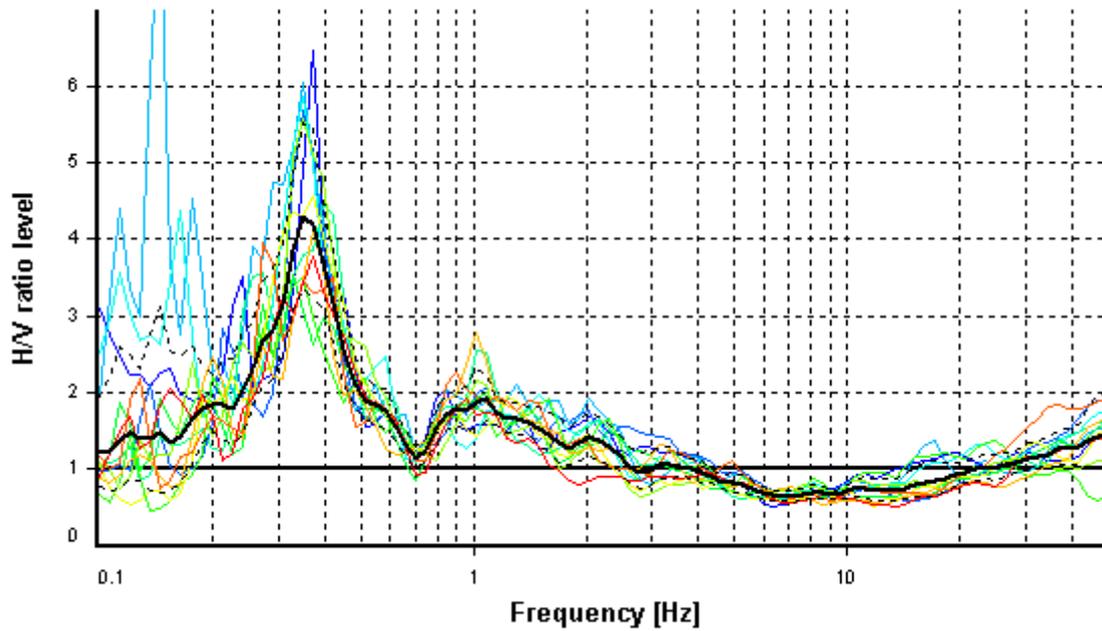
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

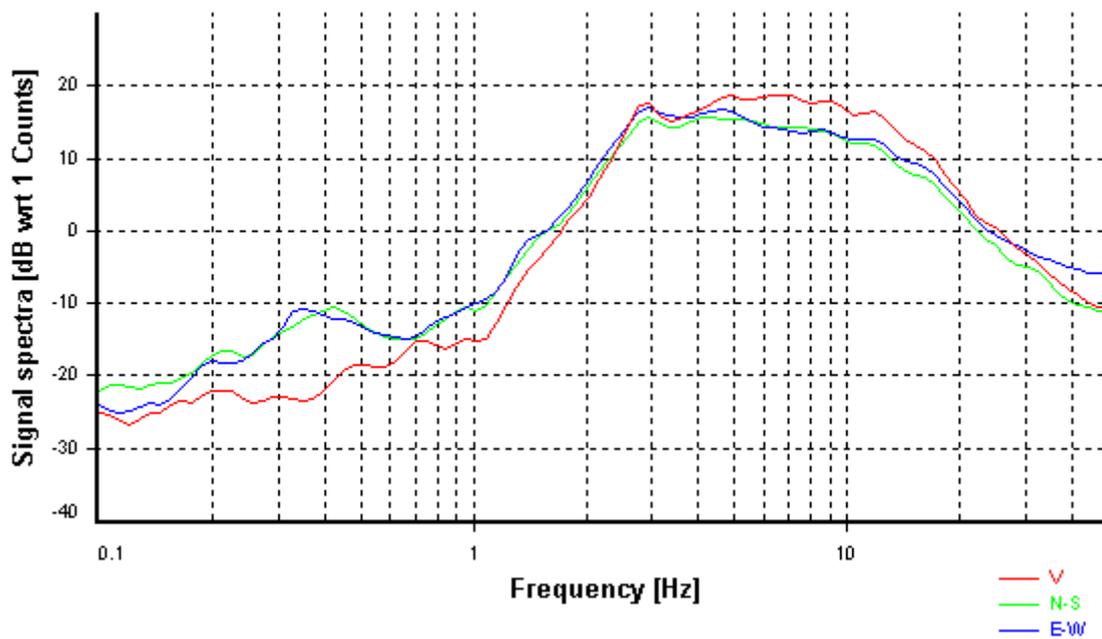
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

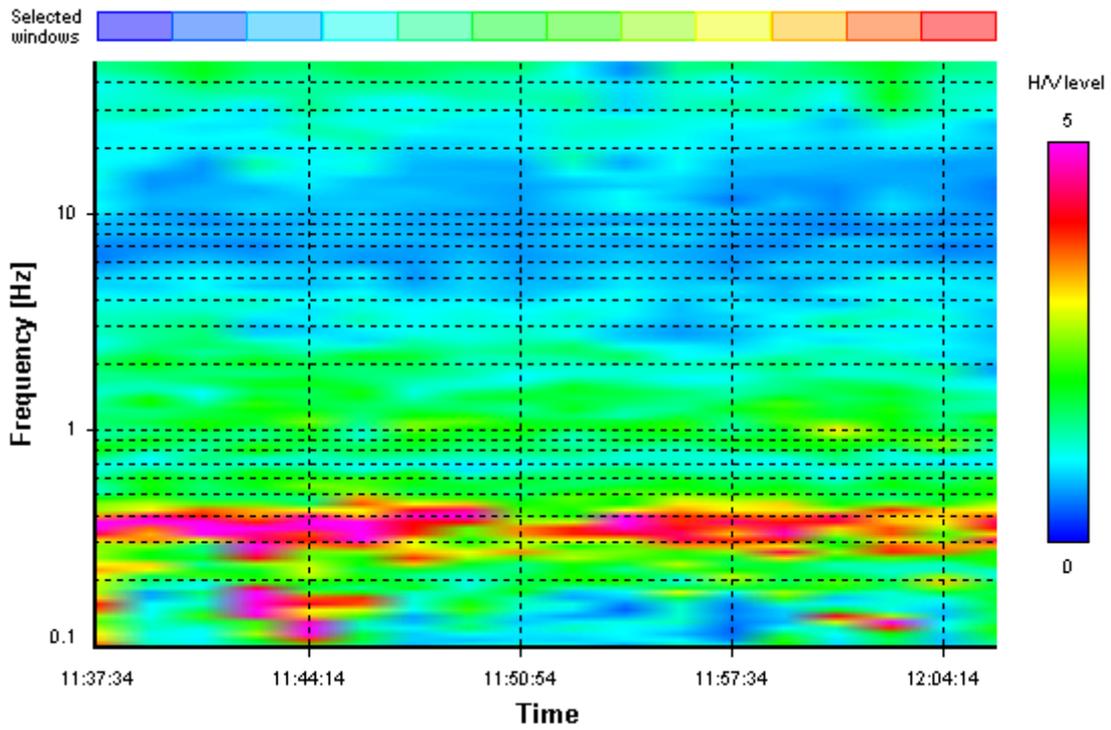
HVSR average



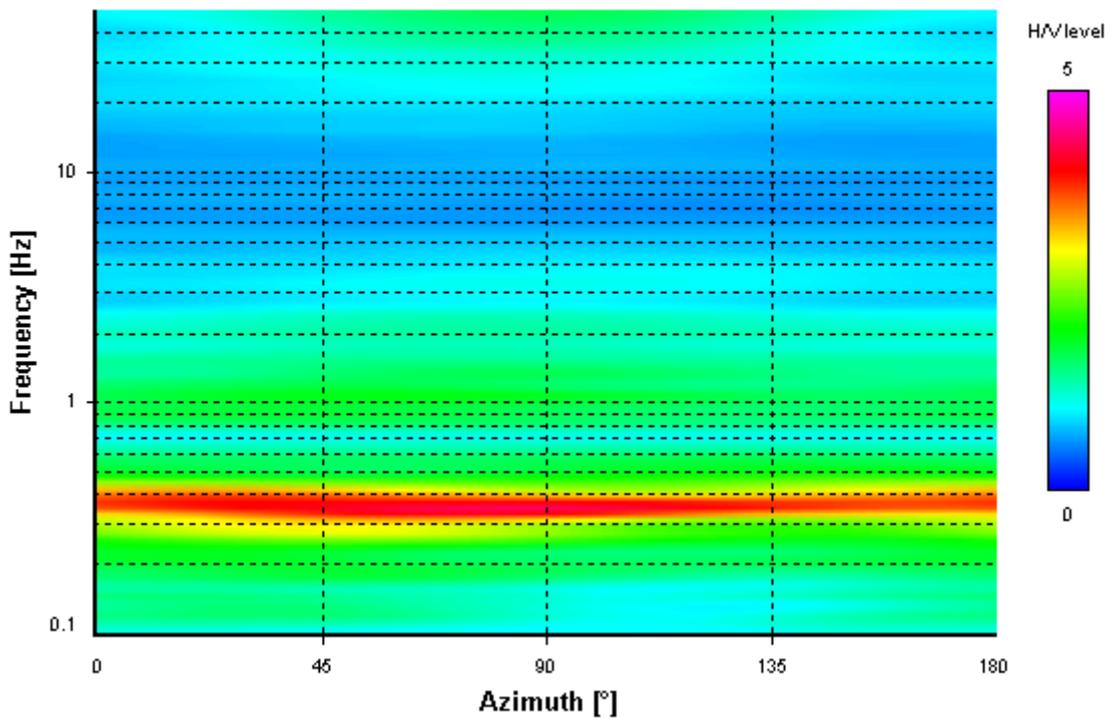
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



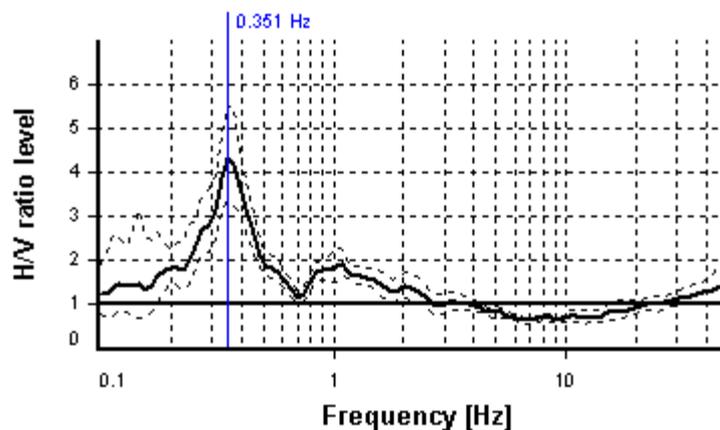
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.351 Hz

A_0 amplitude = 4.303

Average $f_0 = 0.354 \pm 0.031$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	12 valid windows (length > 28.49 s) out of 12	OK
$n_c(f_0) > 200$	631.71 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.24081 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.48035 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.3 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% \leq 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03115 < 0.07019	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.28618 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 4

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: PIAZZANO

Latitude: 43,95813N

Longitude: 011,42157E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 225 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

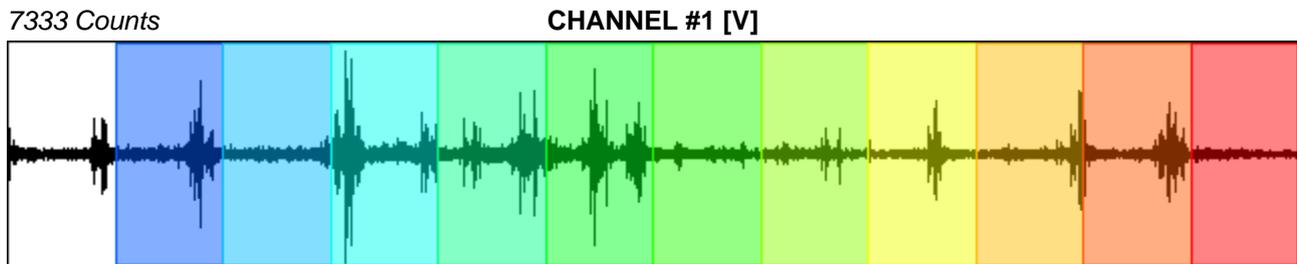
Recording start time: 2014/11/14 12:18:21

Recording length: 30 min

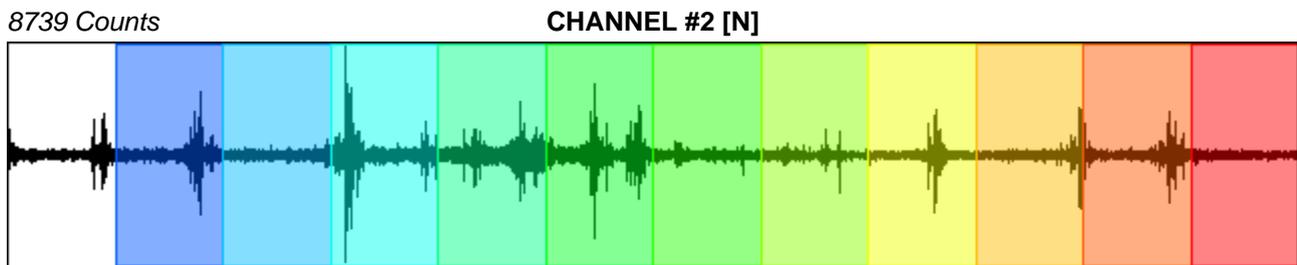
Windows count: 11

Average windows length: 150

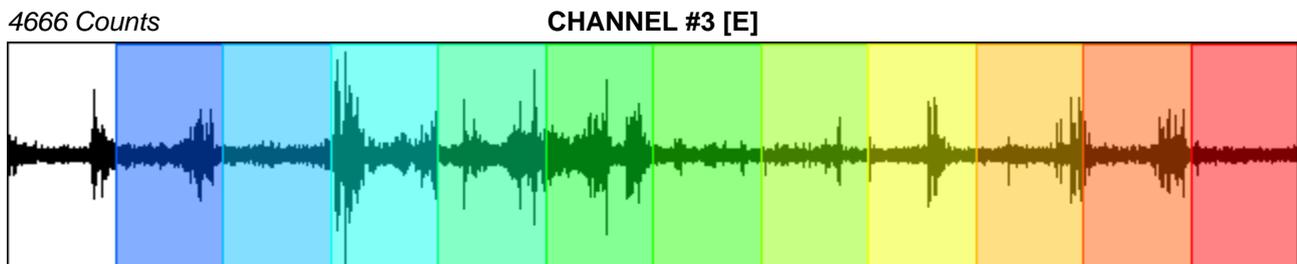
Signal coverage: 91.67%



-7926 Counts



-8446 Counts



-5058 Counts

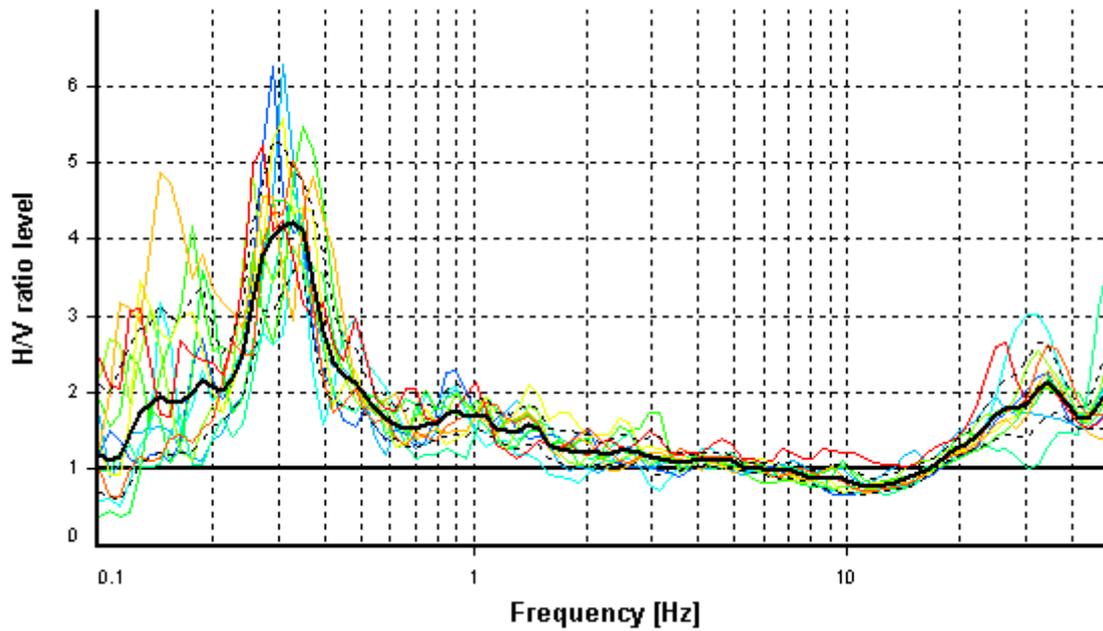
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

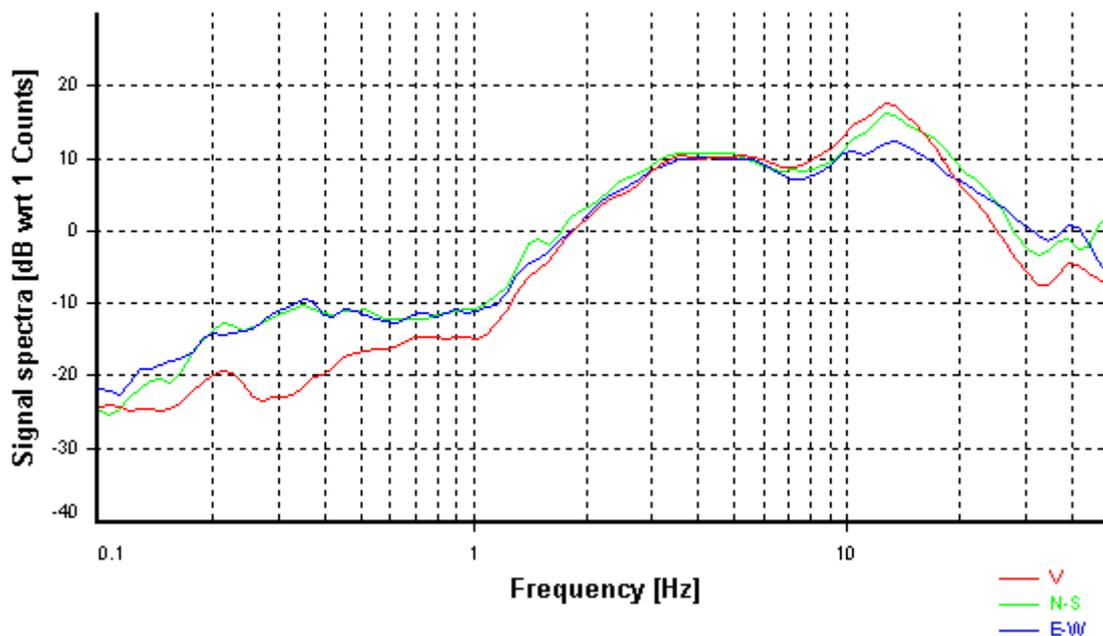
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

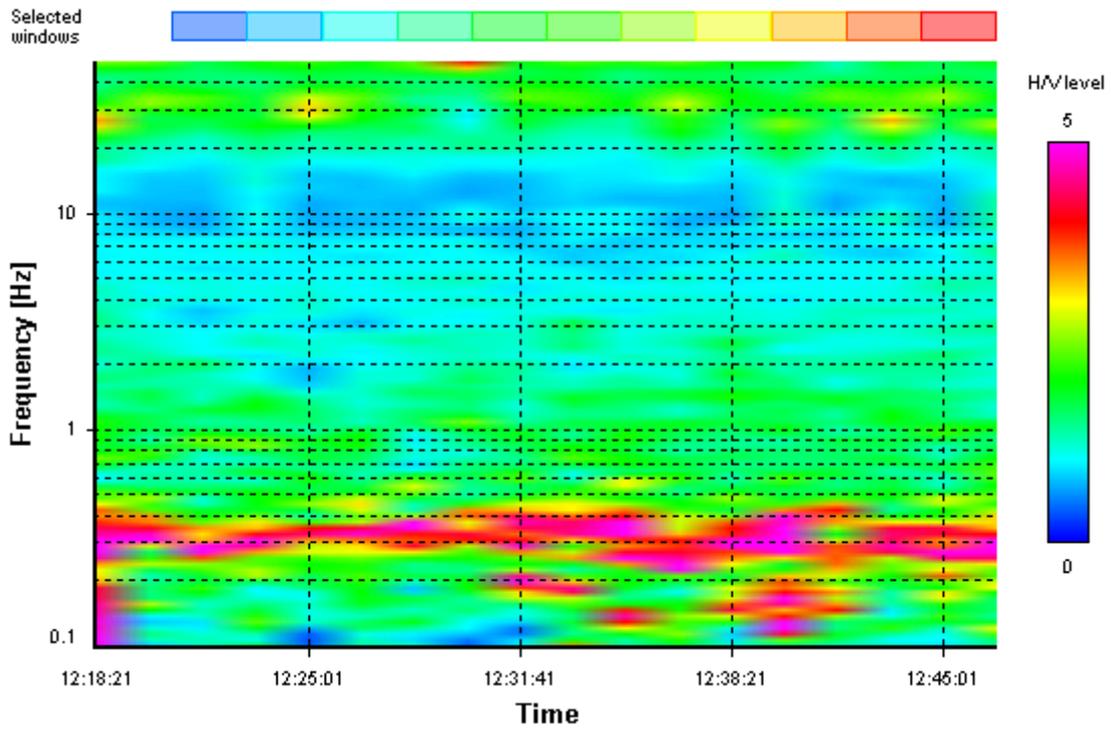
HVSR average



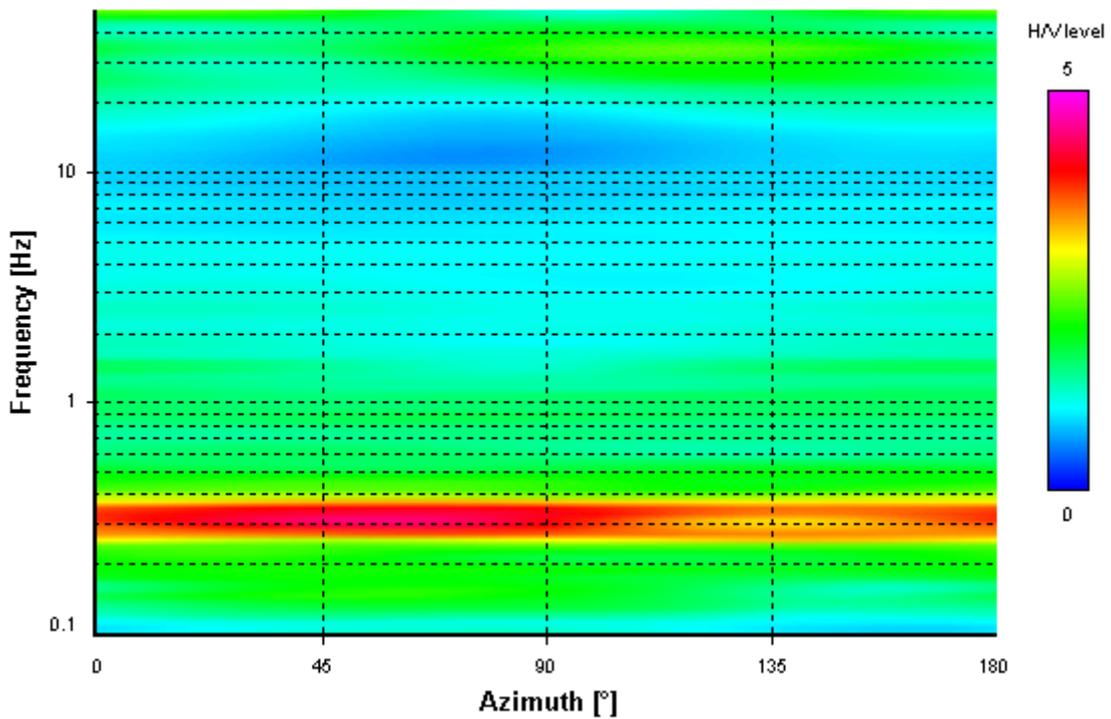
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



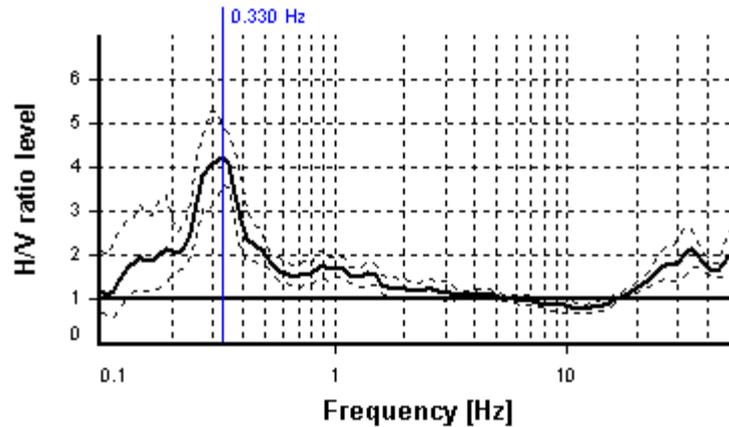
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.330 Hz

A_0 amplitude = 4.216

Average $f_0 = 0.315 \pm 0.034$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	11 valid windows (length > 30.34 s) out of 11	OK
$n_c(f_0) > 200$	543.84 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.2124 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.51147 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.22 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	11.8% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.03354 < 0.06592	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.17119 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 5

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: SANTA MARIA A VEZZANO

Latitude: 43,98580N

Longitude: 011,44628E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 350 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: passaggio di pedoni

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

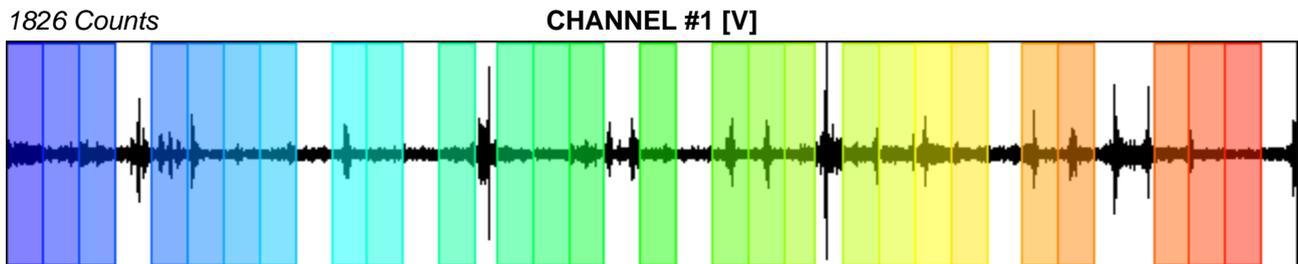
Recording start time: 2014/11/14 14:23:24

Recording length: 30 min

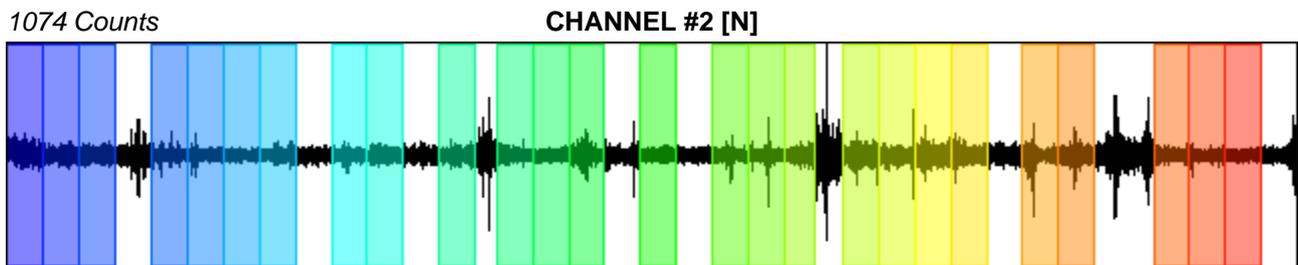
Windows count: 26

Average windows length: 49.74

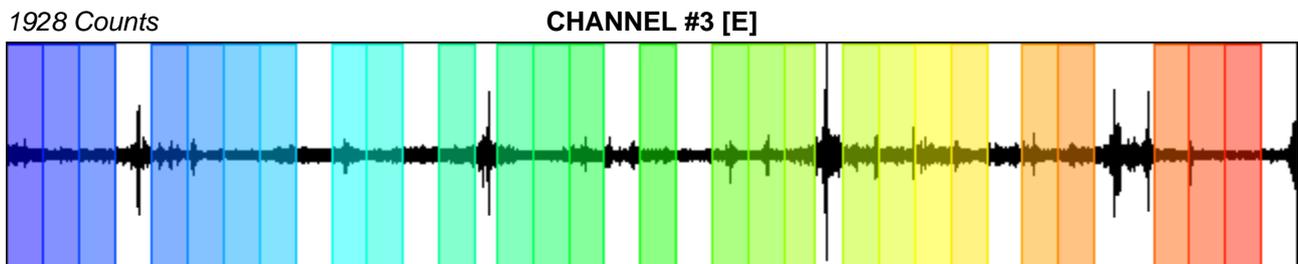
Signal coverage: 71.85%



-1741 Counts



-818 Counts



-1837 Counts

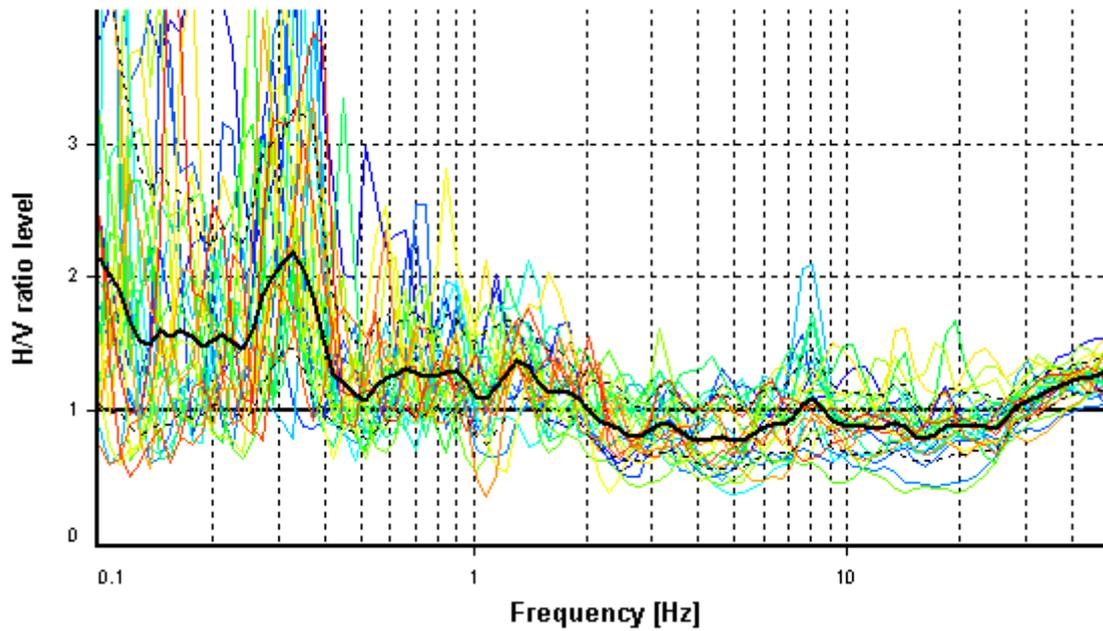
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

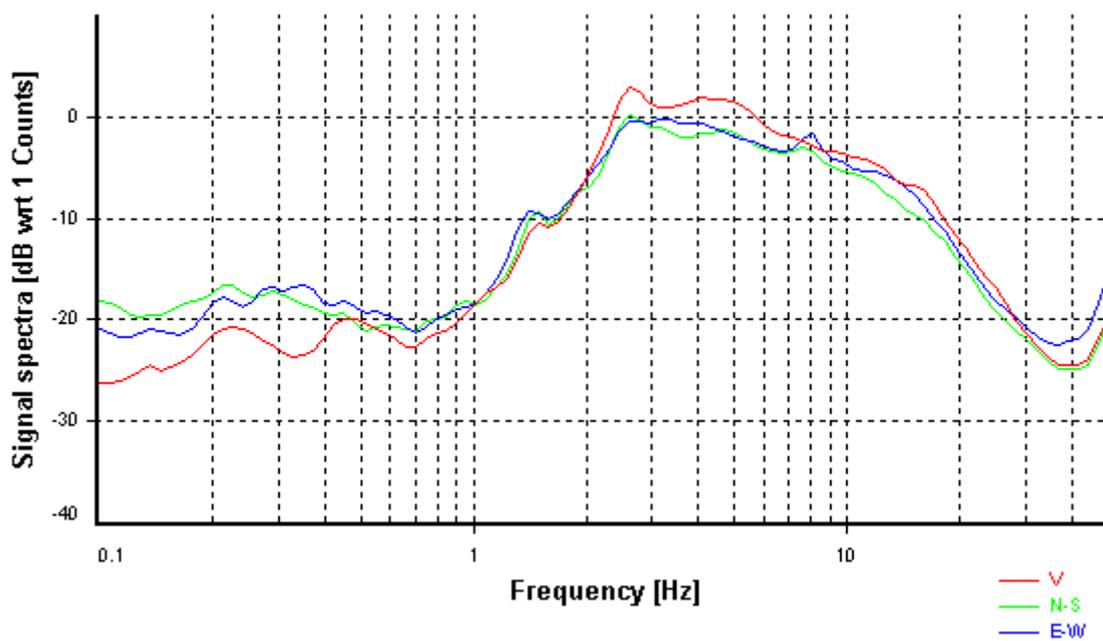
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

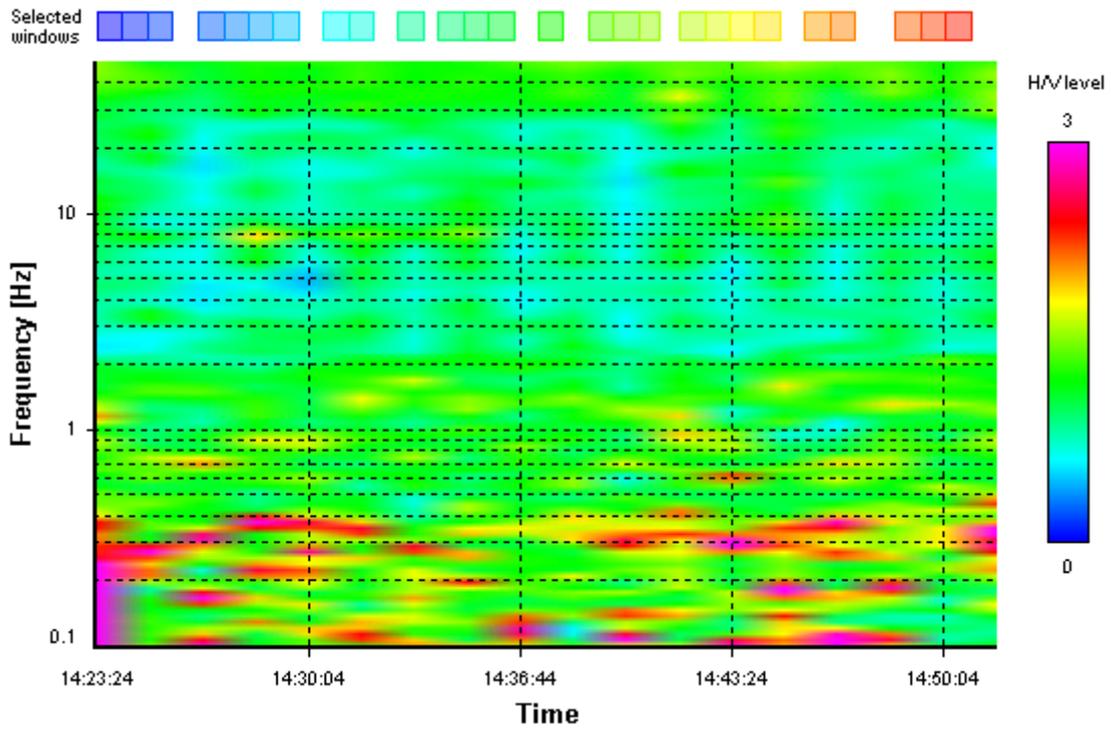
HVSR average



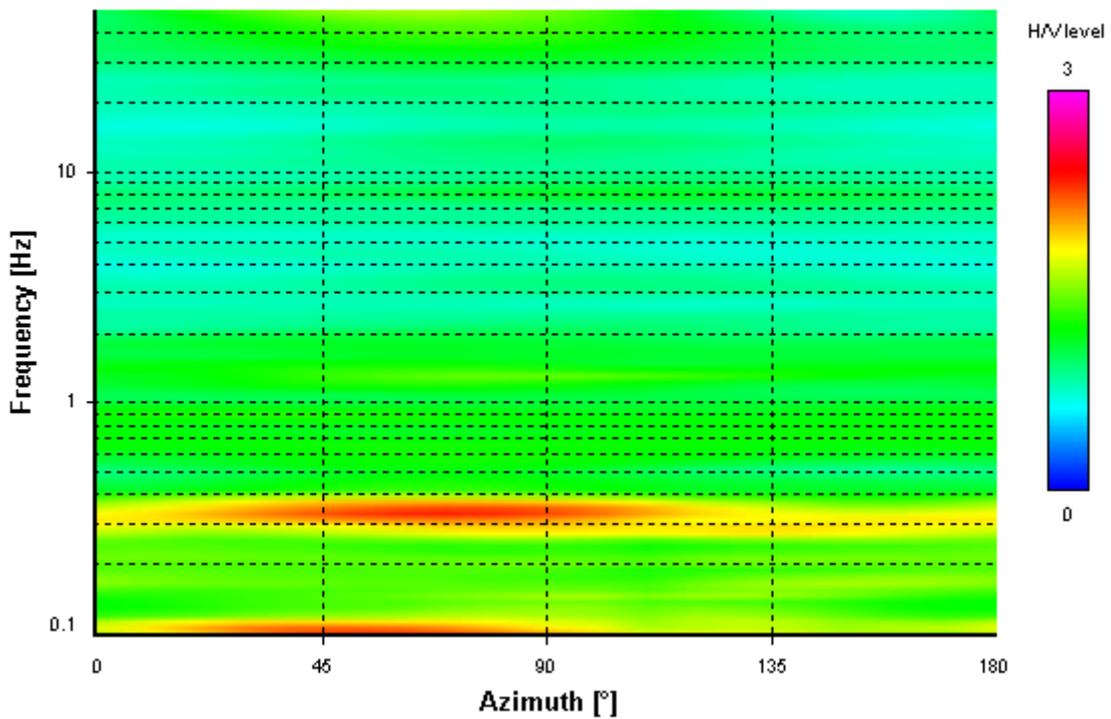
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



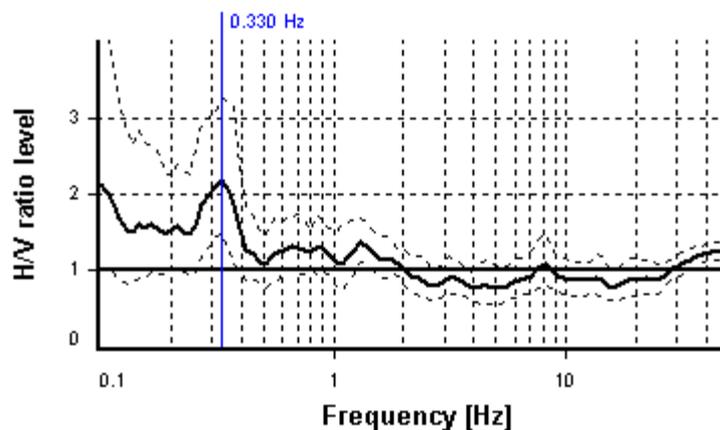
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.330 Hz

A_0 amplitude = 2.192

Average $f_0 = 0.325 \pm 0.048$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	26 valid windows (length > 30.34 s) out of 26	OK
$n_c(f_0) > 200$	426.28 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.51147 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.19 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% \leq 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.04816 < 0.06592	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.48633 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 6

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: SANTA MARIA A VEZZANO

Latitude: 43,98132N

Longitude: 011,44225E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 325 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

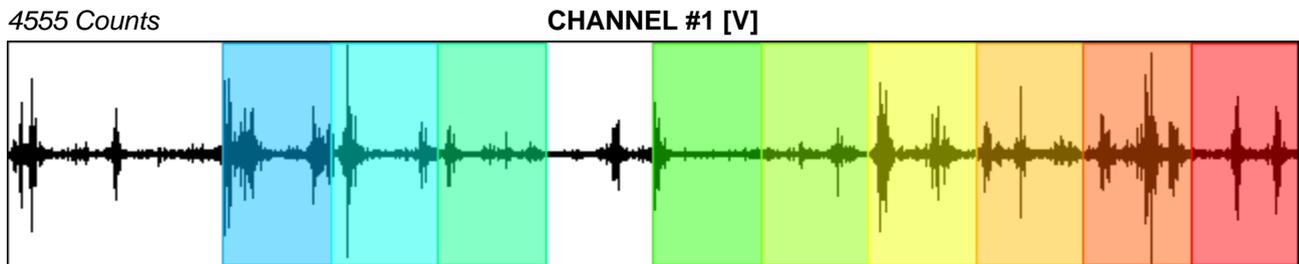
Recording start time: 2014/11/14 13:46:11

Recording length: 30 min

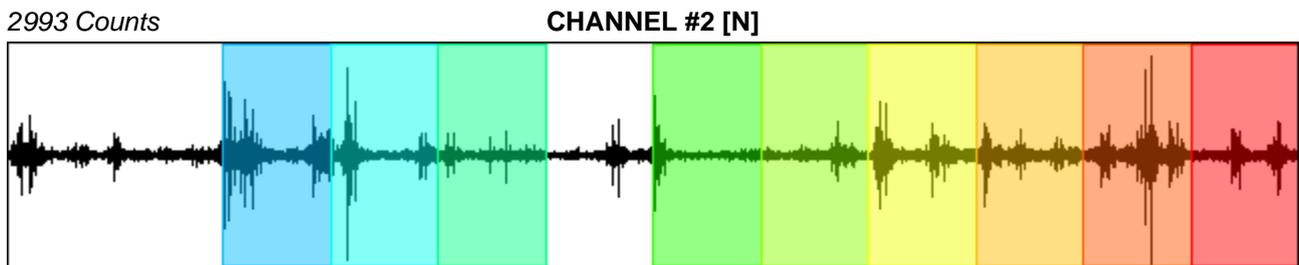
Windows count: 9

Average windows length: 150

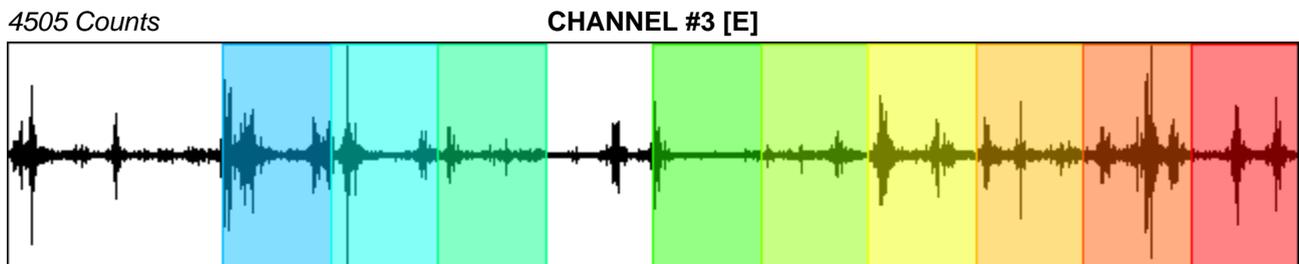
Signal coverage: 75%



-4580 Counts



-3351 Counts



-4493 Counts

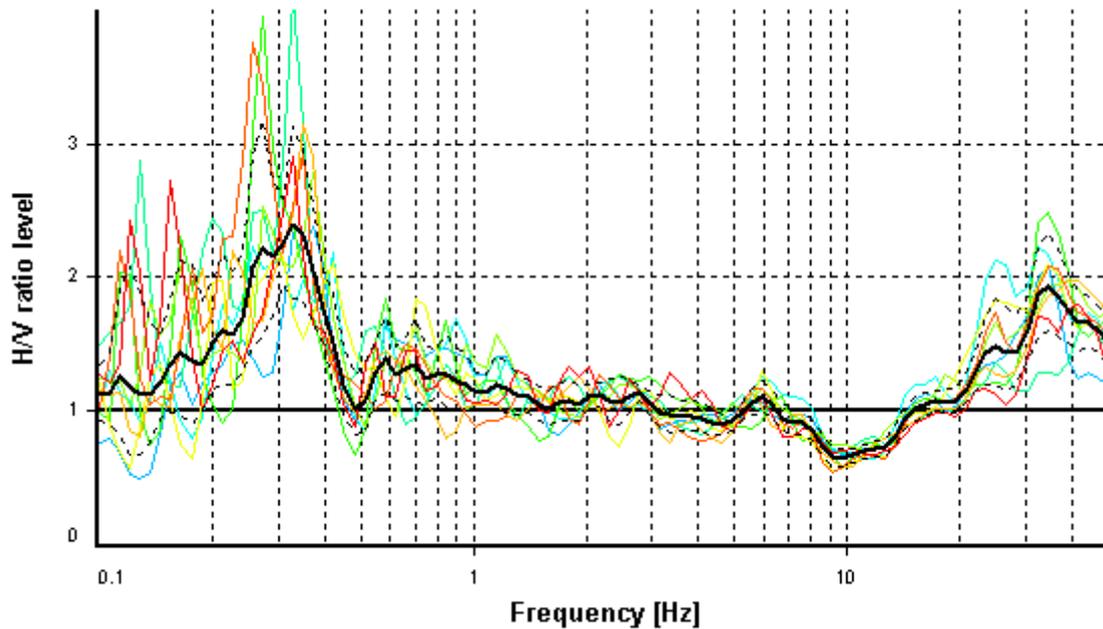
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

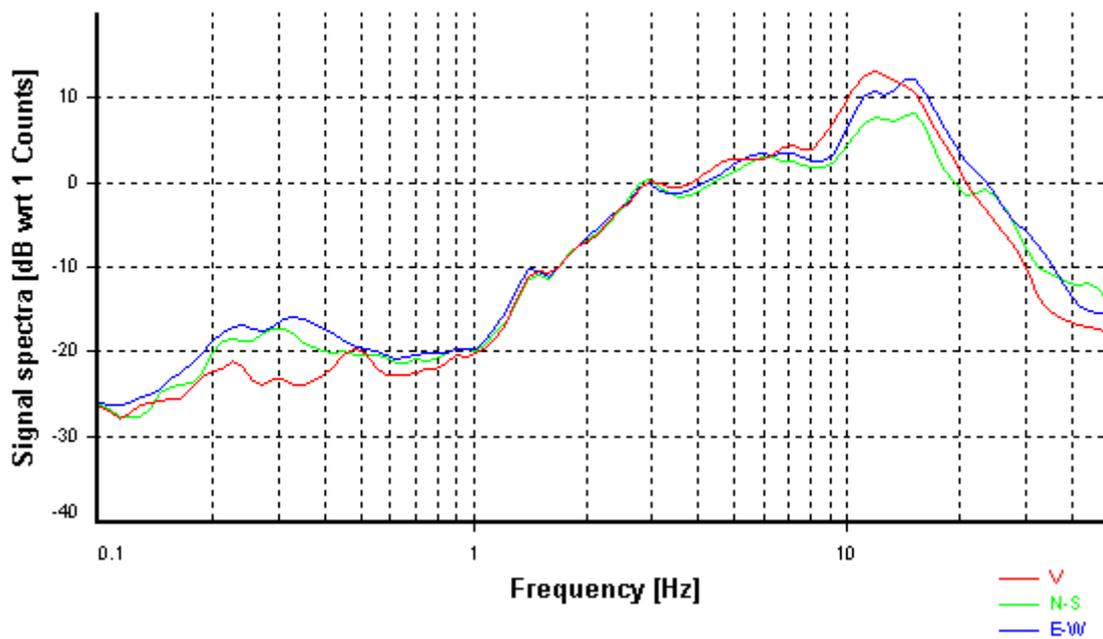
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

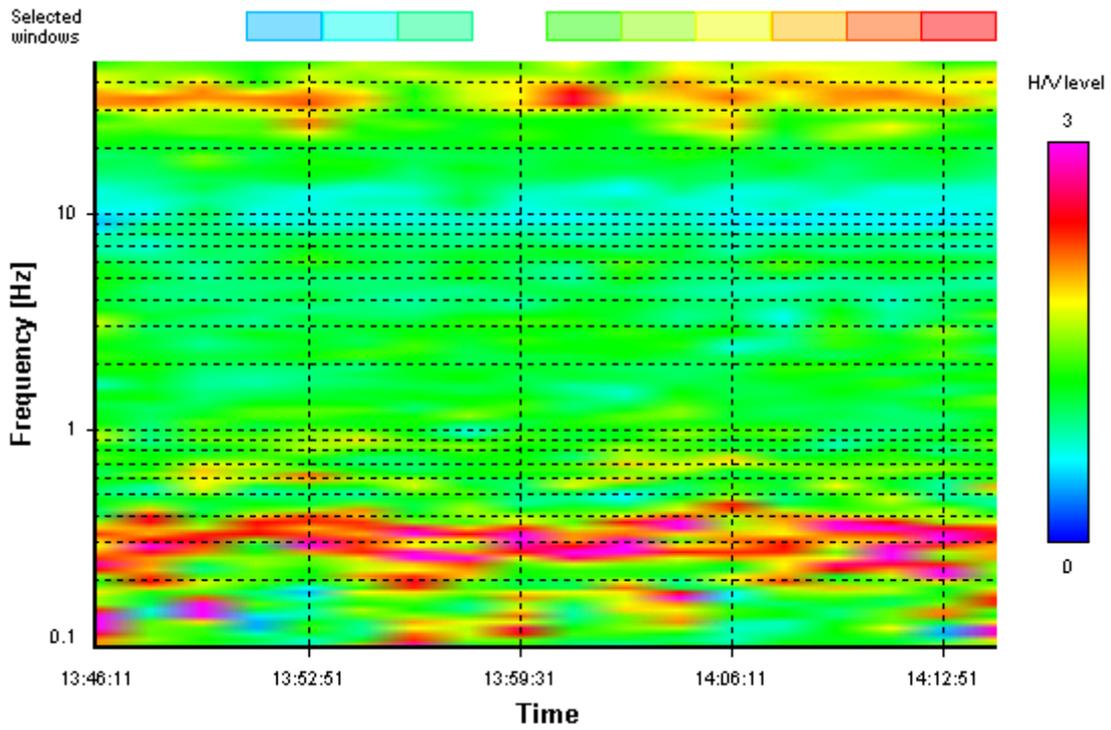
HVSR average



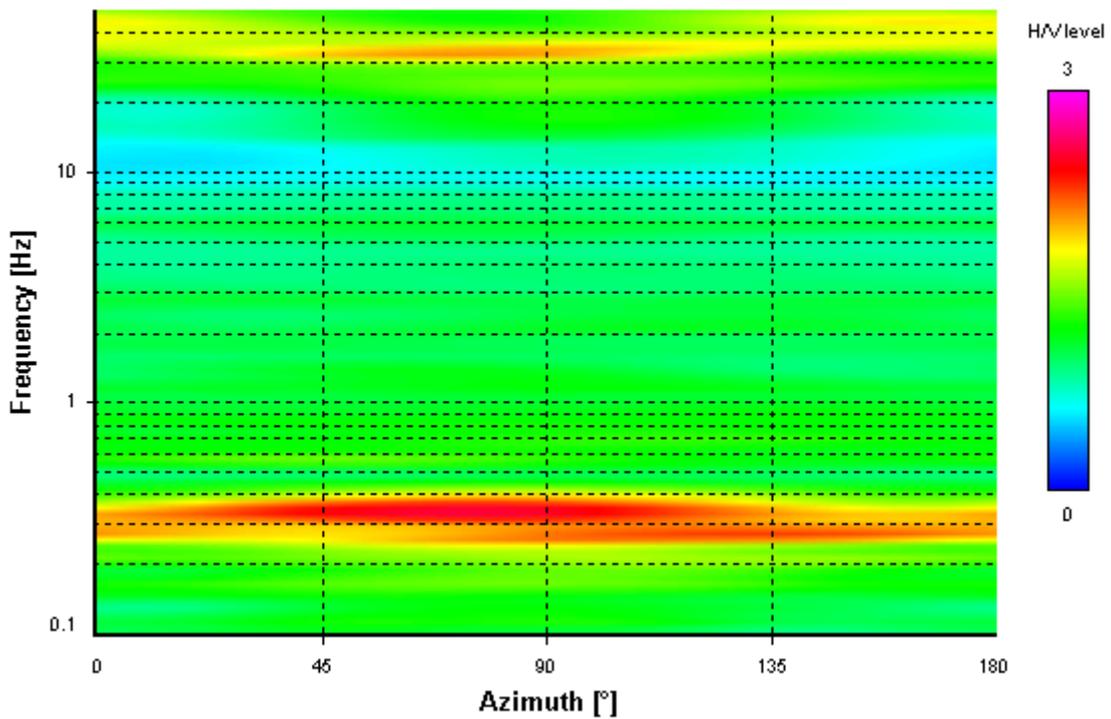
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



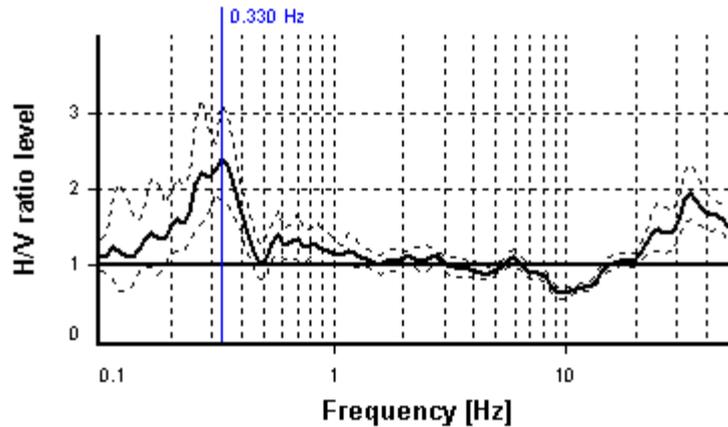
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.330 Hz

A_0 amplitude = 2.398

Average $f_0 = 0.317 \pm 0.046$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	9 valid windows (length > 30.34 s) out of 9	OK
$n_c(f_0) > 200$	444.96 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.13687 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.48035 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.4 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	17.17% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.04641 < 0.06592	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.30243 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 7

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: MOLEZZANO

Latitude: 43,97816N

Longitude: 011,46384E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 300 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: passaggio frequente di automobili

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

Recording start time: 2014/11/14 17:15:21

Recording length: 30 min

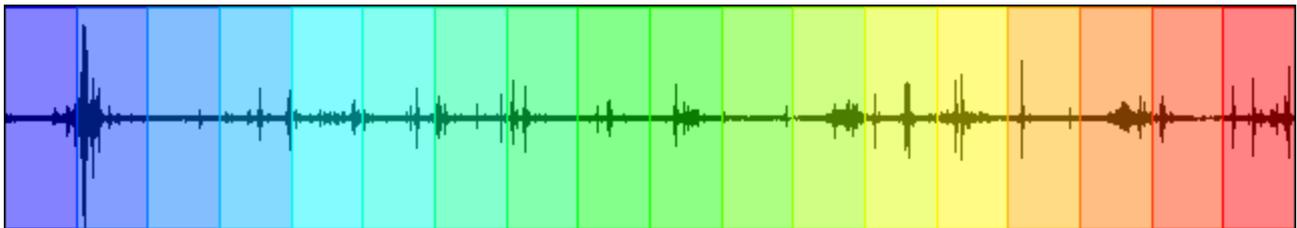
Windows count: 18

Average windows length: 100

Signal coverage: 100%

6313 Counts

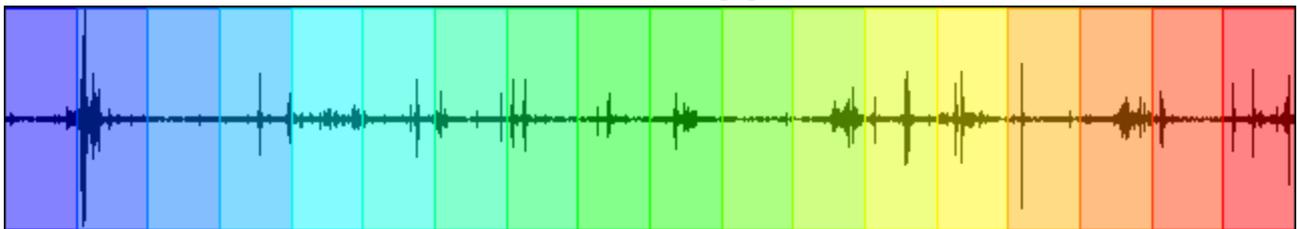
CHANNEL #1 [V]



-7541 Counts

10932 Counts

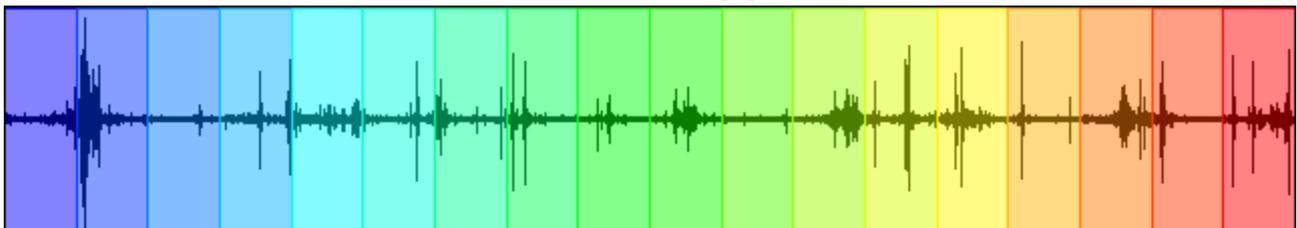
CHANNEL #2 [N]



-10459 Counts

7652 Counts

CHANNEL #3 [E]



-8386 Counts

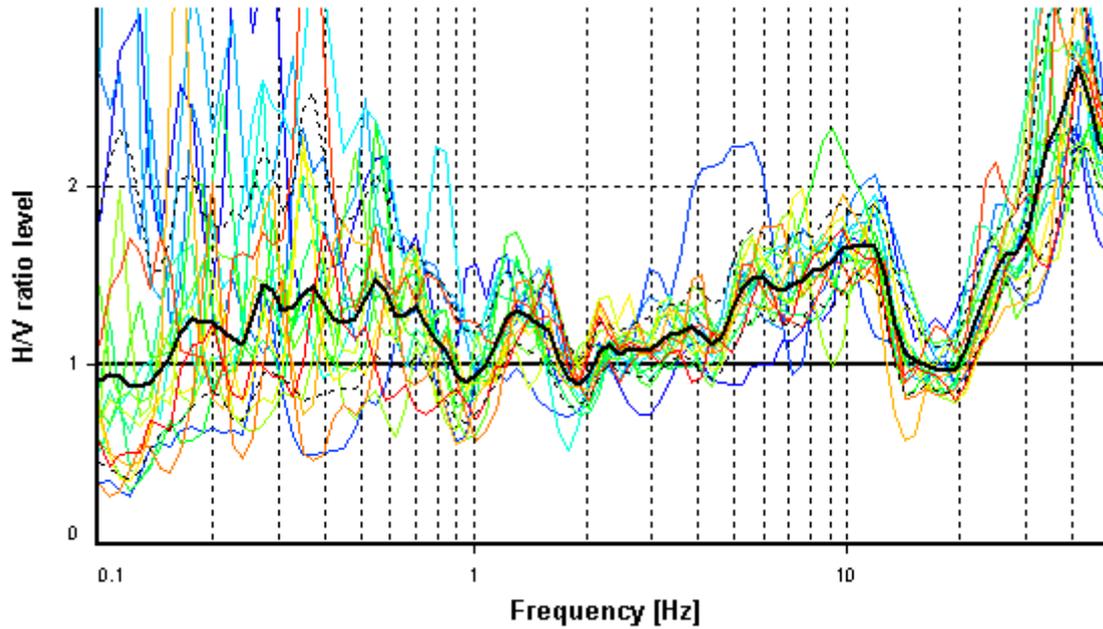
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

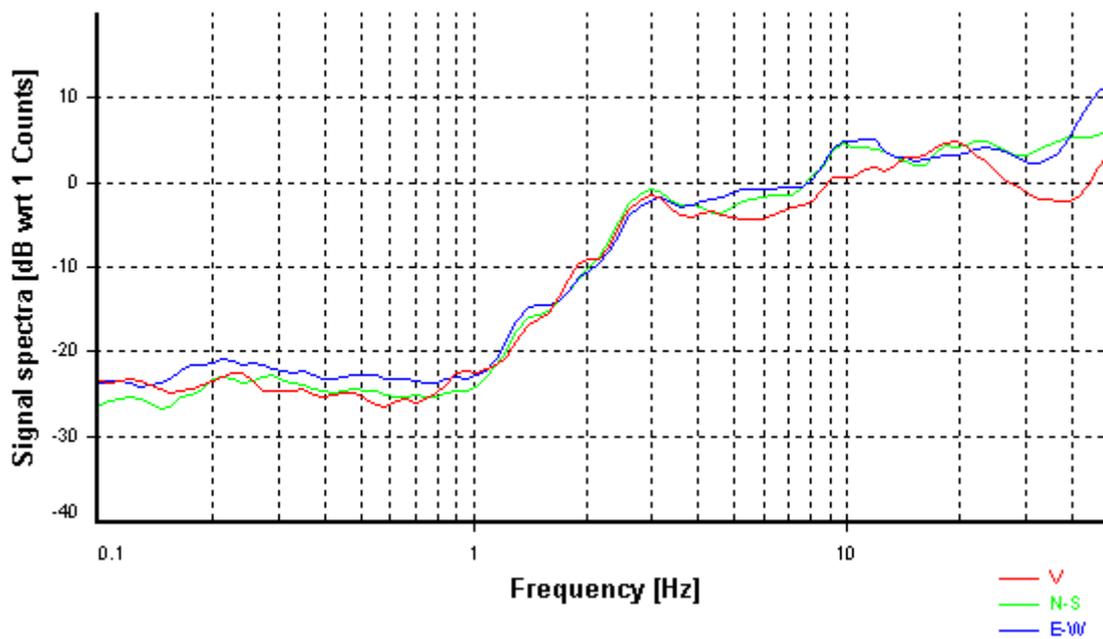
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

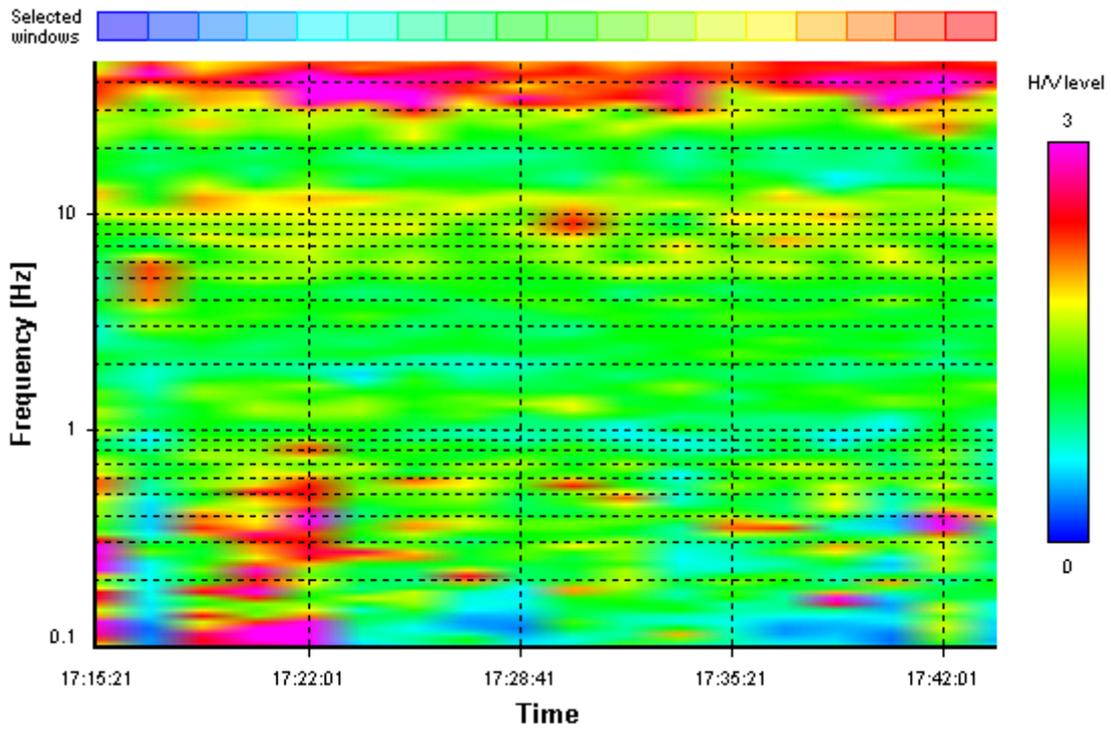
HVSR average



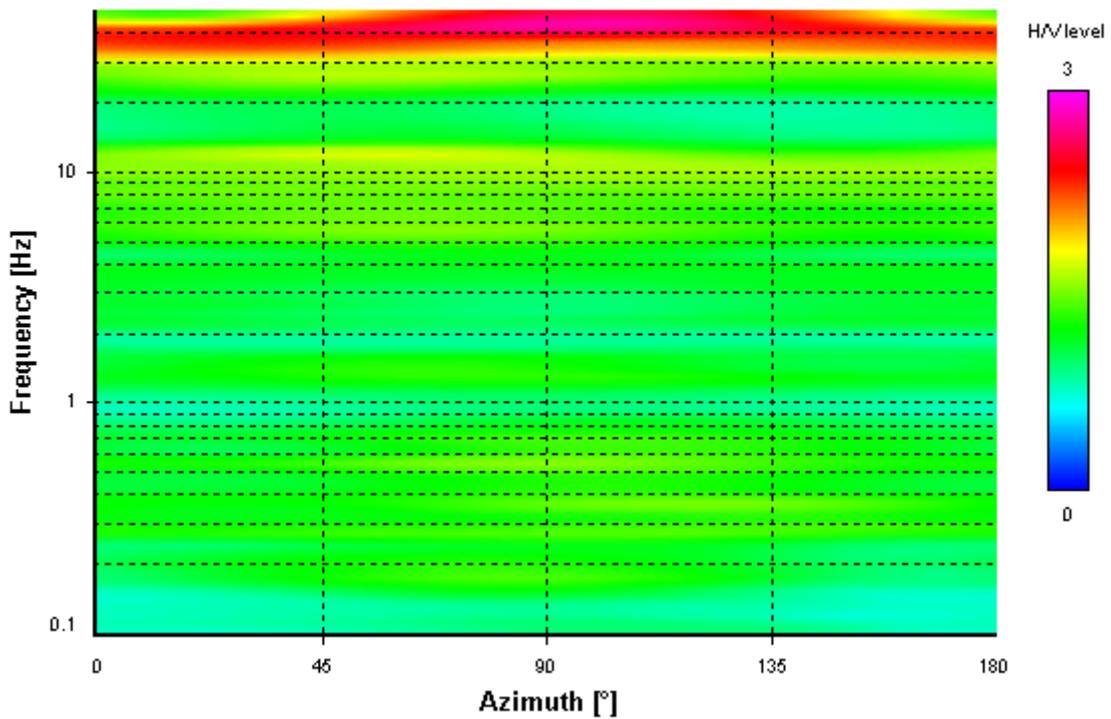
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



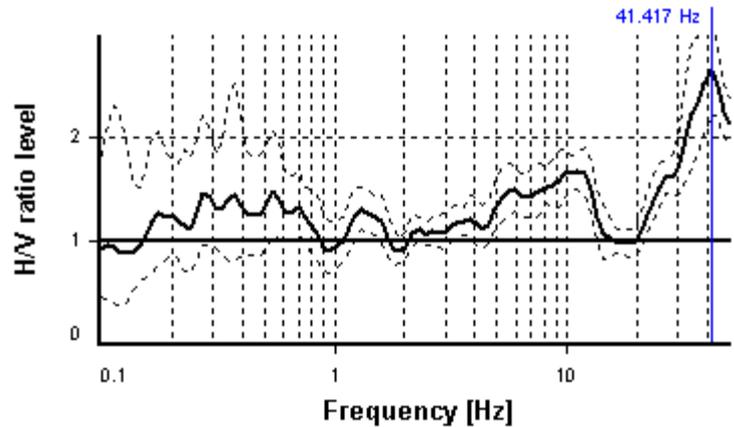
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

41.417 Hz

A_0 amplitude = 2.672

Average $f_0 = 39.893 \pm 3.791$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	18 valid windows (length > 0.24 s) out of 18	OK
$n_c(f_0) > 200$	74551.35 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 15	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	22.10853 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	2.67 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	3.79138 >= 2.07087	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.19512 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

STATION INFORMATION

Station code: prova 8

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: CASELLE

Latitude: 43,96509N

Longitude: 011,46819E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 250 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

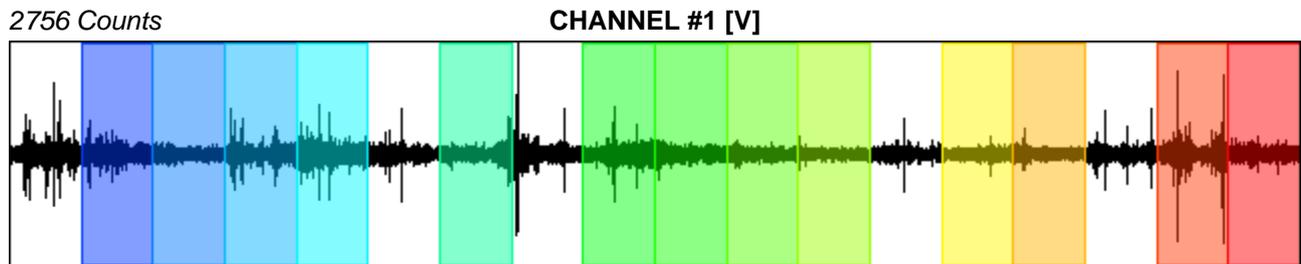
Recording start time: 2014/11/25 13:40:02

Recording length: 30 min

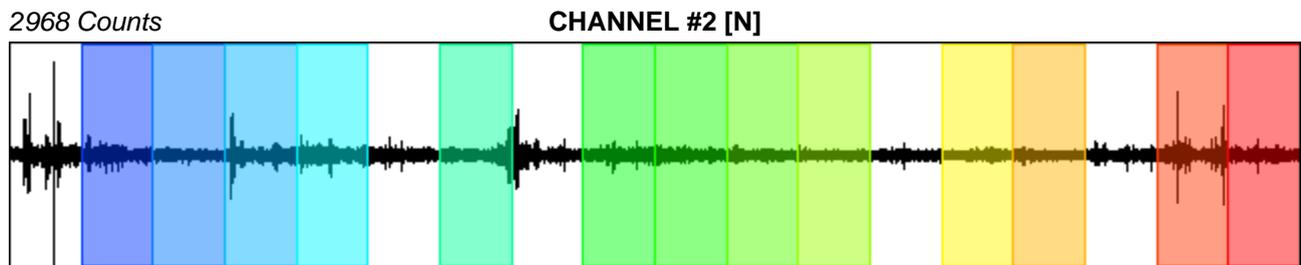
Windows count: 13

Average windows length: 100

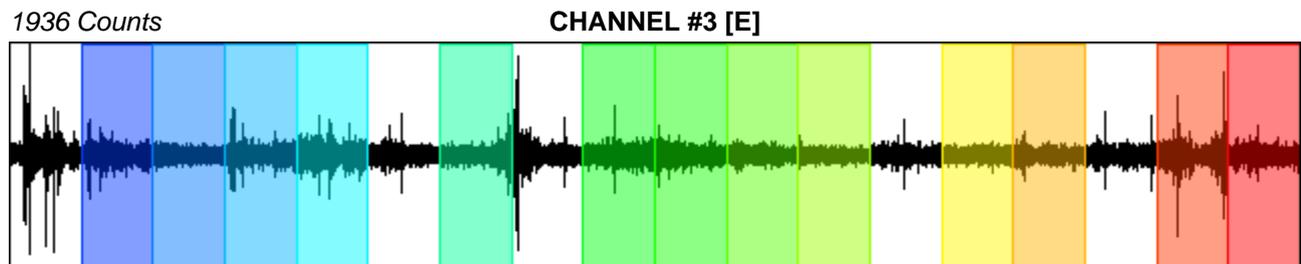
Signal coverage: 72.22%



-2212 Counts



-3534 Counts



-1729 Counts

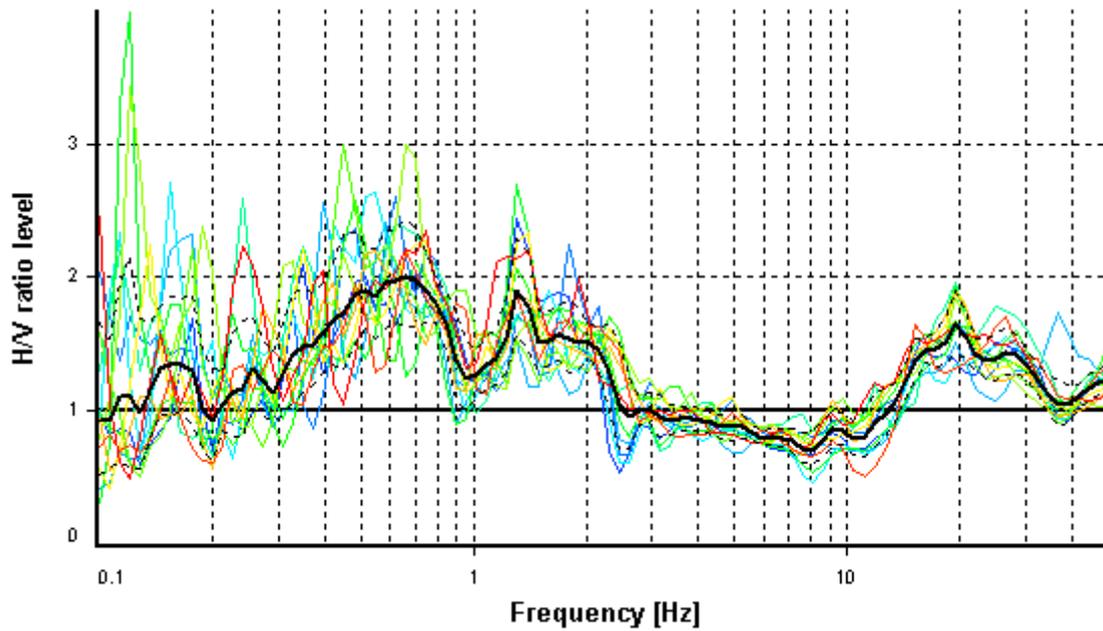
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

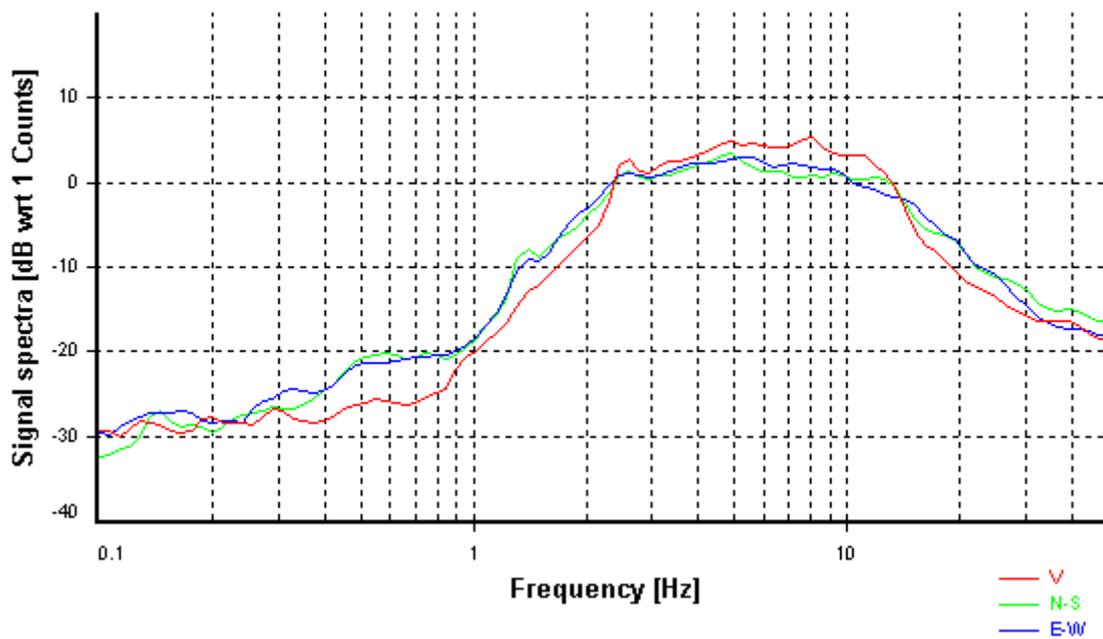
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

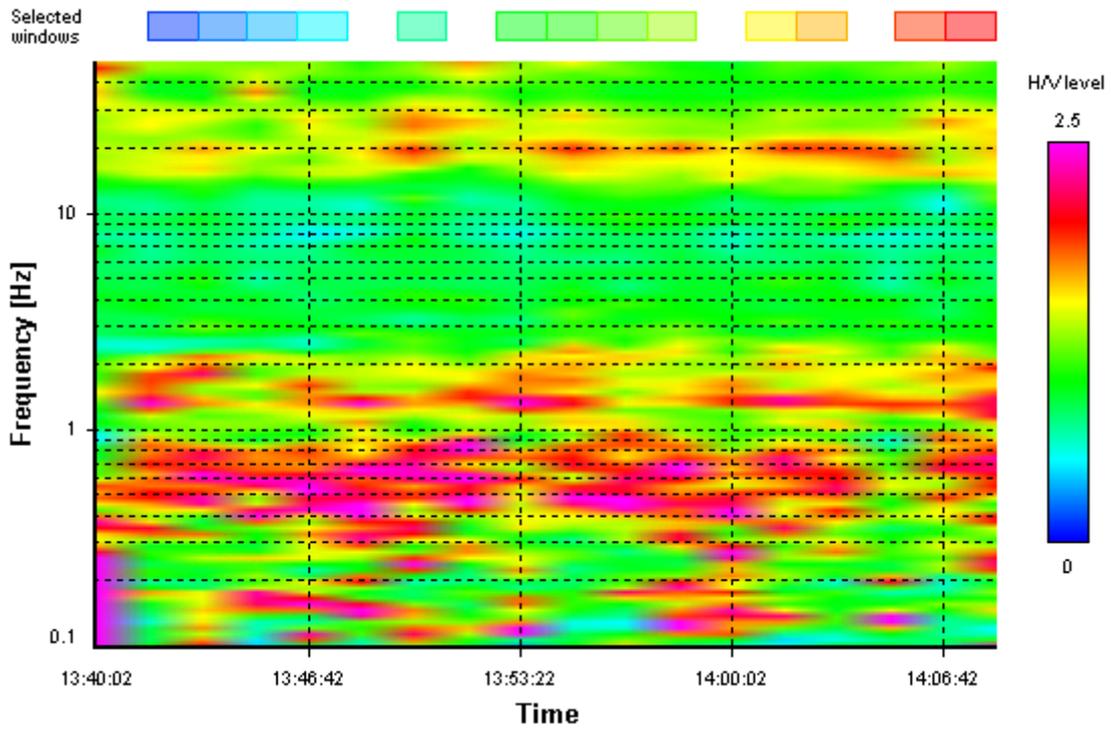
HVSR average



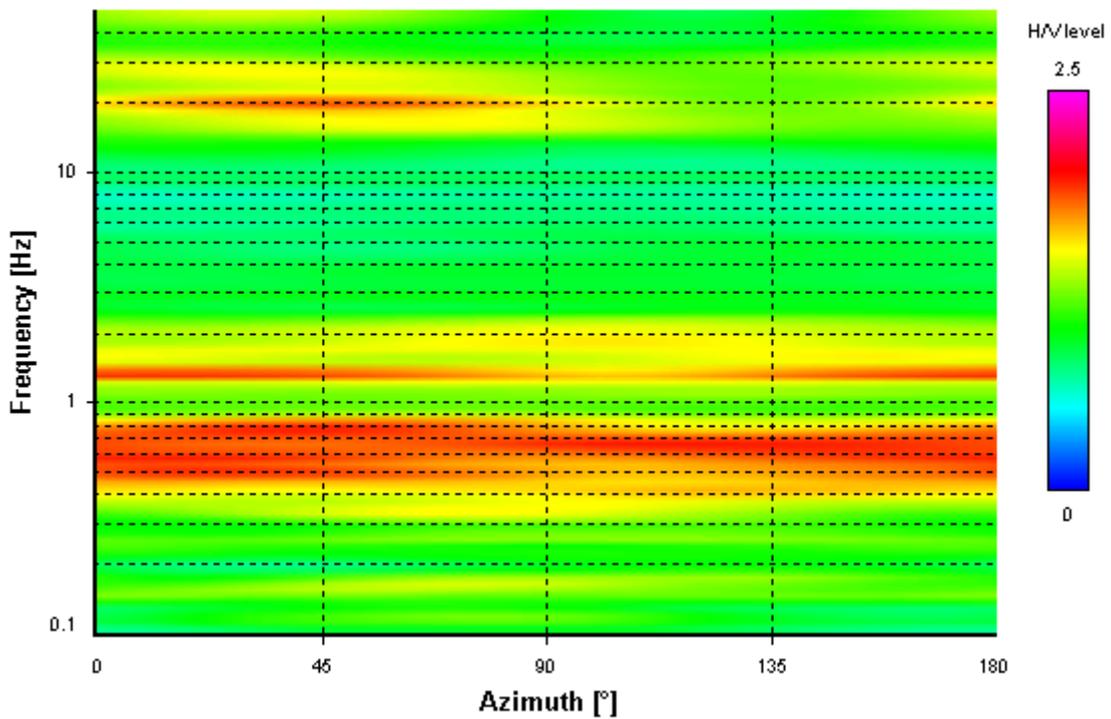
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



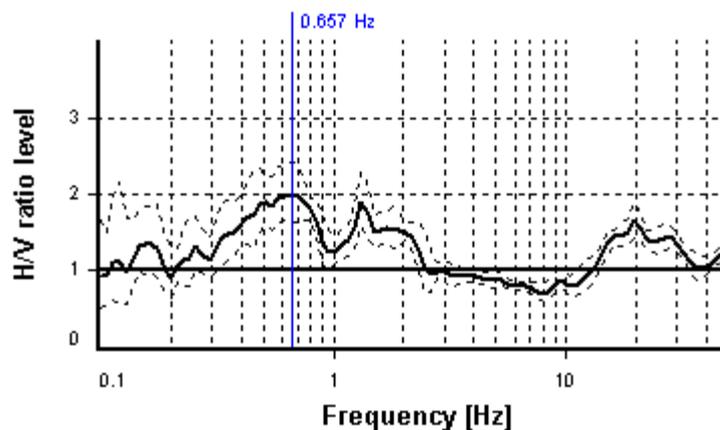
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.657 Hz

A_0 amplitude = 2.003

Average $f_0 = 0.609 \pm 0.092$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	13 valid windows (length > 15.21 s) out of 13	OK
$n_c(f_0) > 200$	854.7 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.19947 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	2.61602 Hz	OK
$A_0 > 2$	2 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	20.72% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.09211 < 0.09862	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.22131 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 9

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: RUPECANINA

Latitude: 43,95200N

Longitude: 011,47671E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 250 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

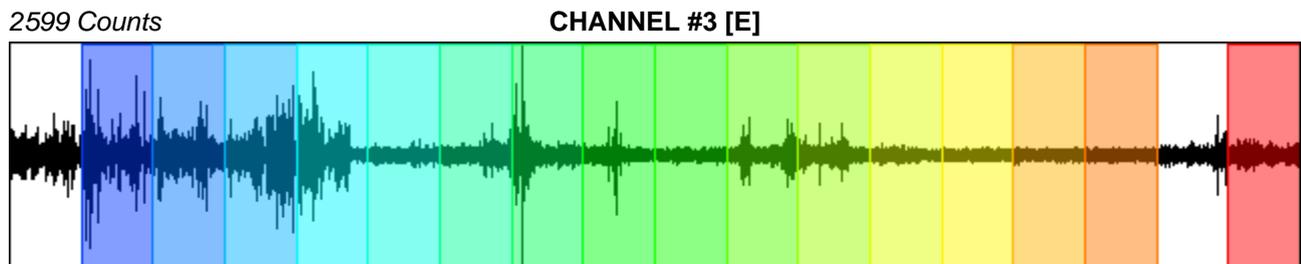
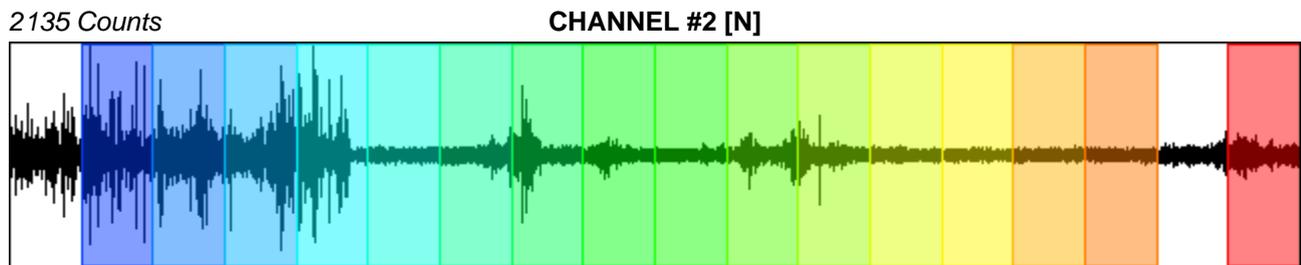
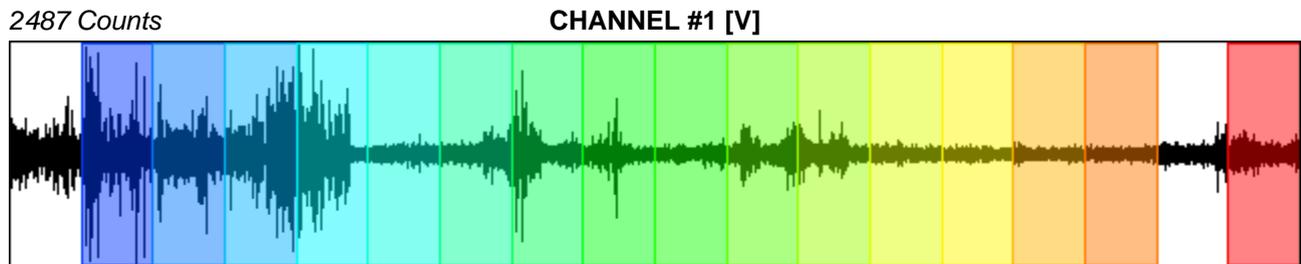
Recording start time: 2014/11/25 15:27:46

Recording length: 30 min

Windows count: 16

Average windows length: 100

Signal coverage: 88.89%



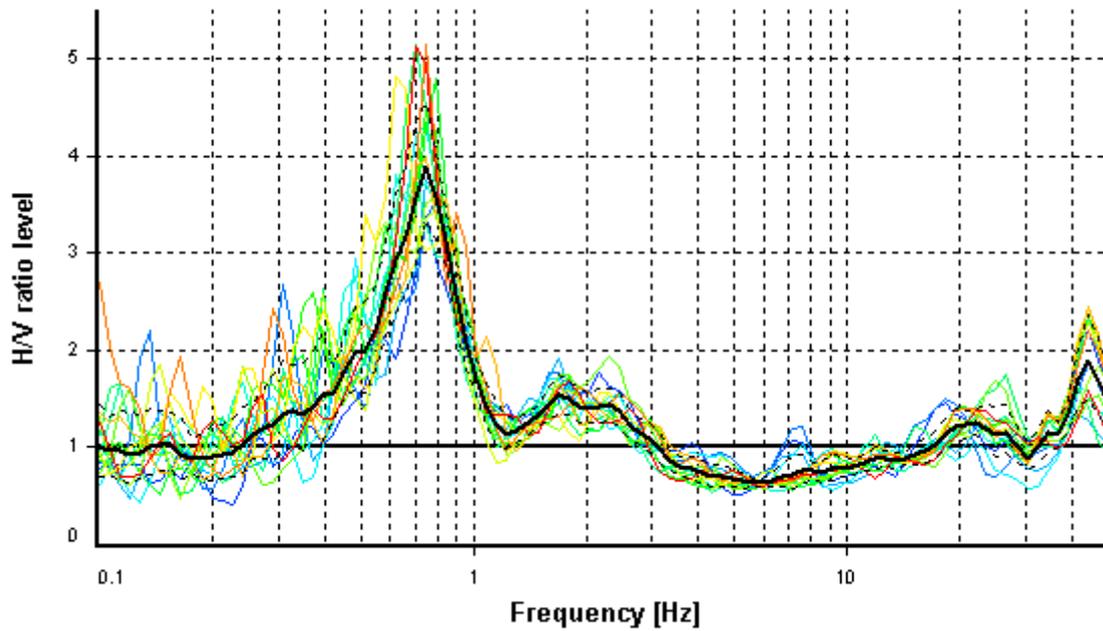
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

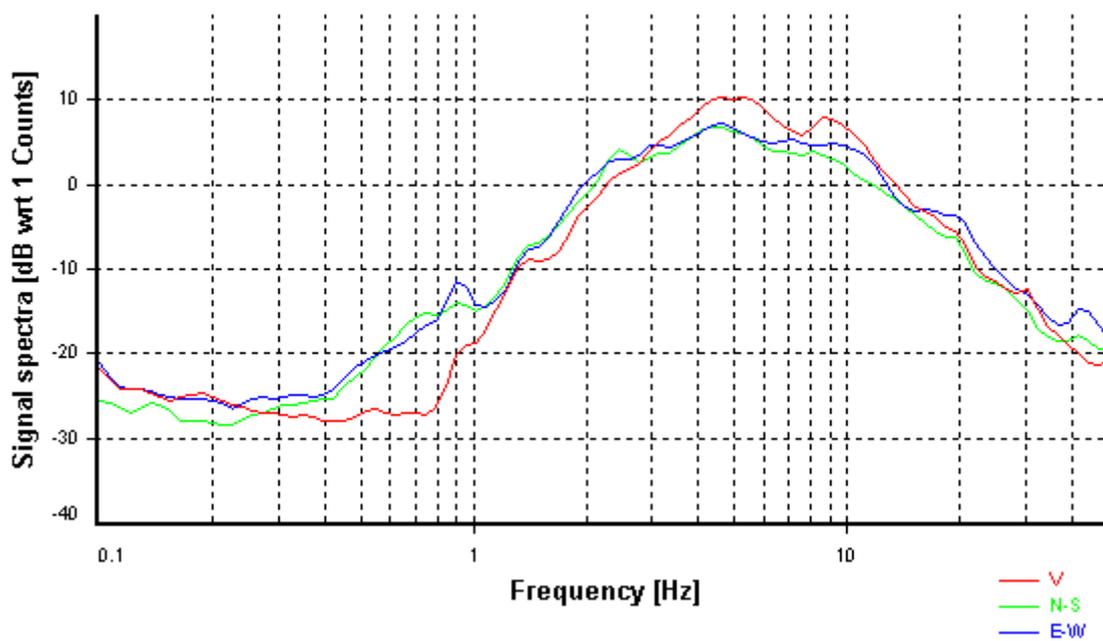
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

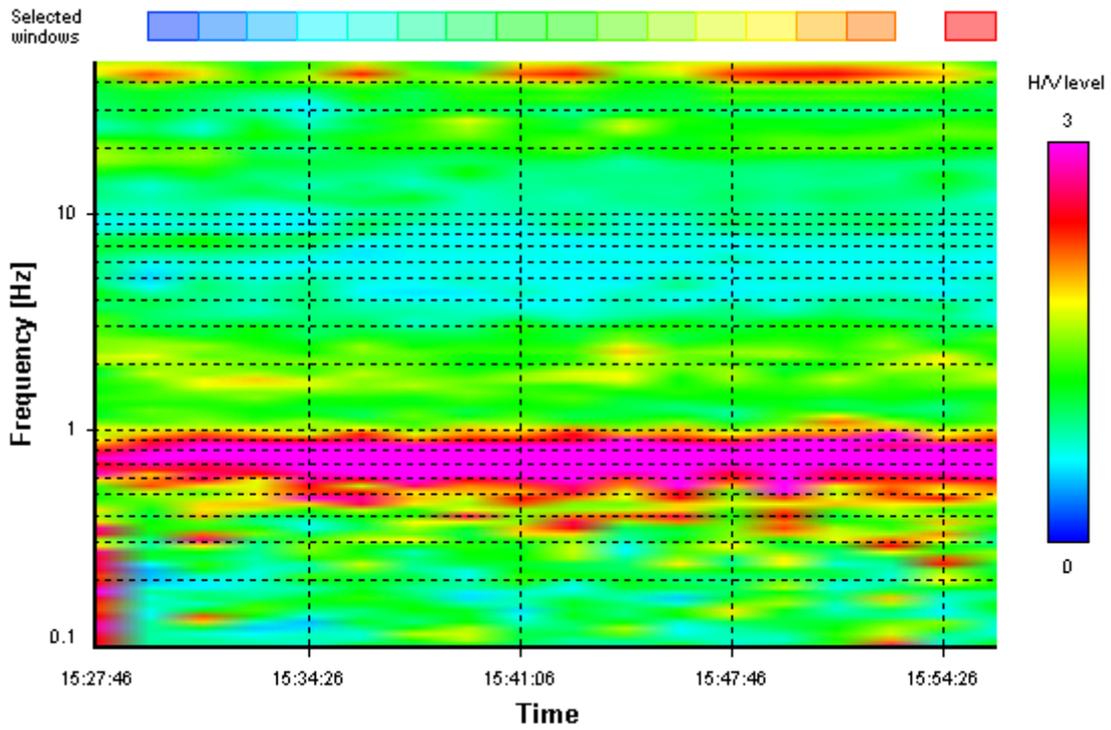
HVSR average



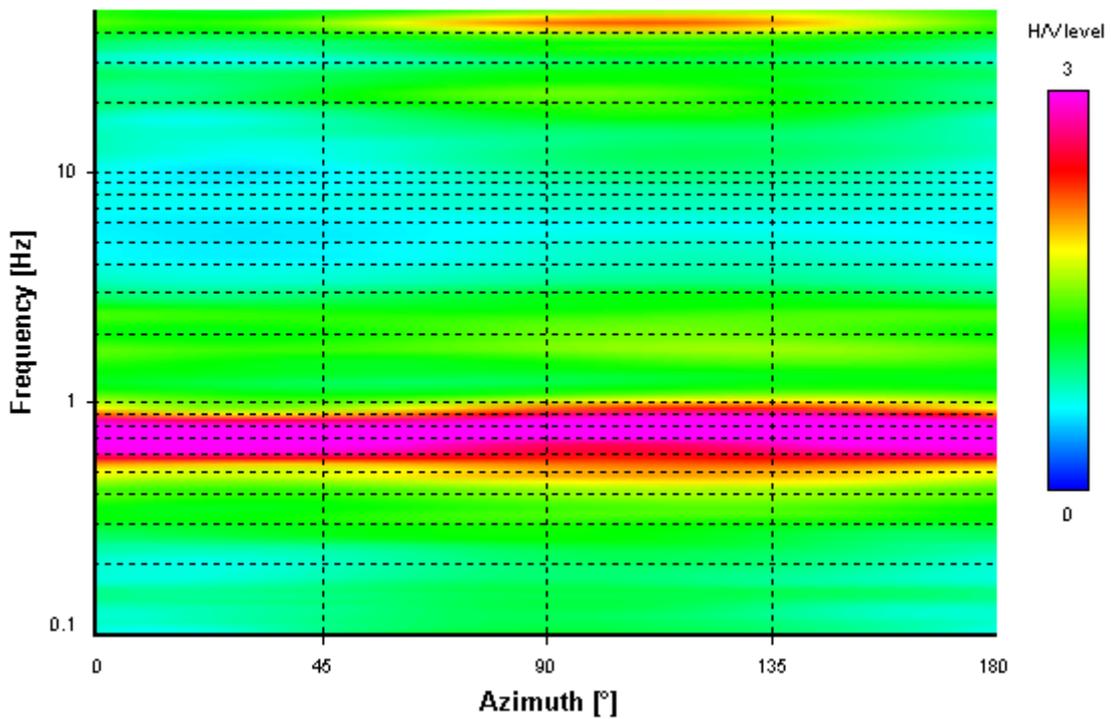
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



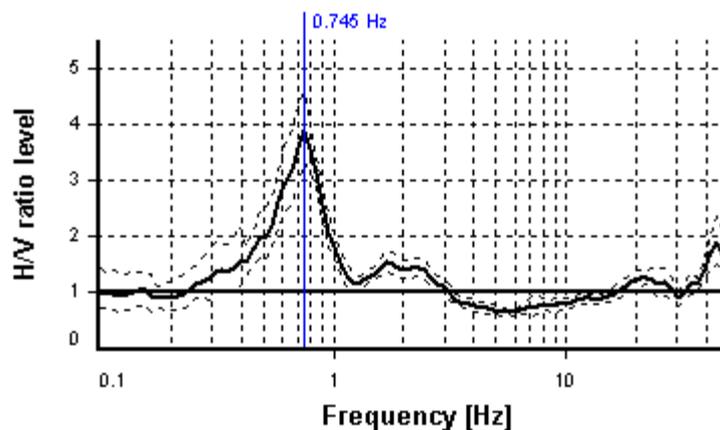
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.745 Hz

A_0 amplitude = 3.899

Average $f_0 = 0.733 \pm 0.055$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	16 valid windows (length > 13.42 s) out of 16	OK
$n_c(f_0) > 200$	1192.65 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.45112 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	1.02025 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.9 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05524 < 0.11181	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.16945 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 10bis

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: VILLORE

Latitude: 43,96295N

Longitude: 011,53773E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 370 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: traffico sulla strada per Villore

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

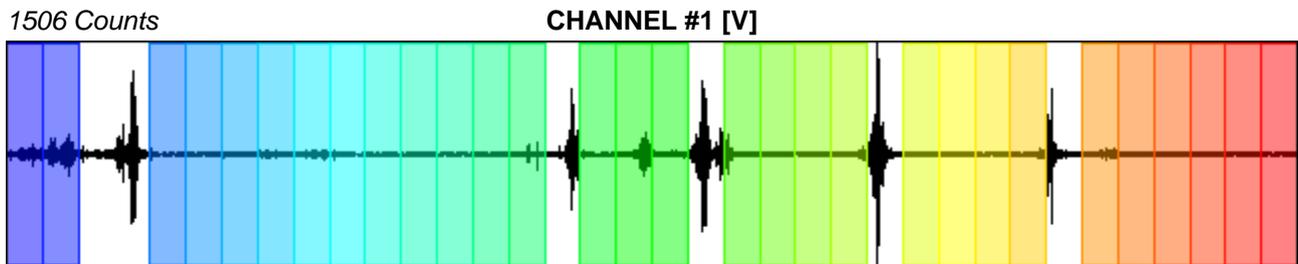
Recording start time: 2015/01/10 11:53:01

Recording length: 30 min

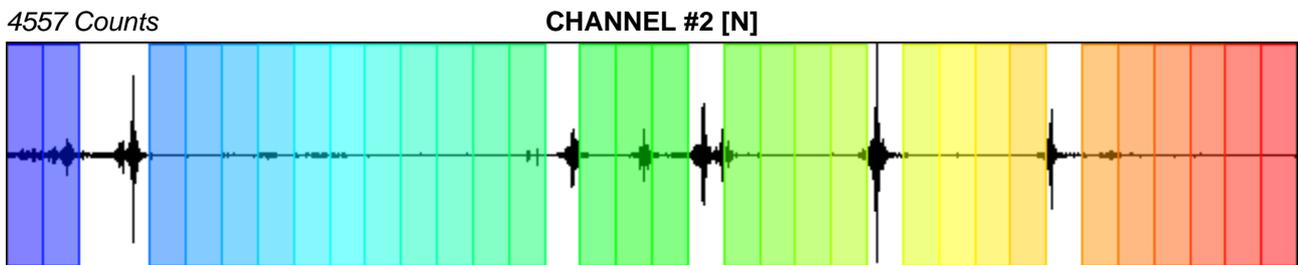
Windows count: 30

Average windows length: 50

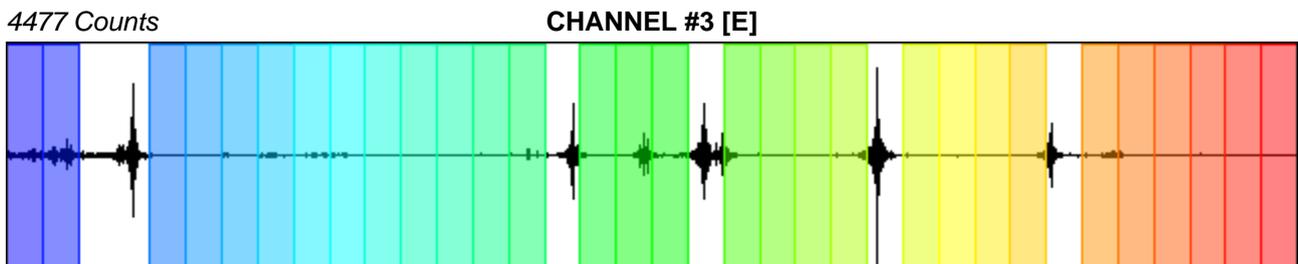
Signal coverage: 83.33%



-1516 Counts



-4382 Counts



-5685 Counts

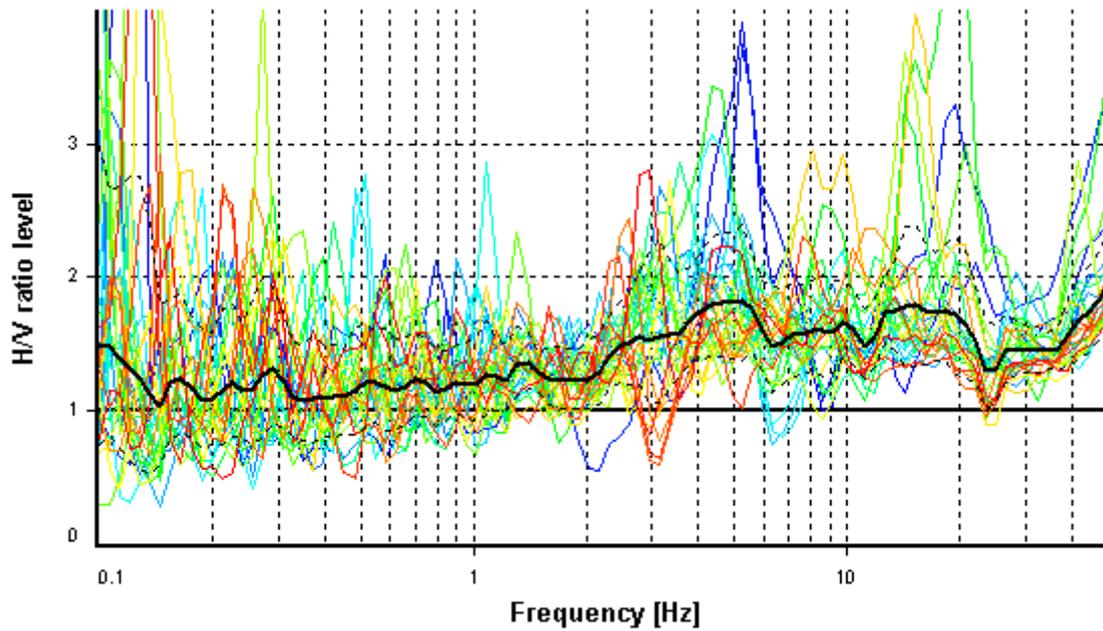
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

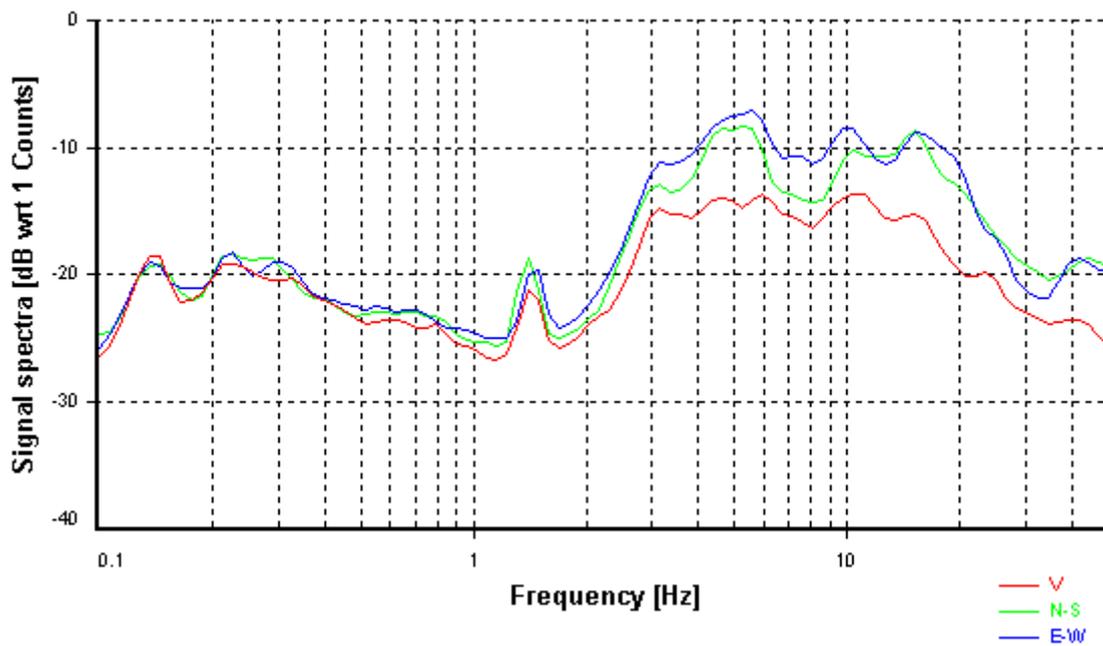
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

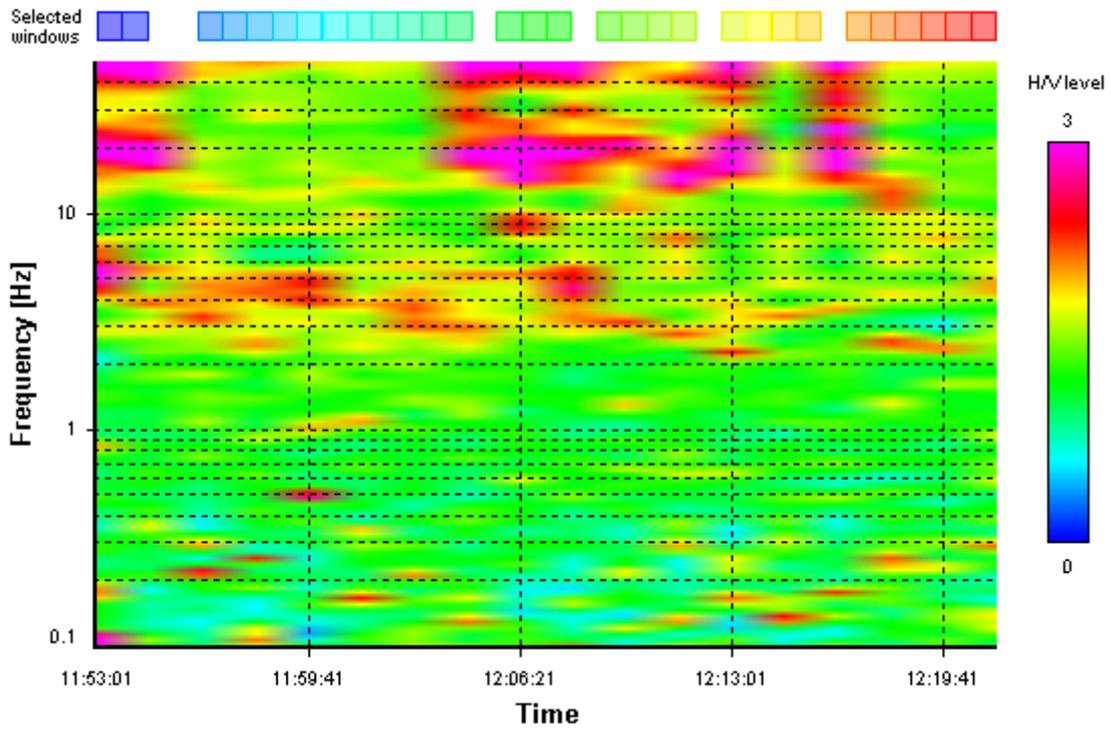
HVSR average



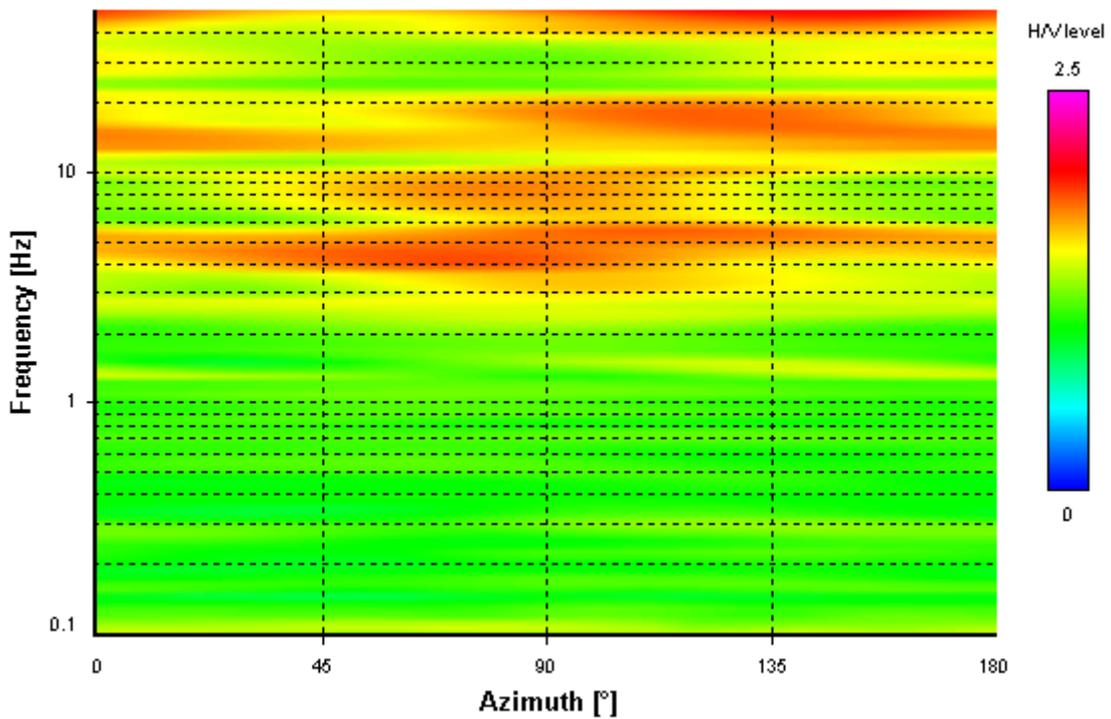
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



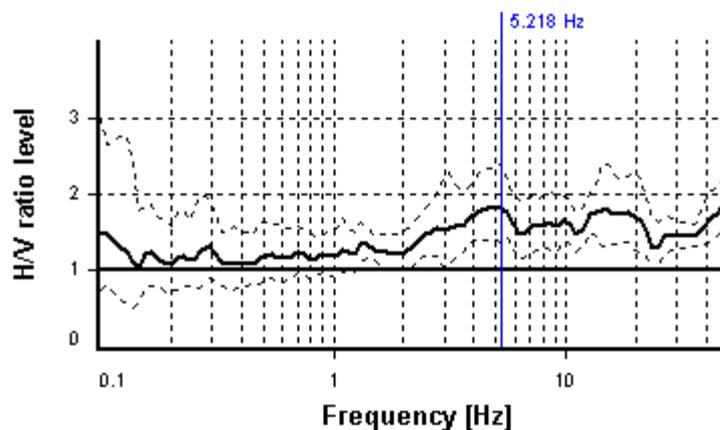
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

5.218 Hz

A_0 amplitude = 1.821

Average $f_0 = 5.266 \pm 1.294$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	30 valid windows (length > 1.92 s) out of 30	OK
$n_c(f_0) > 200$	7827.4 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	1.82 \leq 2	NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	6.48% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.29397 \geq 0.26091	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.31538 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		NO

STATION INFORMATION

Station code: prova 11

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: GATTAIA

Latitude: 43,99411N

Longitude: 011,47669E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 370 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

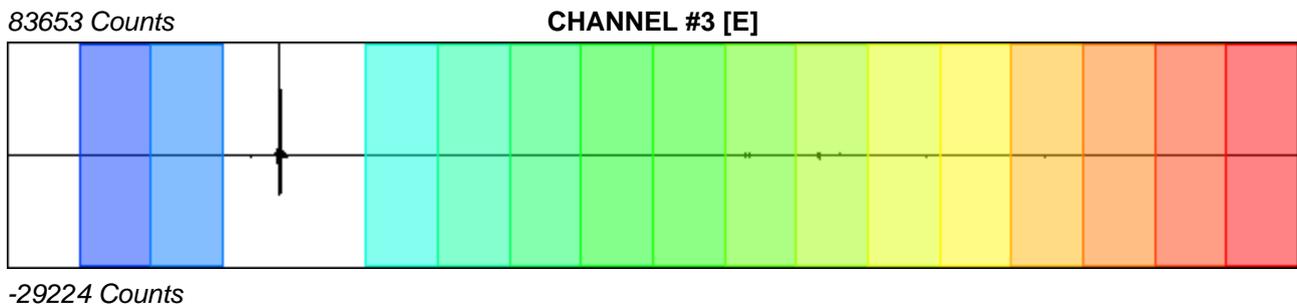
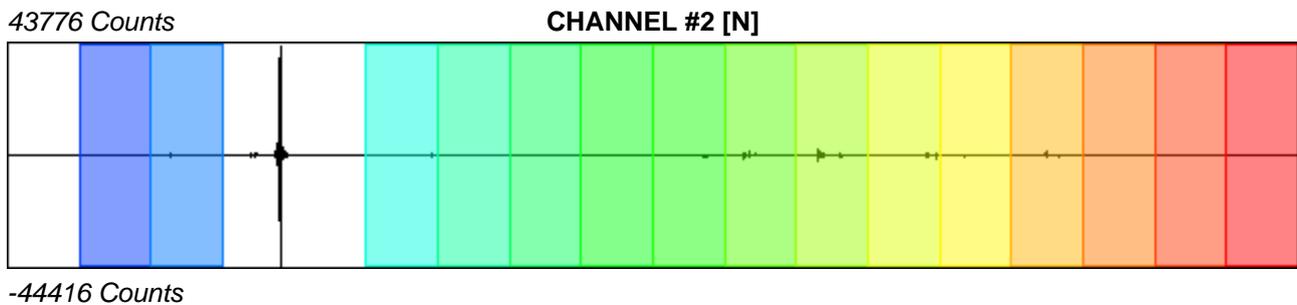
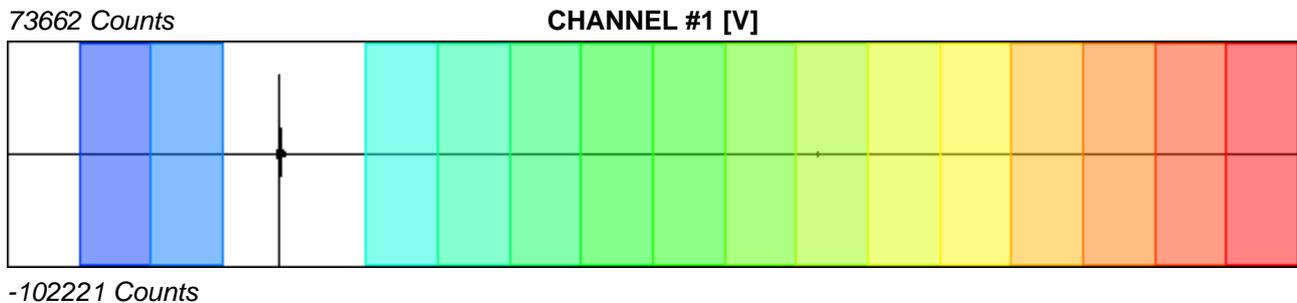
Recording start time: 2014/11/14 15:14:32

Recording length: 30 min

Windows count: 15

Average windows length: 100

Signal coverage: 83.33%



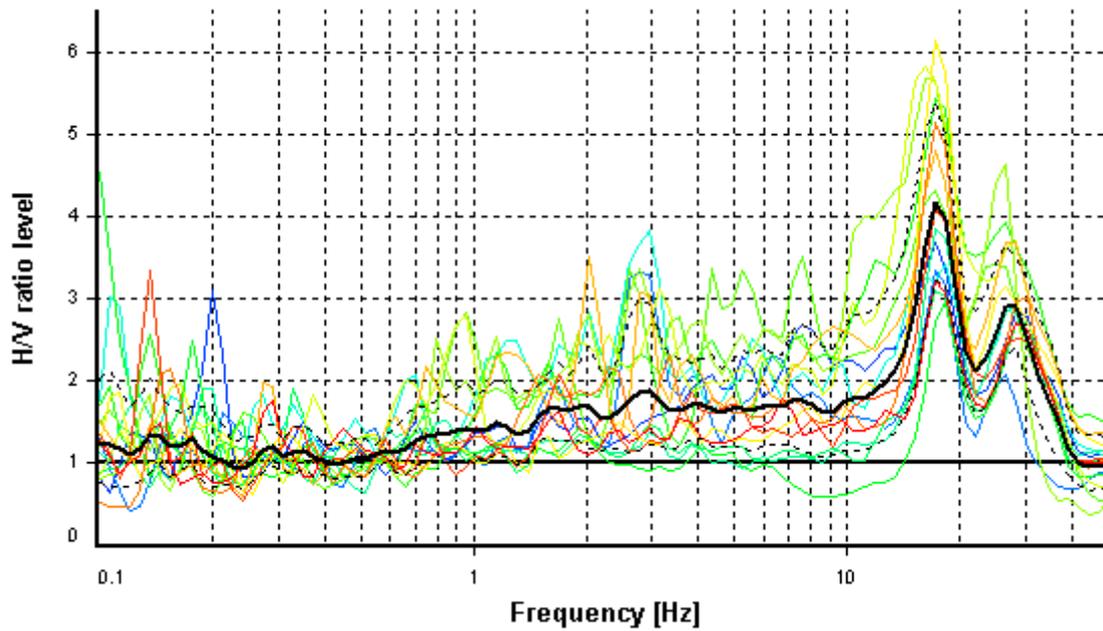
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

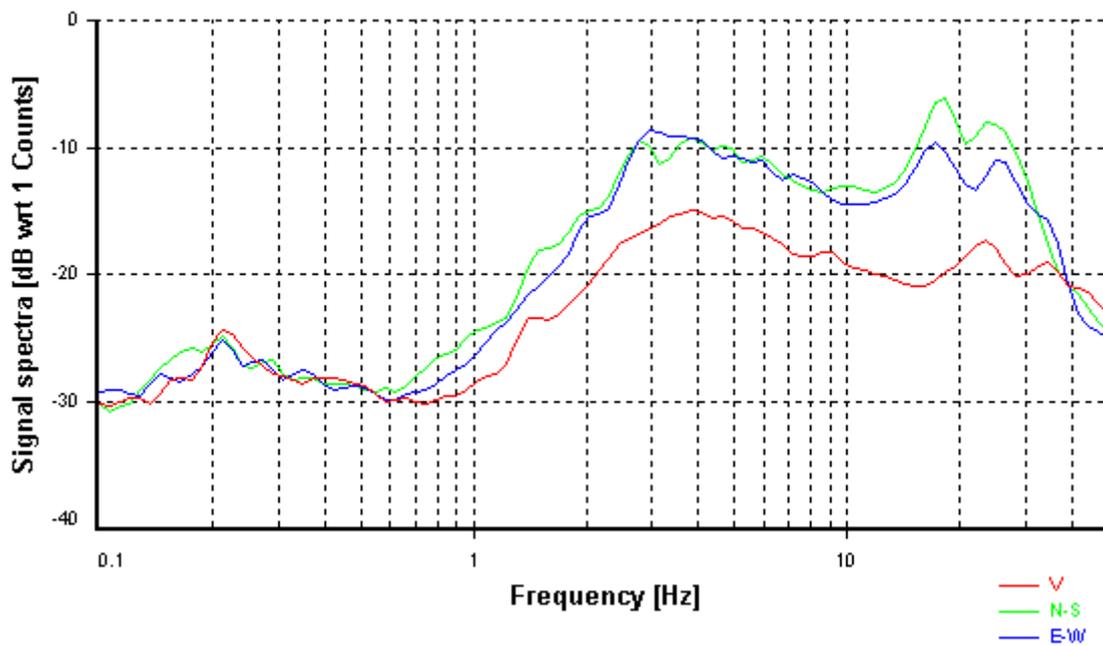
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

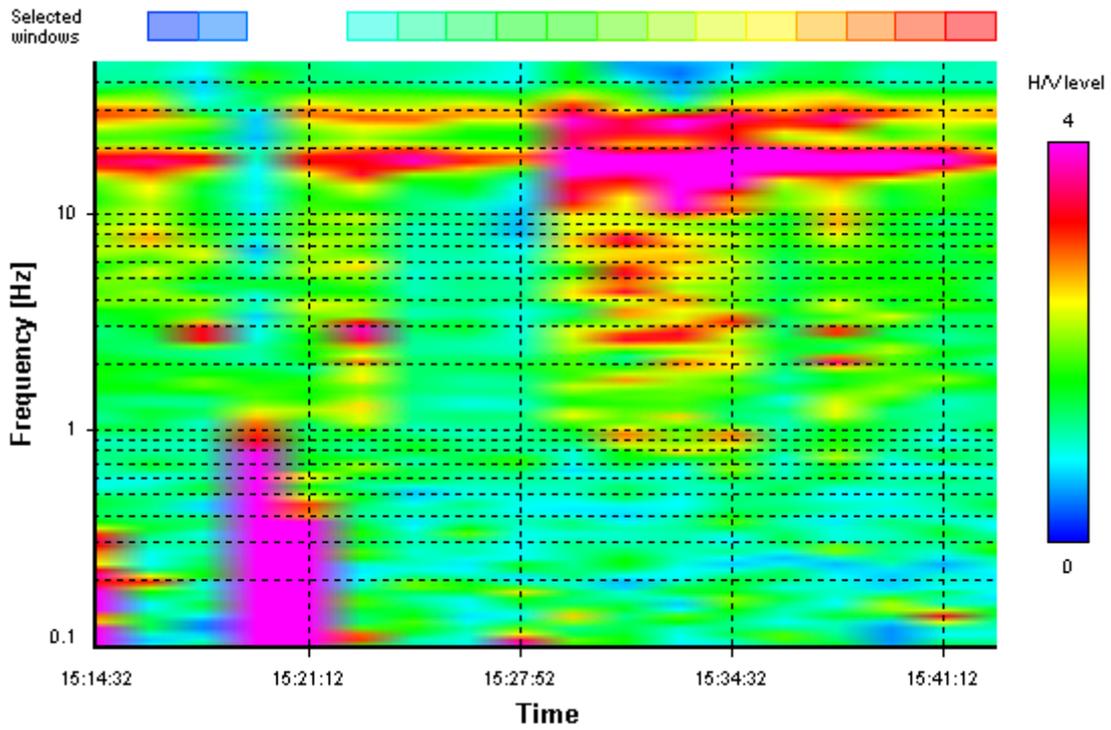
HVSR average



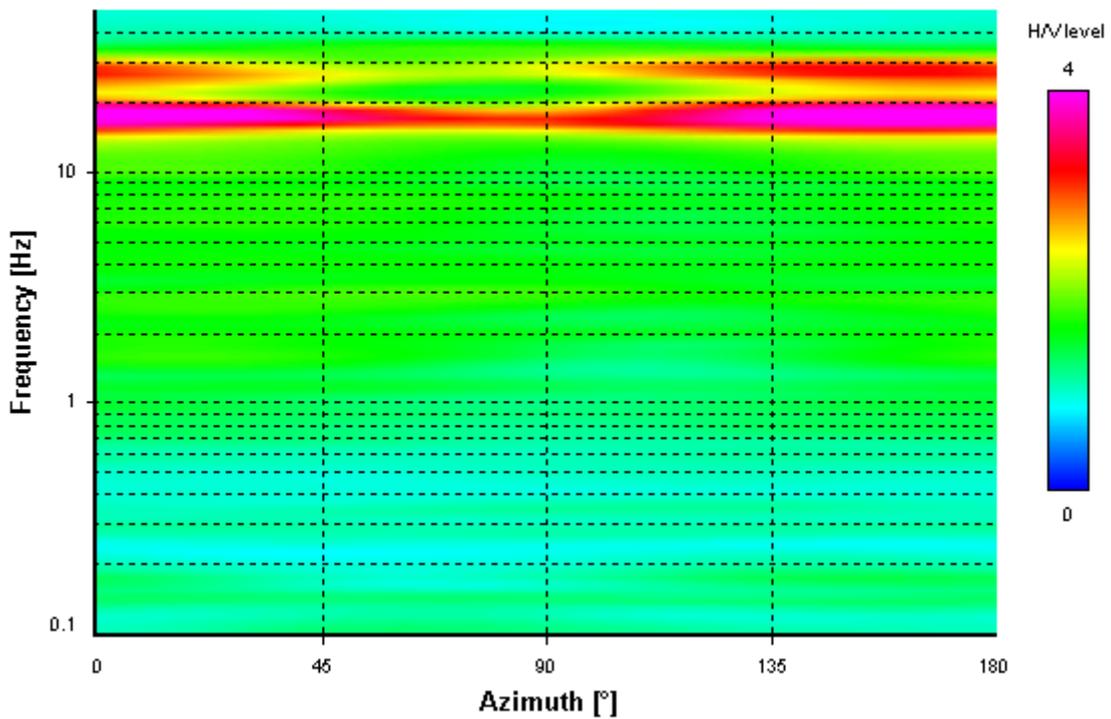
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



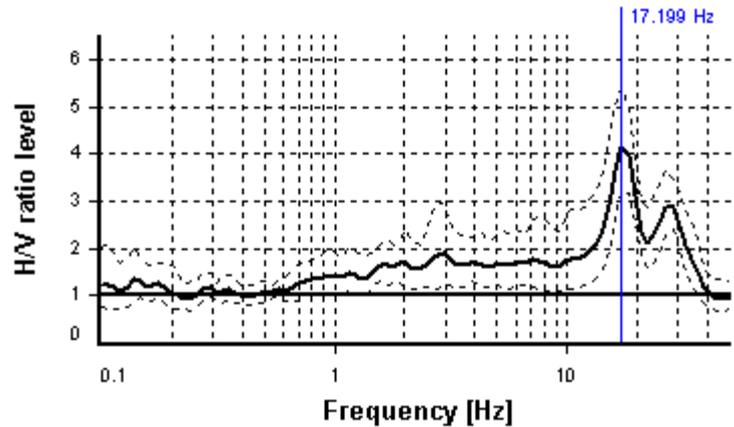
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

17.199 Hz

A_0 amplitude = 4.155

Average $f_0 = 17.208 \pm 0.578$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	15 valid windows (length > 0.58 s) out of 15	OK
$n_c(f_0) > 200$	25798.93 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	12.56605 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	32.22061 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.15 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.57769 < 0.85996	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.29662 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 12

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: SANTA MARIA A VEZZANO

Latitude: 43,97378N

Longitude: 011,44212E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 305 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

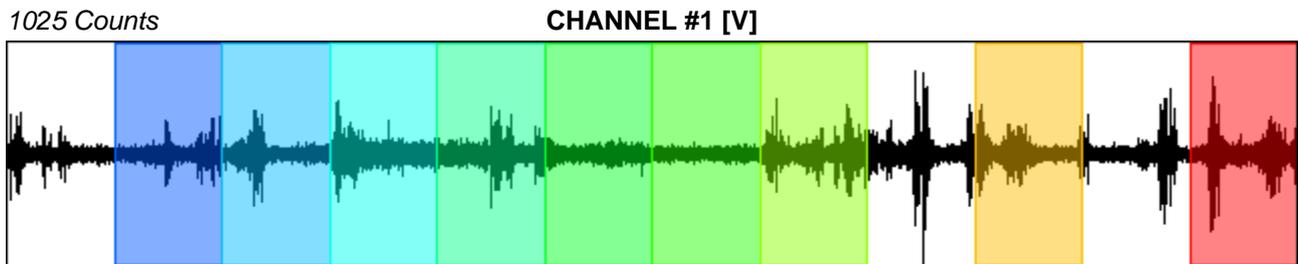
Recording start time: 2014/11/14 13:03:02

Recording length: 30 min

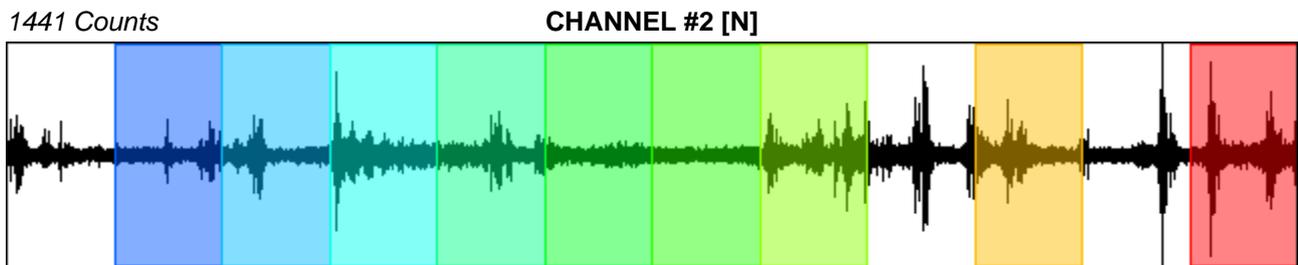
Windows count: 9

Average windows length: 150

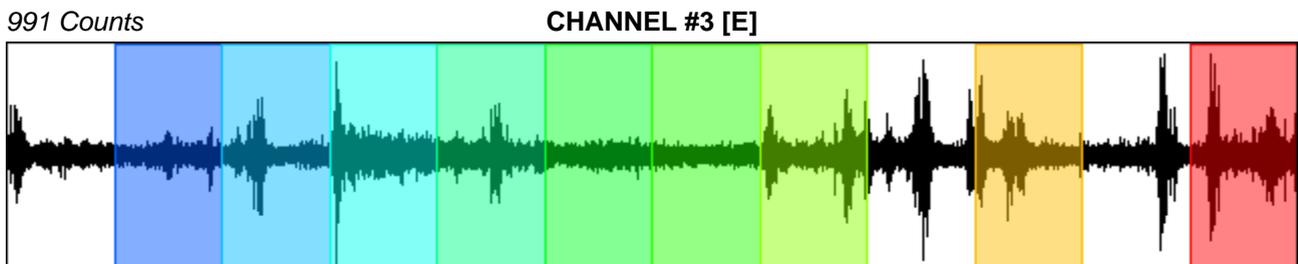
Signal coverage: 75%



-1352 Counts



-1441 Counts



-1085 Counts

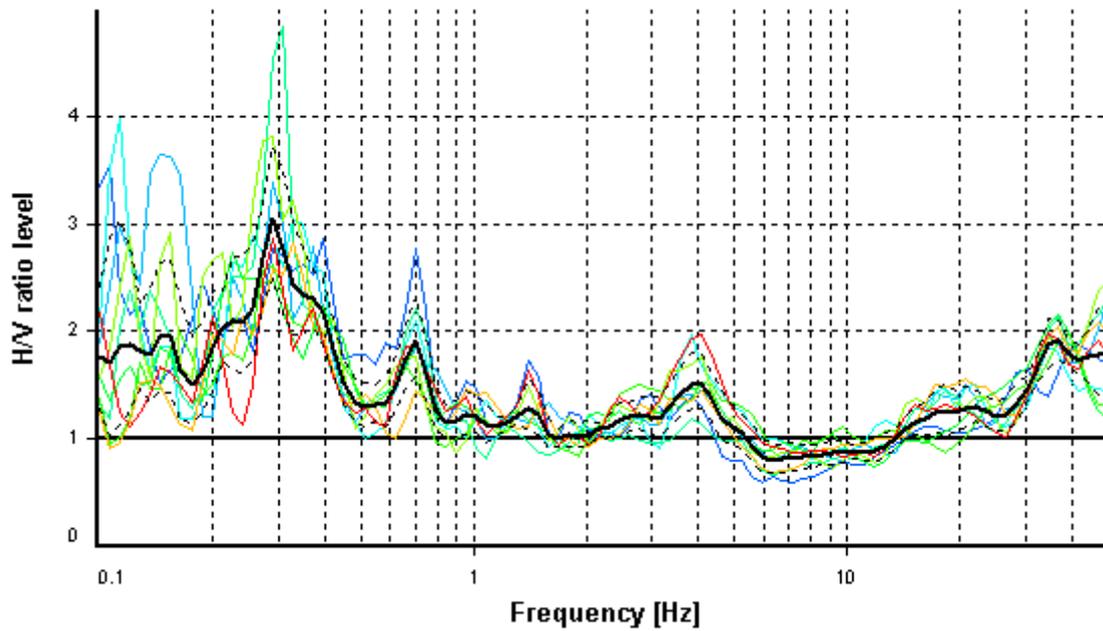
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

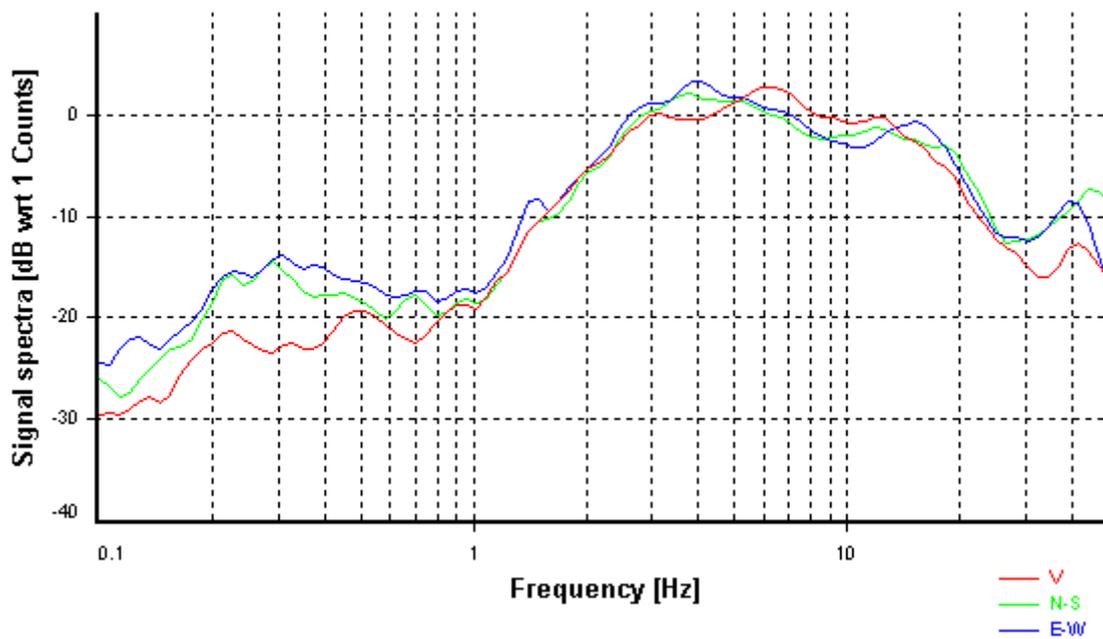
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

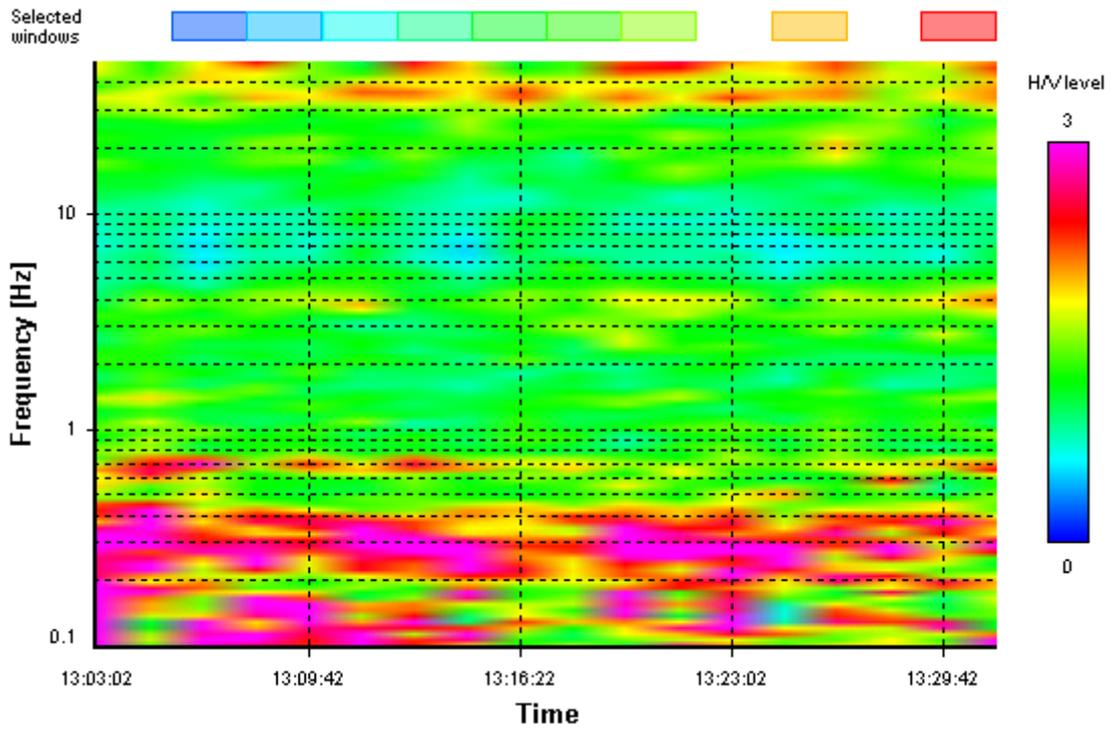
HVSR average



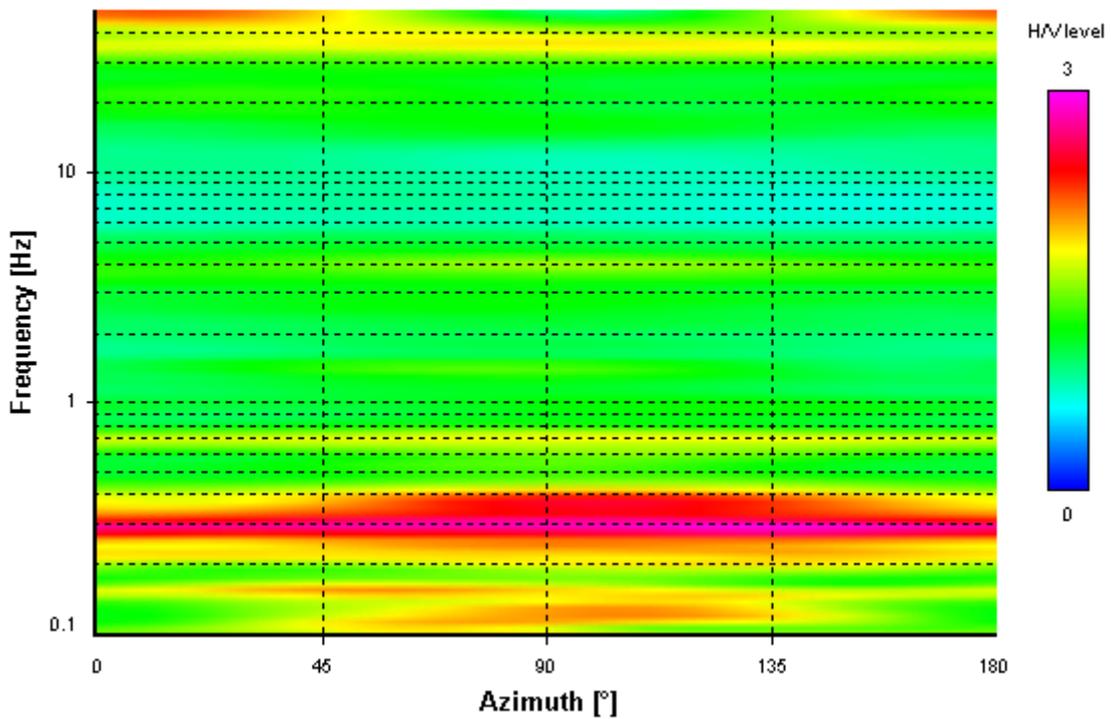
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



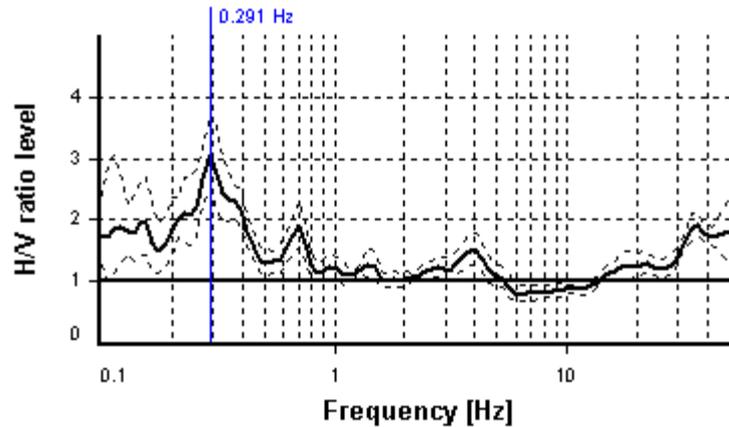
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.291 Hz

A_0 amplitude = 3.046

Average $f_0 = 0.306 \pm 0.046$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	9 valid windows (length > 34.4 s) out of 9	OK
$n_c(f_0) > 200$	392.46 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.17594 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.45112 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.05 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.04594 < 0.05814	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.22501 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 13

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: MATTAGNANO

Latitude: 43,93641N

Longitude: 011,42598E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 176 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

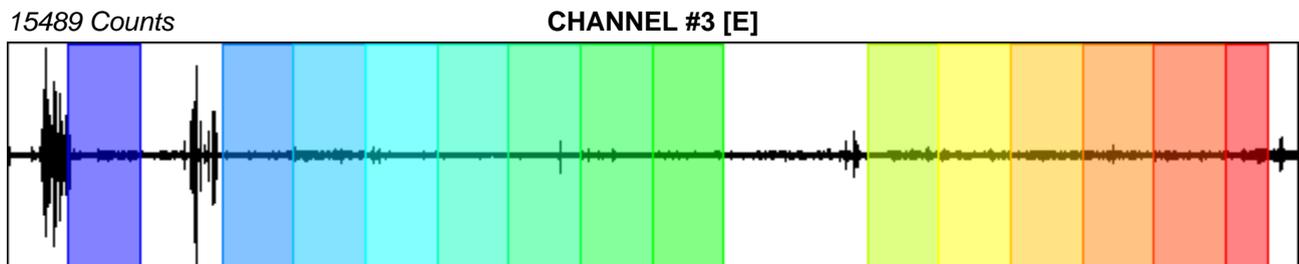
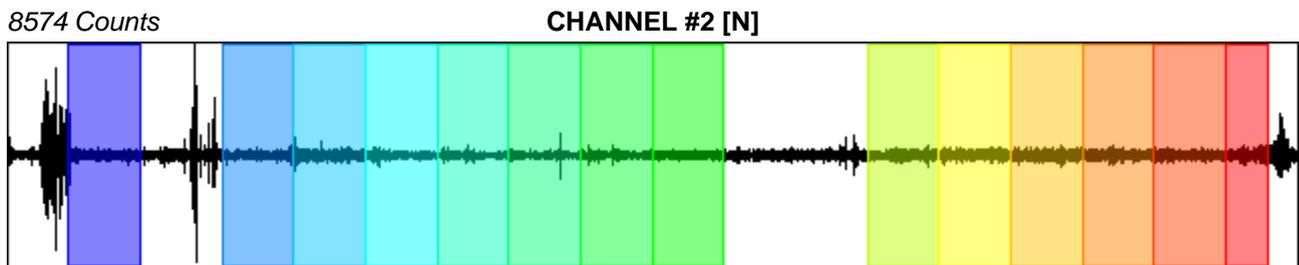
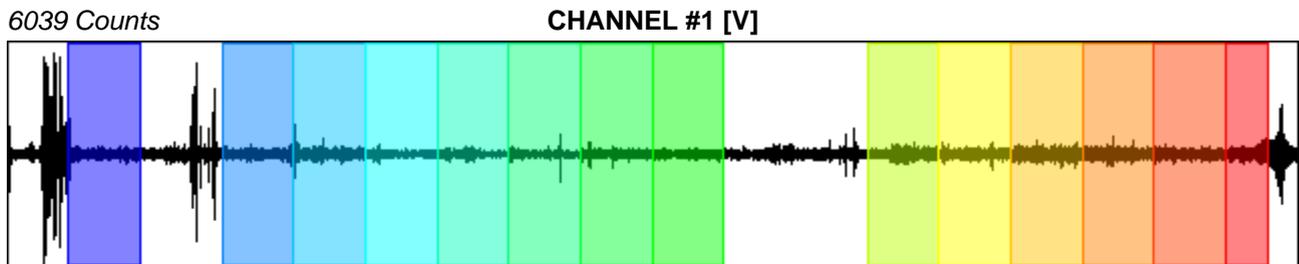
Recording start time: 2014/11/25 10:17:10

Recording length: 30 min

Windows count: 14

Average windows length: 97.01

Signal coverage: 75.45%



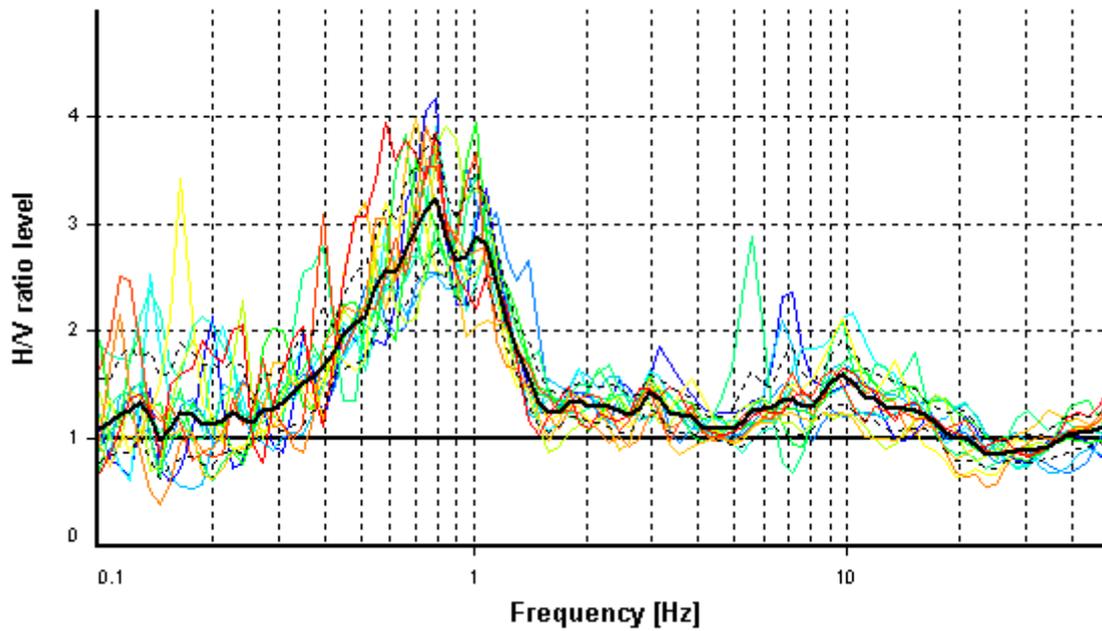
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

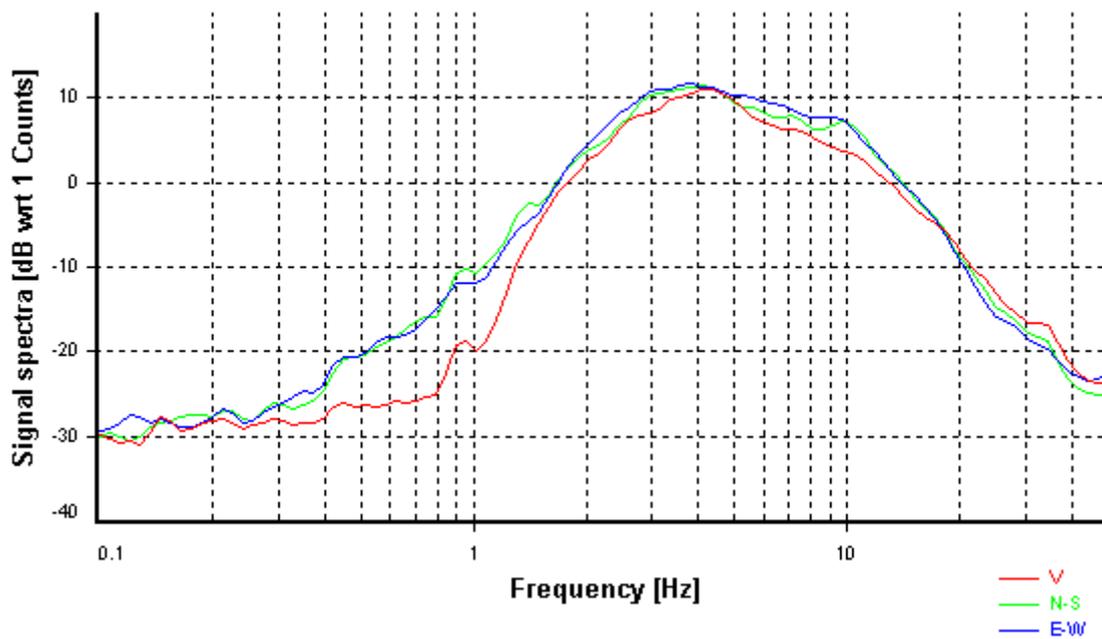
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

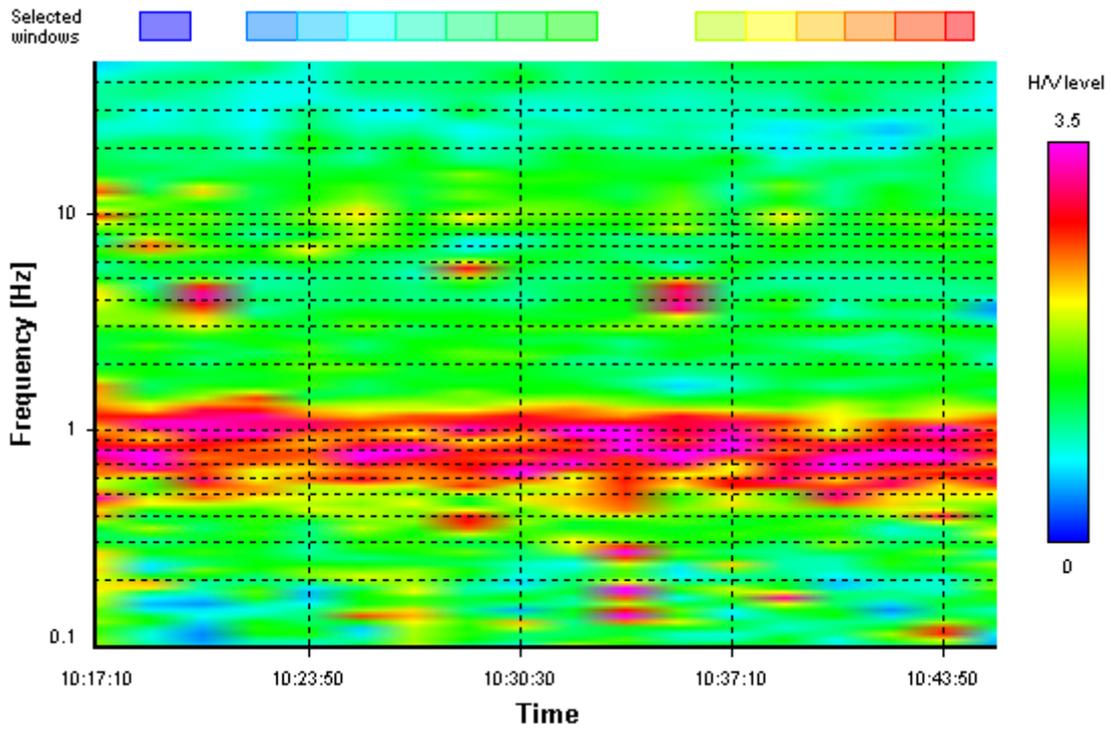
HVSR average



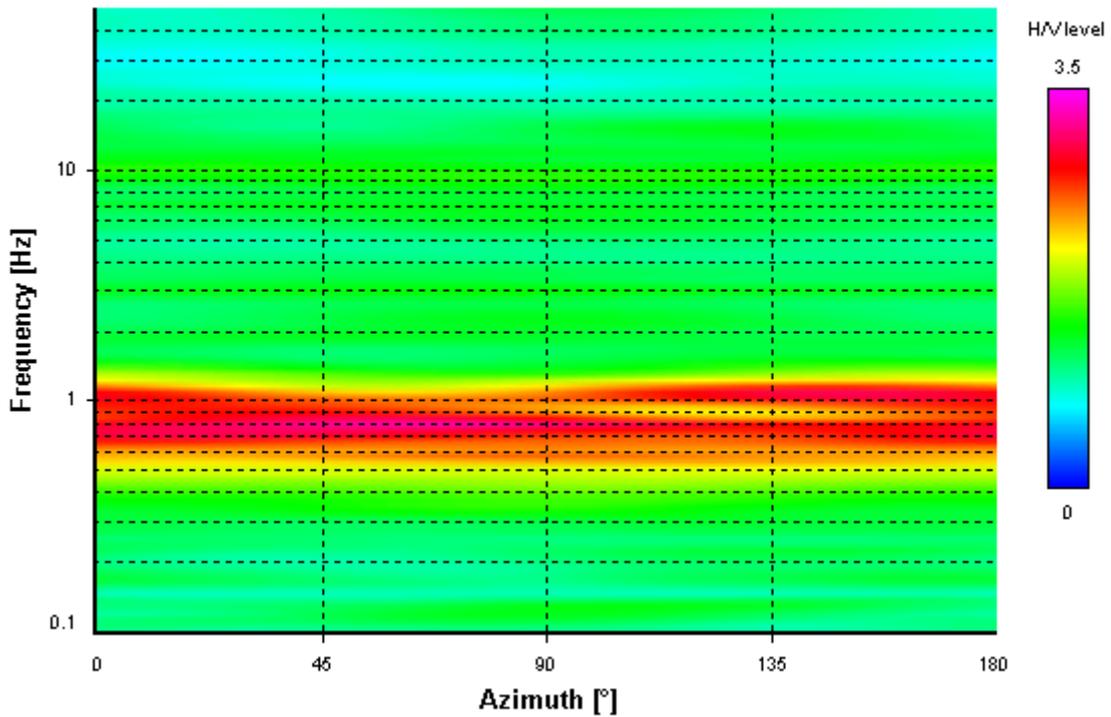
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



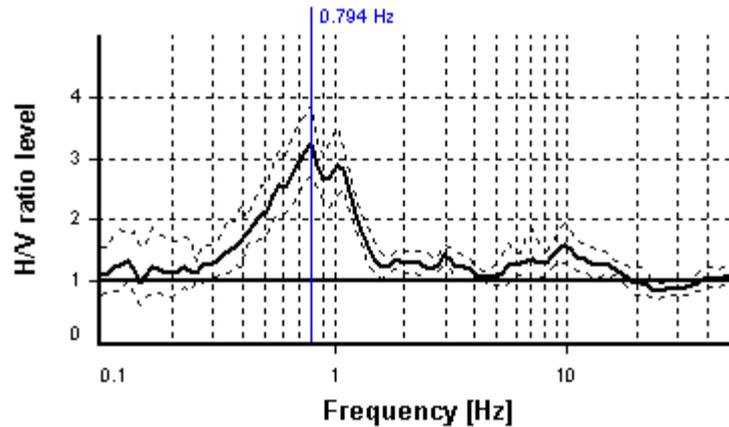
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.794 Hz

A_0 amplitude = 3.246

Average $f_0 = 0.837 \pm 0.159$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	14 valid windows (length > 12.6 s) out of 14	OK
$n_c(f_0) > 200$	1077.97 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.37369 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	1.39642 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.25 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% \leq 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.15873 \geq 0.11906	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.19101 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 14

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: MOLEZZANO

Latitude: 43,98039N

Longitude: 011,45710E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 360 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

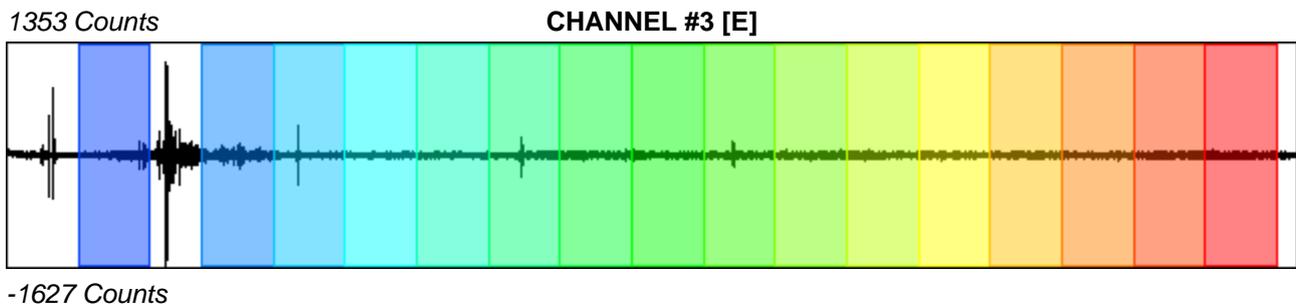
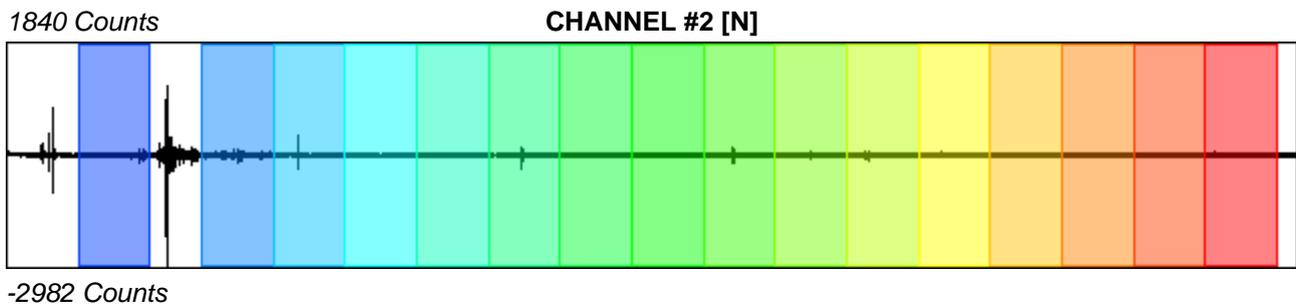
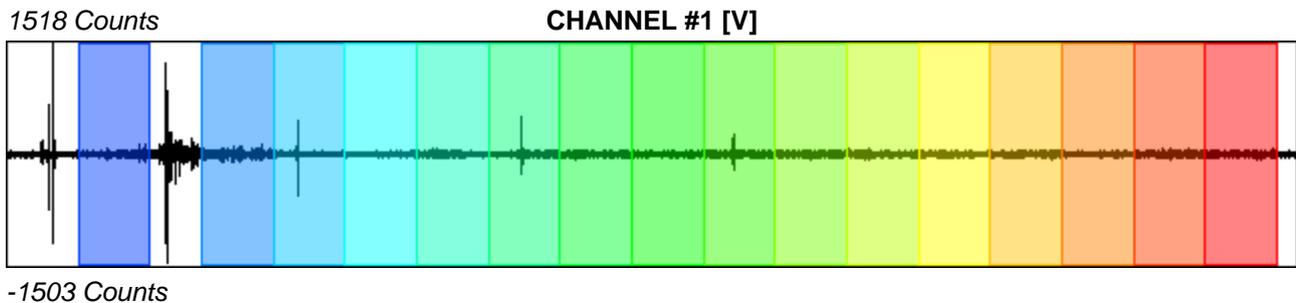
Recording start time: 2014/11/25 12:46:59

Recording length: 30 min

Windows count: 16

Average windows length: 100

Signal coverage: 88.89%



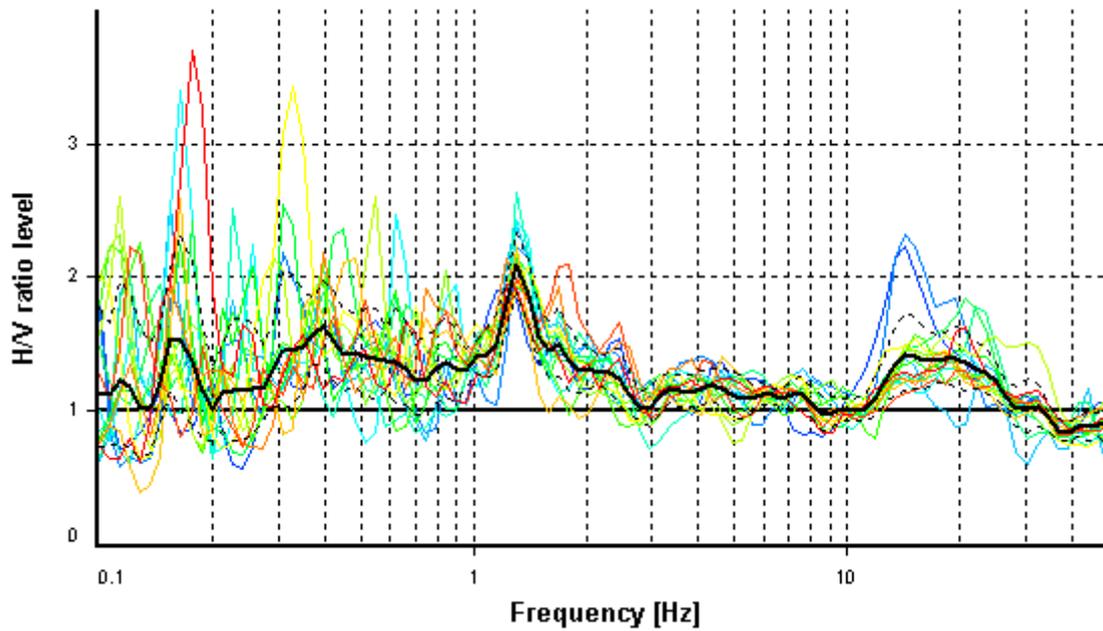
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

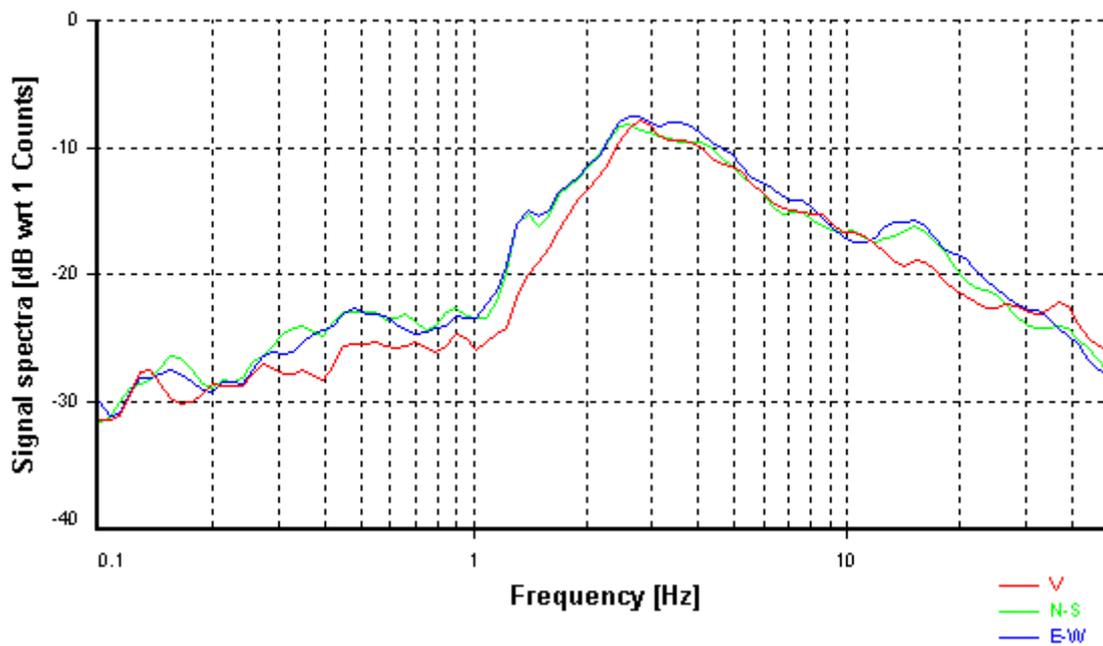
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

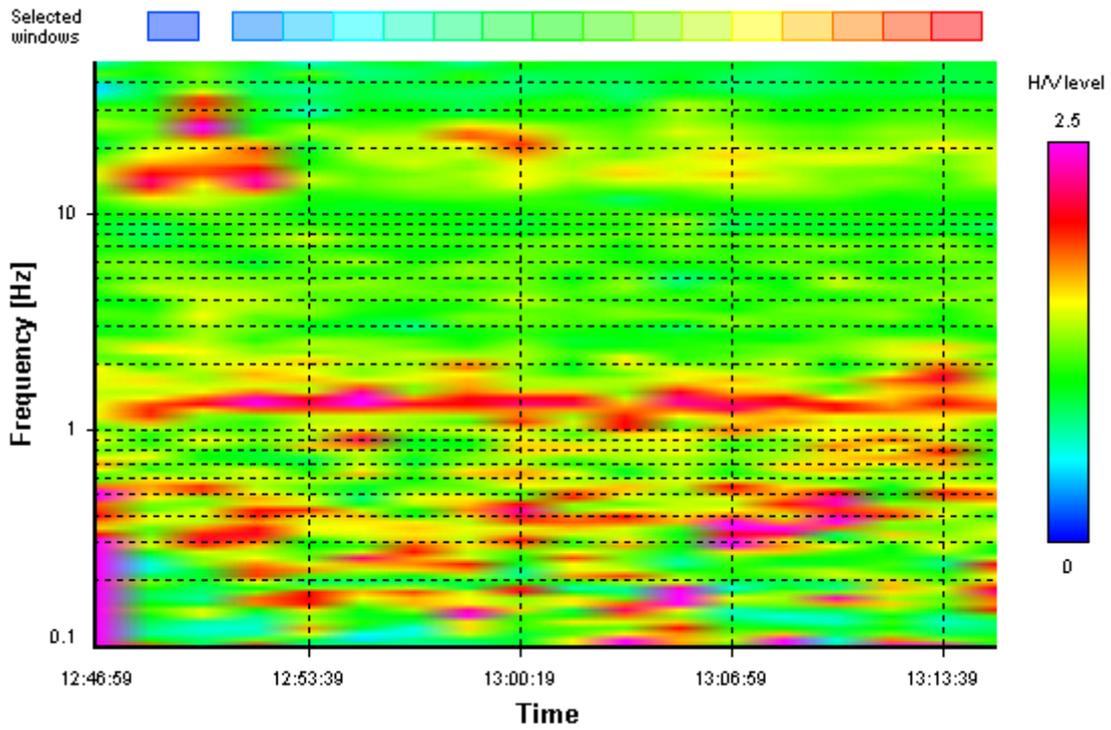
HVSR average



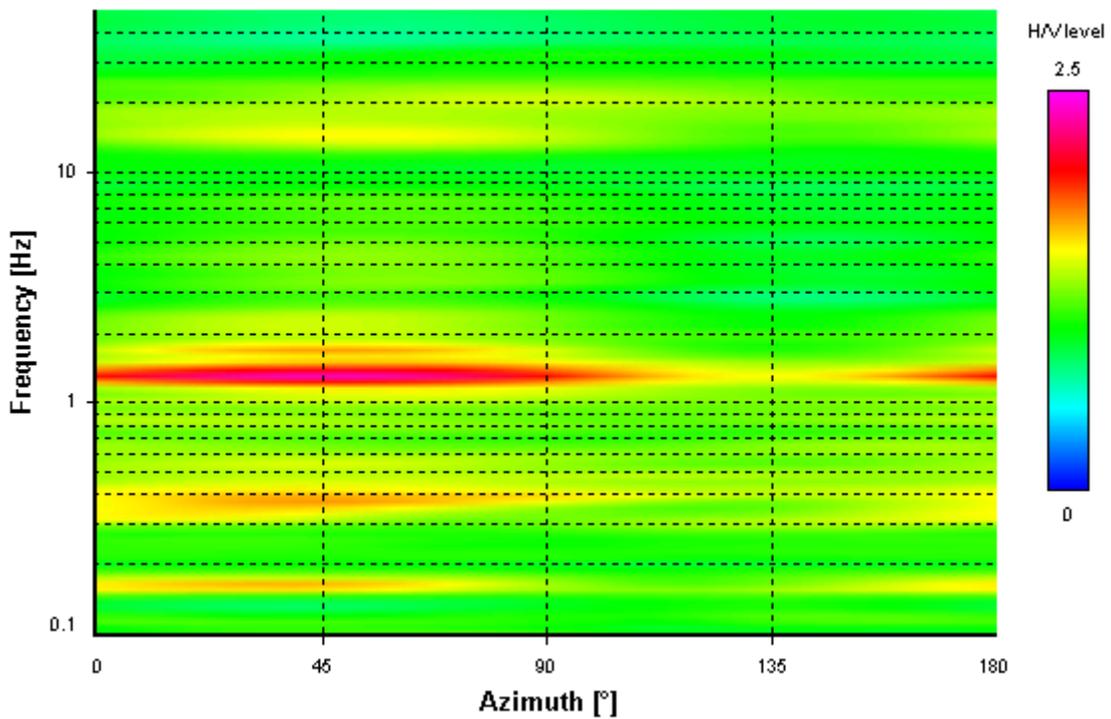
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



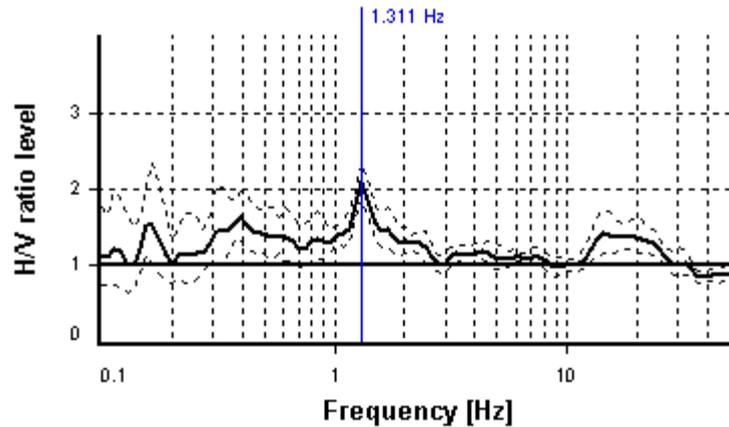
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

1.311 Hz

A_0 amplitude = 2.096

Average $f_0 = 1.332 \pm 0.130$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	16 valid windows (length > 7.63 s) out of 16	OK
$n_c(f_0) > 200$	2098.34 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	2.7855 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.1 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.12997 < 0.13115	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.11342 < 1.78	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 15

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: GATTAIA

Latitude: 43,99264N

Longitude: 011,47367E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 340 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

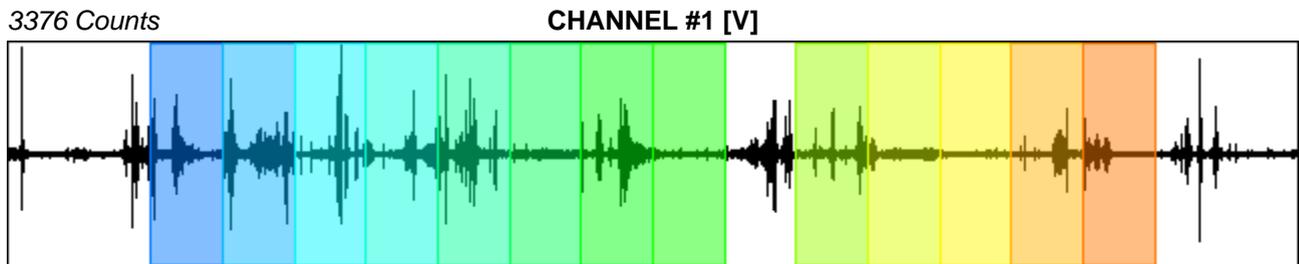
Recording start time: 2014/11/14 15:56:14

Recording length: 30 min

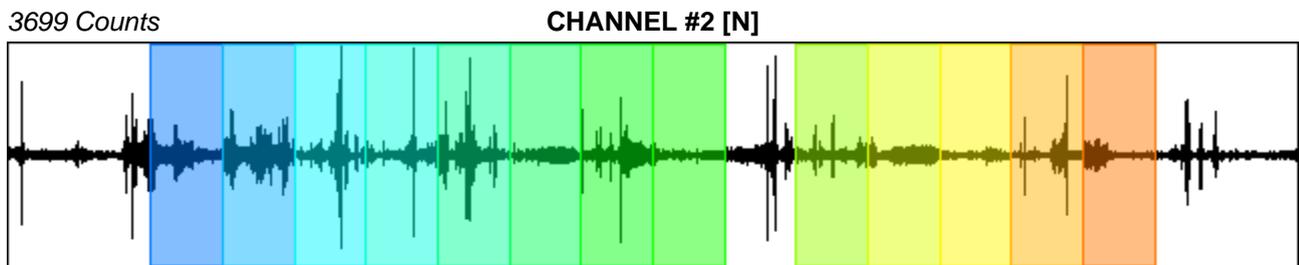
Windows count: 13

Average windows length: 100

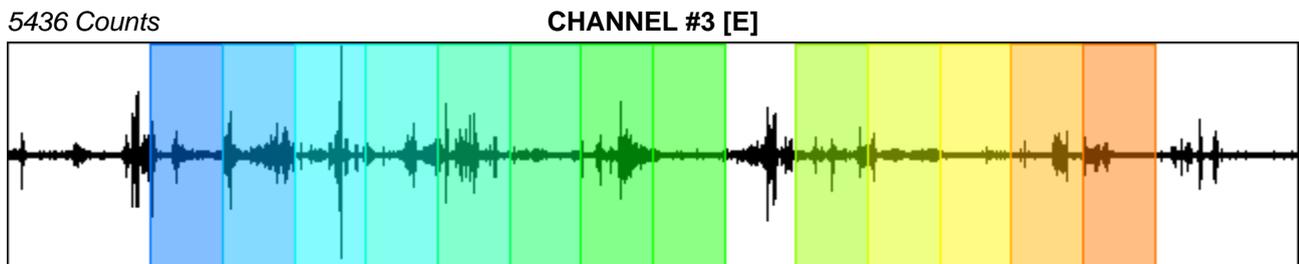
Signal coverage: 72.22%



-2669 Counts



-3115 Counts



-5003 Counts

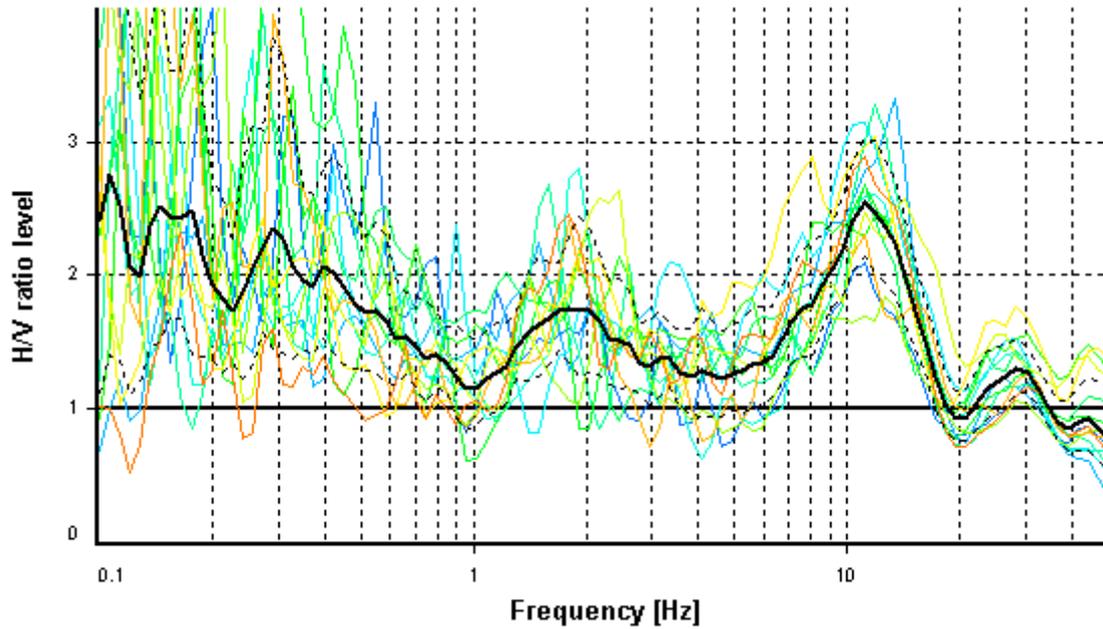
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

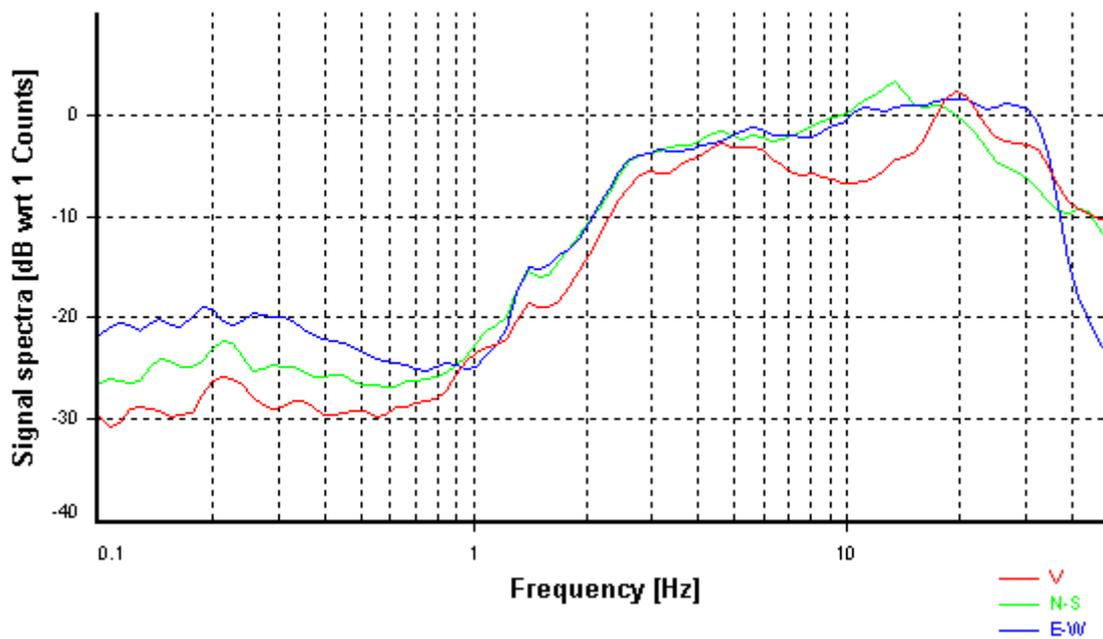
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

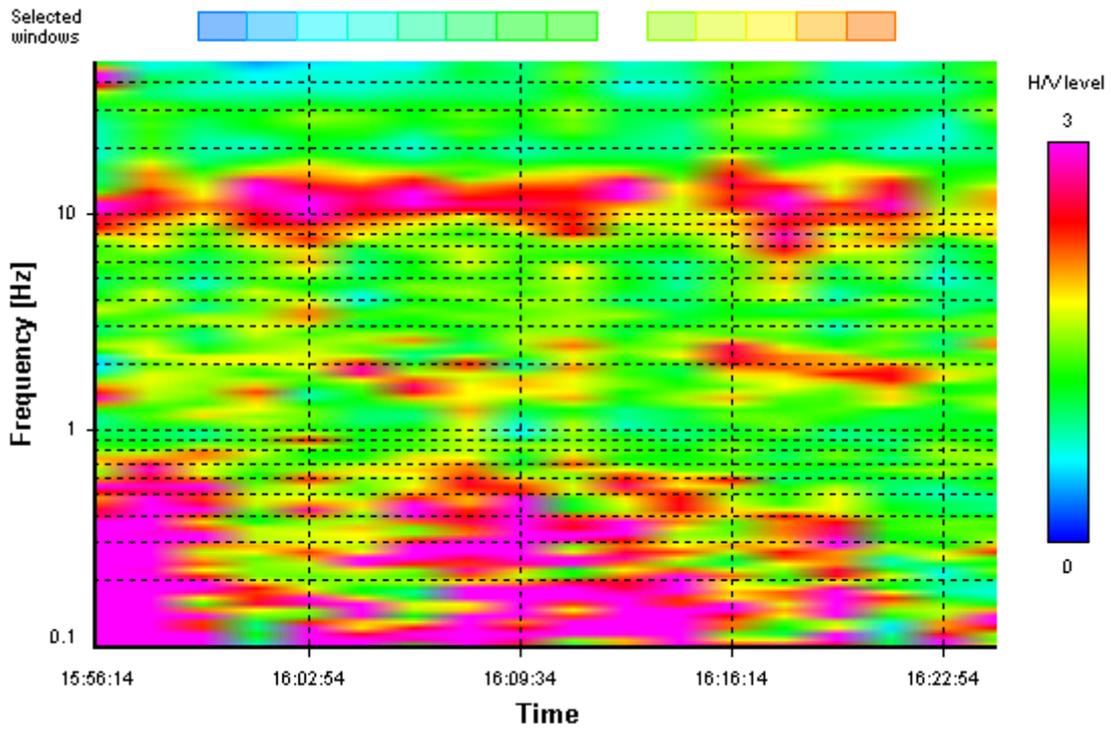
HVSR average



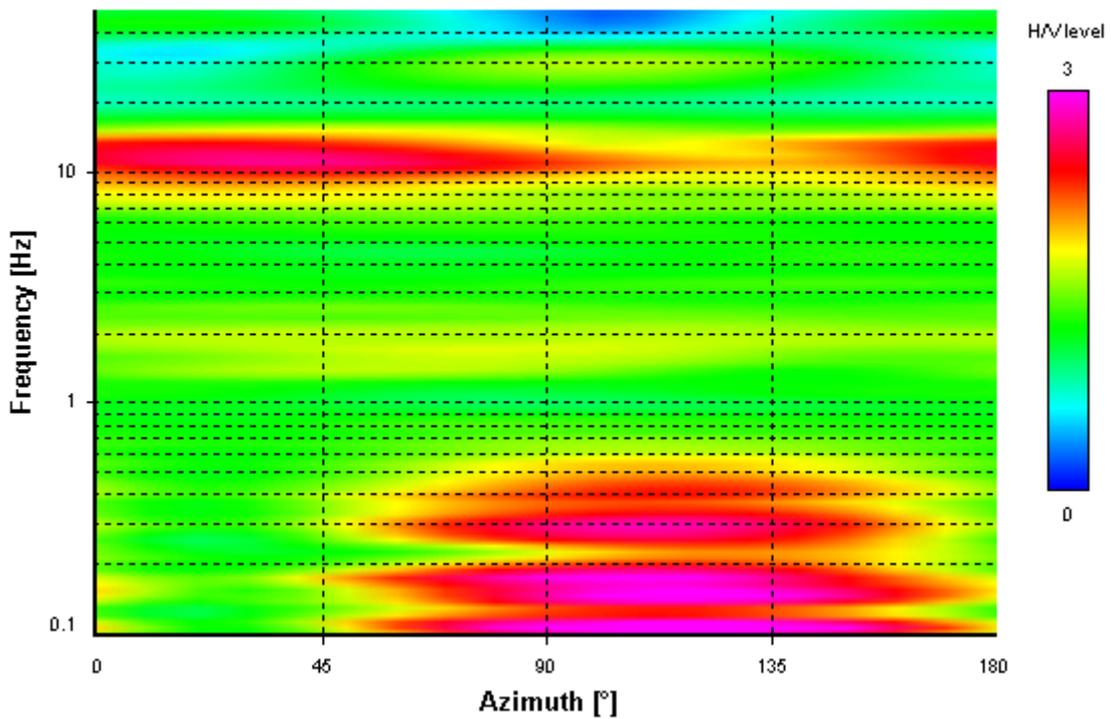
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



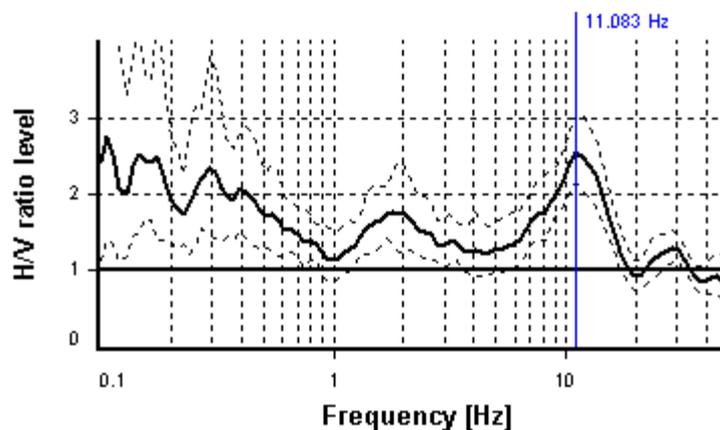
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

11.083 Hz

A_0 amplitude = 2.552

Average $f_0 = 11.838 \pm 1.006$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	13 valid windows (length > 0.9 s) out of 13	OK
$n_c(f_0) > 200$	14408.46 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	4.90077 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	17.19929 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.55 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.00553 >= 0.55417	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.18737 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 16

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: VESPIGNANO

Latitude: 43,94964N

Longitude: 011,43216E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 250 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

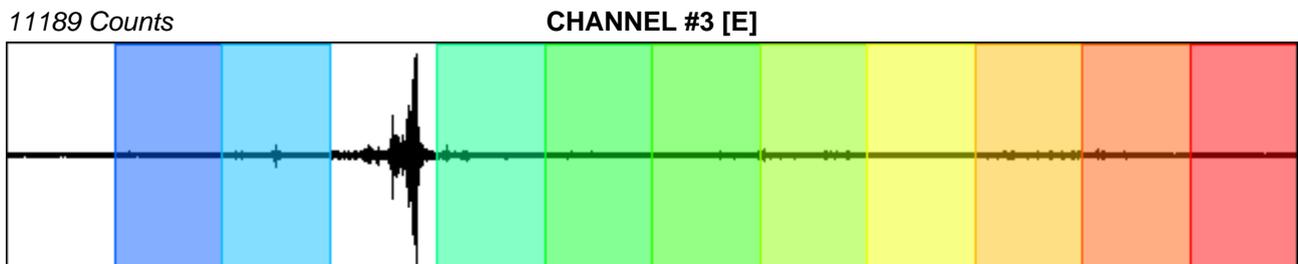
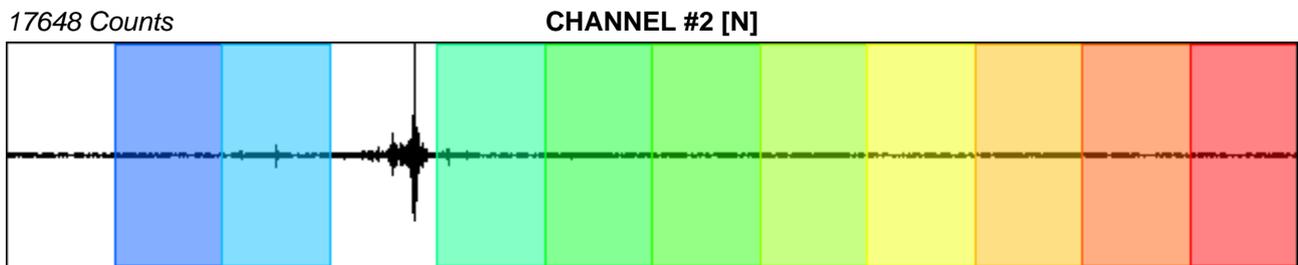
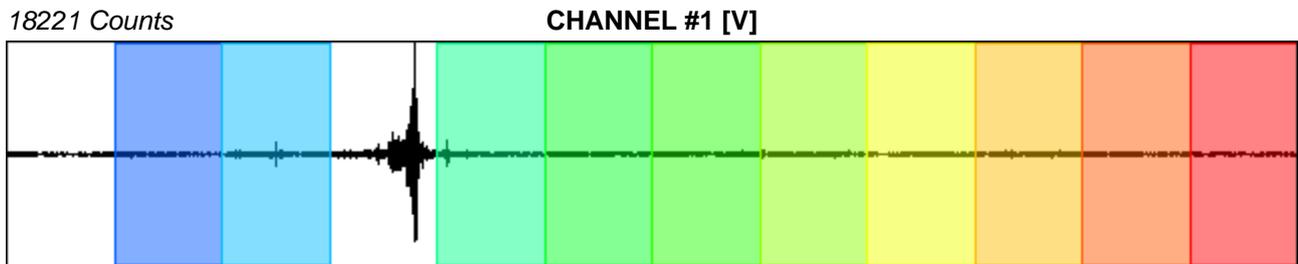
Recording start time: 2014/11/14 10:15:34

Recording length: 30 min

Windows count: 10

Average windows length: 150

Signal coverage: 83.33%



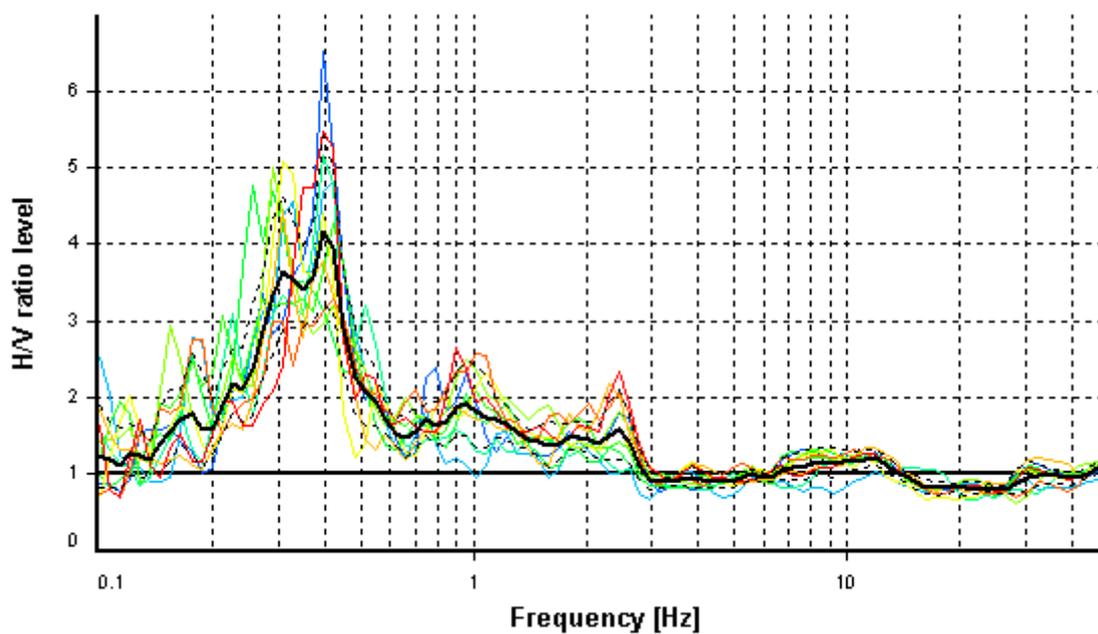
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

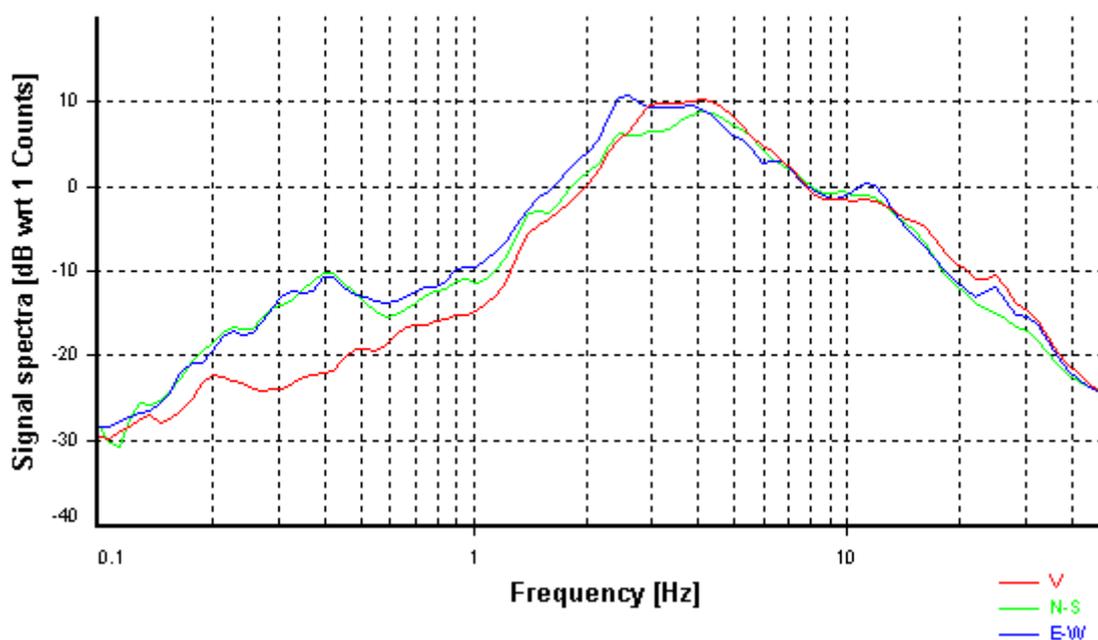
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

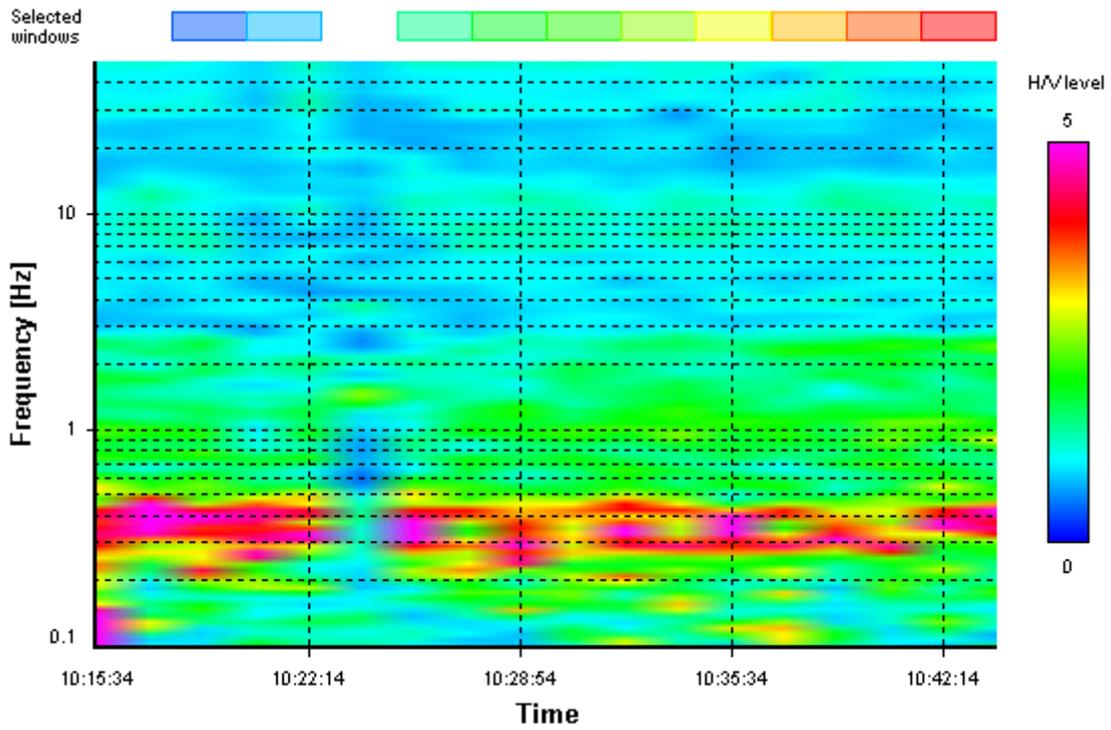
HVSR average



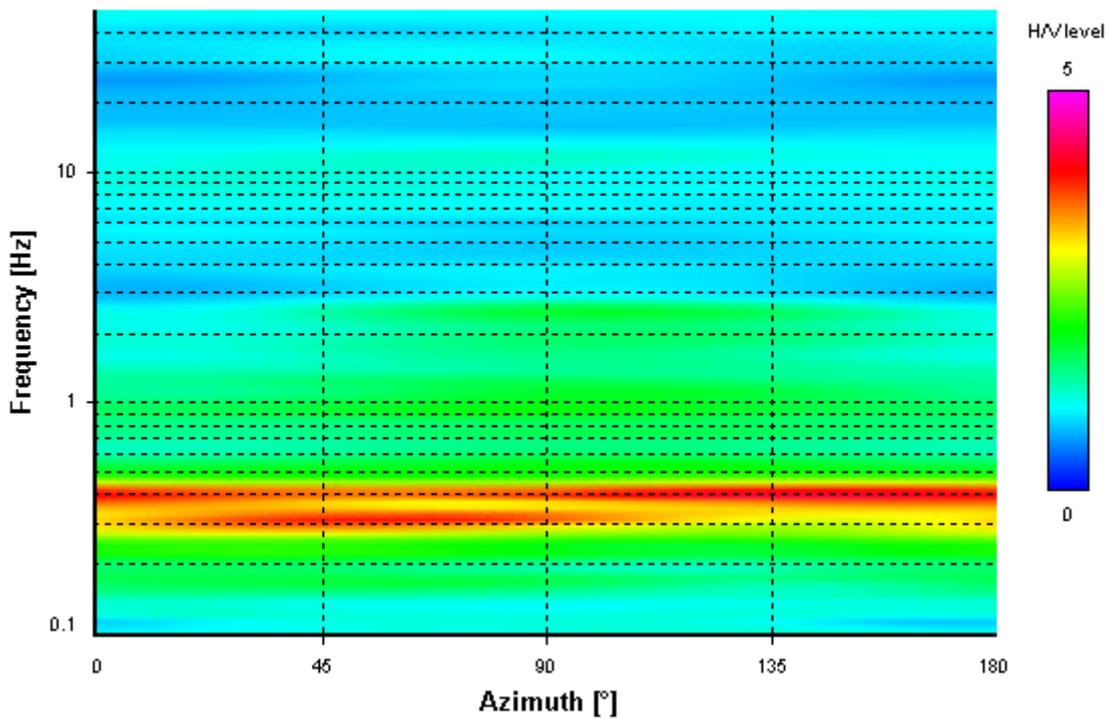
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



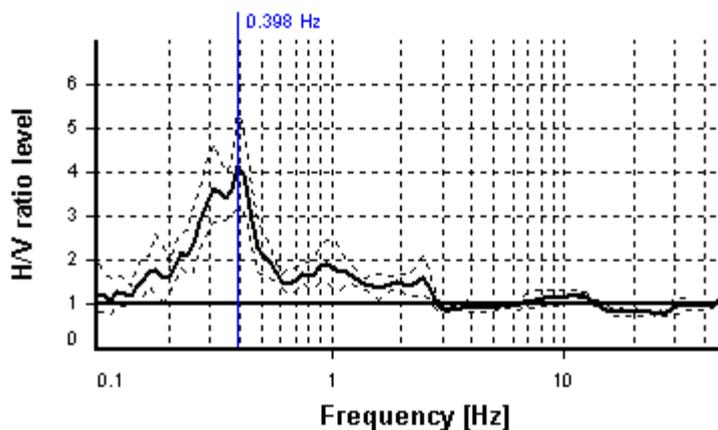
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.398 Hz

A_0 amplitude = 4.156

Average $f_0 = 0.367 \pm 0.058$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	10 valid windows (length > 25.13 s) out of 10	OK
$n_c(f_0) > 200$	596.85 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.2124 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.51147 Hz	OK
$A_0 > 2$	4.16 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% \leq 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05844 < 0.07958	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.30728 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 17

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: MOLEZZANO

Latitude: 43,97220N

Longitude: 011,45962E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 280 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

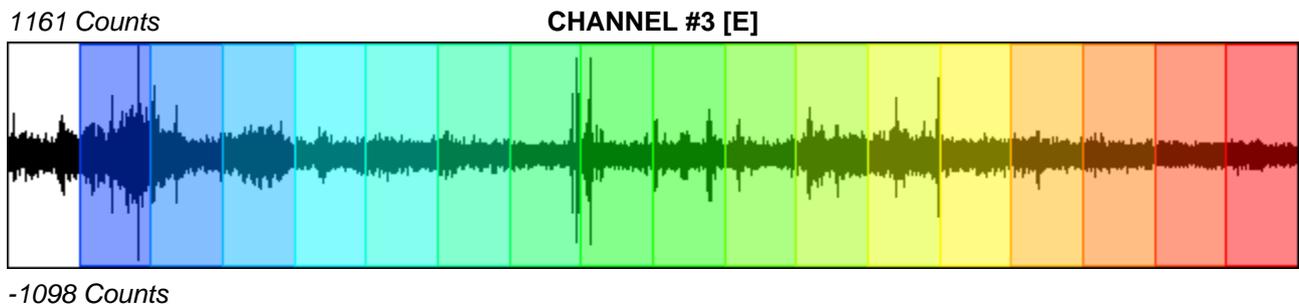
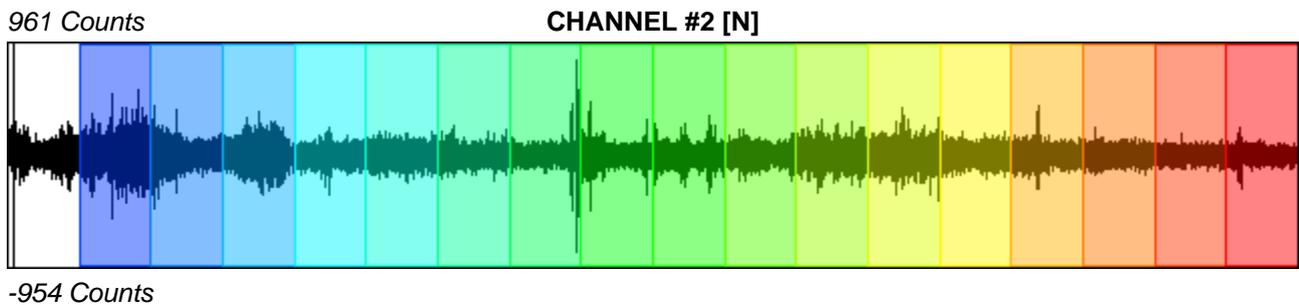
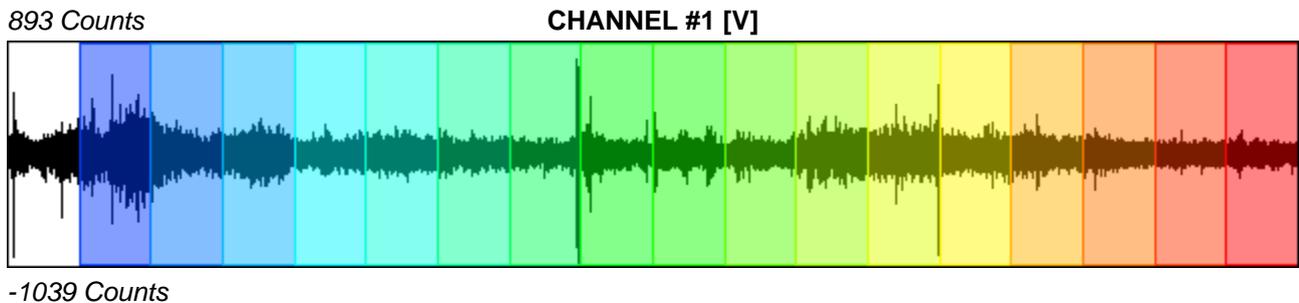
Recording start time: 2014/11/25 12:01:07

Recording length: 30 min

Windows count: 17

Average windows length: 100

Signal coverage: 94.44%



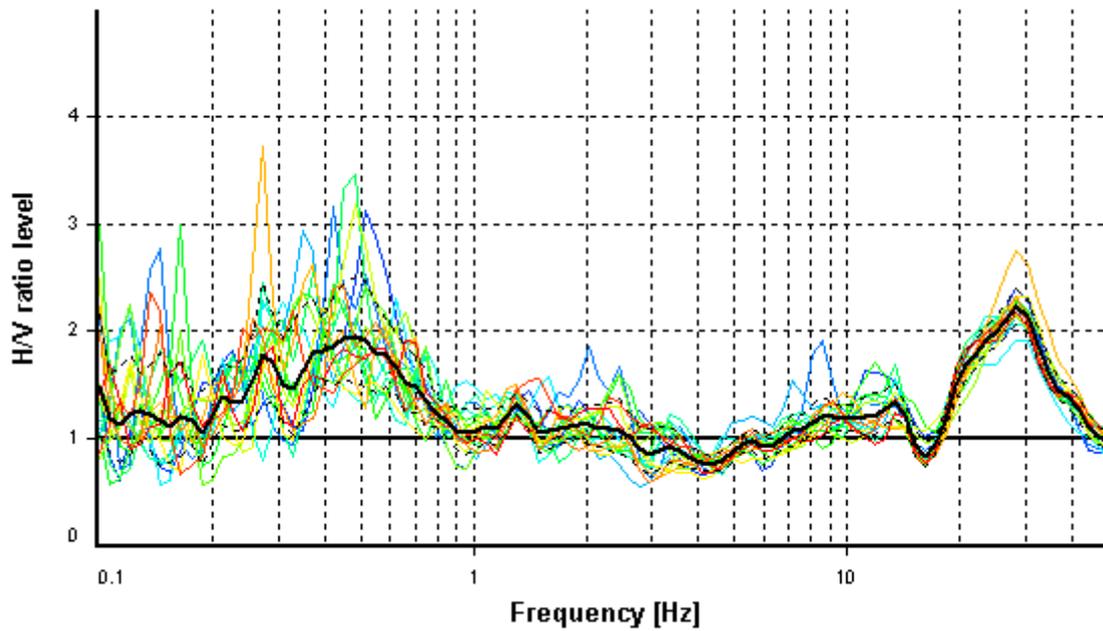
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

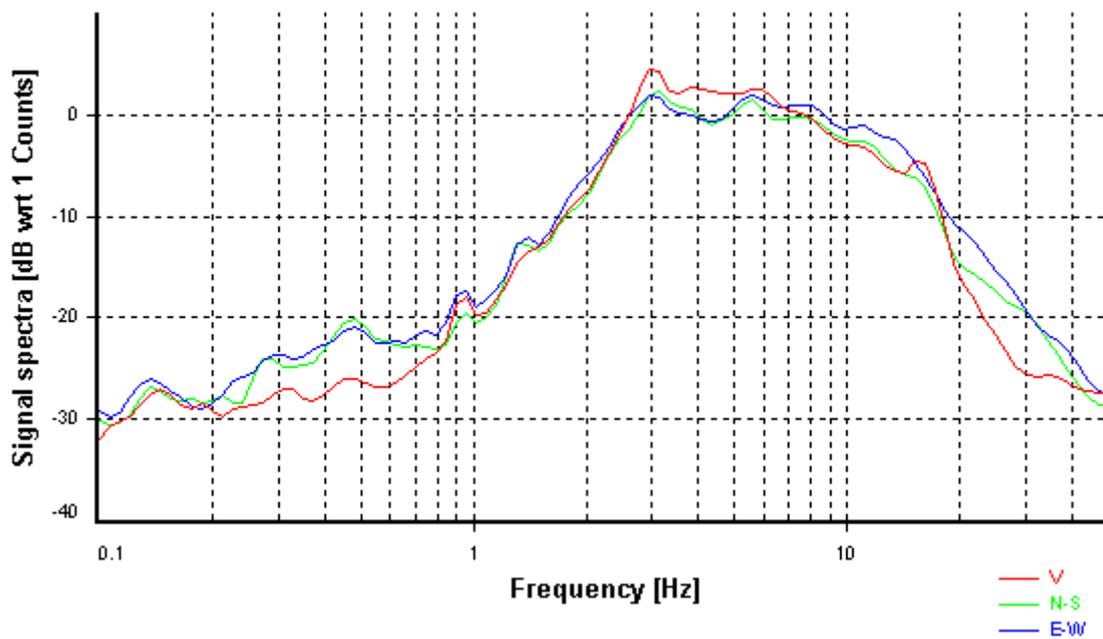
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

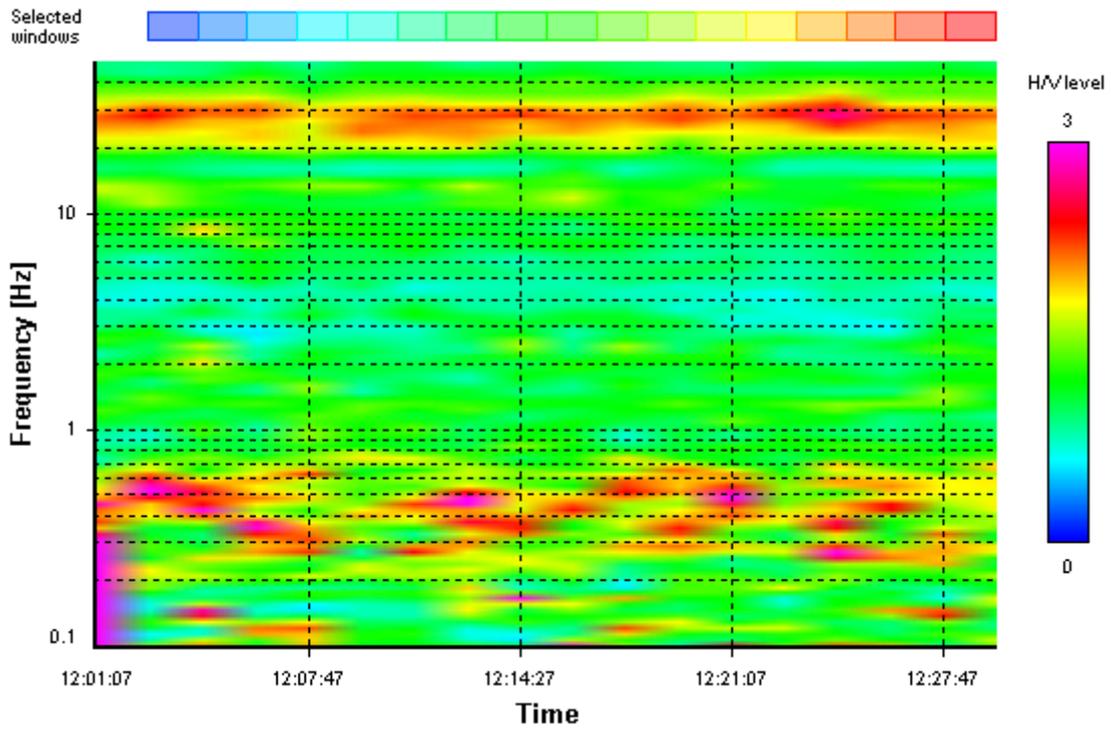
HVSR average



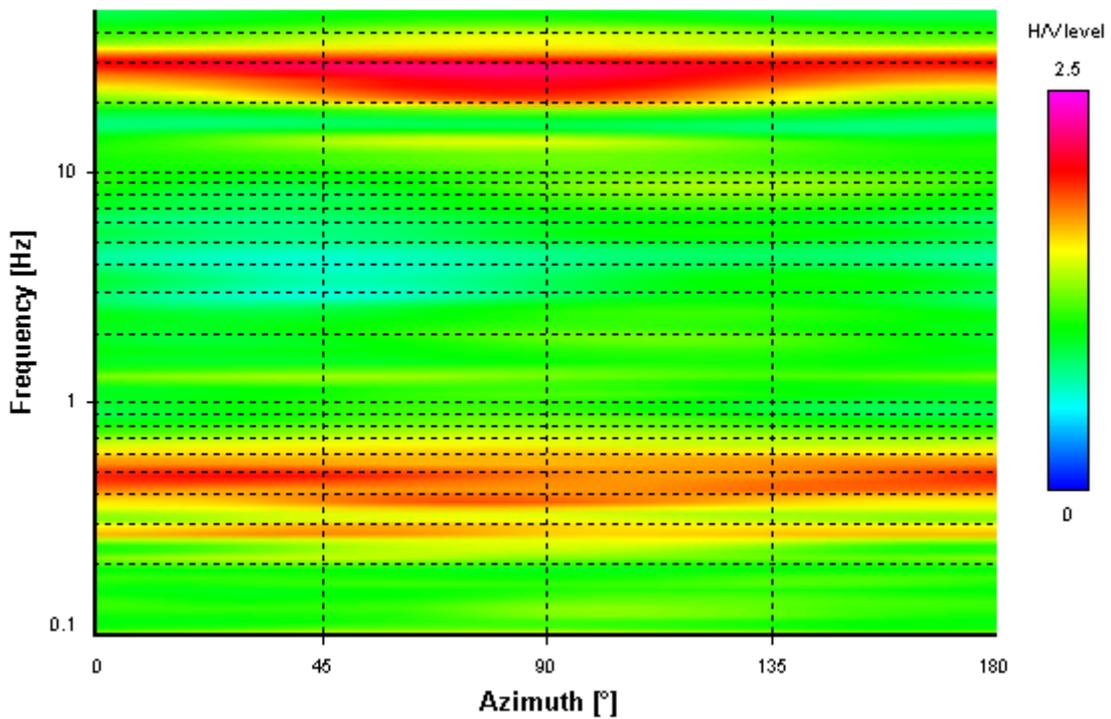
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



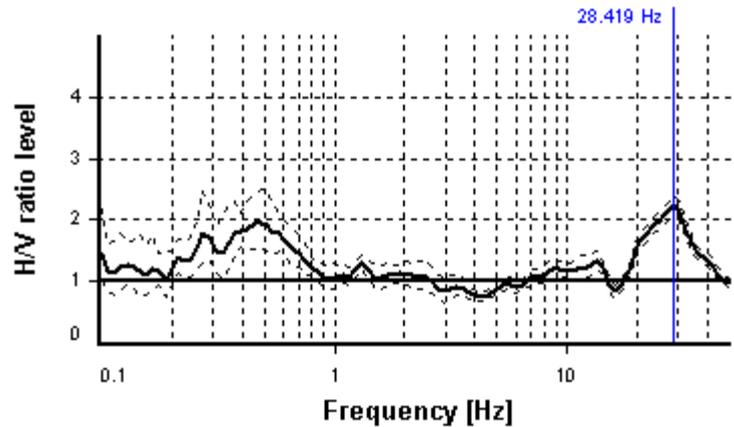
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

28.419 Hz

A_0 amplitude = 2.225

Average $f_0 = 28.349 \pm 1.380$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	17 valid windows (length > 0.35 s) out of 17	OK
$n_c(f_0) > 200$	48312.33 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 21	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	17.19929 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	44.10069 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.22 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.38049 < 1.42095	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.08 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 17

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: MOLEZZANO

Latitude: 43,97220N

Longitude: 011,45962E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 280 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

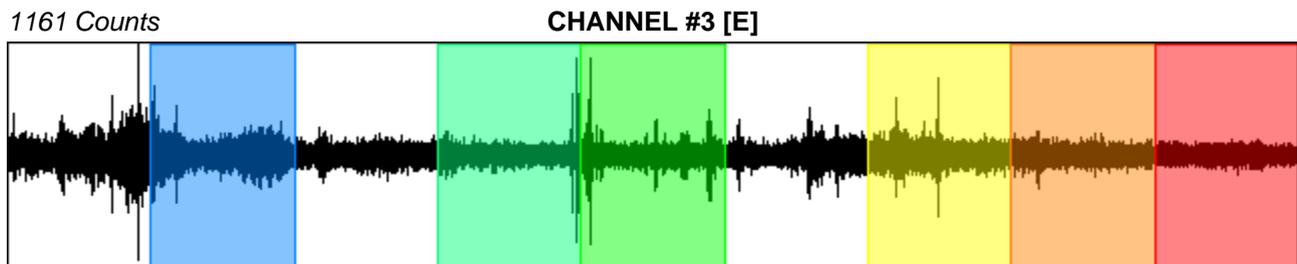
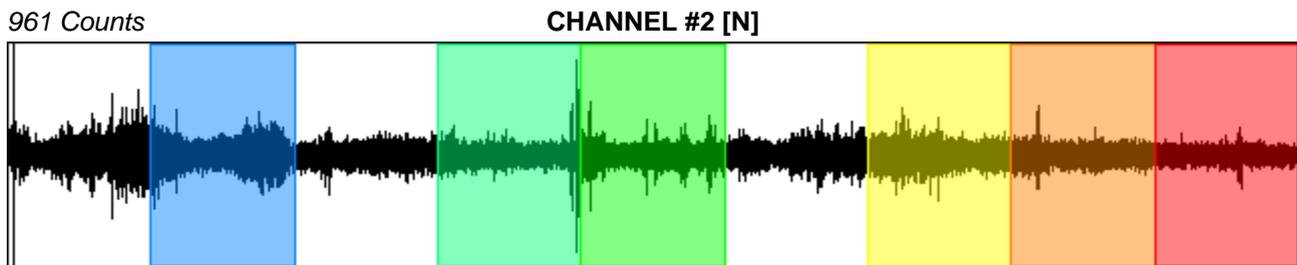
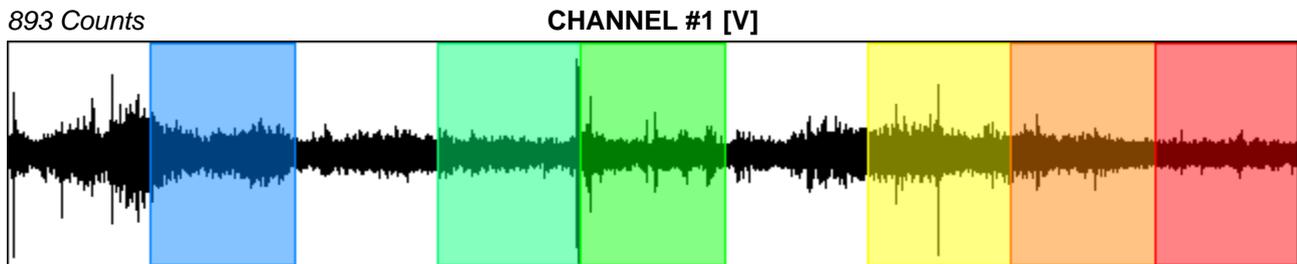
Recording start time: 2014/11/25 12:01:07

Recording length: 30 min

Windows count: 6

Average windows length: 200

Signal coverage: 66.67%



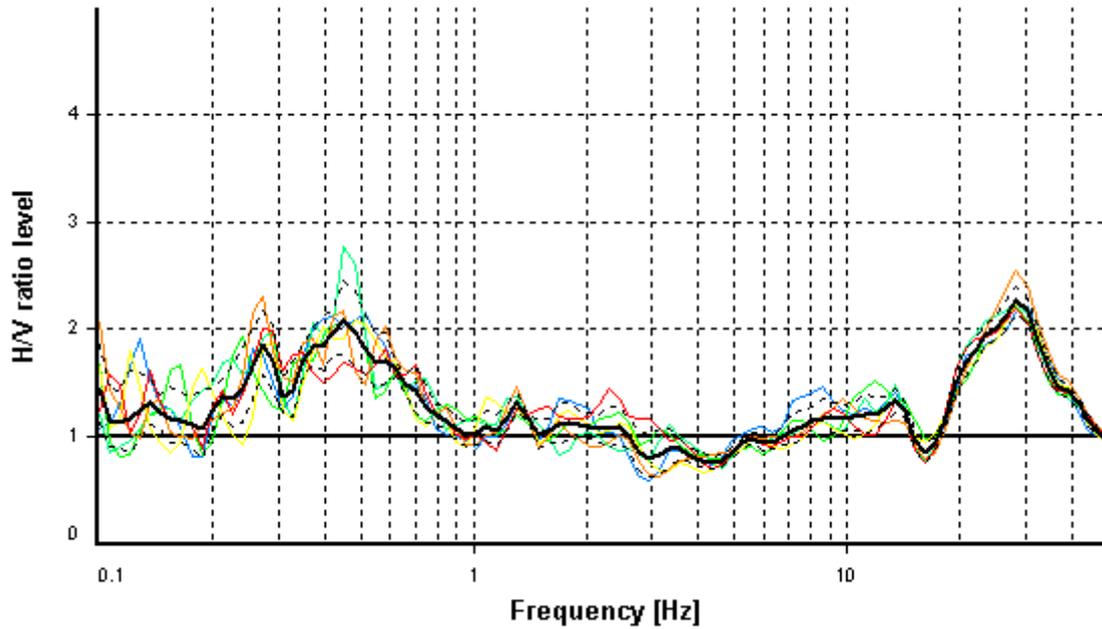
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

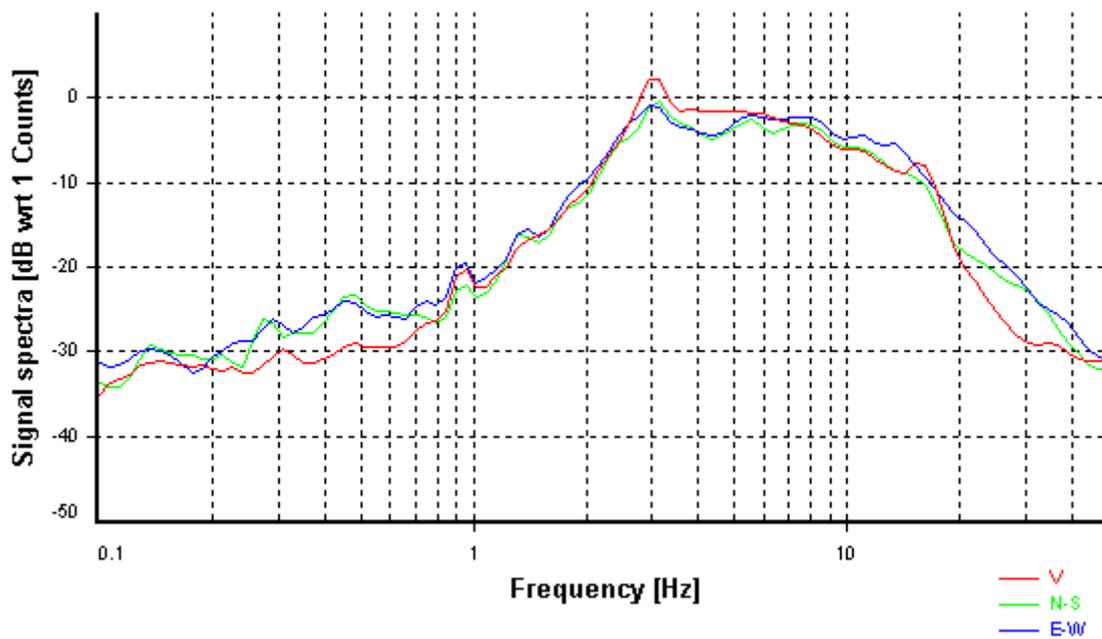
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

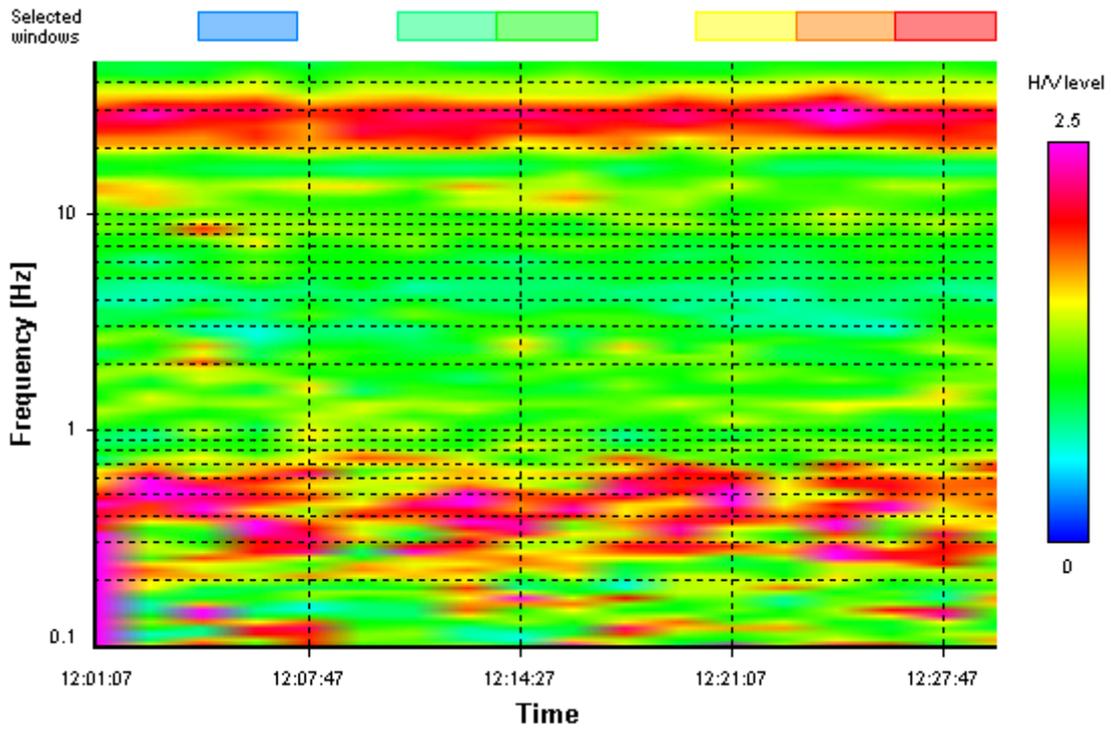
HVSR average



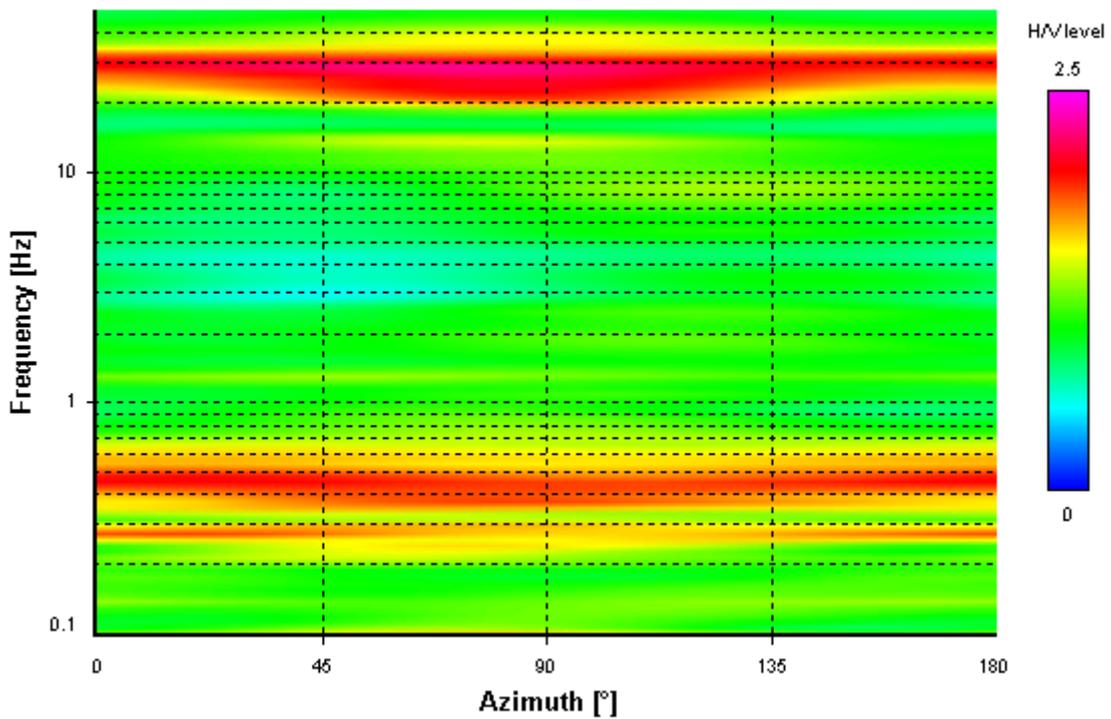
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



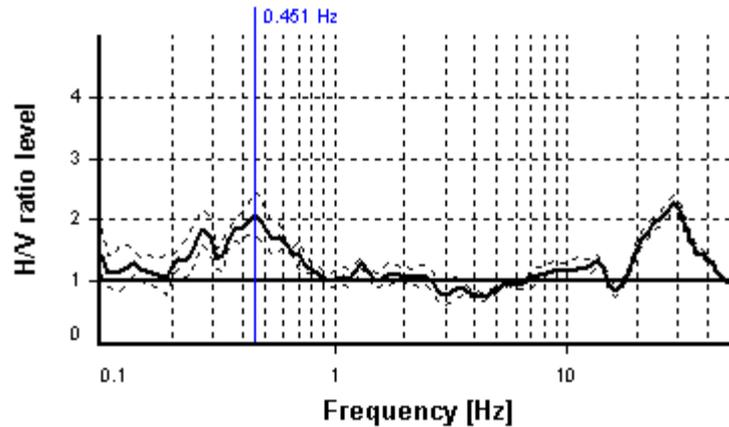
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.451 Hz

A_0 amplitude = 2.080

Average $f_0 = 0.488 \pm 0.051$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	6 valid windows (length > 22.17 s) out of 6	OK
$n_c(f_0) > 200$	541.35 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0 Hz	NO
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0.95817 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.08 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% \leq 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05125 < 0.09022	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.17969 < 2.5	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 19

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: CASELLE

Latitude: 43,95894N

Longitude: 011,46790E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 230 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: -

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

Recording start time: 2014/11/25 14:34:14

Recording length: 30 min

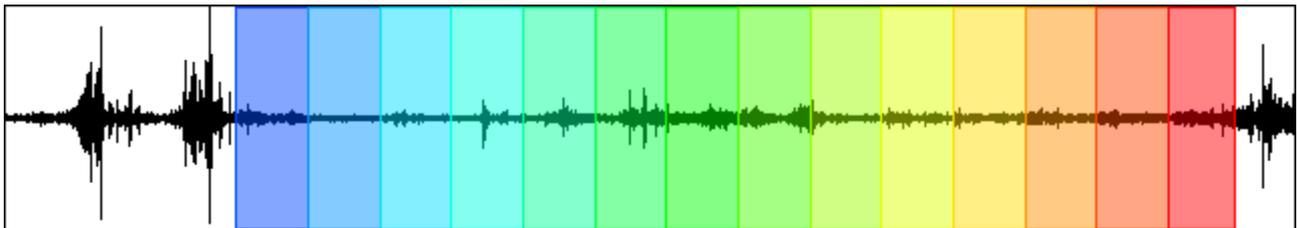
Windows count: 14

Average windows length: 99.39

Signal coverage: 77.3%

11641 Counts

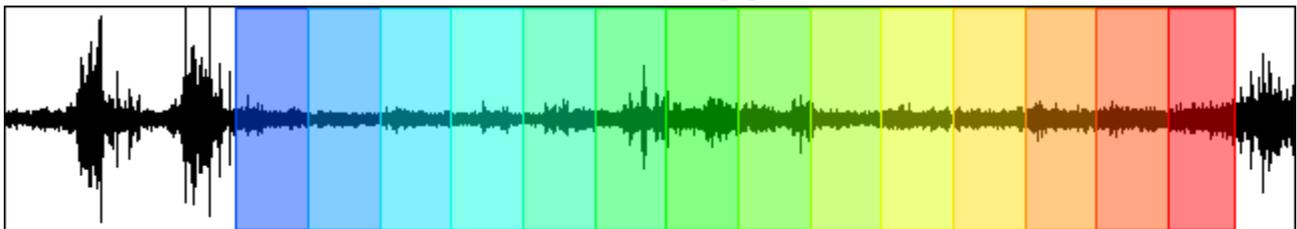
CHANNEL #1 [V]



-10986 Counts

7581 Counts

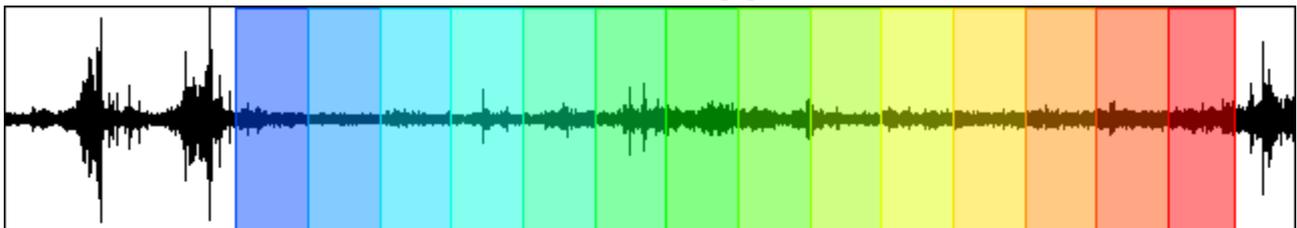
CHANNEL #2 [N]



-6994 Counts

8270 Counts

CHANNEL #3 [E]



-7631 Counts

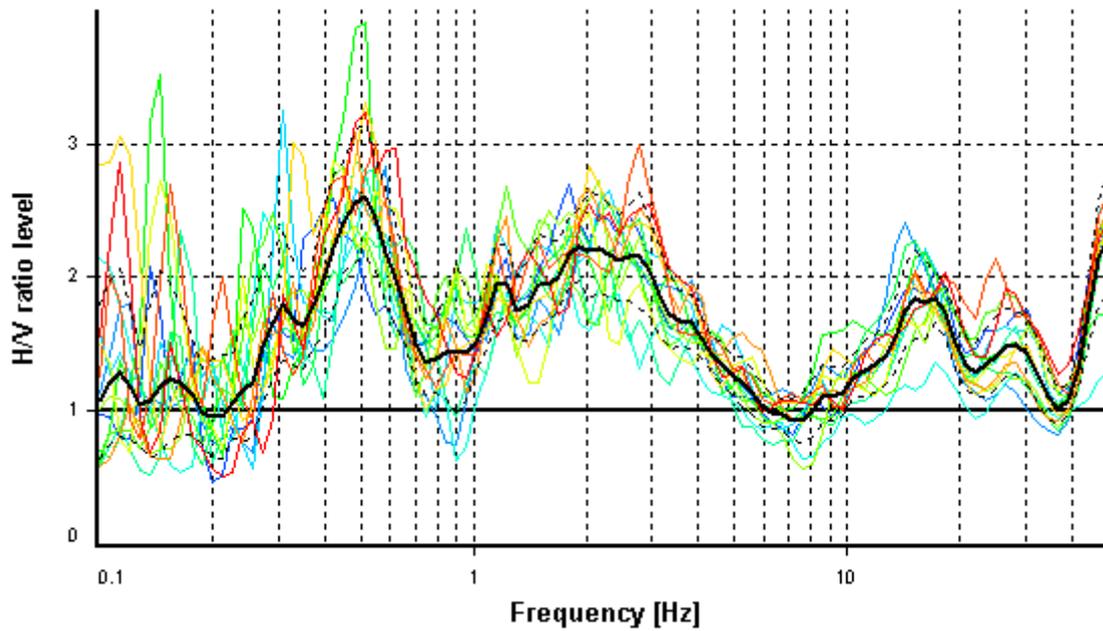
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

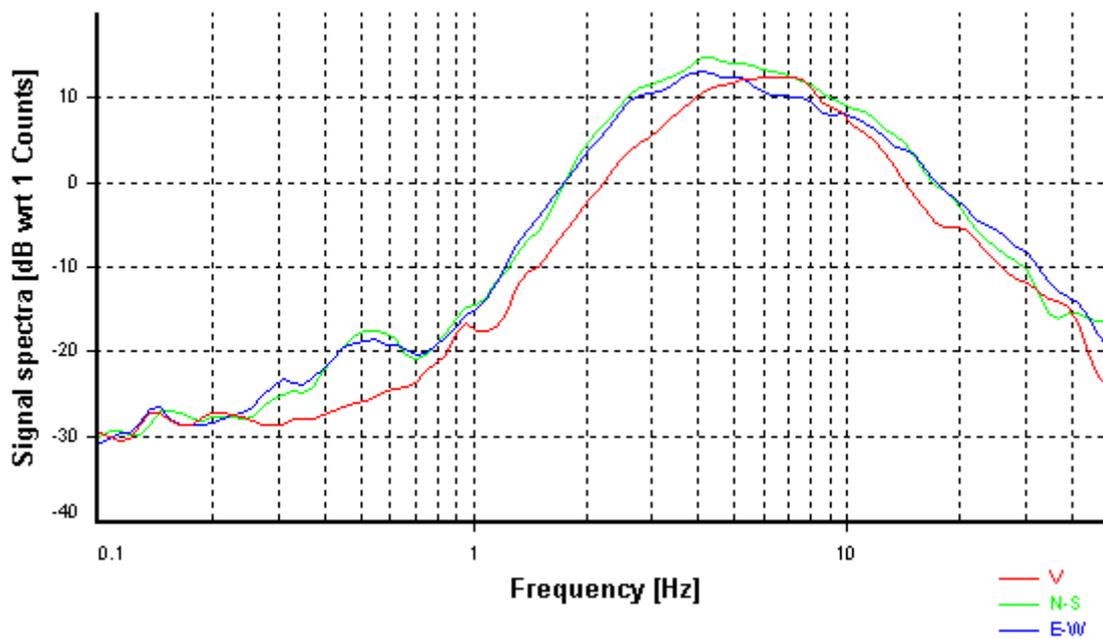
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

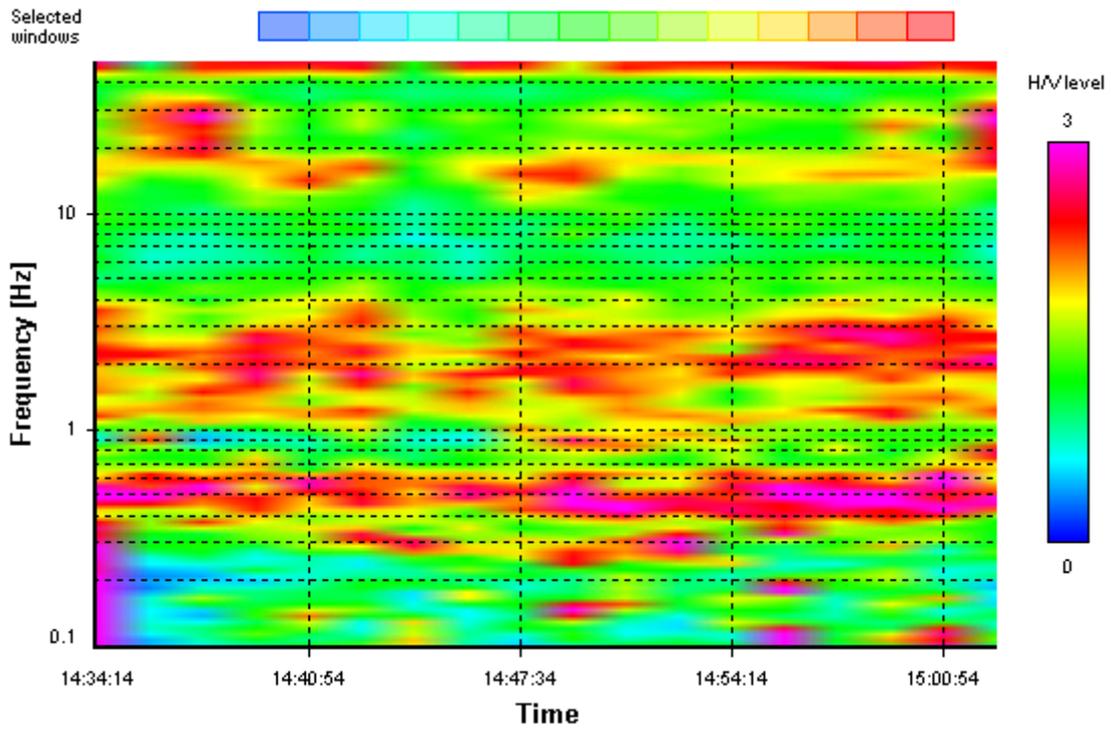
HVSR average



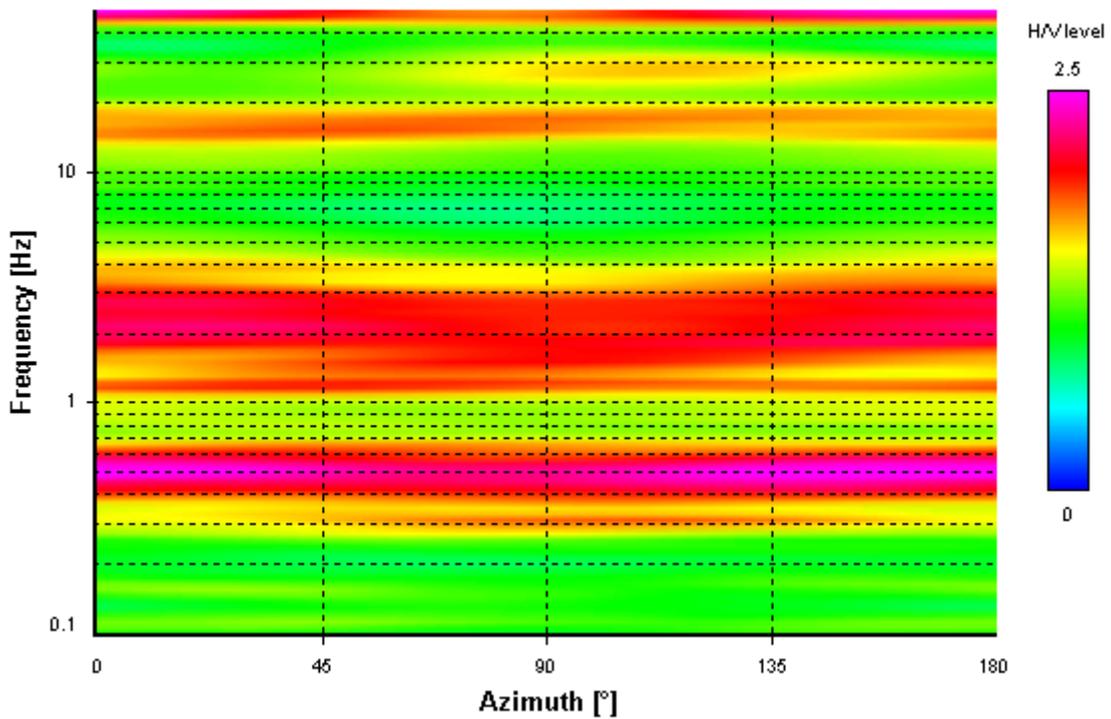
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



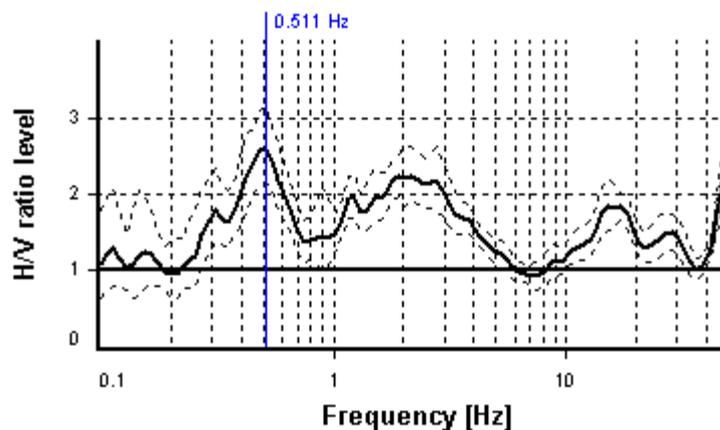
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

0.511 Hz

A_0 amplitude = 2.606

Average $f_0 = 0.495 \pm 0.045$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	14 valid windows (length > 19.55 s) out of 14	OK
$n_c(f_0) > 200$	711.66 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	0.25641 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	2.61 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.04487 < 0.07672	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.21102 < 2	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 20bis

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: VILLORE

Latitude: 43,96604N

Longitude: 011,54802E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 400 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: passaggio di due automobili

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

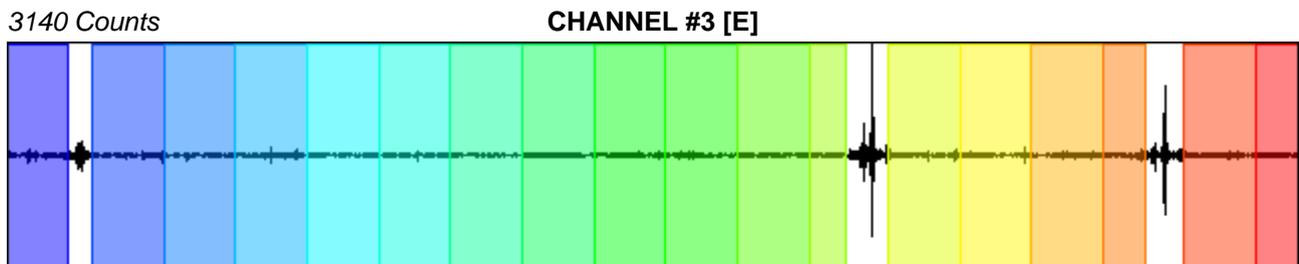
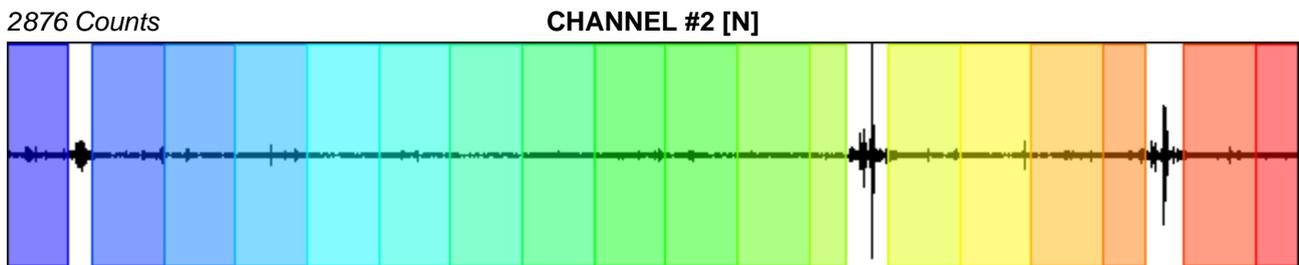
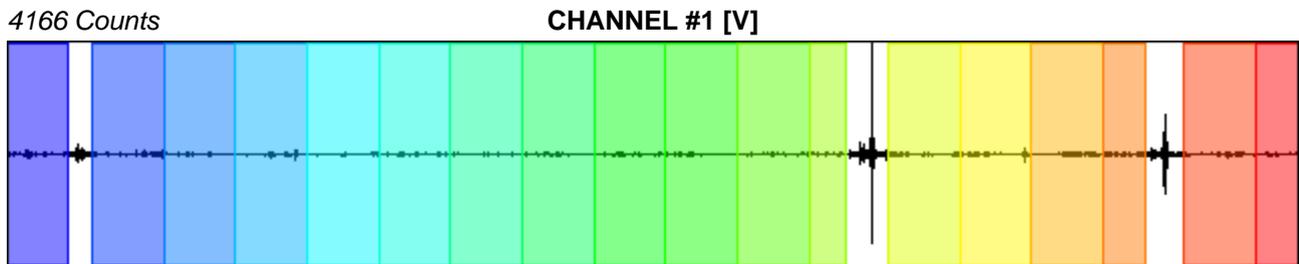
Recording start time: 2015/01/10 12:51:43

Recording length: 30 min

Windows count: 18

Average windows length: 91.84

Signal coverage: 91.84%



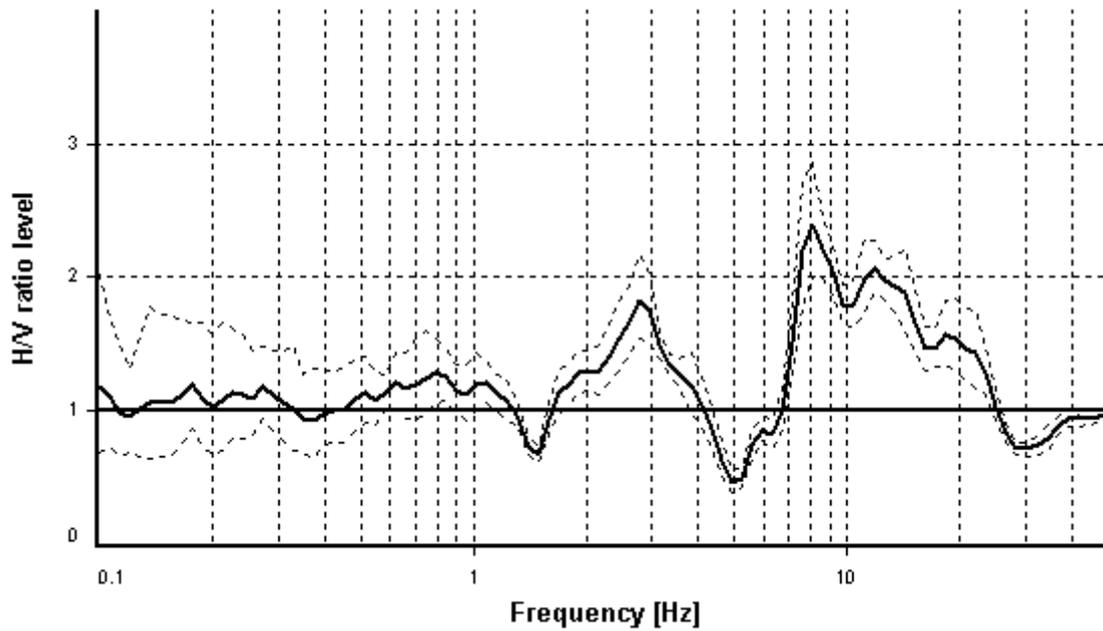
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

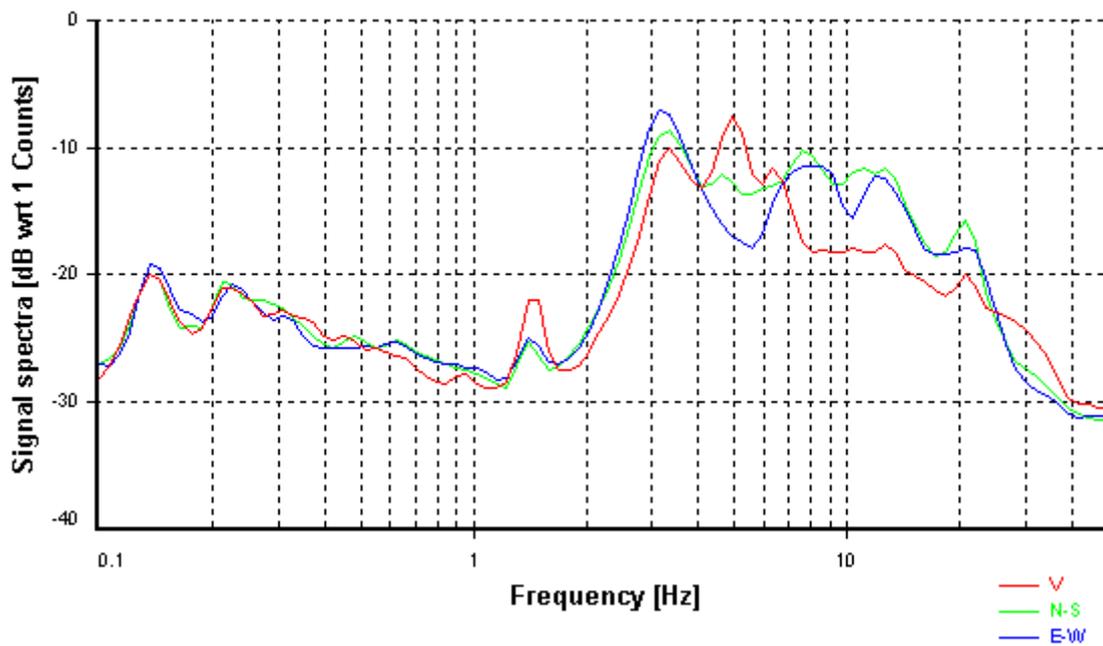
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

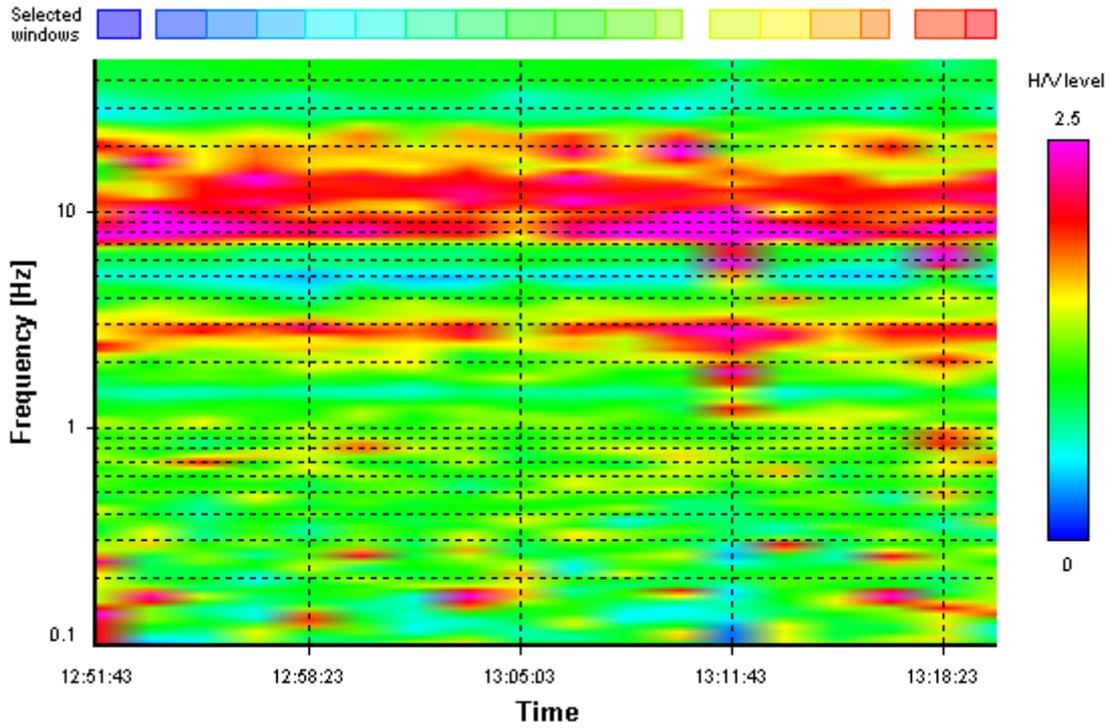
HVSR average



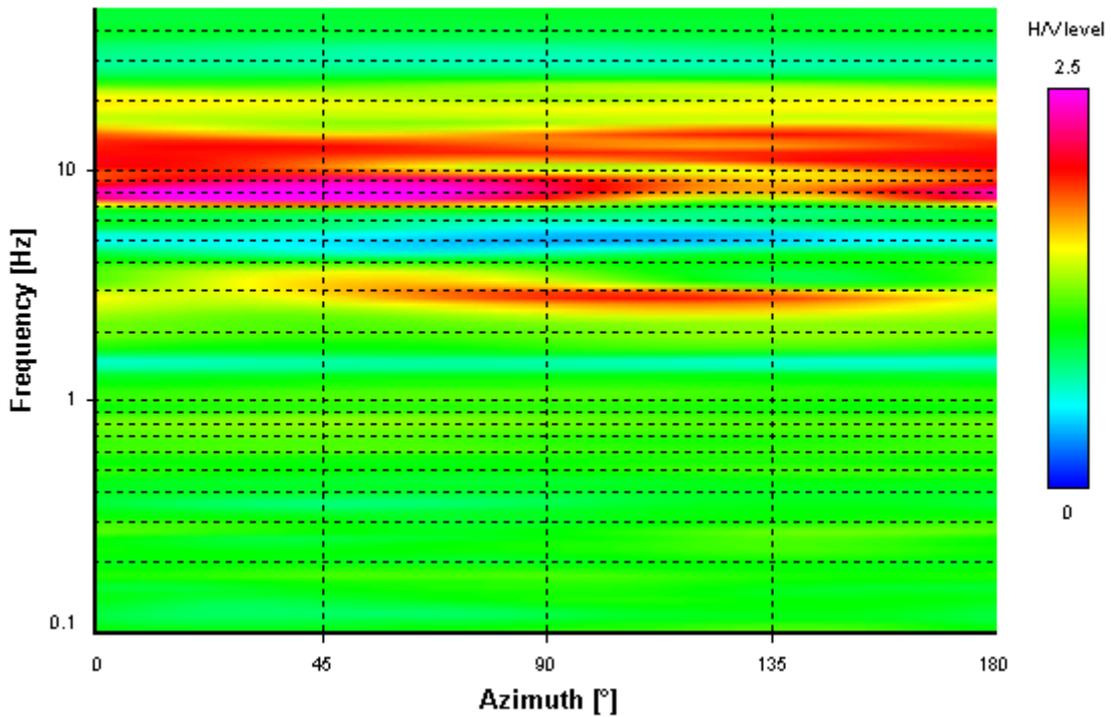
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



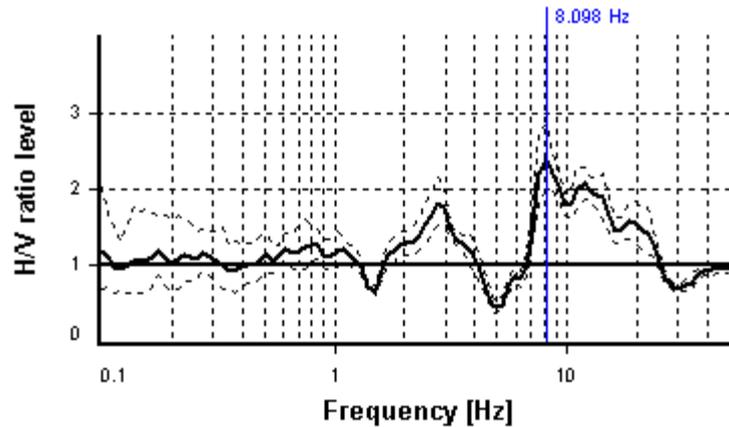
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

8.098 Hz

A_0 amplitude = 2.396

Average $f_0 = 9.050 \pm 1.603$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	18 valid windows (length > 1.23 s) out of 18	OK
$n_c(f_0) > 200$	13386.74 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	6.70773 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	25.06597 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.4 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	1.60303 >= 0.40489	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.19702 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK

STATION INFORMATION

Station code: prova 21bis

Model: SARA GEOBOX

Sensor: SARA SS45PACK (integrated 4.5 Hz sensors)

Notes: -

PLACE INFORMATION

Place ID: VICCHIO

Address: MOLEZZANO

Latitude: 43,98403N

Longitude: 011,46544E

Coordinate system: WGS84

Elevation: 295 m s.l.m.

Weather: sereno

Notes: passaggio di una automobile

PHOTOGRAPHIC REFERENCES



SIGNAL AND WINDOWING

Sampling frequency: 100 Hz

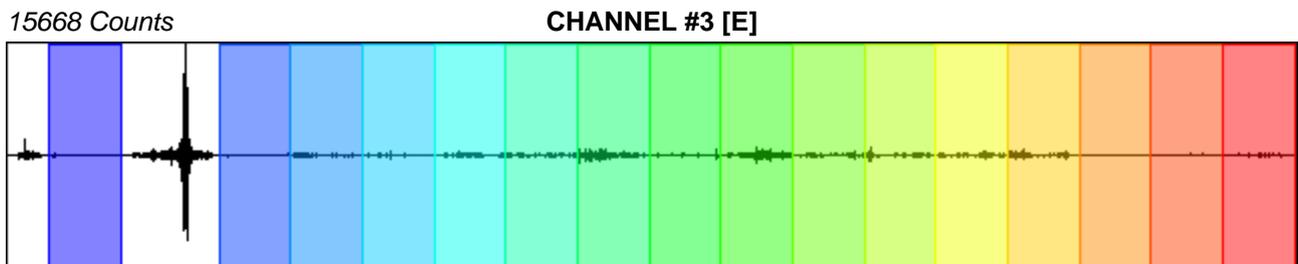
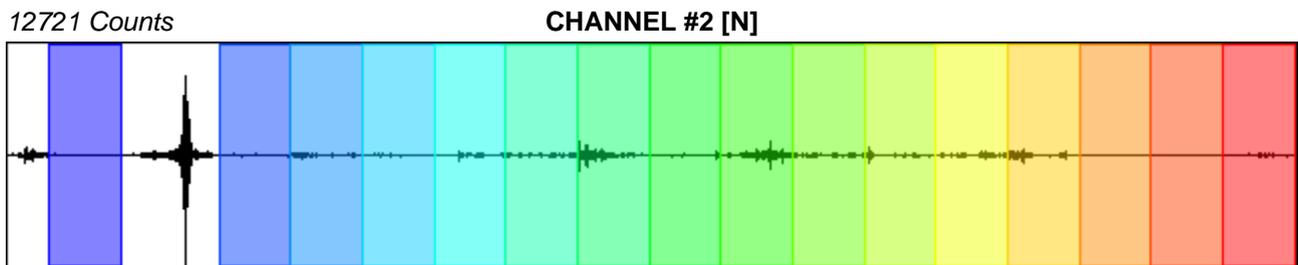
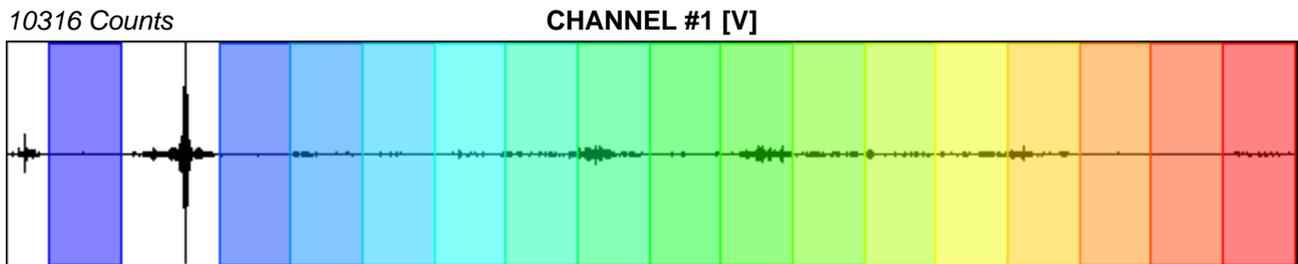
Recording start time: 2015/01/10 13:53:51

Recording length: 30 min

Windows count: 16

Average windows length: 100

Signal coverage: 88.89%



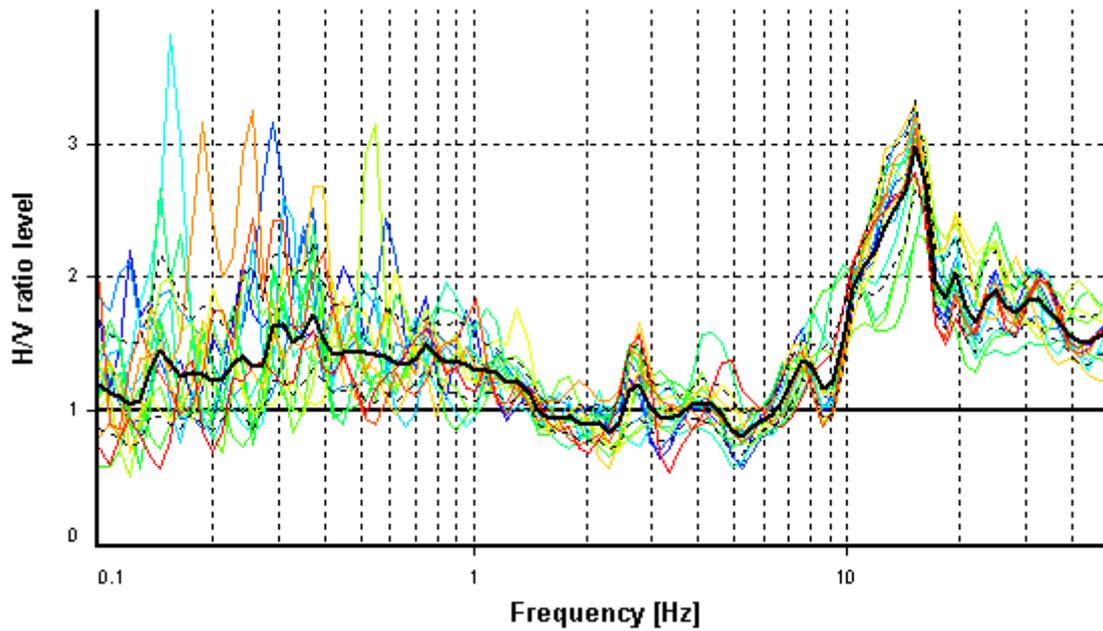
HVSR ANALYSIS

Tapering: Enabled (Bandwidth = 5%)

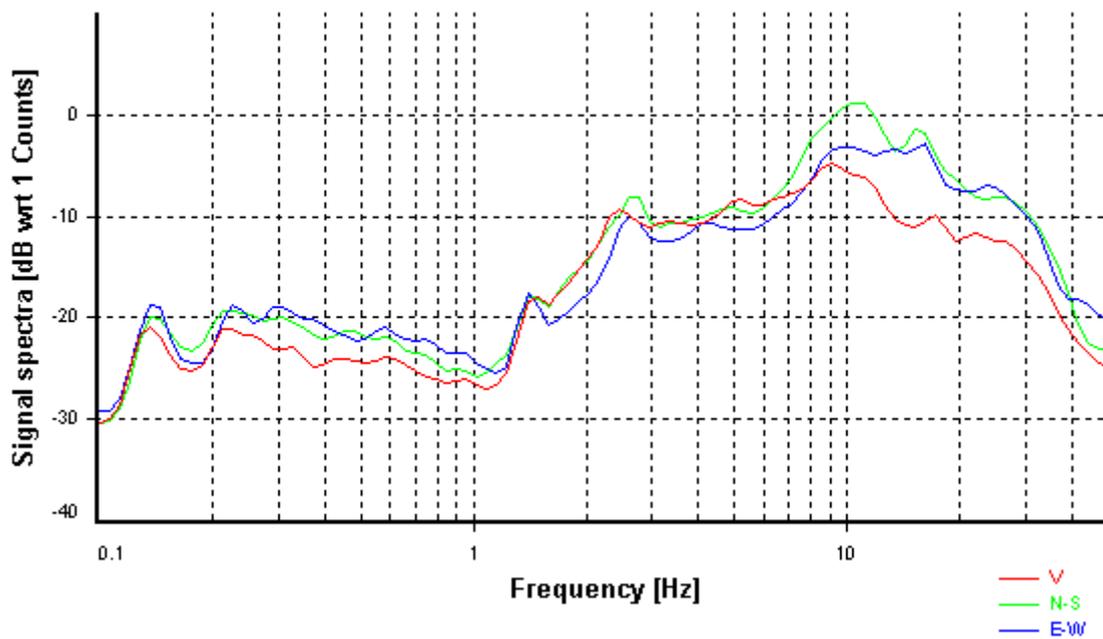
Smoothing: Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

Instrumental correction: Disabled

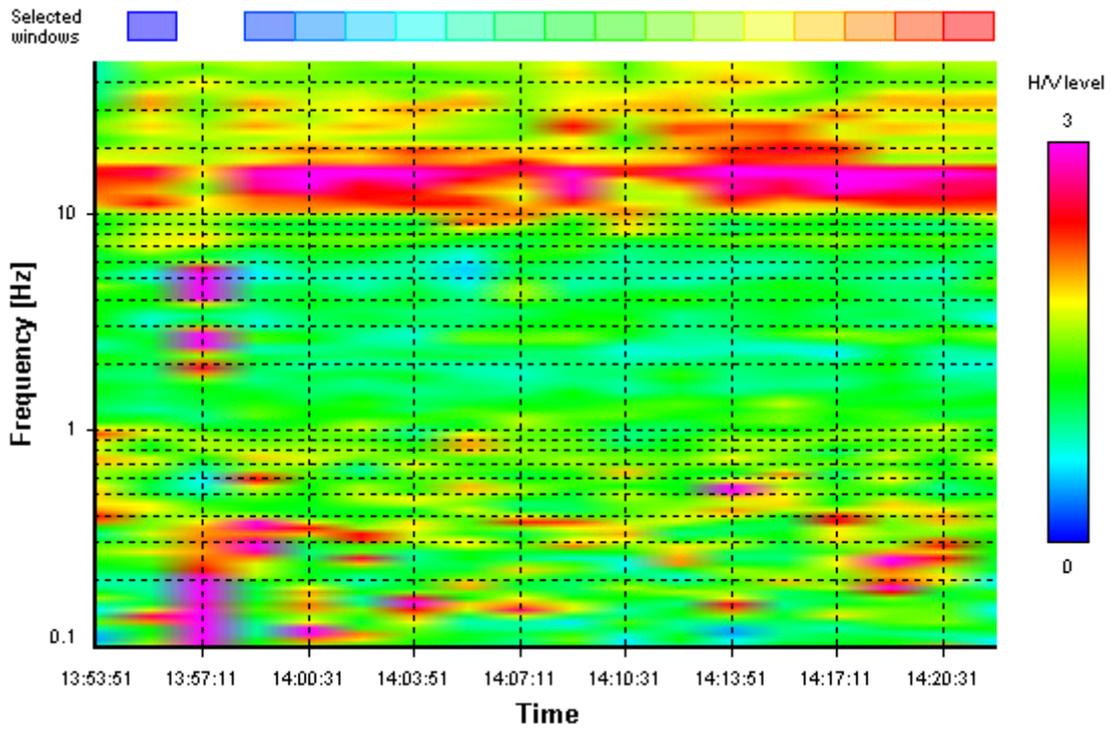
HVSR average



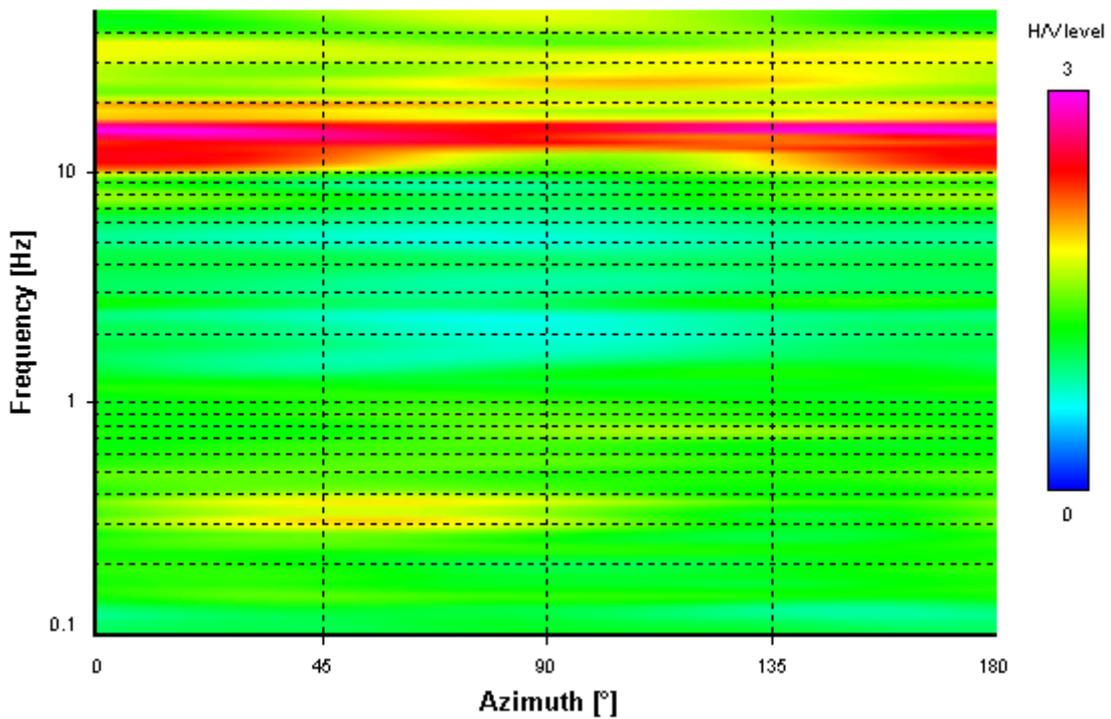
Signal spectra average



HVSR time-frequency analysis (100 seconds windows)



HVSR directional analysis



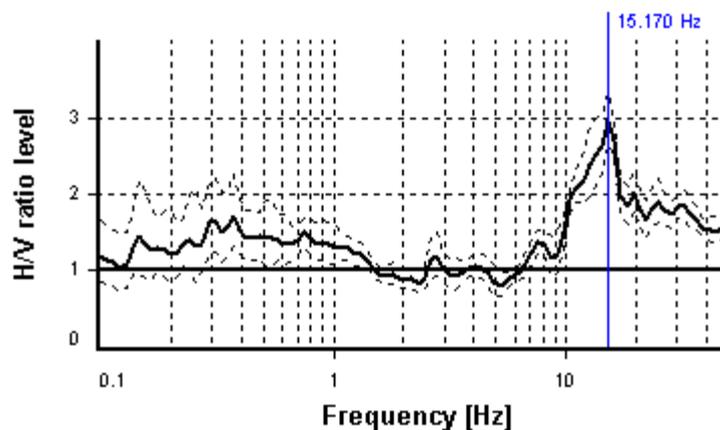
SESAME CRITERIA

Selected f_0 frequency

15.170 Hz

A_0 amplitude = 2.974

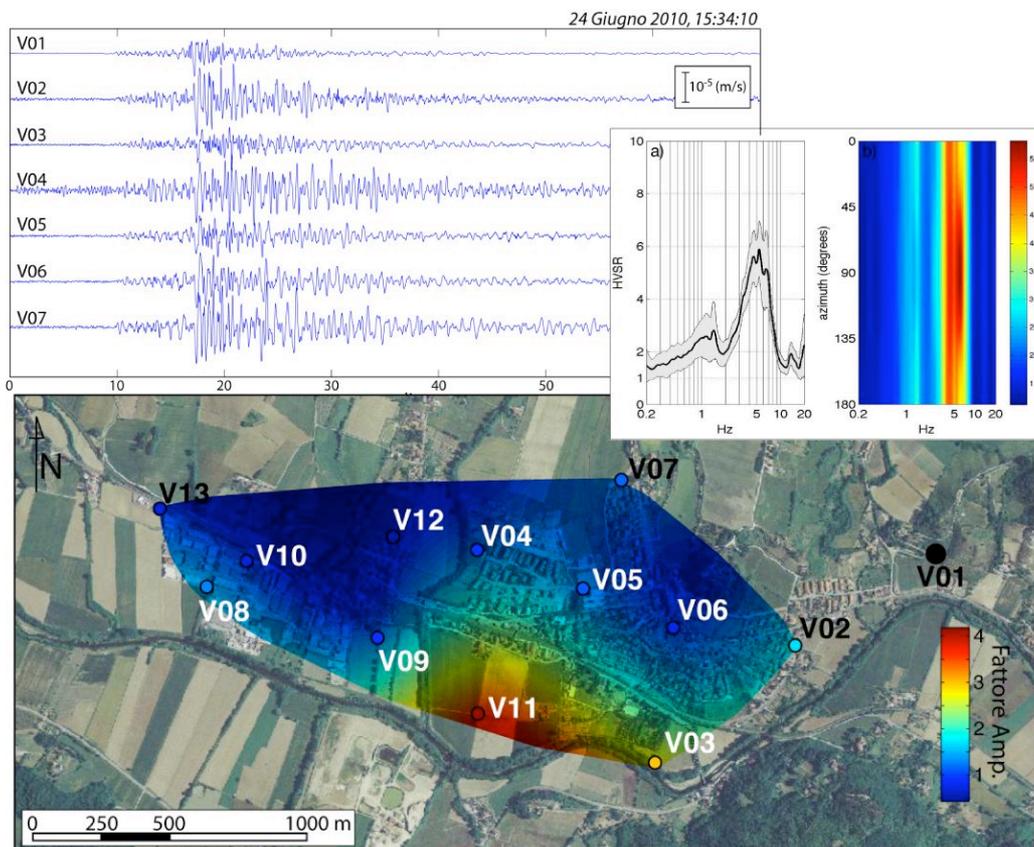
Average $f_0 = 15.231 \pm 0.246$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	16 valid windows (length > 0.66 s) out of 16	OK
$n_c(f_0) > 200$	24272.02 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 23	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0$	9.18094 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0$	0 Hz	NO
$A_0 > 2$	2.97 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.2457 < 0.7585	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.11827 < 1.58	OK
Overall criteria fulfillment		OK



Microzonazione Sismica Strumentale del Comune di Vicchio



Indice

1. Introduzione.....	3
2. Campagna di misura sismica strumentale.....	3
3. Analisi di rumore sismico.....	5
3.1. Mappe delle frequenze di risonanza e dei fattori di amplificazione.....	14
3.2. Mappa della profondità dell'orizzonte risonante superficiale.....	17
4. Analisi dei terremoti.....	20
4.1. Amplificazione sismica valutata dai terremoti.....	35
5. Conclusioni.....	37
6. Tabelle.....	38

1. Introduzione

Il Laboratorio di Geofisica Sperimentale del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze ha effettuato su commissione del Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica, Ufficio tecnico del Genio Civile della Regione Toscana, la microzonazione sismica strumentale del comune di Vicchio. L'indagine è stata svolta attraverso registrazioni sismiche strumentali in 13 diversi siti, ed è basata sia sull'analisi del rumore sismico ad una singola stazione che sul confronto tra le registrazioni di terremoti alle stazioni di indagine rispetto ad una stazione di riferimento posizionata su substrato sismico. Questa microzonazione si inserisce all'interno del più ampio programma di ricerca volto alla "Realizzazione di una metodologia finalizzata all'individuazione a scala provinciale della probabilità di amplificazione sismica" e rappresenta, in questo ambito, un'area di approfondimento delle conoscenze utile per la validazione dei risultati ottenuti a scala provinciale.

2. Campagna di misura sismica strumentale

La microzonazione sismica strumentale del comune di Vicchio è stata realizzata con sette stazioni sismiche triassiali della rete mobile del Laboratorio di Geofisica Sperimentale del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze, che sono state installate temporaneamente in 13 diversi siti di indagine (Figura 1, Tabella 1). Di questi uno rappresenta il sito di riferimento, scelto su substrato privo di effetti di amplificazione sismica (V01) e qui una delle sette stazioni di misura impiegate nella microzonazione sismica è stata installata in acquisizione continua per tutta la durata della campagna di misura strumentale. I dodici siti di indagine sono stati scelti su terreni di copertura, e la loro posizione è stata decisa sia in base alle conoscenze geologiche esistenti, in modo da caratterizzare le varie formazioni litologiche affioranti, che per ottenere una copertura quanto più omogenea possibile dell'area. L'indagine è stata effettuata in due momenti distinti, che hanno permesso di coprire tutta l'area di indagine con le sette stazioni sismiche utilizzate. Nella prima fase, che ha avuto una durata di 50 giorni dal 1 Giugno al 21 Luglio 2010, sei stazioni sono state installate nel paese di Vicchio (V02-V07), poi spostate nell'area artigianale ad ovest del paese (V08-V13) durante la seconda fase dell'indagine, che si è protratta per altri 47 giorni fino al 6 Settembre.

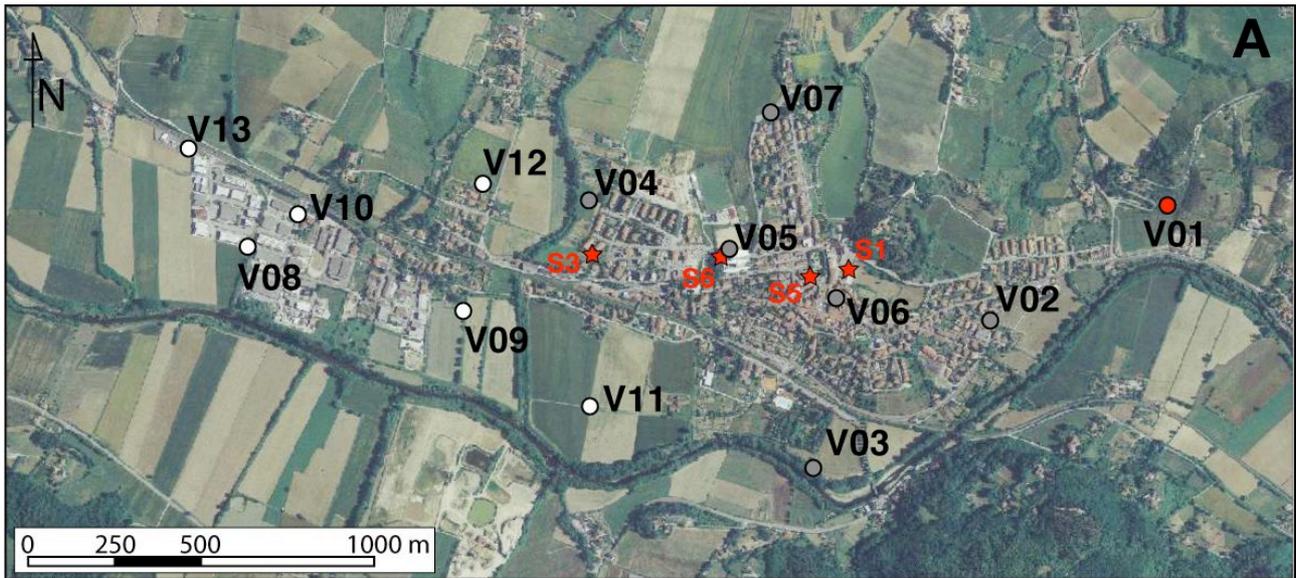


Figura 1: A) Posizione delle stazioni sismiche durante la microzonazione sismica di Vicchio. La stazione V01 (rosso) è la stazione di riferimento in acquisizione continua per tutto il periodo di indagine. Le stazioni V02-V07 (grigio), attive nella prima fase della campagna, sono state installate nell'abitato di Vicchio, mentre le stazioni V08-V13 (bianco), attive nella seconda fase, sono state installate nell'area industriale. Posizione delle 4 indagini downhole (stelle rosse) effettuate nell'area nell'ambito del progetto VEL. Carta geologico-strutturale (B) dell'area di Vicchio (rielaborata da Sani et al., 2009).

Le stazioni sismiche consistono in un digitalizzatore Guralp CMG-DM24 a 24 bits e in un sismometro triassiale Lennartz 3D/5sec, con sensibilità di 400 V/m/s e frequenza di oscillazione propria di 0.2 Hz. I dati, acquisiti con una frequenza di campionamento di 100 Hz, sono stati immagazzinati nella memoria interna dei digitalizzatori e sono stati scaricati durante le operazioni di manutenzione ordinaria della strumentazione. La sincronizzazione oraria delle sette stazioni è

stata ottenuta tramite ricevitore GPS. Le stazioni, generalmente installate all'aperto, sono alimentate da un pannello solare da 100 W e batterie (Figura 2) e i sismometri, quando possibile, sono stati interrati per migliorare l'accoppiamento con il terreno e per minimizzare il rumore.

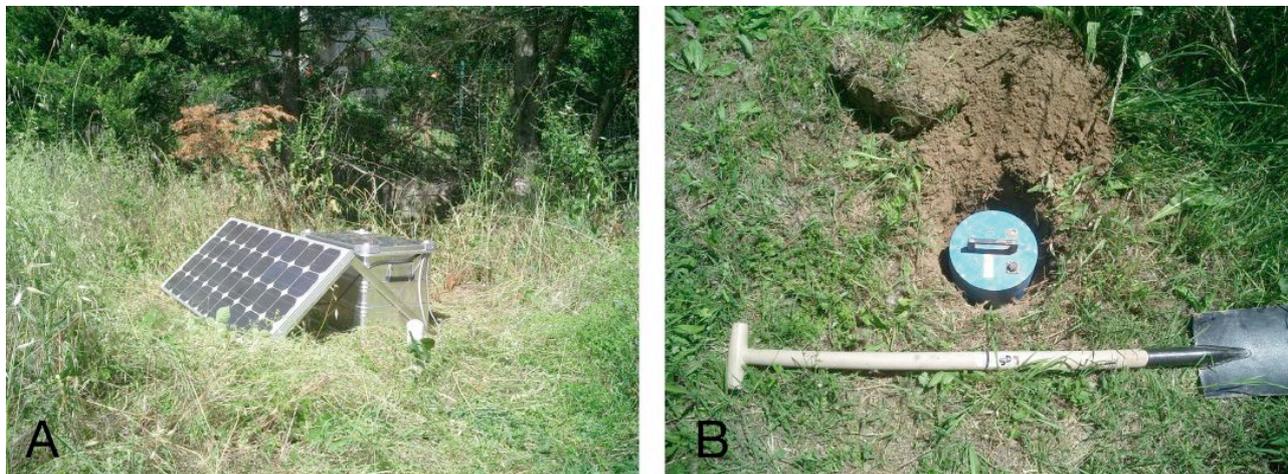


Figura 2: Foto della stazione sismica V02 installata a Vicchio (A). Batterie e digitalizzatore sono installati all'interno della scatola di alluminio, mentre l'antenna GPS è posizionata all'esterno. B) Sismometro Lennartz 3d/5s interrato durante la fase di installazione della stazione V03.

3. Analisi del rumore sismico

La microzonazione sismica condotta a Vicchio prevede come prima cosa la valutazione del rapporto spettrale tra la componente orizzontale e quella verticale del rumore sismico registrato (HVSr, Horizontal to Vertical Spectral Ratio). Questa metodologia di indagine è largamente utilizzata per valutare l'amplificazione delle onde sismiche in una coltre sedimentaria e ipotizza che la componente verticale non subisca una significativa amplificazione nell'attraversare i sedimenti dal substrato alla superficie.

L'analisi HVSr è applicata su dati di accelerazione, derivati dalla registrazione del segnale sismico di velocità, a cui è applicato un filtro passa banda Butterworth (0.1 – 40 Hz). L'analisi spettrale FFT (Fast Fourier Transform) è effettuata su finestre mobili della durata di 60 secondi con 50% di sovrapposizione, dopo aver rimosso la media ed eventuali derivate lineari, e dopo aver applicato un taper di Hanning. Gli spettri risultanti vengono poi smussati su finestre pari a 100 valori di frequenza e mediati su intervalli orari. Il rapporto spettrale viene poi calcolato sugli spettri

orari e mediato ulteriormente sull'intera durata della campagna di misura (Figura 3a), in modo da essere quanto più rappresentativo del sito di indagine. L'andamento del rapporto spettrale indica il rapporto tra le componenti orizzontali e verticale del rumore e rappresenta eventuali fenomeni di amplificazione nell'ipotesi che la componente verticale del rumore sia libera da amplificazione. In questo modo il periodo di risonanza del sito di indagine è calcolato utilizzando la frequenza per la quale il rapporto HVSR risultasse massimo.

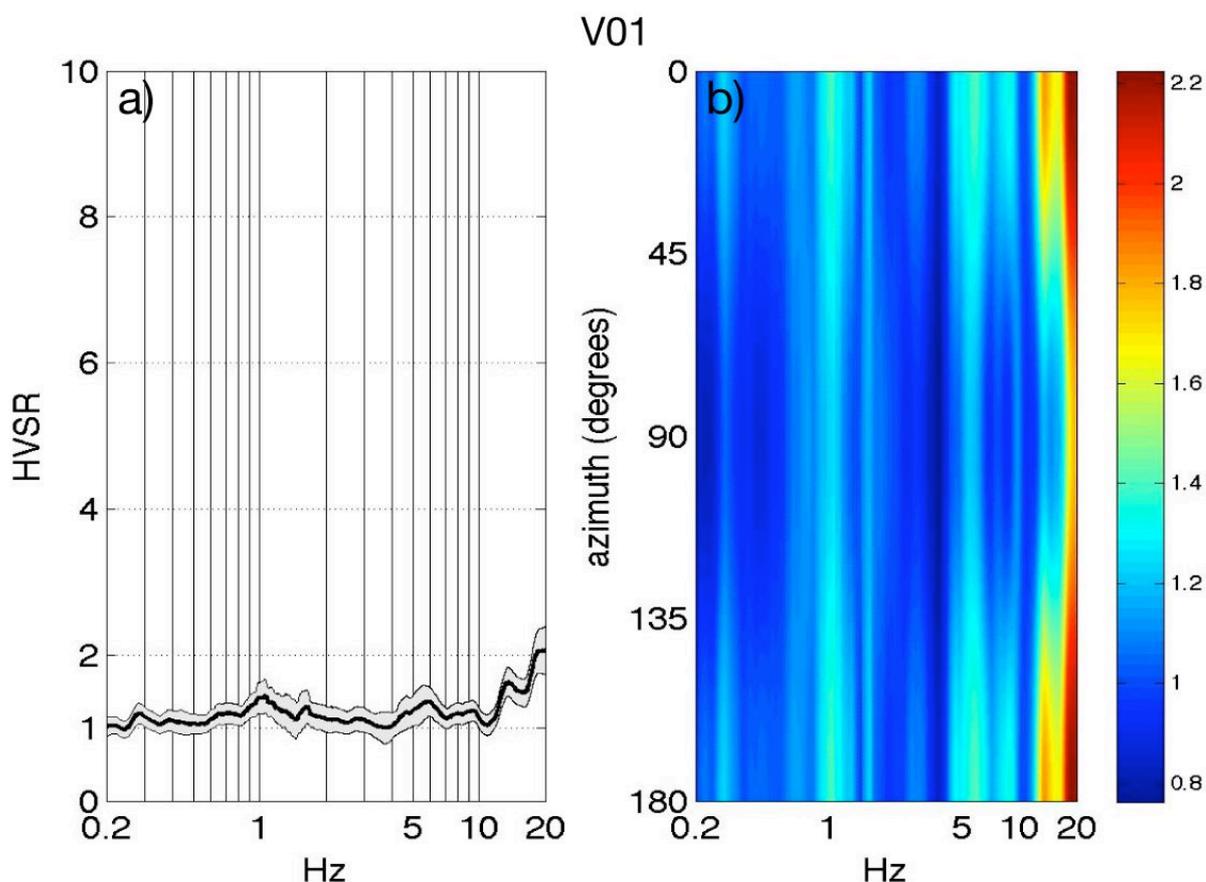


Figura 3: Rapporto spettrale (A) tra le componenti orizzontali e verticale del rumore sismico (HVSR) valutato durante l'intero periodo di indagine alla stazione di riferimento (V01). Il rapporto spettrale è espresso come valore medio (linea nera) e deviazione standard dalla media (grigio) nell'intervallo di indagine. (B) Diagramma del rapporto spettrale (HVSR) al variare dell'angolo (azimuth) che non mostra alcun fenomeno di direttività.

Per ogni misura HVSR, viene eseguito un controllo su eventuali direttività della sorgente di rumore, che, se presenti, potrebbero influenzare la forma e la posizione del picco spettrale (Figura 3b). L'assenza di direttività indica infatti che il rapporto spettrale calcolato sul rumore può essere

ritenuto rappresentativo, mentre la presenza di picchi spettrali con una chiara direttività suggerisce la presenza di sorgenti locali di segnale sismico, che potrebbero generare prevalentemente segnale sulle componenti orizzontali del moto, andando così ad inficiare la validità del rapporto spettrale.

La figura 3 rappresenta il rapporto spettrale (HVSR) per il sito di riferimento (V01 in Figura 1) attivo durante l'intera campagna di misura. Il rapporto, privo di picchi significativi, indica l'assenza di fenomeni di amplificazione sismica per il sito di riferimento. I rapporti spettrali HVSR calcolati per le 12 stazioni di indagine (V02-V13, Figure 4-15) mostrano invece chiari picchi di amplificazione delle componenti orizzontali del moto (Tabella 2), e possono essere raggruppati in due tipologie principali.

La prima categoria raggruppa i rapporti caratterizzati da un singolo picco di amplificazione a bassi valori di frequenza (0.55-1.67 Hz), osservati per le stazioni V04, V07, V08, V09, V10, V12 e V13 (Figura 1), che indica la presenza di un singolo contrasto di impedenza acustica. In questo caso la frequenza di amplificazione del rapporto viene considerata come la frequenza di risonanza tipica del sito. In tre casi (V08, V09, V10) è presente anche un secondo picco a frequenze superiori che, essendo associato ad un netta direttività, deriva probabilmente dalla presenza di una sorgente locale di rumore e non riflette quindi un reale fenomeno di amplificazione.

La seconda categoria raggruppa rapporti spettrali caratterizzati da due picchi di amplificazione, uno a frequenza più bassa (0.7-1.7 Hz), compatibile con il picco spettrale identificato nelle altre stazioni, e uno a frequenza più elevata (3-9 Hz). Tali rapporti, osservati alle stazioni V02, V03, V05, V06 e V11, suggeriscono la presenza di due contrasti di impedenza acustici distinti, dove il picco a più bassa frequenza è rappresentativo di un contrasto di impedenza acustica a maggiore profondità, mentre il picco a maggiore frequenza rispecchia un contrasto di impedenza acustica più superficiale. Tra questi il picco con ampiezza dominante è il picco a bassa frequenza per la stazioni V02, V05 e V06 mentre è il picco a più alta frequenza per le sole stazioni V03 e V11 (Tabella 2).

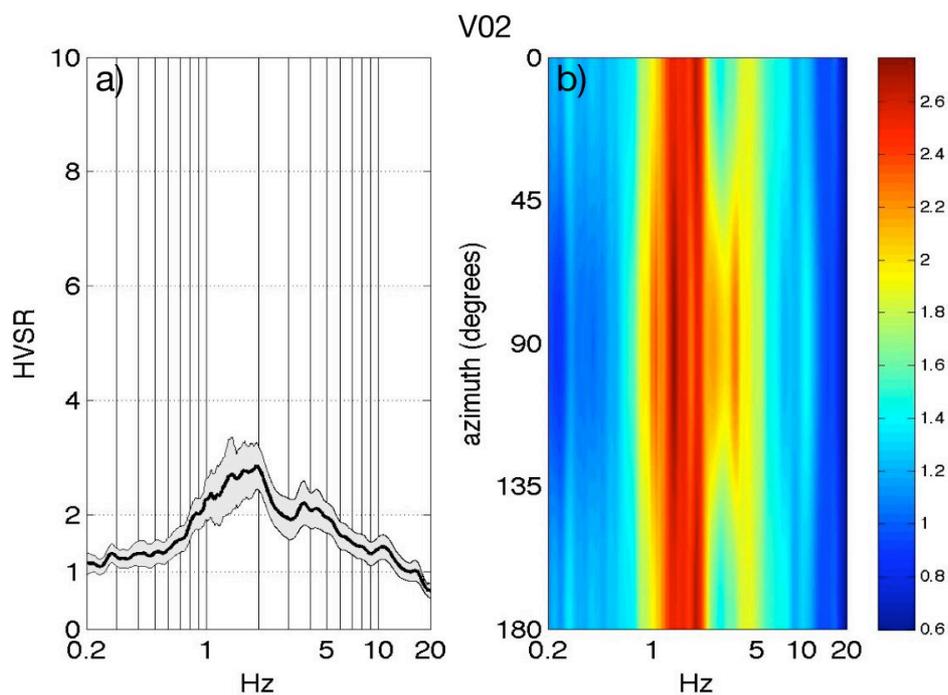


Figura 4: (A) Rapporto spettrale (HVSR) valutato alla stazione V02 installata a sud-est dell'abitato di Vicchio su sedimento. Si identificano due picchi distinti, intorno a 1.7 e 3.7 Hz. Il rapporto spettrale (HVSR) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo.

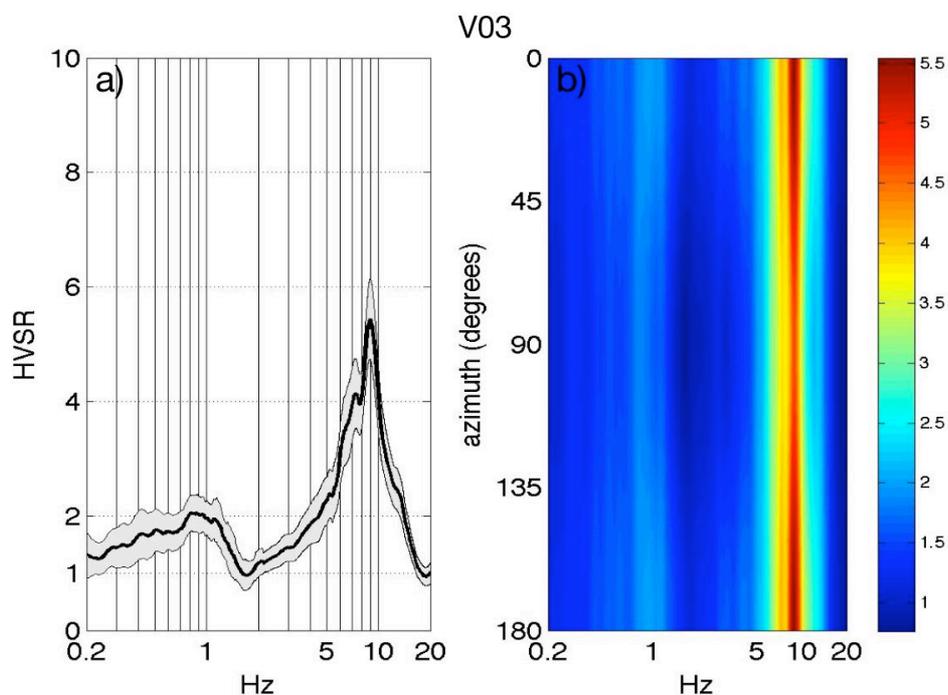


Figura 5: (A) Rapporto spettrale (HVSR) valutato alla stazione V03 installata a sud di Vicchio su sedimento. Si identifica un picco principale intorno a 9 Hz. Il rapporto spettrale (HVSR) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo.

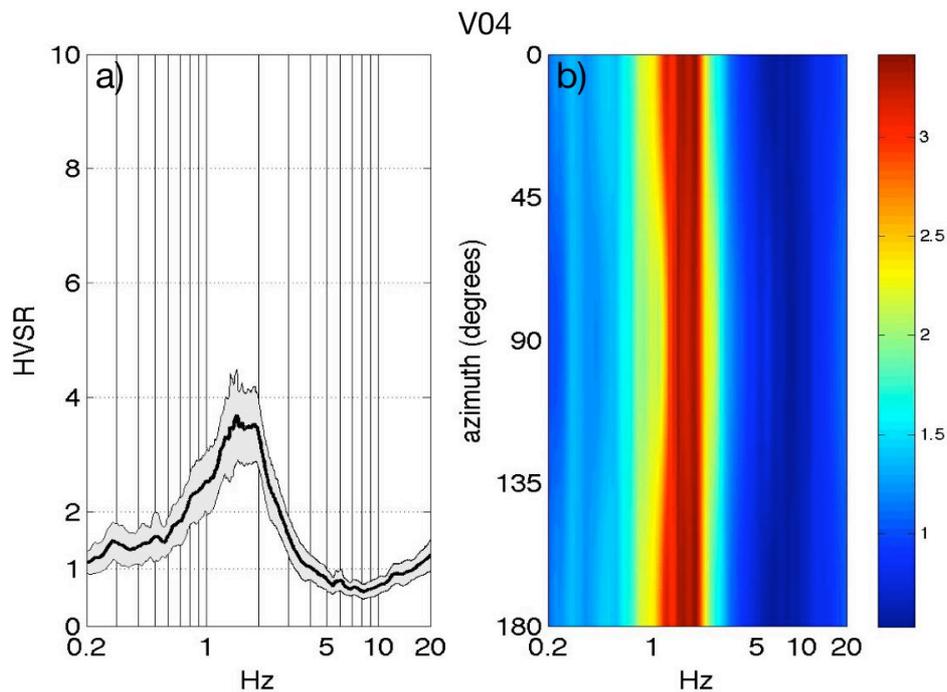


Figura 6: (A) Rapporto spettrale (HVSr) valutato alla stazione V04 installata su sedimento a ovest di Vicchio. Si identifica un unico picco intorno a 1.5 Hz. Il rapporto spettrale (HVSr) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo.

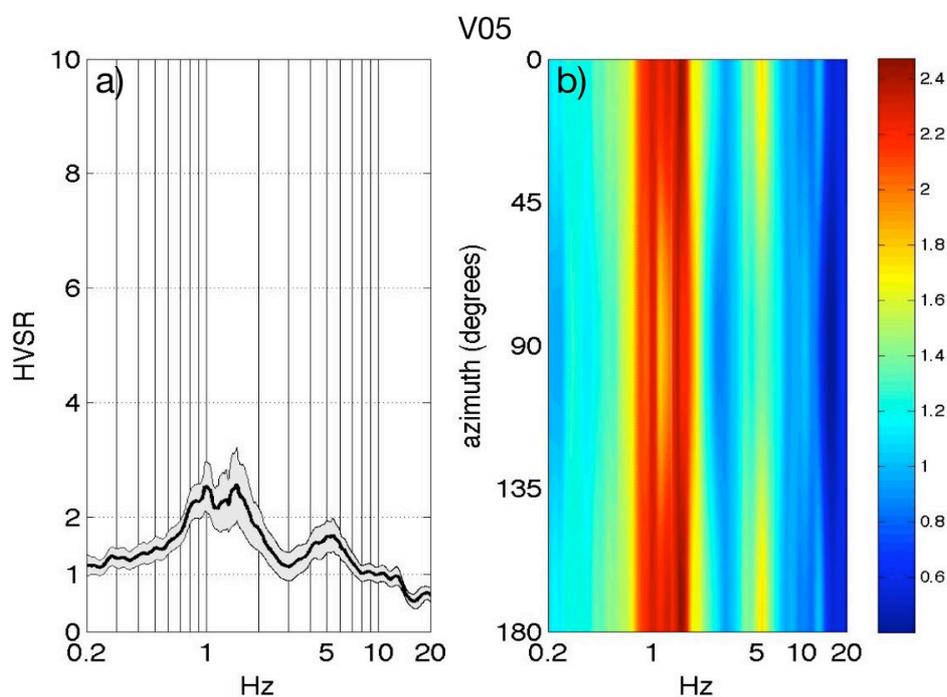


Figura 7: (A) Rapporto spettrale (HVSr) valutato alla stazione V05 installata presso la scuola di Vicchio. Si identificano due picchi distinti, uno dominante a bassa frequenza (1.5 Hz) e uno secondario a frequenza superiore intorno a 5 Hz. Il rapporto spettrale (HVSr) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo.

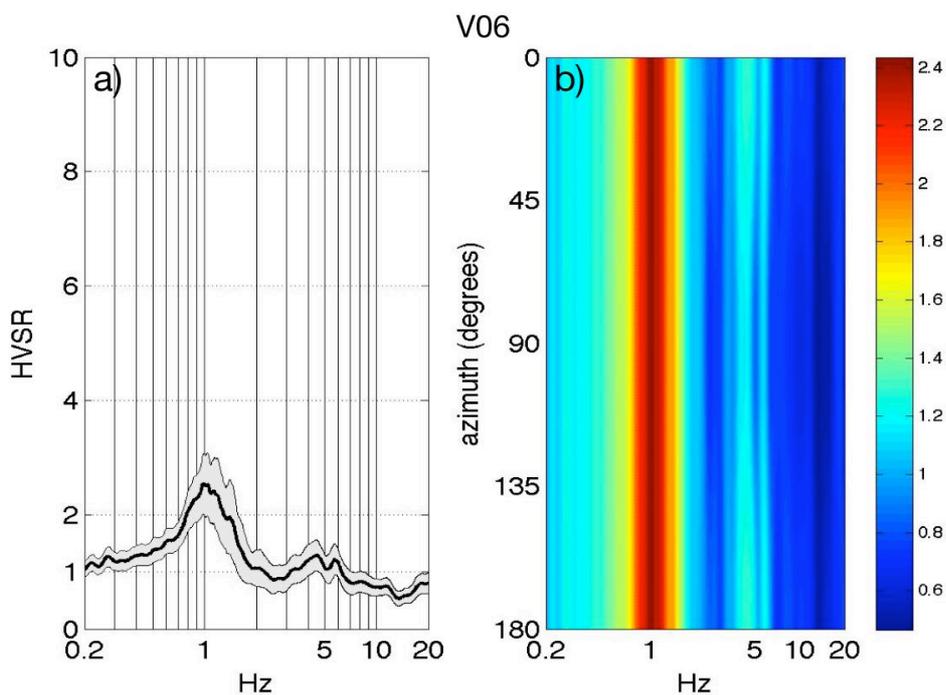


Figura 8: (A) Rapporto spettrale (HVSR) valutato alla stazione V06 installata presso la chiesa di Vicchio. Si identificano due picchi spettrali, uno dominante a bassa frequenza (1 Hz) e uno secondario a frequenza superiore, intorno a 4.5 Hz. Il rapporto spettrale (HVSR) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo.

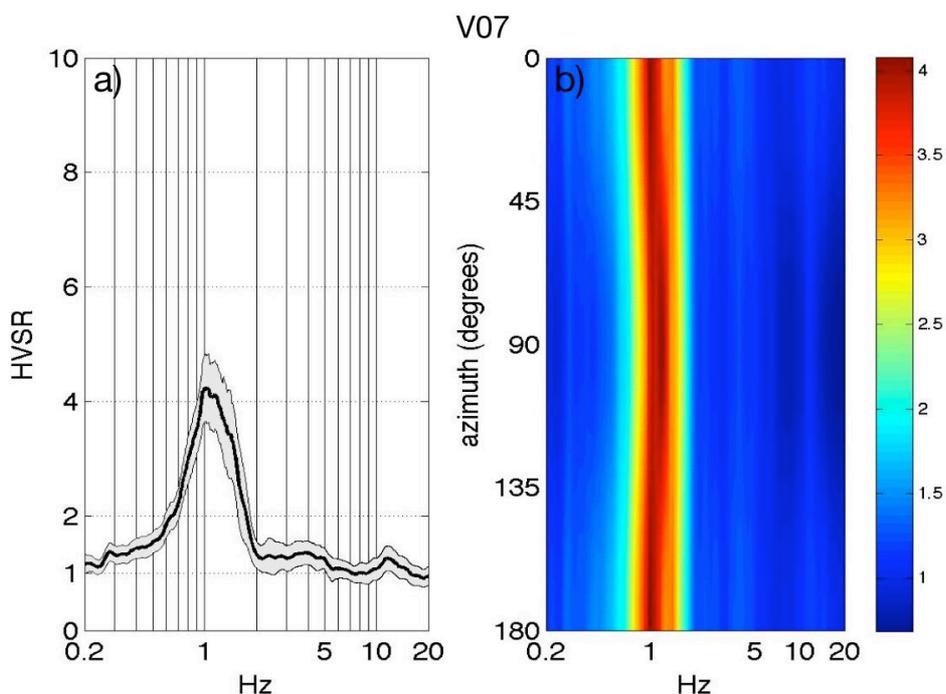


Figura 9: (A) Rapporto spettrale (HVSR) valutato alla stazione V07 installata su sedimento a nord di Vicchio. Si identifica un solo picco spettrale a bassa frequenza (1 Hz). Il rapporto spettrale (HVSR) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo.

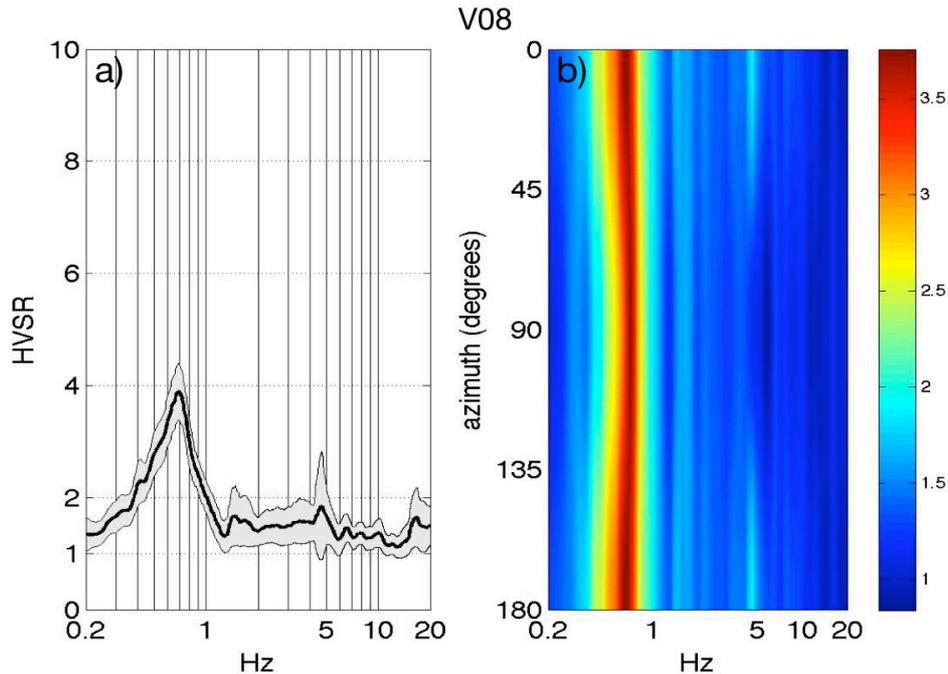


Figura 10: (A) Rapporto spettrale (HVSR) valutato alla stazione V08 installata su sedimento. Si identifica un picco spettrale dominante a bassa frequenza (0.7 Hz) e uno secondario a 4.5 Hz. Il rapporto spettrale (HVSR) è stabile per il picco a bassa frequenza mentre il picco a 4.5 Hz si osserva una direttività lungo la direttrice Nord-Sud che suggerisce l'esistenza di una sorgente locale di rumore.

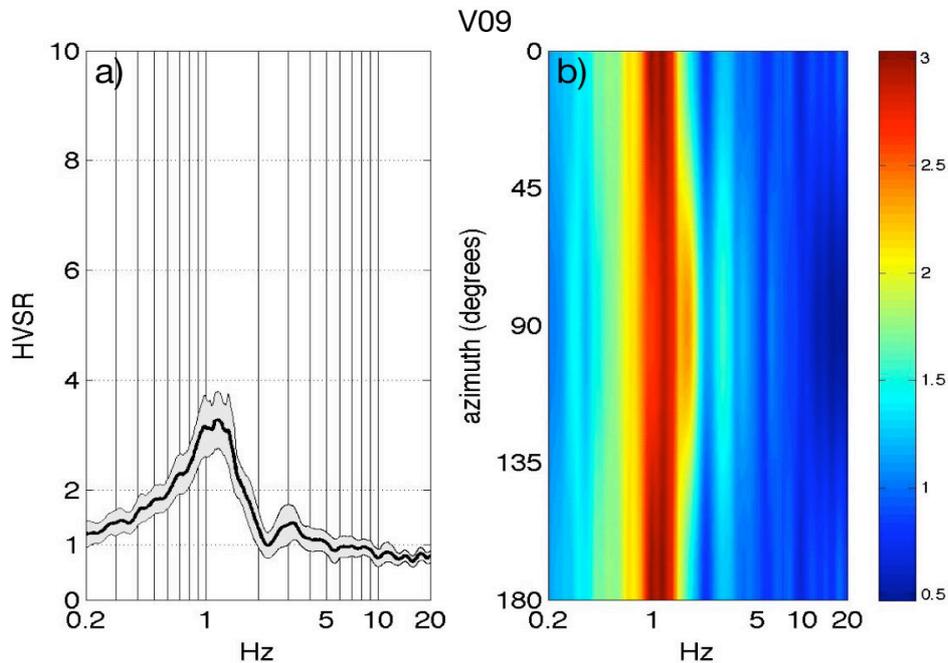


Figura 11: (A) Rapporto spettrale (HVSR) valutato alla stazione V09 installata su sedimento. Si identifica un picco spettrale dominante a bassa frequenza (1.15 Hz) e un picco secondario a frequenza superiore (3 Hz). Per il picco fondamentale il rapporto spettrale (HVSR) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo, mentre il picco secondario mostra una chiara direttività est-ovest.

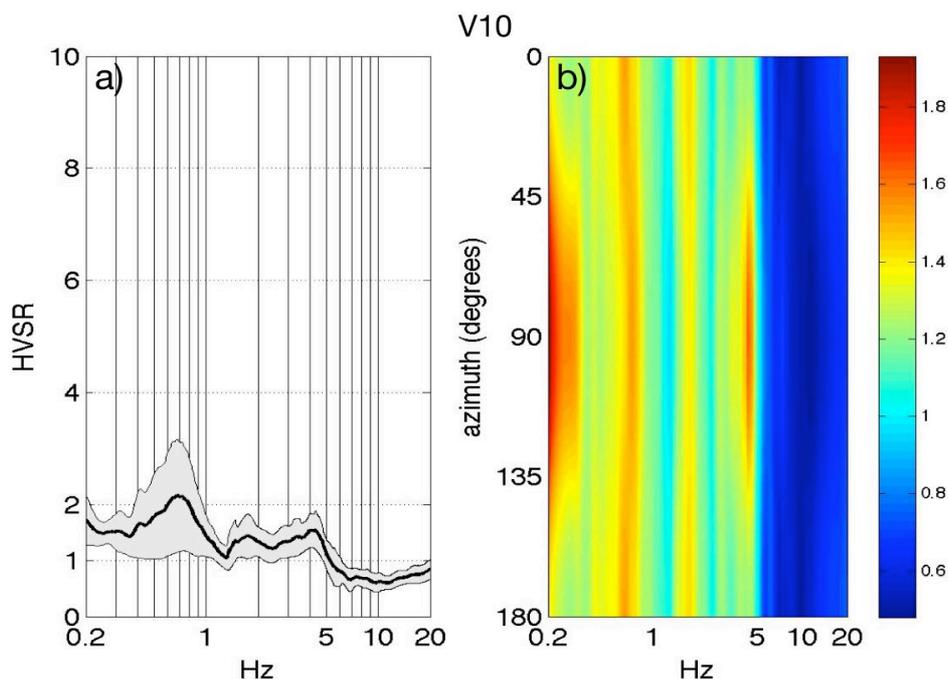


Figura 12: (A) Rapporto spettrale (HVSR) valutato alla stazione V10 installata su sedimento. Si identifica un picco spettrale dominante a bassa frequenza (0.7 Hz) e uno secondario a frequenza superiore (~4 Hz). Per il picco fondamentale il rapporto spettrale (HVSR) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo, mentre il picco secondario ha una chiara direttività lungo la direzione est-ovest.

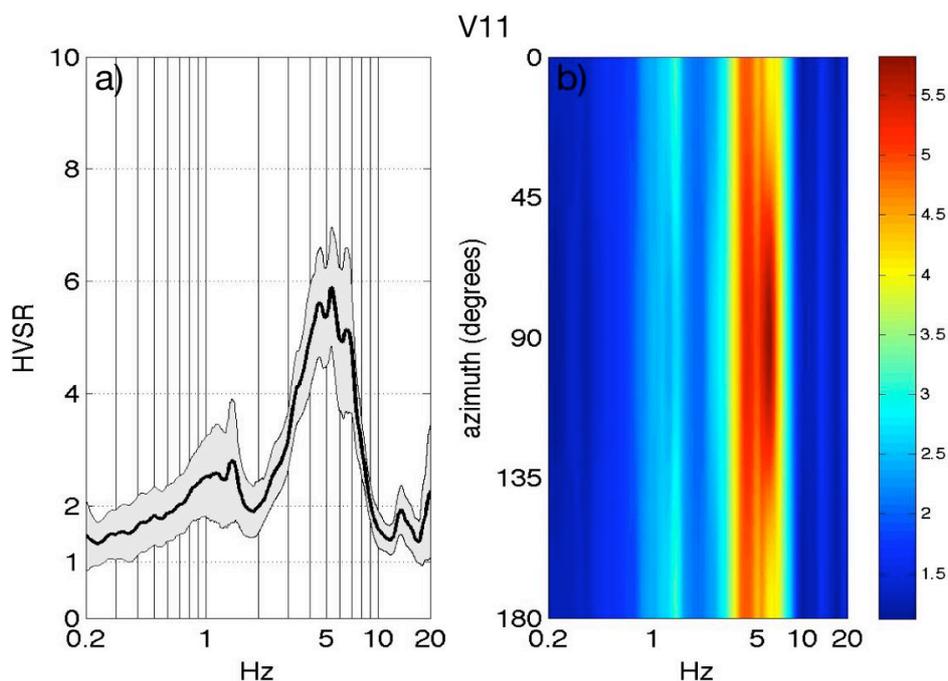


Figura 13: (A) Rapporto spettrale (HVSR) valutato alla stazione V11 installata su sedimento a sud di Vicchio. Si identifica un picco spettrale dominante ad alta frequenza (5.3 Hz) e un picco secondario a

frequenza più bassa (1.4 Hz). Il rapporto spettrale (HVSr) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo.

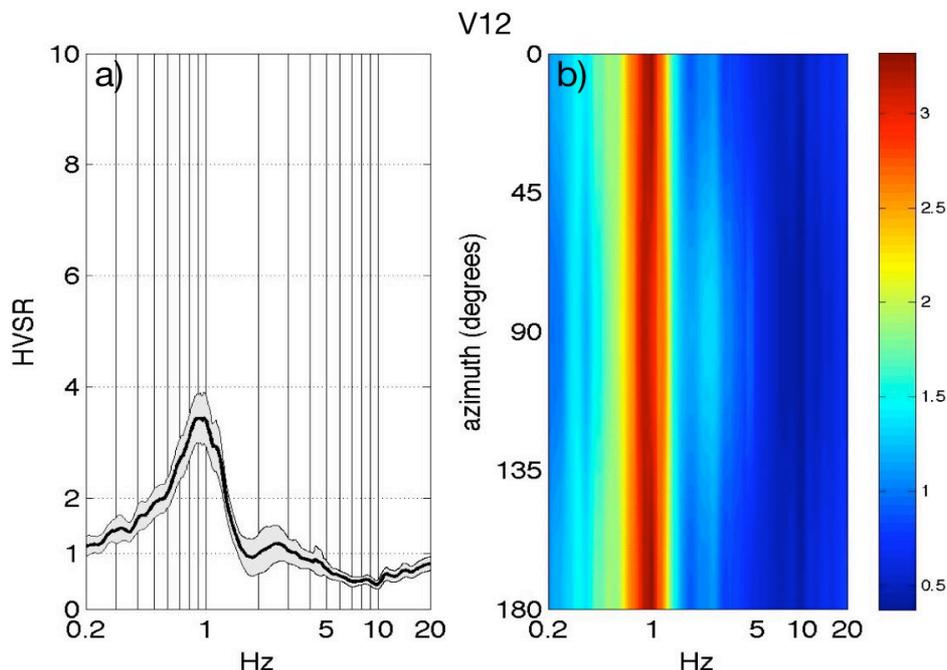


Figura 14: (A) Rapporto spettrale (HVSr) valutato alla stazione V12 installata su sedimento. Si identifica un solo picco spettrale dominante a bassa frequenza (0.9 Hz). Il rapporto spettrale (HVSr) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo.

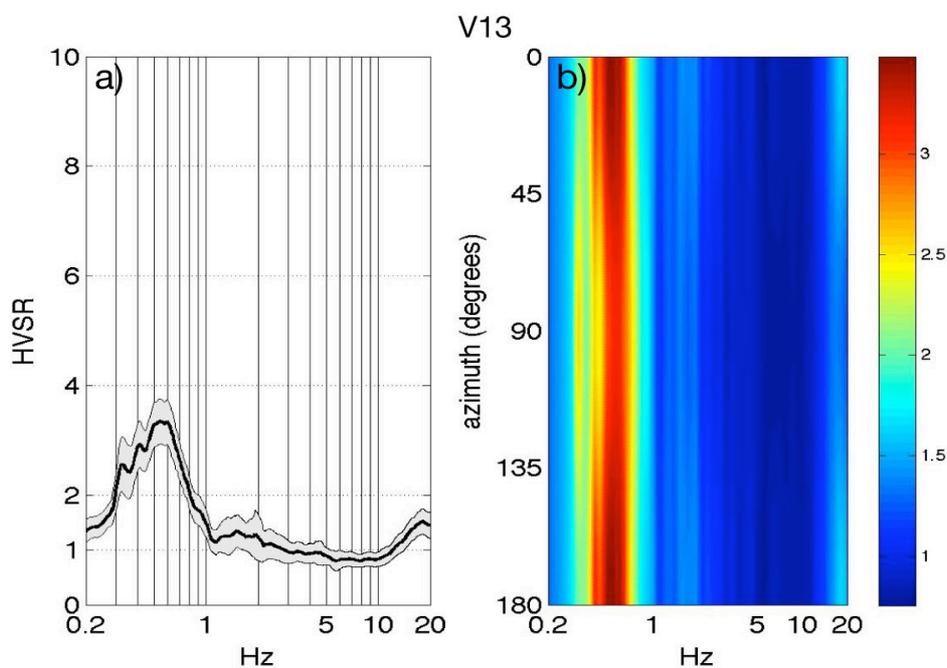


Figura 15: (A) Rapporto spettrale (HVSr) valutato alla stazione V13 installata su sedimento. Si identifica un solo picco spettrale dominante a bassa frequenza (0.55 Hz). Il rapporto spettrale (HVSr) non mostra variazioni sostanziali al variare dell'angolo.

3.1 Mappe delle frequenze di risonanza e dei fattori di amplificazione

L'analisi dei rapporti spettrali calcolati su rumore sismico HVSR fornisce una stima della distribuzione dei contrasti di impedenza acustica nell'area d'indagine che a loro volta riflettono l'assetto geologico/strutturale del terreno (Figure 16-18). E' interessante notare che i rapporti spettrali con picchi distinti si concentrano a sud di Vicchio e nel centro del paese suggerendo un assetto geologico più complesso caratterizzato da due contrasti di impedenza acustica distinti.

La distribuzione delle frequenze di picco del rapporto HVSR rappresentative del contrasto di impedenza acustica più profondo, basata quindi sul picco a minore frequenza nel caso di picchi distinti, mostra valori piuttosto omogenei (0.5-1.5 Hz) in tutta l'area di indagine. La distribuzione delle frequenze di picco del rapporto HVSR rappresentative del contrasto di impedenza acustica più superficiale, basata sul picco a maggiore frequenza nel caso di picchi distinti, mostra valori elevati di frequenza (4-9 Hz) concentrati nell'abitato di Vicchio e a sud di questo, indicando una ridotta profondità del contrasto di impedenza acustica più superficiale. Qui i terreni di copertura sovrastano un corpo litoide a maggiore impedenza acustica, che sovrasta a sua volta un corpo ancora più rigido (Figura 17).

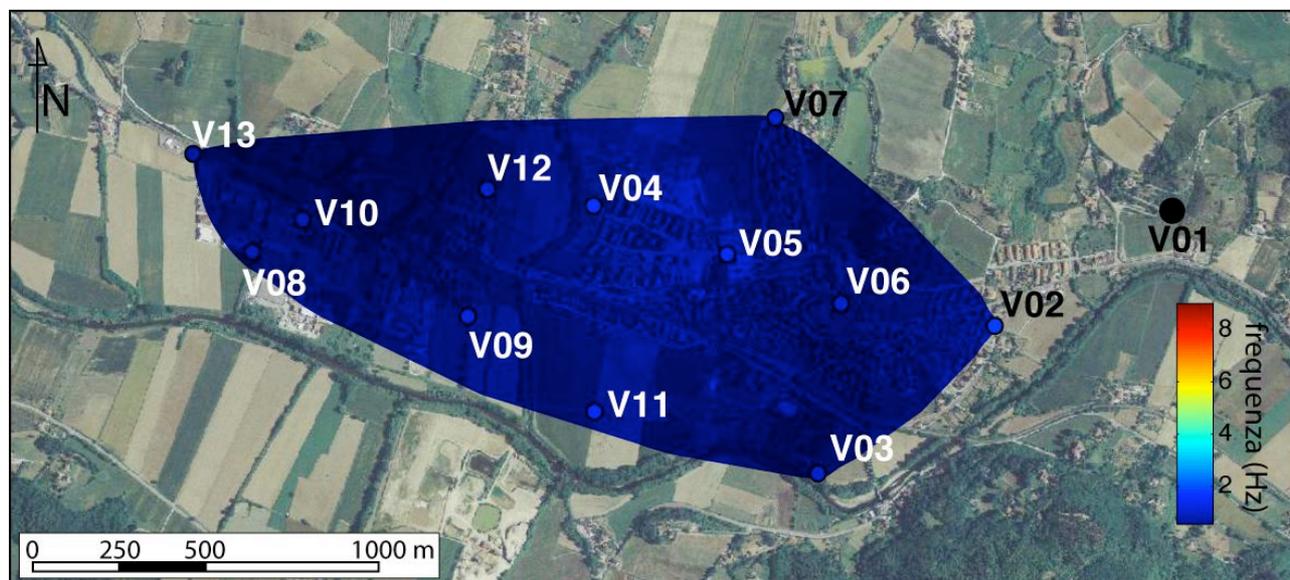


Figura 16: Distribuzione delle frequenze di risonanza relative al contrasto di impedenza acustica più profondo. Si considerano, nel caso di picchi multipli, quelli a frequenza più bassa (colonna 2 di tabella 2).

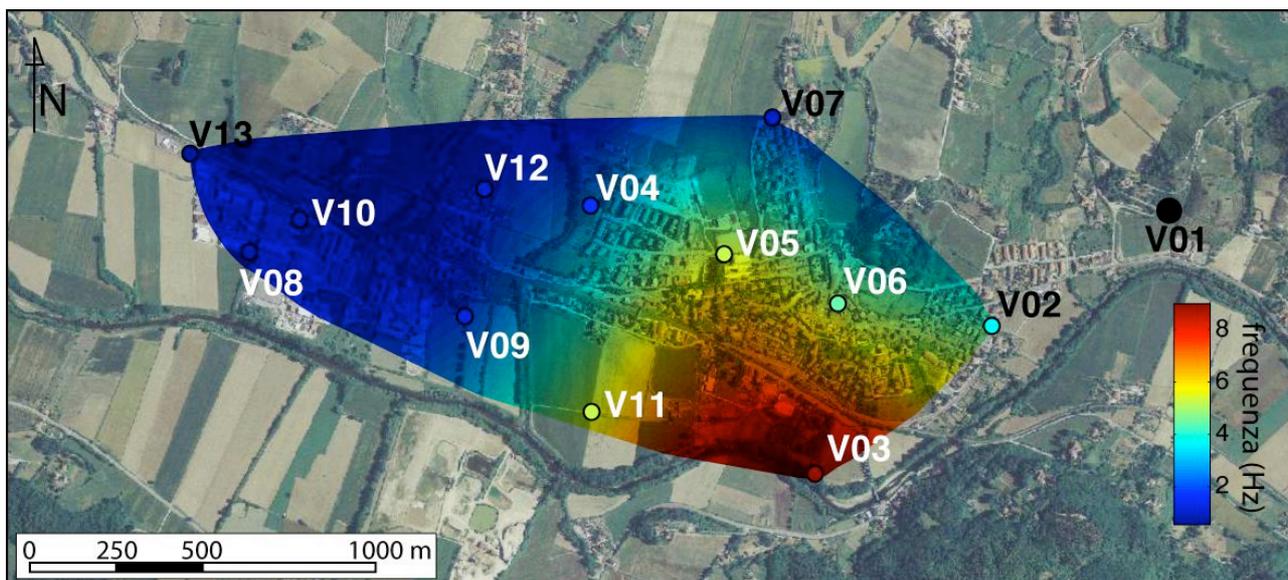


Figura 17: Distribuzione delle frequenze di risonanza relative al contrasto di impedenza acustica più superficiale. Si considerano, nel caso di picchi multipli, quelli a frequenza più elevata (colonna 3 di tabella 2).

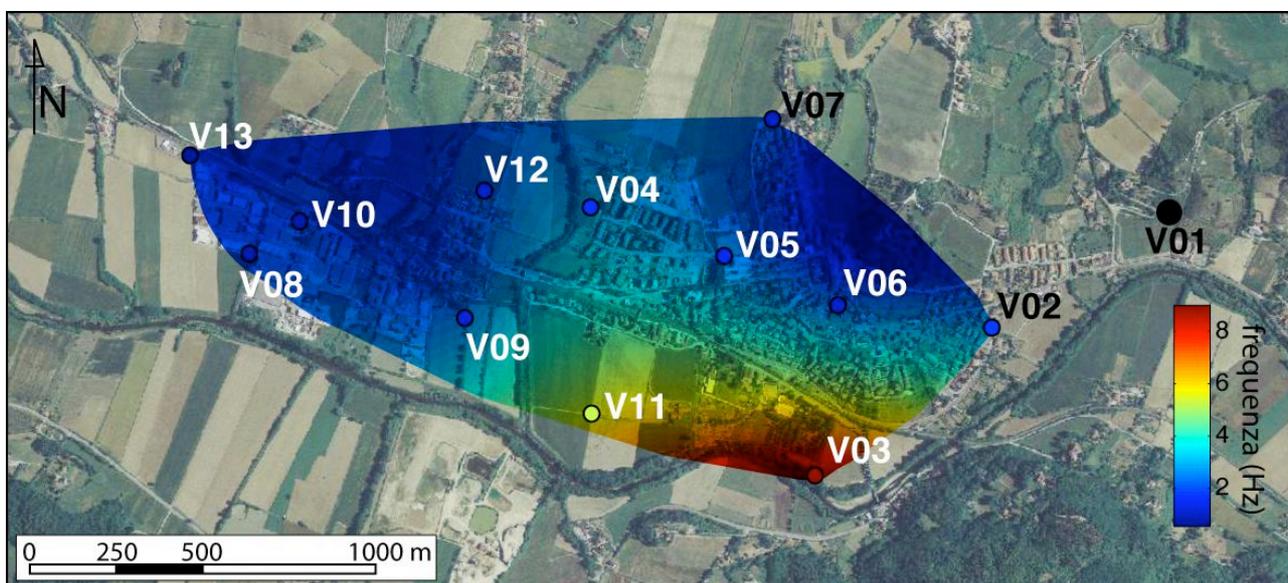


Figura 18: Distribuzione delle frequenze di risonanza principali relative al contrasto di impedenza acustica più significativo. Si considerano, nel caso di picchi multipli, quelli con maggiore ampiezza (colonna 4 di tabella 2).

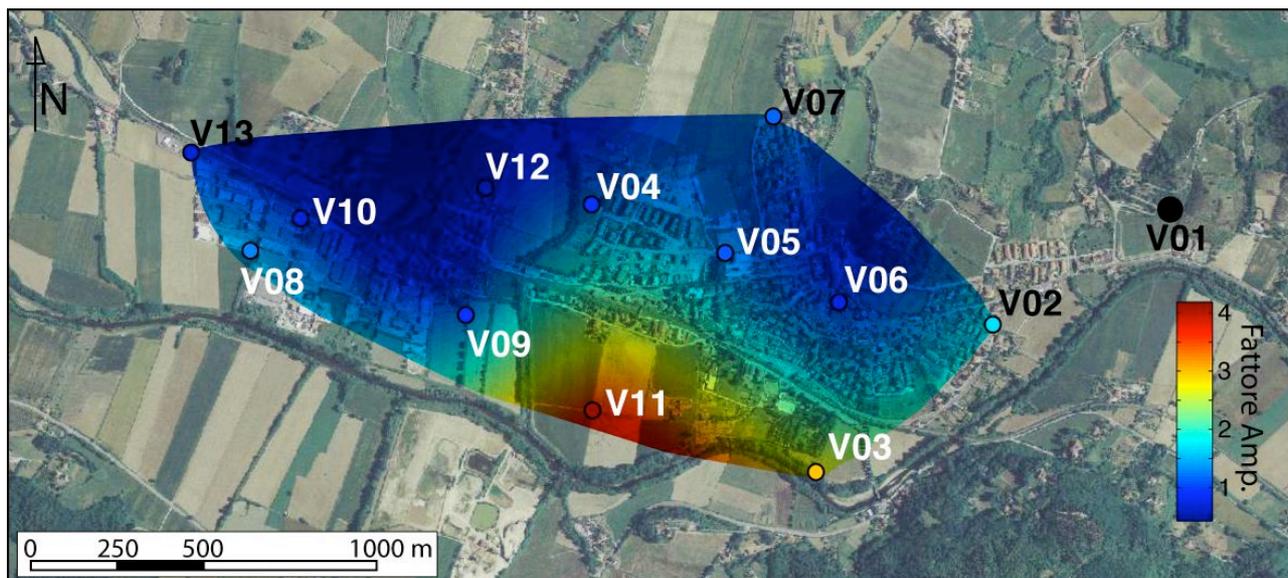


Figura 19: Distribuzione del fattore di amplificazione (Fa) valutato come media del rapporto spettrale HVSR nella banda di frequenza 0.8-10 Hz.

Le mappe di frequenza di risonanza (Figure 16-18) forniscono una distribuzione della frequenza alla quale si aspetta un incremento dello scuotimento sismico ma non il grado di amplificazione. La sola frequenza rappresenta comunque un'informazione utilissima ai fini di valutazione del rischio sismico e di programmazione urbanistica, perché ha una diretta ripercussione sulle diverse tipologie edilizie. Tuttavia l'ampiezza del rapporto spettrale (HVSR) fornisce un'indicazione del grado di amplificazione sismica al variare della frequenza.

Al fine di identificare un valore medio di amplificazione per i vari siti di indagine si definisce un fattore di amplificazione (Fa) come media dell'ampiezza del rapporto spettrale (HVSR) calcolato sul rumore nell'intervallo di frequenza 0.8-10 Hz (Tabella 2). La distribuzione del fattore di amplificazione sismica (Figura 19), ottenuta per interpolazione lineare del fattore di amplificazione calcolato per ogni singola stazione di misura su sedimento (Tabella 2), indica la presenza di un'area ad alta amplificazione (Fa medio 2-3) a sud dell'abitato di Vicchio, dove si attendono spessori di copertura sul substrato più sottili. I valori di amplificazione sono prossimi ad 1 nel paese e sono addirittura inferiori ad 1, indicando un processo di attenuazione della perturbazione sismica, ad ovest dell'abitato, nell'area industriale.

3.2 Mappa della profondità del substrato risonante superficiale

L'analisi delle frequenze di risonanza può essere utilizzata per ottenere informazioni sulla profondità del livello risonante se si hanno a disposizione alcune informazioni sulla velocità di propagazione delle onde sismiche nei terreni di copertura. Nel caso di Vicchio sono disponibili 4 sondaggi downhole realizzati dalla Regione Toscana nell'ambito del progetto VEL (Valutazione degli Effetti Locali). I sondaggi sono piuttosto vicini tra loro e concentrati nell'abitato di Vicchio (Figura 1). In tutti i casi il sondaggio ha raggiunto un substrato a profondità variabili tra 5 metri, come nel caso del sondaggio S5 realizzato in prossimità della piazza del paese, e circa 20 metri (Figura 20). E' interessante notare però che ad eccezione del solo sondaggio S1, realizzato ad est dell'abitato, dove si registrano velocità delle onde di taglio di ~1400 m/s a 10 metri di profondità, le velocità di propagazione delle onde di taglio nel substrato sono ridotte (~600 m/s) in accordo con un substrato scadente o molto fratturato. Nel caso del sondaggio S3, realizzato ad est dell'abitato, si registrano velocità di ~650 m/s fino ad una profondità di ~55 m. Questo quadro è perfettamente coerente con la presenza nell'area di rapporti spettrali caratterizzati da due picchi di amplificazione distinti, dove il picco a più alta frequenza è rappresentativo di un livello risonante più superficiale, che molto probabilmente deriva dalla presenza di una copertura sedimentaria su questo substrato scadente, mentre il picco di amplificazione a più bassa frequenza riflette molto probabilmente il contatto tra il substrato scadente e il vero e proprio substrato sismico ubicato a maggiore profondità.

Le quattro prove downhole disponibili hanno permesso di associare ai vari siti dell'indagine sismologica una velocità di propagazione delle onde sismiche nei terreni di copertura (Tabella 3), che combinata con la frequenza di amplificazione sismica (f_o) può fornire indicazioni sulla profondità dell'orizzonte risonante attraverso la semplice relazione:

$$h = \frac{v_s}{4f_o} \quad (\text{eq. 1}),$$

dove h è lo spessore del terreno di copertura e v_s rappresenta la velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio al suo interno. Questa relazione è valida nel caso di un singolo livello risonante, mentre non è più valida nel caso di contrasti di impedenza acustici multipli, dove sarebbe necessario modellare la risposta sismica del profilo verticale di impedenza acustica.

Come prima approssimazione possiamo però utilizzare l'equazione 1 per valutare in modo speditivo la profondità del contrasto di impedenza acustica più superficiale anche nel caso di picchi di amplificazione multipli. In questa ottica la valutazione è tanto più affidabile quanto più corretta è la velocità di propagazione delle onde sismiche assunta per i vari siti di indagine. Nel caso di Vicchio alcuni siti di indagine sono molto prossimi ai downhole disponibili, come nel caso della stazione V05, installata alla scuola a pochi metri di distanza dal sondaggio S6, mentre altri sono totalmente scoperti, come nel caso delle misure effettuate a sud del paese e nell'area industriale. In questi casi si è assunta come velocità delle onde di taglio nei terreni di copertura il valore medio ottenuto dai vari downhole (250 m/s).

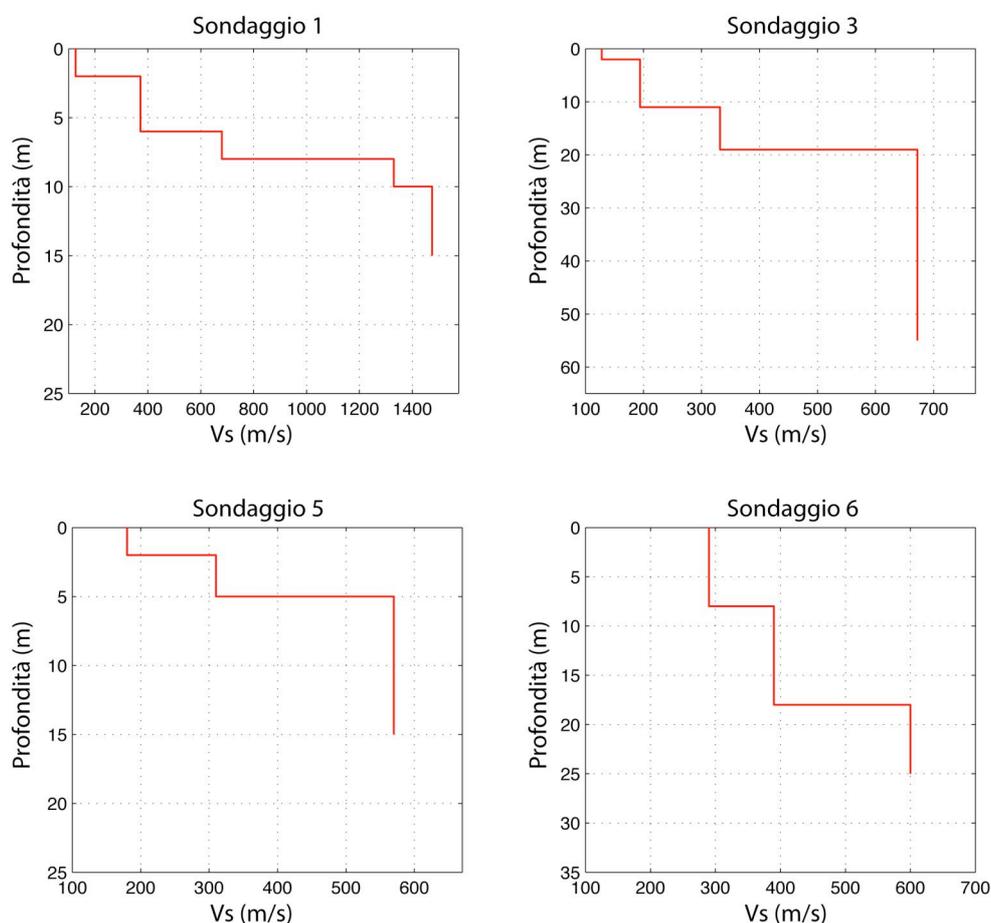


Figura 20: Velocità di propagazione delle onde di taglio valutate tramite le quattro prove downhole eseguite nell'area (Figura 1).

I risultati dell'equazione 1 sono stati interpolati per produrre una mappa della profondità del livello risonante più superficiale (Figura 21). Questa indica una profondità estremamente ridotta

(~5-20 m) in corrispondenza del margine meridionale del bacino (V02, V03, V11) che si estende nell'abitato di Vicchio (V05, V06), dove i terreni di copertura sovrastano un substrato scadente con basse velocità di propagazione. La profondità del livello risonante si approfondisce poi rapidamente verso nord, si stima una profondità di ~70 m alla stazione V07, e progressivamente verso ovest dove si passa a valori di 40-50 m (V04, V09) al margine occidentale del paese e poi a profondità progressivamente superiori nell'area industriale.

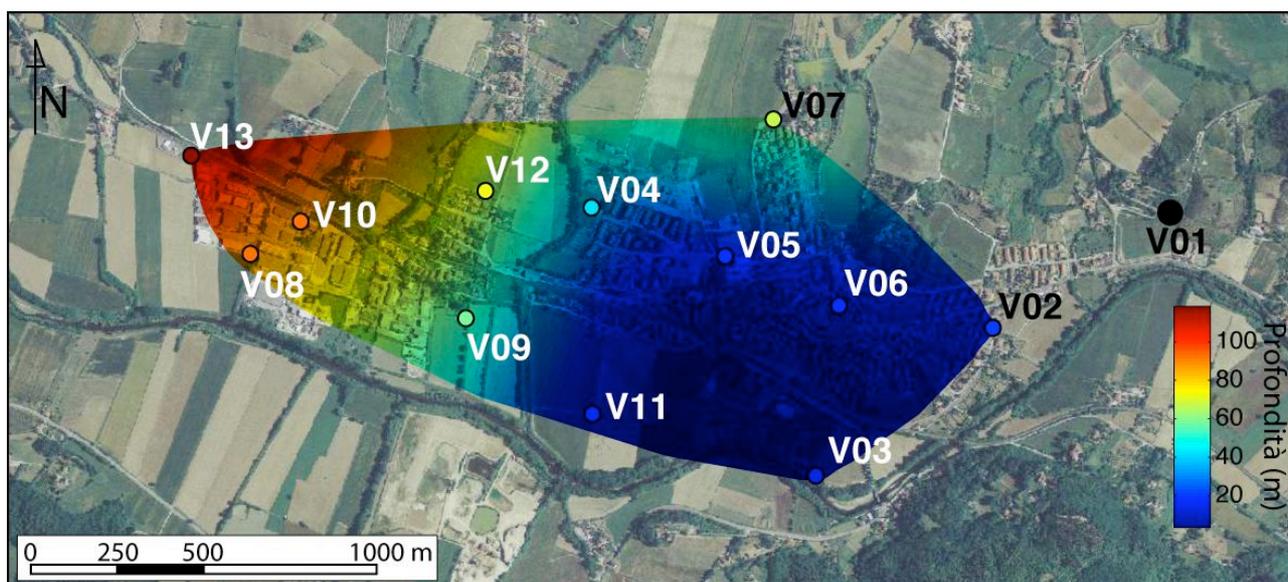


Figura 21: Carta della profondità dal piano di campagna del contrasto di impedenza acustica più superficiale valutato incrociando i dati di velocità di propagazione delle onde s nei terreni di copertura (Figura 19) e le frequenze di picco derivate dalle indagini HVSR.

L'andamento delle frequenze di risonanza (Figure 16-18) e la mappa della profondità del livello risonante più superficiale (Figura 21) è coerente con l'assetto geologico dell'area (Figura 1b). Le indagini geologiche e di sottosuolo suggeriscono infatti che nell'abitato di Vicchio sia presente un sottile livello di copertura sopra un substrato scadente (Arenarie di Monte Senario con alto grado di fratturazione) caratterizzato da basse velocità di propagazione delle onde *s*, sovrapposto ad un substrato più competente (Marne di Vicchio o Arenarie di Monte Senario più competenti). In questo quadro la superficie di contatto tra le due formazioni litoidi potrebbe rappresentare il contrasto di impedenza acustico più profondo mentre la base dei terreni di copertura sopra le Marne di Vicchio rappresenterebbe il contrasto di impedenza acustica più superficiale.

4. Analisi dei terremoti

Gli effetti di amplificazione sismica causano un aumento dello scuotimento sismico prodotto da un terremoto in relazione alla condizione geologica superficiale. Per questo motivo la migliore procedura per determinare gli effetti di amplificazione sismica consiste nella registrazione locale di tracciati sismici e nella loro analisi per determinare come questi siano stati modificati in rapporto a registrazioni su substrato rigido, caratterizzate da un'amplificazione sismica nulla. Un tracciato sismico (S) è infatti il risultato della combinazione di un termine che rappresenta la sorgente (E) e uno che rappresenta il mezzo attraversato (M), secondo l'equazione:

$$S = M \times E, \quad (\text{eq. 2})$$

dove \times rappresenta il prodotto convolutivo. Di conseguenza, la registrazione di uno stesso terremoto a due diverse stazioni sismiche risentirà essenzialmente delle differenze del mezzo attraversato e i tracciati possono essere utilizzati proprio per ottenere informazioni su quest'ultimo. In particolare, se una delle due stazioni è installata su substrato rigido e una su copertura sedimentaria, il rapporto tra gli spettri di uno stesso terremoto alle due stazioni rappresenta direttamente la funzione di trasferimento dei terreni di copertura sopra il substrato rigido e riflette direttamente l'amplificazione sismica locale.

Questa metodologia di analisi fornisce ottimi risultati in aree caratterizzate da una diffusa sismicità, tale da permettere in un periodo di tempo relativamente breve un numero di registrazioni di tracciati sismici sufficientemente elevato. Durante la campagna di indagine sismologica di Vicchio sono stati registrati 26 terremoti con un valore di magnitudo compreso tra 2 e 3.1 e distanza epicentrale compresa tra un minimo di ~20 km per l'evento del 20 Agosto 2010 del Casentino con Magnitudo locale 3 e un massimo di ~150 km per il terremoto del 1 Luglio 2010 localizzato in Pianura Padana Veneta e con Magnitudo locale 2.5 (Tabella 4, Figura 22). La diffusa attività sismica e il basso livello di rumore ambientale in prossimità delle stazioni di indagine ha permesso di ottenere un buon numero di tracciati sismici registrati sia su sedimento che su substrato (Figura 23), con una media di 17 terremoti registrati alle stazioni V02-V07 durante la prima fase della campagna e una media di 7 eventi registrati alle stazioni V08-V13 durante la seconda fase della campagna.



Figura 22: Distribuzione epicentrale dei terremoti registrati durante la campagna di misura a Vicchio ed utilizzati nella valutazione dei rapporti spettrali.

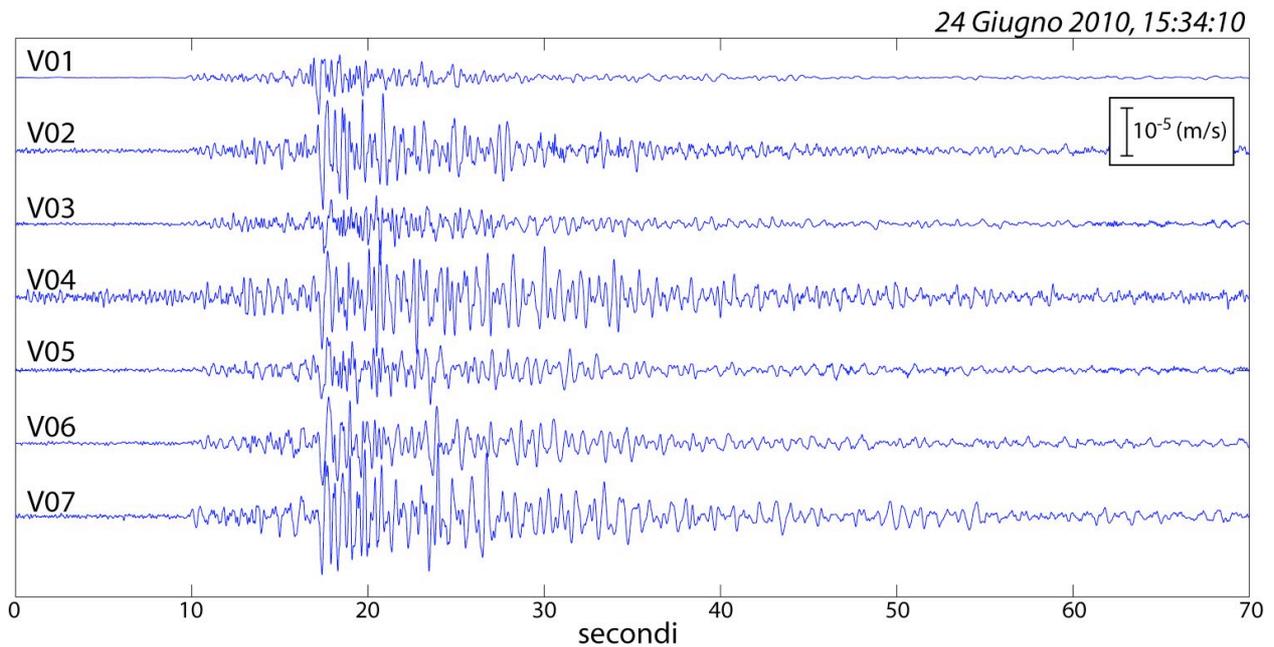


Figura 23. Registrazione sismica alle stazioni V01-V07 installate durante la prima fase della microzonazione sismica di Vicchio, del terremoto del 24 Giugno 2010 (MI 2.5) con epicentro nell'Appennino Bolognese. La stazione V01 è installata su substrato e mostra un'ampiezza e una durata decisamente inferiori rispetto alle stazioni installate su sedimento (V02-V07).

L'analisi di amplificazione basata sui terremoti prevede l'estrazione di tutti i tracciati sismici registrati sia alla stazione di indagine che alla stazione di riferimento. Per ottenere la funzione di trasferimento del terreno di copertura si effettua l'analisi spettrale dei due tracciati e successivamente il rapporto tra gli spettri. In questo modo tutti i termini comuni si eliminano, come la funzione sorgente del terremoto e la parte di propagazione nel mezzo comune ai due tracciati, mentre rimarrà il contributo del terreno di copertura. E' abbastanza intuitivo che questa metodologia di indagine dipende fortemente dal livello di rumore nelle stazioni di indagine e in quella di riferimento, che è tanto più critico quanto più bassa è l'ampiezza del terremoto registrato, oltre che dal rapporto tra la distanza tra le stazioni di misura e la distanza epicentrale.

I risultati dell'elaborazione sono espressi, per ogni stazione di misura, in termini di rapporto tra l'ampiezza spettrale della componente verticale e orizzontale valutate alla stazione di misura e a quella di riferimento (Z/Z_{ref} , H/H_{ref}) oltre al rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei terremoti alla stazione di misura ($HVSR_T$) (Figure 24-35). I primi rappresentano direttamente la funzione di trasferimento della copertura sedimentaria sulla componente verticale (Z/Z_{ref}) ed orizzontale (H/H_{ref}) del moto e forniscono quindi la valutazione quantitativa dello spettro di amplificazione alle varie stazioni su sedimento. Il rapporto $HVSR_T$ permette invece il confronto diretto con quello valutato su rumore, nell'ipotesi che la componente verticale del terremoto, come nel caso del rumore sismico, non sia affetta da fenomeni di amplificazione.

L'analisi basata sui terremoti (Figure 24-35) mostra un generale accordo con l'analisi basata su rumore sismico, in quanto il rapporto tra le componenti orizzontali del moto (H/H_{ref}) identifica in generale gli stessi picchi di amplificazione ottenuti dal rumore, suggerendo che la componente orizzontale dei tracciati sismici è effettivamente amplificata in corrispondenza della frequenza di risonanza (Tabella 5). Tuttavia, l'analisi basata sui terremoti suggerisce fenomeni di amplificazione in un intervallo mediamente più ampio di quello indicato dall'analisi di rumore oltre a fenomeni di amplificazione anche della componente verticale dei tracciati (Z/Z_{ref}).

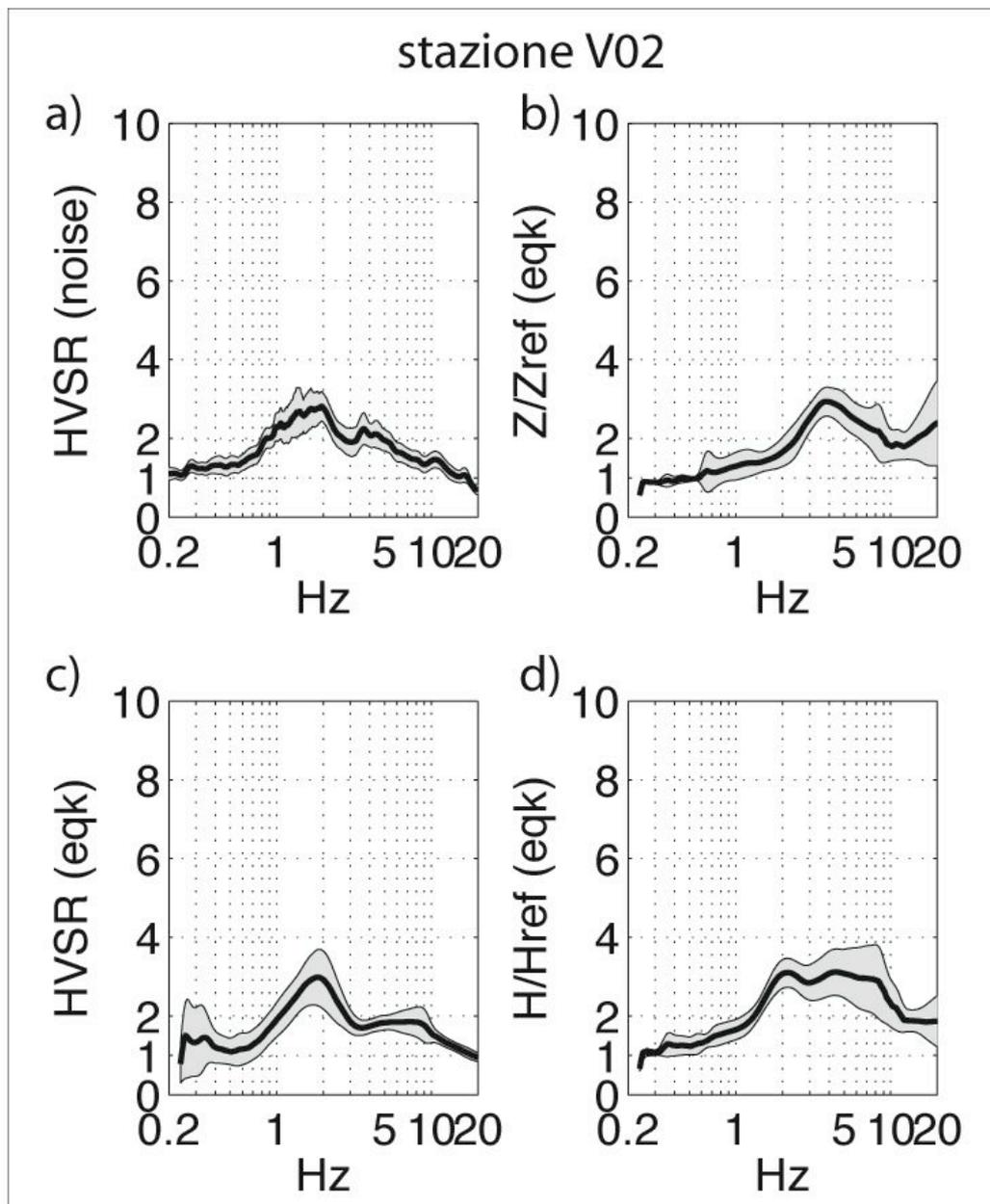


Figura 24. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V02 in termini di rapporto spettrale HVSR su rumore (a) e su terremoti (c) e di rapporto tra le registrazioni su sedimento e su substrato (stazione V01) della componente verticale (b) ed orizzontale (d) del moto. Il rapporto H/H_{ref} (d) indica un'amplificazione di poco inferiore a 4 per frequenze comprese tra 2 e 7 Hz, mentre il rapporto delle componenti verticali (b) mostra un picco principale di amplificazione intorno a 4 Hz.

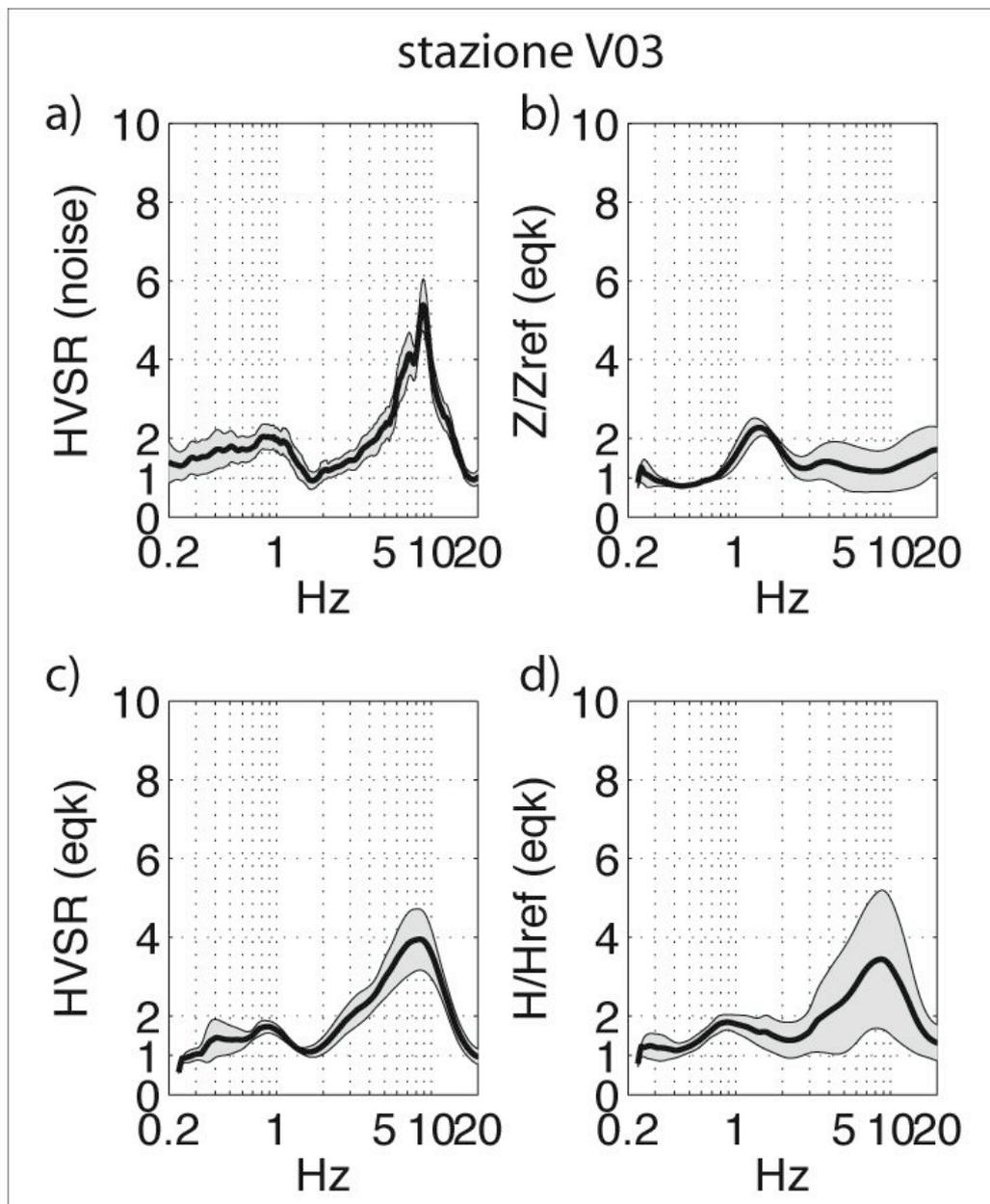


Figura 25. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V03. Il rapporto H/H_{ref} (d) riflette bene il rapporto HVSR calcolato su rumore (a) e terremoti (c), e indica un chiaro picco di amplificazione ad alta frequenza, mentre il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) mostra una generale assenza di amplificazione.

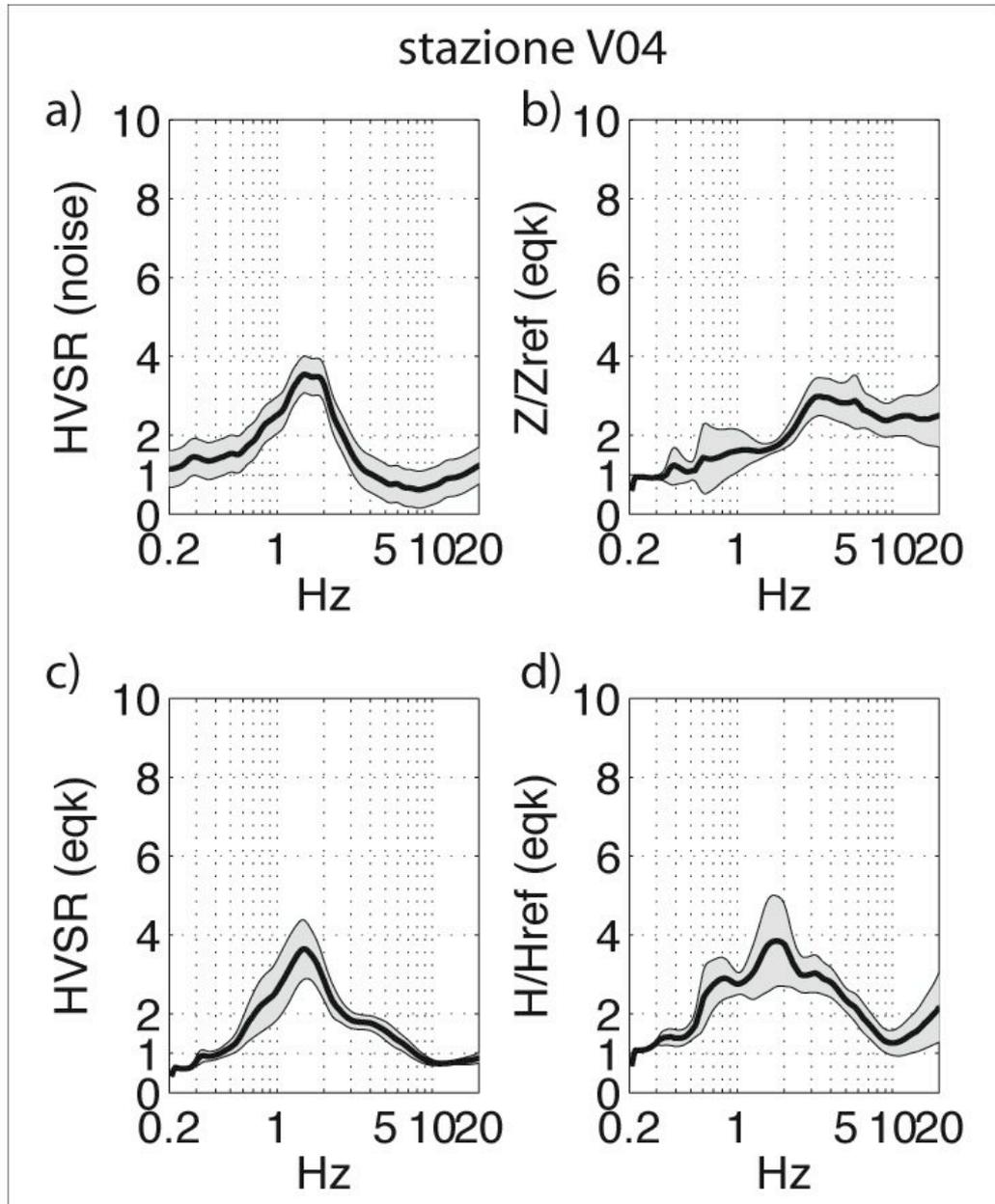


Figura 26. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V04. Il rapporto H/H_{ref} (d) riflette abbastanza bene il rapporto HVSR calcolato su rumore (a) ma si estende per un intervallo spettrale più ampio (0.5-4 Hz) pur identificando la stessa frequenza di picco, mentre il rapporto delle componenti verticali (b) mostra amplificazione per frequenze di 3-5 Hz.

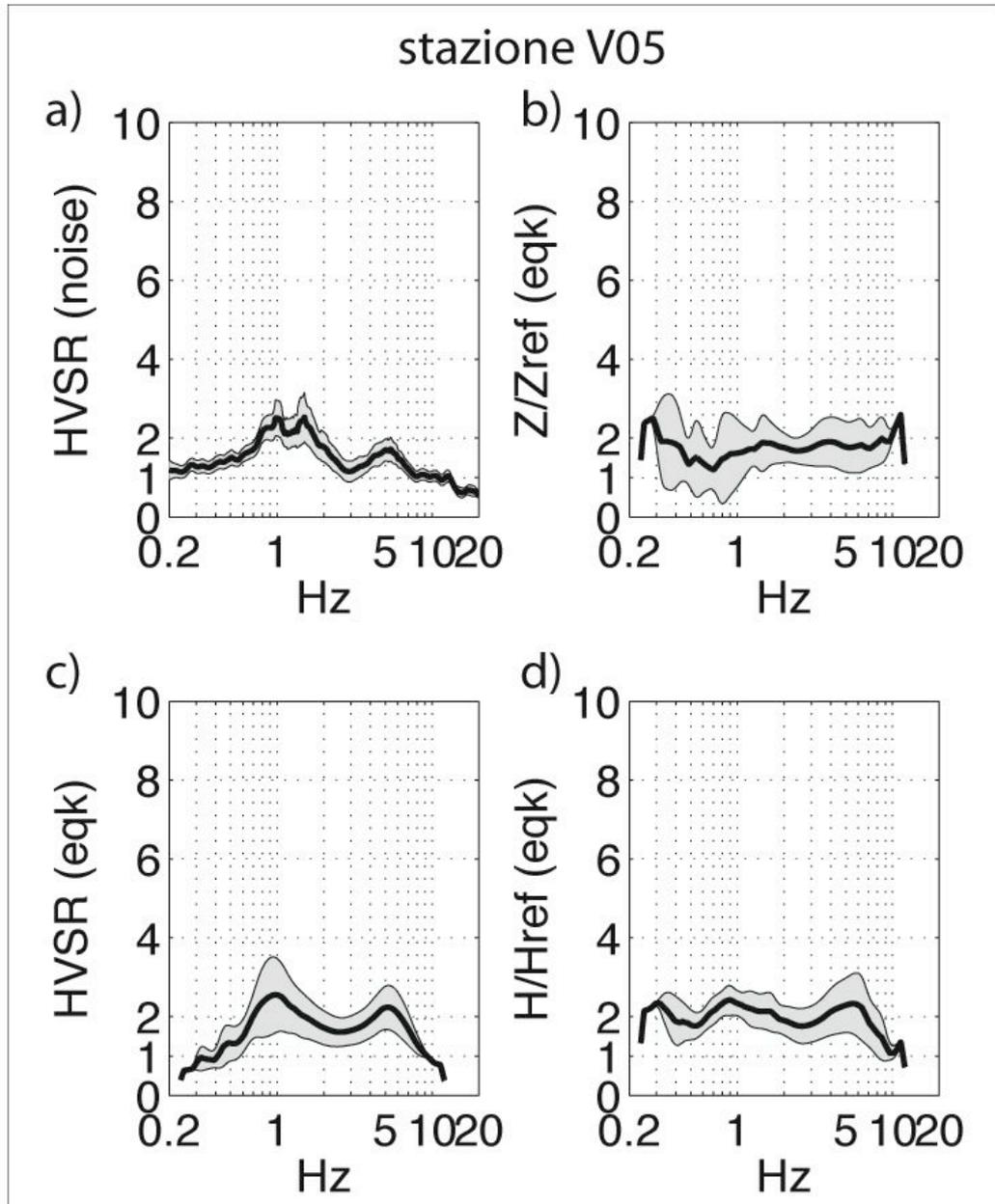


Figura 27. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V05. Il rapporto H/H_{ref} (d) riflette abbastanza bene il rapporto HVSR calcolato su rumore (a) ma suggerisce un maggiore effetto del picco ad alta frequenza (~ 5.5 Hz), mentre il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) è piatto.

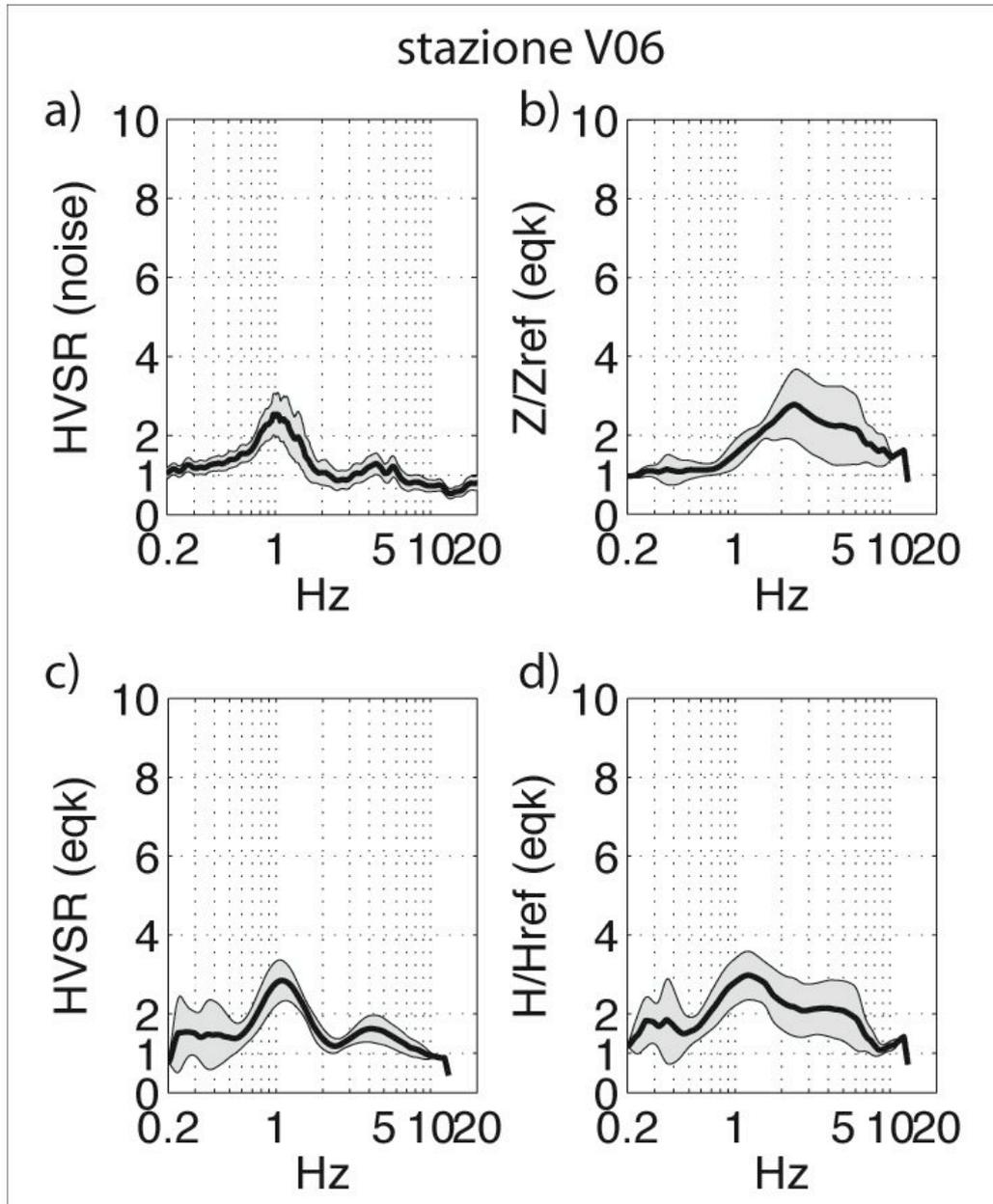


Figura 28. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V06. Il rapporto H/H_{ref} (d) riflette bene il rapporto HVSR calcolato su rumore (a) evidenziando lo stesso picco spettrale (~ 1 Hz) ma suggerendo un maggiore effetto di amplificazione anche a frequenze superiori ($f < 6$ Hz). Il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) indica un chiaro effetto di amplificazione intorno a 2.5 Hz.

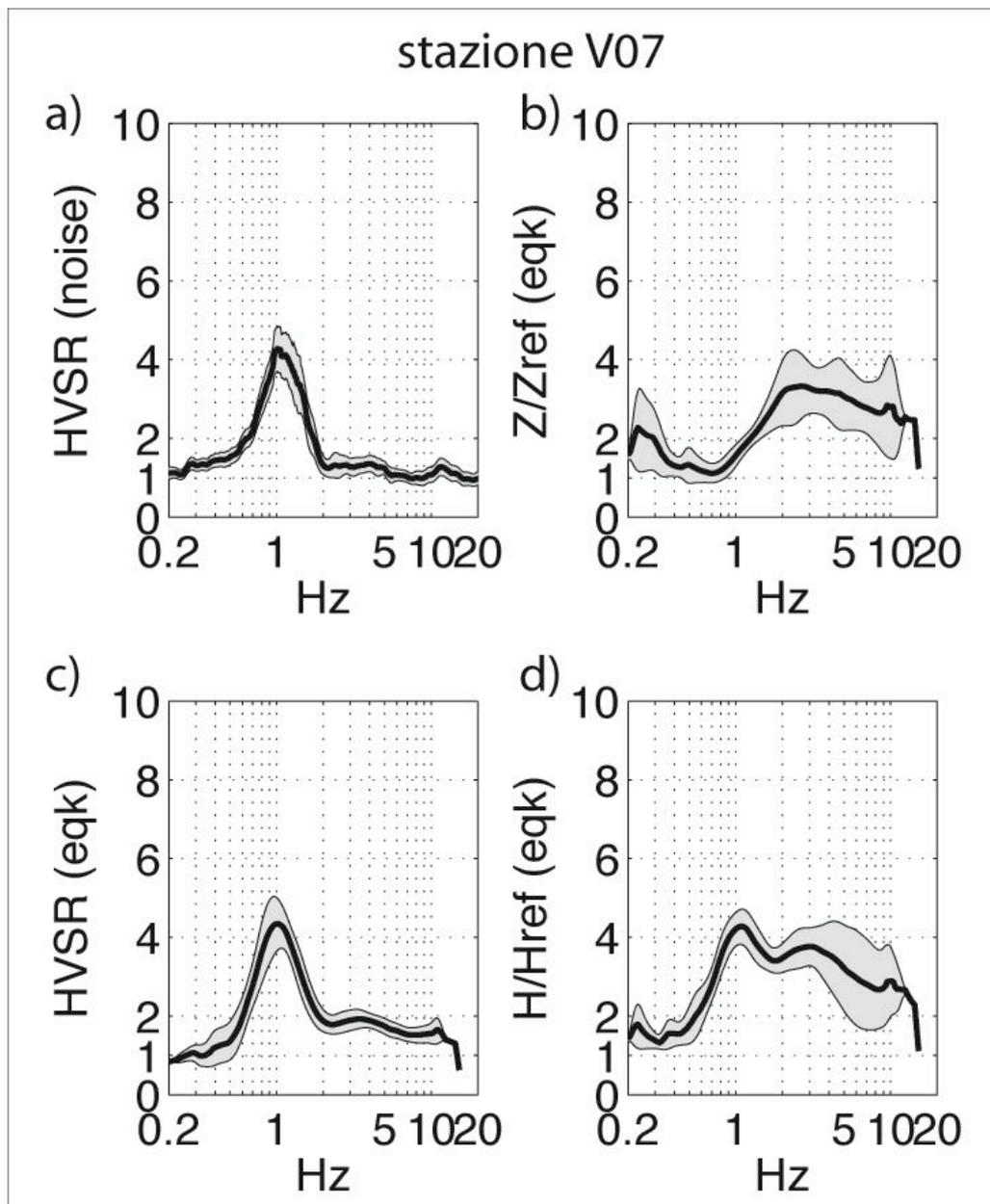


Figura 29. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V07. Il rapporto H/H_{ref} (d) identifica il picco spettrale a bassa frequenza (~ 1 Hz) ottenuto dall'analisi di rumore (a) ma indica una forte amplificazione anche a frequenze superiori. Il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) indica amplificazione per frequenze superiori a 2 Hz.

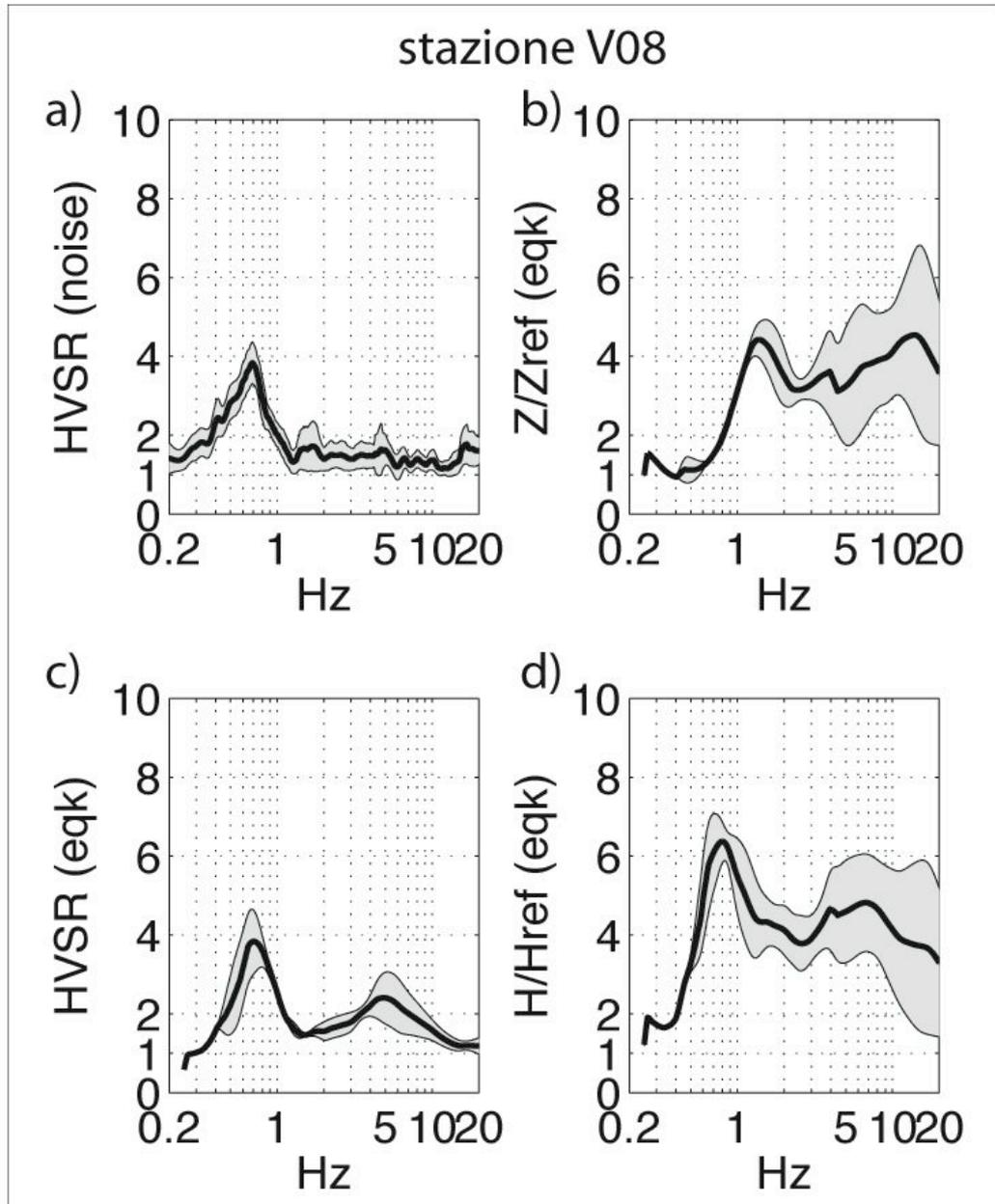


Figura 30. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V08. Il rapporto H/H_{ref} (d) identifica il picco spettrale a bassa frequenza (~ 0.7 Hz) ottenuto dall'analisi di rumore (a) ma indica una forte amplificazione anche a frequenze superiori. Il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) indica amplificazione per frequenze superiori a 1 Hz.

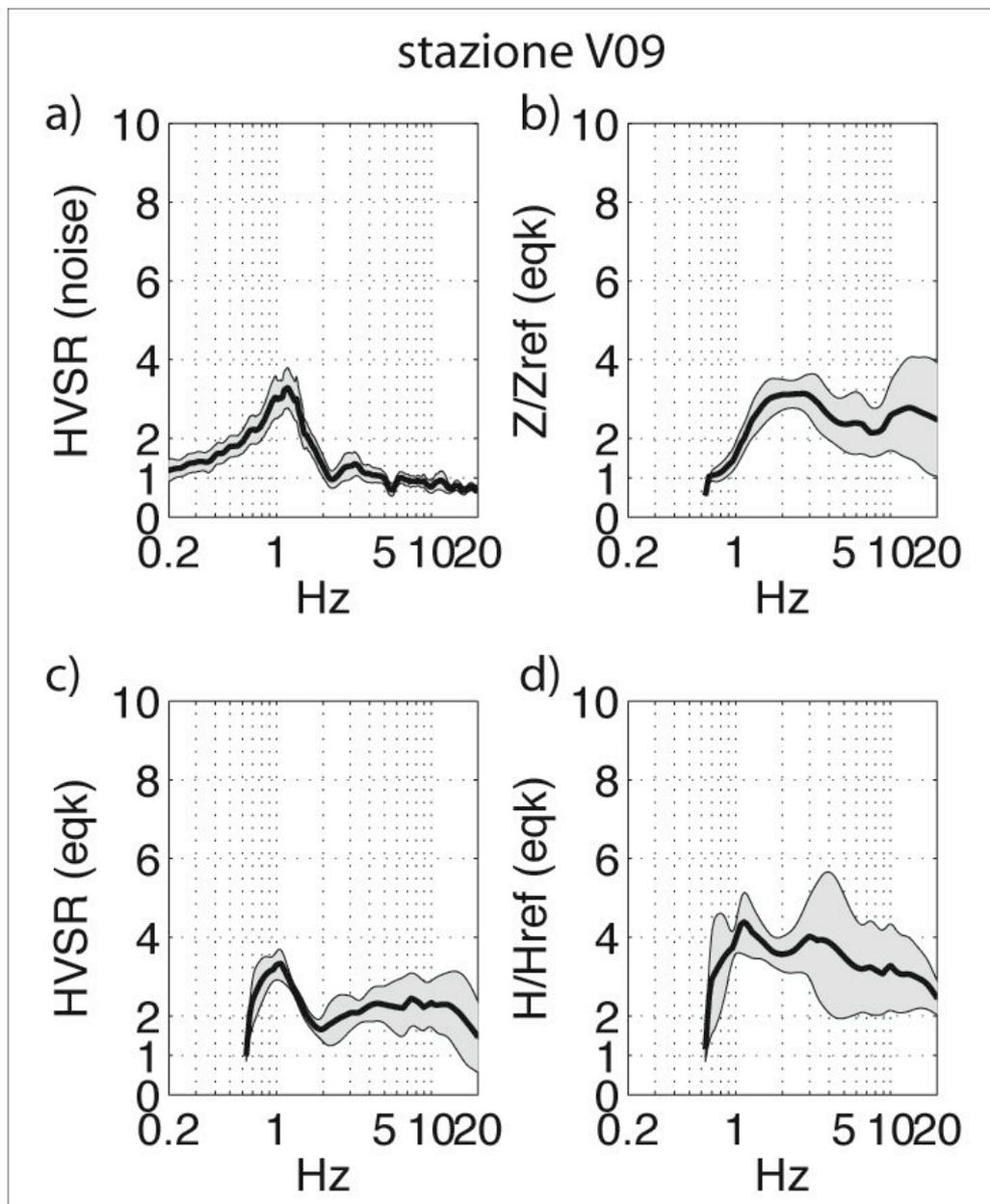


Figura 31. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V09. Il rapporto H/H_{ref} (d) identifica il picco spettrale a bassa frequenza (~ 1 Hz) ottenuto dall'analisi di rumore (a) ma indica una forte amplificazione anche a frequenze superiori con un picco secondario intorno a 3 Hz. Il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) indica amplificazione per frequenze superiori a 1 Hz, con un picco nella banda 1.5-3 Hz.

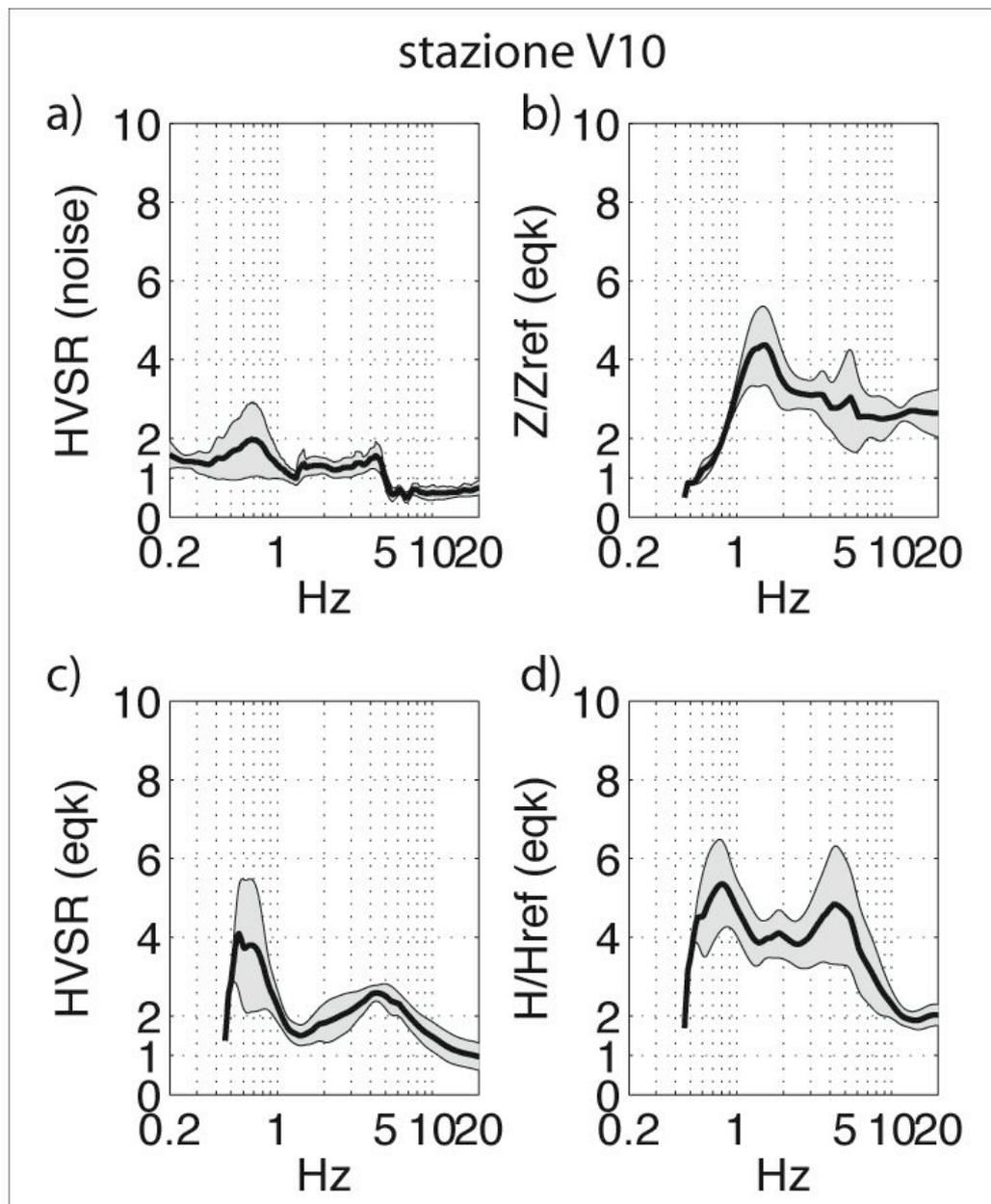


Figura 32. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V10. Il rapporto H/H_{ref} (d) identifica il picco spettrale a bassa frequenza (~ 0.7 Hz) ottenuto dall'analisi di rumore (a) ma indica una forte amplificazione anche a frequenze superiori con un picco a 4.5 Hz. Il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) indica amplificazione per frequenze superiori a 1 Hz, con un picco a 1.5 Hz.

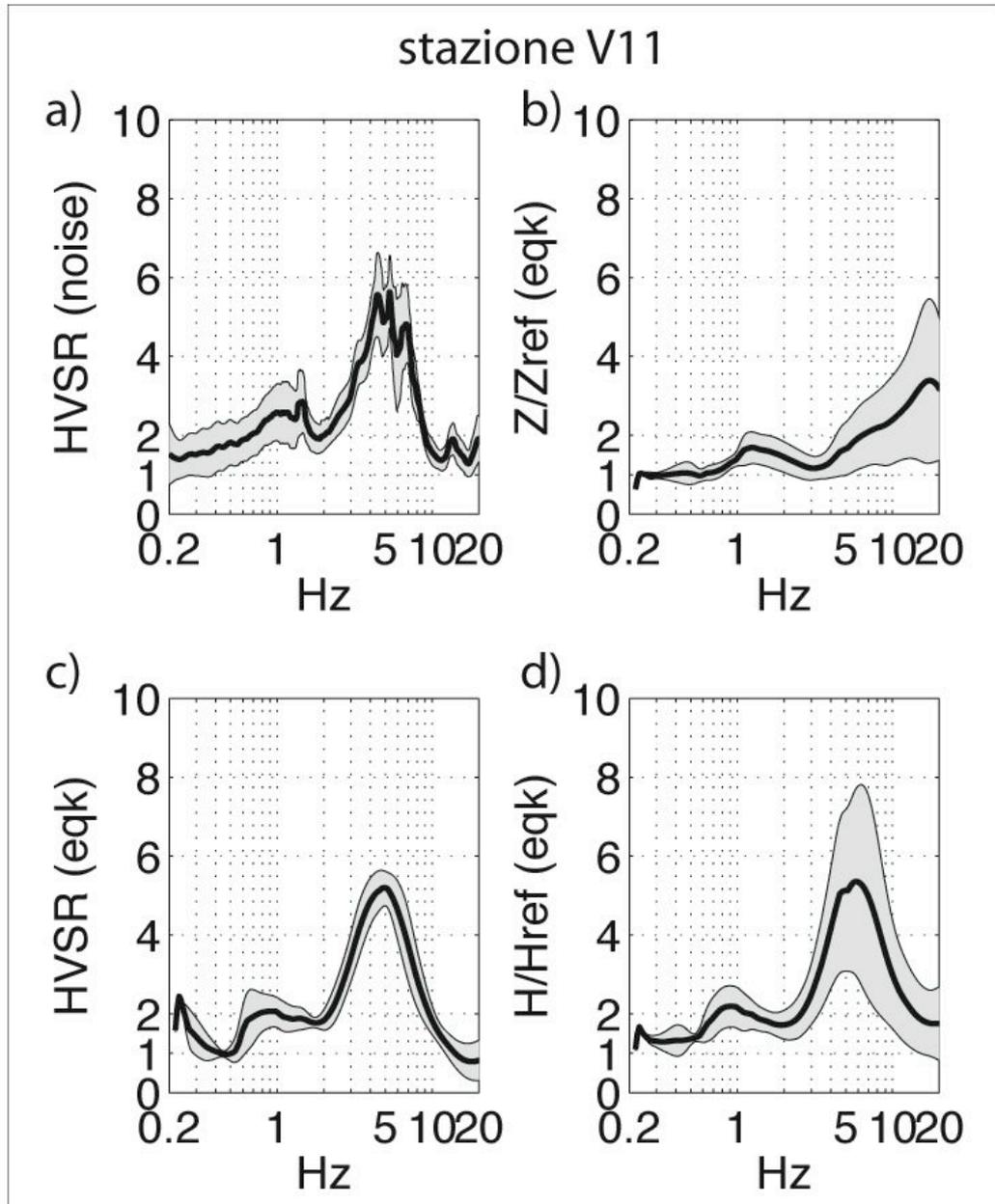


Figura 33. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V11. Il rapporto H/H_{ref} (d) riflette bene i risultati ottenuti dall'analisi di rumore (a), mentre il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) indica una generale amplificazione per frequenze superiori a 3 Hz.

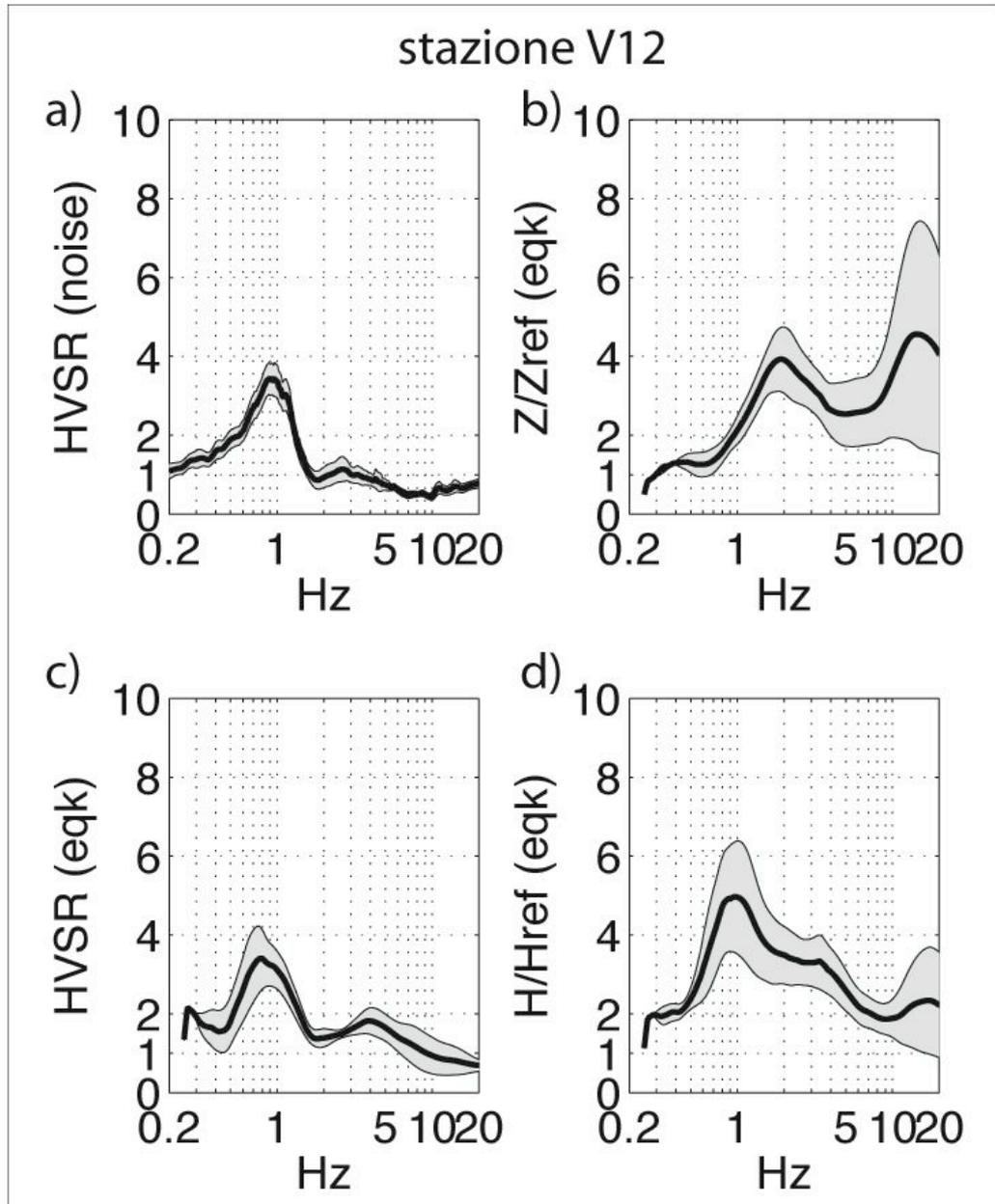


Figura 34. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V12. Il rapporto H/H_{ref} (d) identifica il picco spettrale a bassa frequenza (~ 1 Hz) ottenuto dall'analisi di rumore (a), mentre il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) indica una generale amplificazione per frequenze superiori ad 1 Hz.

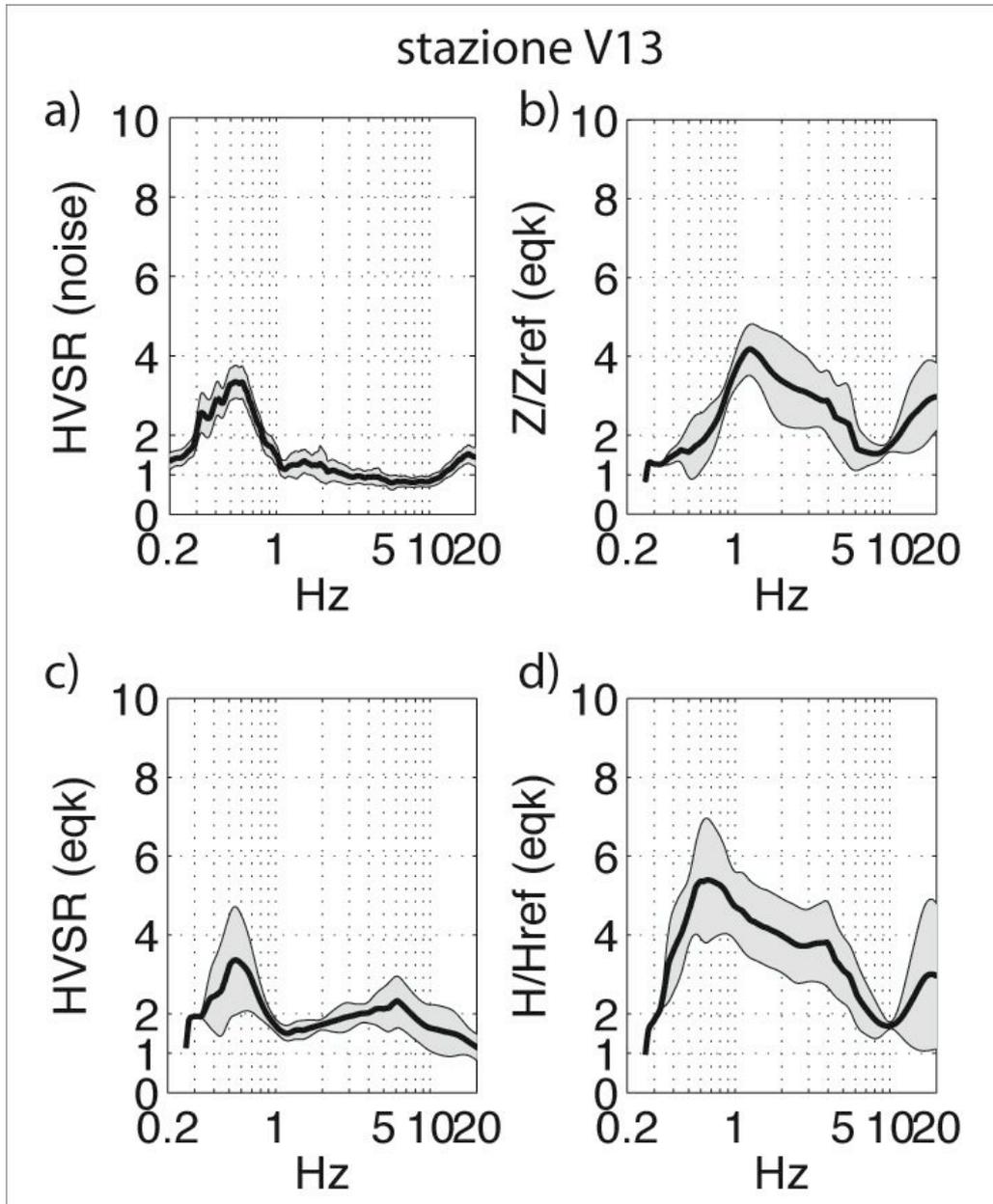


Figura 35. Risultati dell'analisi dei terremoti registrati alla stazione V13. Il rapporto H/H_{ref} (d) identifica il picco spettrale a bassa frequenza (~ 0.6 Hz) ottenuto dall'analisi di rumore (a) ed evidenzia una generale amplificazione fino a 4 Hz, mentre il rapporto delle componenti verticali Z/Z_{ref} (b) indica una generale amplificazione nell'intervallo di frequenza 1-5 Hz.

4.1. Amplificazione sismica valutata dai terremoti

Per valutare l'amplificazione sismica dai terremoti possiamo calcolare due fattori di amplificazione distinti (F_{aZ} , F_{aH}) dai rapporti spettrali relativi alle componenti verticali (Z/Z_{ref}) ed orizzontali (H/H_{ref}) dei tracciati sismici, e un fattore di amplificazione (F_{aT}) sulla base del rapporto tra le componenti orizzontali e verticali dei tracciati ($HVSR_T$) alla stazione di indagine. I primi, che forniscono direttamente lo spettro di amplificazione sismica dei terremoti rispetto alle registrazioni su substrato, riflettono l'effetto differenziale della funzione di trasferimento dei terreni di copertura sulle componenti verticali ed orizzontali dello scuotimento sismico prodotto dai terremoti, mentre l'ultimo fornisce un parametro di confronto con le misure effettuate sul rumore. Per analogia con il fattore di amplificazione (F_a) calcolato dal rapporto tra le componenti orizzontali e verticale del rumore sismico ($HVSR$) i vari fattori di amplificazione sono calcolati come media degli spettri nell'intervallo di frequenza 0.8-10 Hz (Tabella 5).

Il fattore di amplificazione valutato dal rapporto delle componenti verticali dei tracciati sismici (F_{aZ} , Figura 36) è sistematicamente maggiore del rapporto valutato dall'analisi di rumore e mostra valori minimi in corrispondenza dell'abitato di Vicchio e del margine meridionale dell'area di indagine, dove lo spessore dei terreni di copertura è più sottile (Figura 21), mentre subisce un progressivo aumento a nord e ad ovest di Vicchio dove lo spessore dei terreni di copertura è maggiore. In accordo con il valore F_{aZ} , anche il fattore di amplificazione valutato sulle componenti orizzontali del moto (F_{aH} , Figura 37), che raggiunge valori superiori a 4, è sistematicamente superiore al fattore di amplificazione valutato su rumore sismico (Figura 19). I valori minimi, intorno a 2, sono valutati nell'abitato di Vicchio, dove lo spessore dei sedimenti è minimo, mentre si osserva un generale aumento verso nord e verso ovest, dove lo spessore dei terreni di copertura è maggiore.

La discrepanza tra il valore di F_a valutato dal rumore e i fattori di amplificazione valutati dalle registrazioni di terremoti deriva principalmente dal fatto che i rapporti spettrali calcolati sui terremoti (Z/Z_{ref} e H/H_{ref}) differiscono da $HVSR$ soprattutto nelle alte frequenze (> 1 Hz) suggerendo effetti di amplificazione in questo intervallo spettrale non evidenziati dall'analisi del rumore. Questo effetto è molto evidente nelle stazioni posizionate a nord e ad ovest dell'abitato di Vicchio (V07, V08, V09, V10, V12, V13), dove lo spessore dei sedimenti è maggiore, mentre è estremamente ridotto nel caso di stazioni posizionate in corrispondenza di sottili spessori di copertura ($< 10-20$ m), dove i risultati delle varie analisi convergono verso uno stesso risultato.

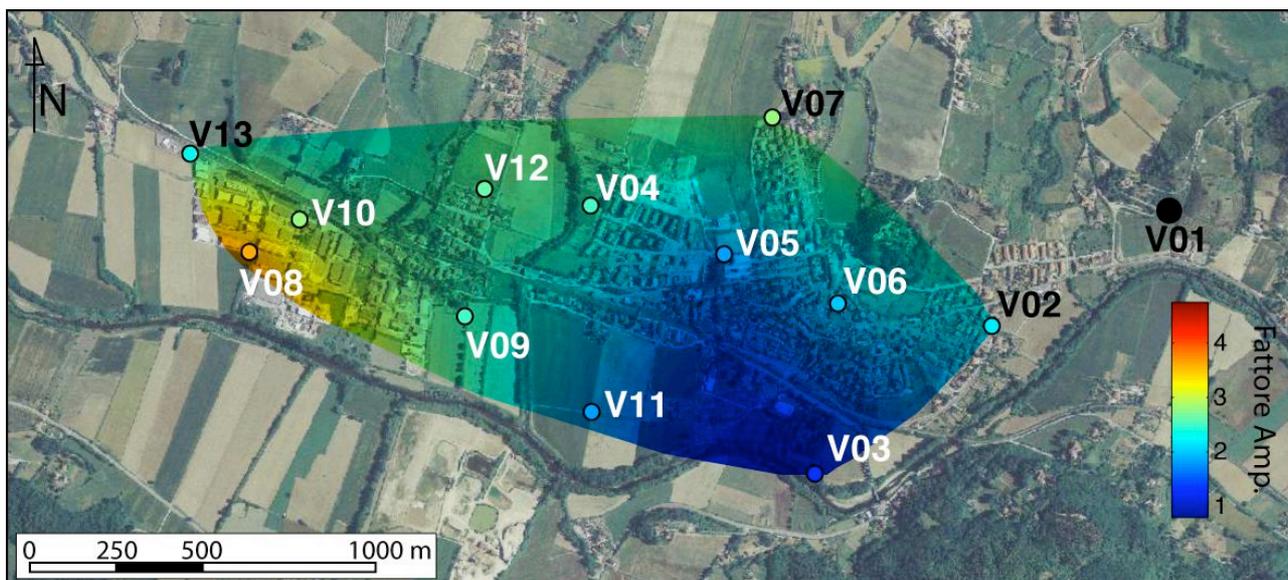


Figura 36: Fattore di amplificazione (Fa_z) calcolato sul rapporto delle componenti verticali dei tracciati (Z/Z_{ref}). I fenomeni di amplificazione della componente verticale del moto si concentrano nelle aree caratterizzate da maggiore spessore dei sedimenti, mentre sono più ristretti nel caso di sottili coperture sedimentarie.

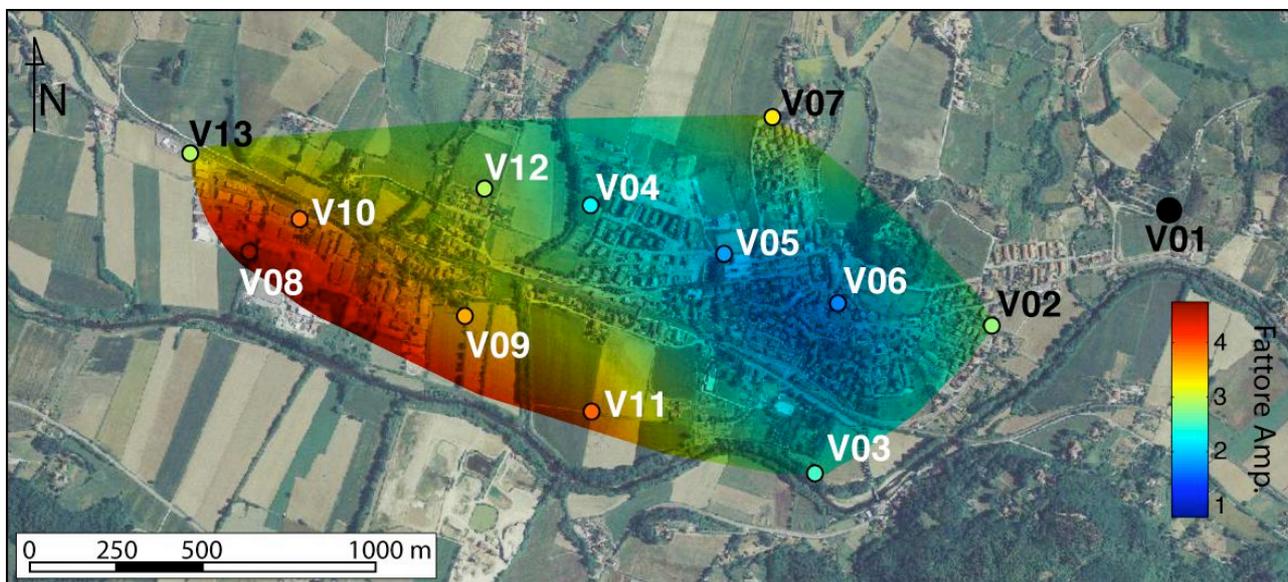


Figura 37: Fattore di amplificazione (Fa_H) calcolato sul rapporto delle componenti orizzontali dei tracciati (H/H_{ref}).

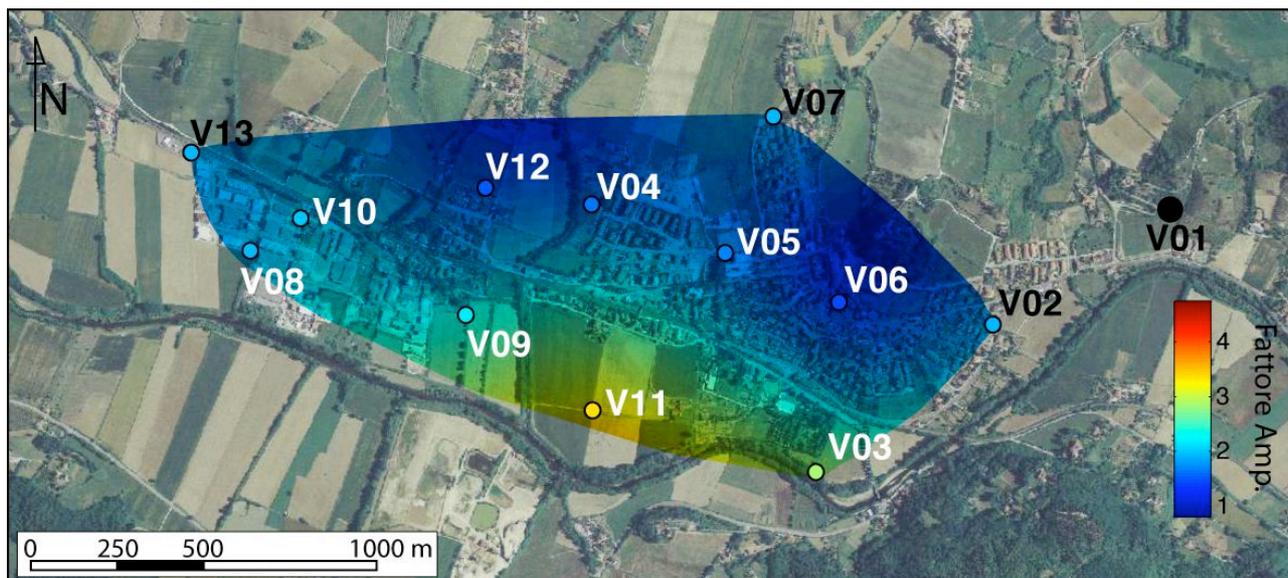


Figura 38: Fattore di amplificazione (Fa_T) calcolato sul rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei tracciati sismico ($HVSR_T$).

Il fattore di amplificazione (Fa_T) basato sul rapporto tra le componenti orizzontali e verticale dei terremoti ($HVSR_T$, Figura 38) mostra invece un andamento molto simile a quello valutato su rumore (Figura 20), con i valori di massima amplificazione sismica a sud dell'abitato di Vicchio, dove gli spessori ridotti inducono effetti di amplificazione a frequenza più elevata.

5. Conclusioni

La microzonazione sismica strumentale del comune di Vicchio (Firenze) ha permesso di definire le caratteristiche principali dell'amplificazione sismica dell'area in termini di ampiezza del fenomeno e frequenze di risonanza. L'area di indagine, che si estende per circa 3 km^2 intorno all'abitato di Vicchio, ed include nella sua porzione occidentale l'area industriale del comune, presenta caratteristiche di amplificazione piuttosto variabili, che vanno da fenomeni di amplificazione ad alta frequenza, localizzate prevalentemente in corrispondenza dell'abitato di Vicchio e sul margine meridionale del bacino, a fenomeni di amplificazione mediamente a bassa frequenza concentrati nella porzione occidentale e settentrionale dell'area di indagine, dove lo spessore della copertura sedimentaria è maggiore.

Tabella 1: Coordinate geografiche dei 13 siti di indagine relativi alla campagna di microzonazione sismica di Vicchio.

Stazione	Latitudine	Longitudine	Quota s.l.m.
V01	43.935943	11.477630	196
V02	43.932944	11.471155	173
V03	43.929074	11.464838	173
V04	43.936166	11.456683	182
V05	43.934507	11.461575	191
V06	43.933500	11.465579	204
V07	43.938198	11.463361	206
V08	43.934851	11.444497	175
V09	43.933214	11.452230	176
V10	43.935667	11.446285	176
V11	43.930641	11.456823	173
V12	43.936537	11.452980	188
V13	43.937482	11.442321	180

Tabella 2: Frequenze di picco dei rapporti spettrali tra le componenti orizzontali e la verticale (HVSR) valutati su rumore sismico.

Stazione	Picco bassa f	Picco alta f	Picco Principale	Fa (0.8-10 Hz)
V01	-	-	-	-
V02	1.7	3.7	1.7	1.9
V03	1	9	9	2.9
V04	1.64	-	1.64	1.3
V05	1.4	5.2	1.4	1.4
V06	1	4.5	1	1.1
V07	1	-	1	1.4
V08	0.7	-	0.7	1.5
V09	1.15	-	1.15	1.2
V10	0.7	-	0.7	0.9
V11	1.4	5.3	5.3	3.5
V12	0.9	-	0.9	0.8
V13	0.55	-	0.55	0.9

Tabella 3: Profondità dell'orizzonte risonante superficiale (h) ottenuta combinando la frequenza di risonanza valutata su rumore sismico (f_o) e la velocità di propagazione delle onde di taglio nei terreni di copertura (v_s).

Stazione	v_s assunta (m/s)	Frequenza f_o (Hz)	Profondità h (m)
V01	-	-	-
V02	250	3.7	16
V03	350	9	9
V04	250	1.64	38
V05	320	5.2	15
V06	250	4.5	13
V07	250	1	62
V08	250	0.7	89
V09	250	1.15	54
V10	250	0.7	89
V11	250	5.3	11
V12	250	0.9	69
V13	250	0.55	113

Tabella 4: Lista dei terremoti registrati dalla rete sismica temporanea di Vicchio durante la campagna di misura e utilizzati per l'indagine.

	Data	Località	Magnitudo	Lat.	Long.	Prof. (km)
1.	2010/06/18	Bologna	2.1	44.333000	11.453000	23.7
2.	2010/06/19	Piacenza	2.7	44.863000	9.891000	8.2
3.	2010/06/24	App. Bolognese	2.5	44.299000	11.529000	27.1
4.	2010/06/30	App. Modenese	2.0	44.362000	10.802000	9
5.	2010/07/01	Pian. Padana Veneta	2.5	45.317000	11.185000	3.7
6.	2010/07/03	Chianti	2.0	43.432000	11.191000	8.4
7.	2010/07/05	App. Bolognese	2.6	44.319000	11.441000	32.2
8.	2010/07/05	App. Bolognese	2.6	44.385000	11.448000	35.3
9.	2010/07/05	App. Bolognese	2.0	44.331000	11.476000	26.8
10.	2010/07/05	App. Forlivese	2.1	44.183000	12.139000	29
11.	2010/07/05	App. Bolognese	2.3	44.305000	11.476000	13.6
12.	2010/07/06	App. Forlivese	2.5	44.119000	12.171000	26.2
13.	2010/07/07	App. Forlivese	2.1	44.164000	12.151000	28.1
14.	2010/07/07	App. Forlivese	2.5	44.133000	12.183000	26.5
15.	2010/07/10	App. Forlivese	2.0	44.153000	12.022000	2
16.	2010/07/13	App. Bolognese	2.2	44.327000	11.512000	19.7
17.	2010/07/14	Alpi Apuane	2.4	43.893000	10.385000	9.4
18.	2010/07/15	App. Forlivese	3.1	44.163000	12.168000	25.1
19.	2010/07/15	App. Forlivese	2.0	44.217000	12.178000	7.8
20.	2010/07/26	App. Bolognese	2.4	44.331000	11.505000	11
21.	2010/07/27	App. Modenese	2.3	44.337000	10.737000	10
22.	2010/07/31	Prato	2.4	43.867000	11.052000	62.2
23.	2010/08/08	App. Forlivese	2.3	44.115000	12.153000	7.8
24.	2010/08/19	App. Bolognese	2.4	44.357000	11.457000	23.6
25.	2010/08/20	Garfagnana	2.5	43.986000	10.886000	57.4
26.	2010/08/20	Casentino	3.0	43.855000	11.726000	7.9

Tabella 5: Picchi spettrali di amplificazione (F_l , F_h) valutati dal rapporto delle componenti orizzontali dei tracciati sismici (H/H_{ref}) e fattori di amplificazione valutati dai tracciati sismici, in termini di Z/Z_{ref} (F_{aZ}), H/H_{ref} (F_{aH}) e $HVSR_T$ (F_{aT}) dei terremoti. Tutti i fattori di amplificazione sono stati calcolati come media dei rapporti spettrali tra 0.8 e 10 Hz, in accordo con i fattori di amplificazione valutati sul rumore sismico (Tabella 2).

Stazione	F_l	F_h	F_{aZ}	F_{aH}	F_{aT}
V01	-	-	-	-	-
V02	1.9	4.2	2.2	2.8	1.9
V03	0.9	8.3	1.3	2.5	2.9
V04	1.7	-	2.5	2.3	1.6
V05	0.87	5.7	1.8	1.9	1.7
V06	1.2	4.5	2	1.8	1.4
V07	1	3.2	2.8	3.2	1.9
V08	0.74	6.3	3.6	4.5	1.9
V09	1.2	3.4	2.5	3.5	2.2
V10	0.74	4.5	2.8	3.7	2
V11	0.83	5.9	1.8	3.8	3.4
V12	0.88	3.6	2.6	2.9	1.5
V13	0.66	-	2.3	2.9	1.9

Appendice 2

Elaborati delle prove penetrometriche statiche (CPT e CPTE)

**CAMPAGNA INVESTIGATIVA DI SUPPORTO ALLO
STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA TRAMITE
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT ED
ELETTRICHE CPTE**

Committente	Dott. Geol. Alberto Tomei
Località	Vicchio del Mugello
Data	03/11/2014 – 25/11/2014
N° di prove	11
Tipologia Prova	CPT
Rif. N°	44/14
Intervento	Studio di Microzonazione Sismica

UBICAZIONE INDAGINI

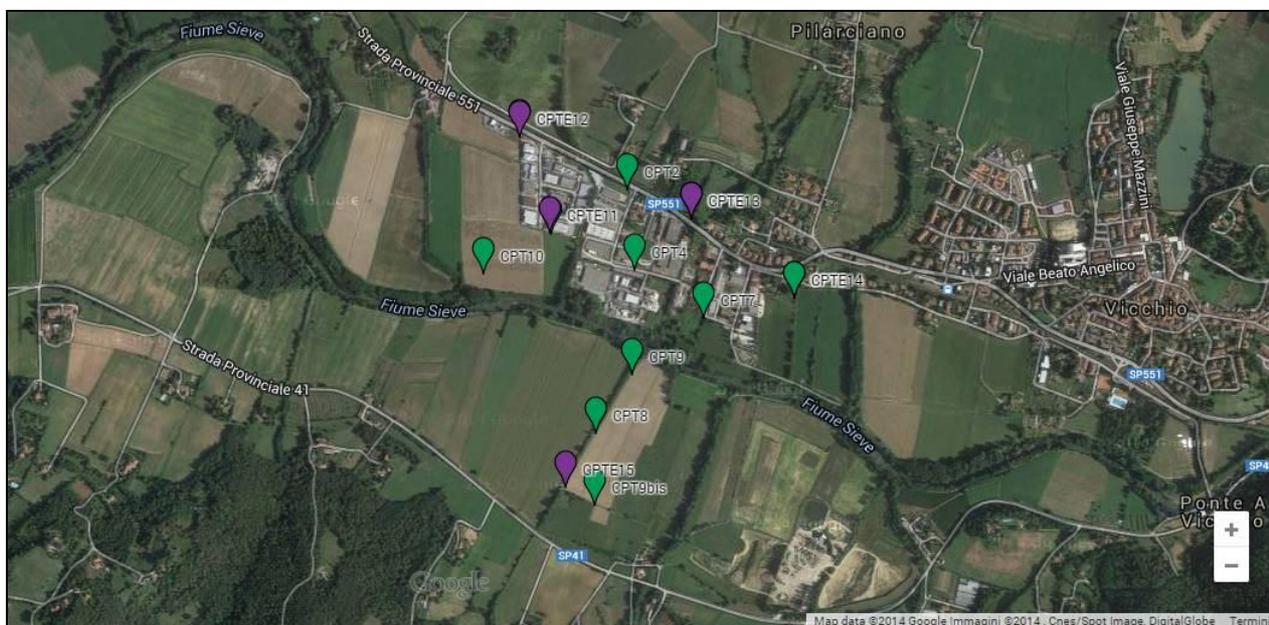


Immagine aerea Bing Maps

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	9,60
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-1	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

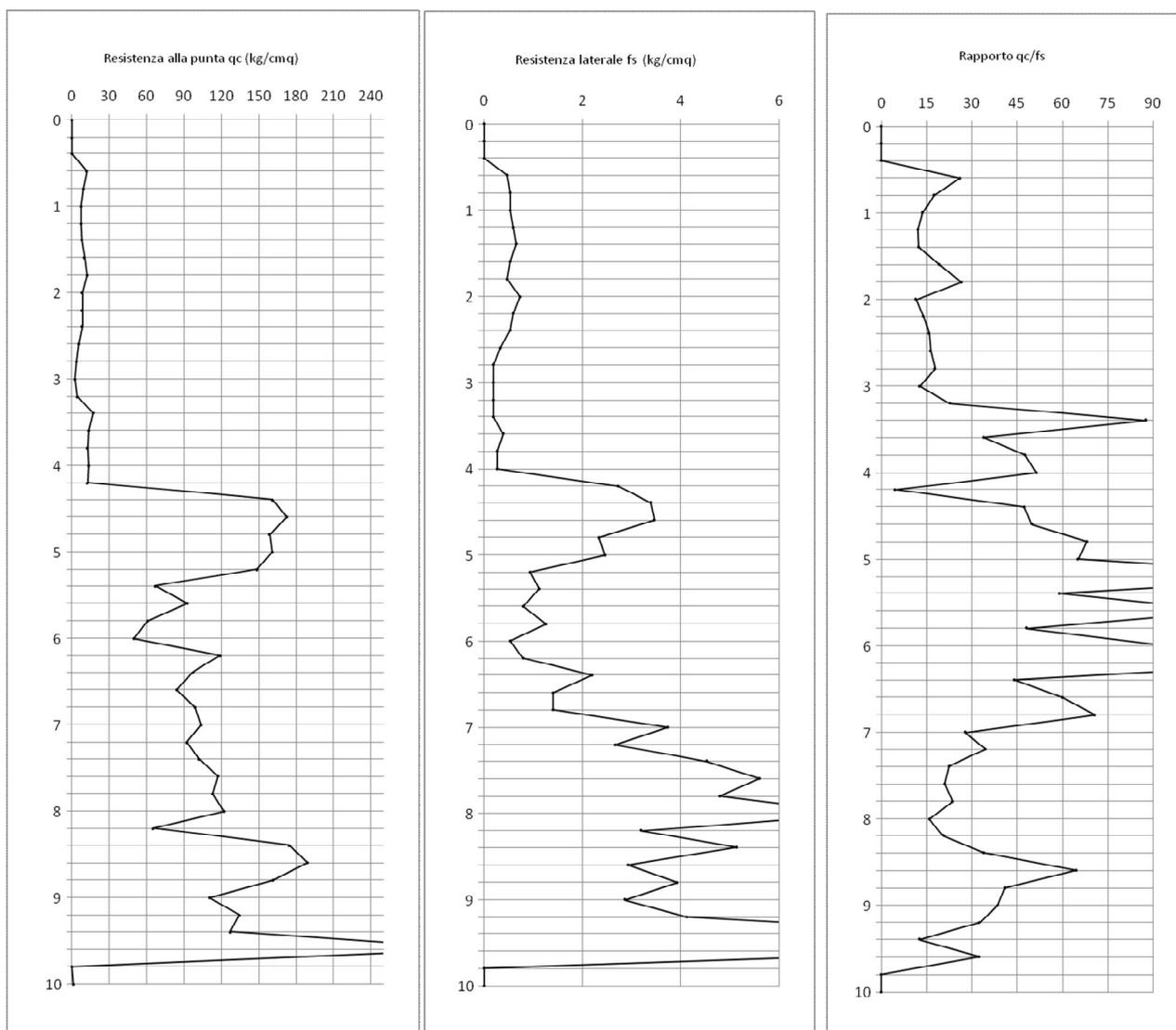
TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ²)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	12,1	0,5	26,0	3,8	cg	17,1	24,1	36,6	39,1	56,9	0,32
0,8	9,3	0,5	17,4	5,7	cg	16,6	23,4	34,2	26,8	43,5	0,23
1	7,3	0,5	13,6	7,3	cg	16,3	22,7	32,1	17,2	34,1	0,17
1,2	7,3	0,6	12,1	8,2	cg	16,3	23,2	31,3	14,4	34,1	0,17
1,4	8,3	0,7	12,4	8,1	cg	16,5	24,2	31,2	15,1	38,8	0,20
1,6	10,3	0,5	19,3	5,2	cg	16,8	25,6	31,5	18,3	48,2	0,26
1,8	12,4	0,5	26,6	3,8	cg	17,1	26,8	31,8	21,2	58,2	0,33
2	8,4	0,7	11,5	8,7	cg	16,5	25,1	29,6	10,1	39,4	0,20
2,2	8,4	0,6	14,0	7,1	cg	16,5	25,4	29,2	8,6	39,4	0,20
2,4	8,4	0,5	15,8	6,3	cg	16,5	25,6	28,8	7,3	39,4	0,20
2,6	5,4	0,3	16,2	6,2	cg	15,8	23,5	26,5	5,1	25,4	0,12
2,8	3,6	0,2	17,8	5,6	cg	15,2	21,6	24,3	3,0	16,6	0,07
3	2,6	0,2	12,8	7,8	cg	14,7	20,1	22,6	1,9	11,9	0,05
3,2	4,6	0,2	22,8	4,4	cg	15,5	23,2	24,8	3,7	21,3	0,09
3,4	17,6	0,2	87,8	1,1	cg	17,7	30,1	30,4	19,8	82,2	0,51
3,6	13,6	0,4	33,9	3,0	cg	17,2	28,9	29,1	12,5	63,5	0,37
3,8	12,7	0,3	47,6	2,1	cg	17,1	28,7	28,5	10,1	59,5	0,34
4	13,7	0,3	51,3	1,9	cg	17,3	29,2	28,6	11,1	64,1	0,37
4,2	12,7	2,7	4,6	21,5	cg	17,1	29,0	28,1	8,6	59,5	0,34
4,4	160,7	3,4	47,3	2,1	cg	21,8	41,8	39,0	85,2	753,1	8,04
4,6	172,7	3,5	49,8	2,0	cg	22,0	42,2	39,1	86,5	809,4	8,80
4,8	158,8	2,3	68,1	1,5	cg	21,8	41,9	38,5	83,1	744,4	7,93
5	160,8	2,5	65,2	1,5	cg	21,8	42,1	38,4	82,6	753,8	8,05
5,2	148,8	0,9	159,5	0,6	cg	21,7	41,8	37,9	84,5	697,5	7,31
5,4	66,8	1,1	59,0	1,7	cg	20,1	37,9	34,2	50,4	313,2	2,69
5,6	92,8	0,8	116,0	0,9	cg	20,7	39,6	35,5	61,6	435,1	4,05
5,8	61,0	1,3	48,1	2,1	cg	19,9	37,6	33,5	45,9	285,7	2,39
6	50,0	0,5	93,7	1,1	cg	19,5	36,7	32,5	38,9	234,2	1,87
6,2	119,0	0,8	148,7	0,7	cg	21,2	41,1	36,1	69,3	557,6	5,52
6,4	97,0	2,2	44,1	2,3	cg	20,8	40,1	35,1	60,2	454,4	4,28
6,6	84,0	1,4	60,0	1,7	cg	20,5	39,5	34,3	54,2	393,5	3,57
6,8	99,1	1,4	70,8	1,4	cg	20,8	40,4	34,9	59,7	464,5	4,40
7	104,1	3,7	27,9	3,6	cg	20,9	40,7	35,0	60,9	487,9	4,67
7,2	92,1	2,7	34,5	2,9	cg	20,7	40,2	34,3	55,7	431,7	4,01
7,4	102,1	4,5	22,5	4,4	cg	20,9	40,7	34,6	58,9	478,5	4,56
7,6	117,1	5,6	20,9	4,8	cg	21,2	41,5	35,1	63,7	548,8	5,42
7,8	113,2	4,8	23,6	4,2	cg	21,1	41,4	34,9	61,7	530,7	5,19
8	122,2	7,7	15,9	6,3	cg	21,3	41,8	35,1	64,2	572,9	5,71
8,2	65,2	3,2	20,4	4,9	cg	20,0	38,7	32,2	41,3	305,7	2,61
8,4	174,2	5,1	33,9	2,9	cg	22,0	43,7	36,4	78,6	816,6	8,90
8,6	189,2	2,9	64,5	1,6	cg	22,2	44,2	36,7	82,0	886,9	9,87
8,8	161,4	3,9	41,0	2,4	cg	21,8	43,4	35,9	73,7	756,3	8,09
9	110,4	2,9	38,5	2,6	cg	21,0	41,6	34,1	57,4	517,3	5,03
9,2	134,4	4,1	32,5	3,1	cg	21,4	42,6	34,9	64,7	629,8	6,43
9,4	127,4	10,1	12,6	8,0	cg	21,3	42,4	34,5	62,0	597,0	6,02
9,6	329,4	10,1	32,5	3,1	cg	23,3	47,2	38,6	91,5	1543,7	19,73
R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda	q _c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"=coesivi; "g"=granulari; "cg"=misti
	f _s	resistenza laterale (kg/cm ²)	φ ₁	(Kulhawy & Mayne, 1990)	S _u (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q _c /f _s	"Rapporto Begemann"	φ ₂	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f _s /q _c)	Dr	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowski 1988, Schmertmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	9,60
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-1	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	9,60
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-1	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q ₀ /f _s	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI										COESIVI								
									Dr (%)	φ (°)				E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)			Eu		M ₀	G ₀	
										valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze	Webb	Mitch. - Gard.		valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi	Larss.	valore medio	Schultze	Webb
1	0,0	4,2	cg	9,4	0,6	24,4	16,5	150	10,3	29,3	26,1	29,3	26,4	2,3	4,4	3,1	3,1	8,9	0,23	46,1	51,2	60,9	52,7	3,3	3,0	2,7	2,6
2	4,2	6,8	cg	113,2	1,7	79,2	21,0	379	71,0	36,6	40,5	37,7	35,4	28,3	16,2	29,0	29,1	65,4	5,19	555,2	616,8	758,2	643,4	21,8	28,4	14,9	73,2
3	6,8	9,6	cg	138,8	5,1	30,1	21,4	390	70,6	35,8	42,3	36,7	32,1	34,7	19,1	35,4	35,5	87,3	6,69	680,6	756,1	927,6	788,1	26,4	34,7	17,7	96,1

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	qc: resistenza alla punta (kg/cmq)	fs: resistenza laterale (kg/cmq)	Y': peso di volume efficace (kN/mc)	Dr: densità reativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	Ey: Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	Ey: Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M0: Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G0: Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (av) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	4,2	cg	Limo	9,4	6,2	Argille organiche	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	4,2	6,8	cg	Sabbia da fine a media	113,2	1,5	Sabbie addensate	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa
3	6,8	9,6	cg	Limo più o meno sabbioso	138,8	3,9	Terreni limoso e sabbiosi	Sabbie limoso argillose molto addensate con presenza di ghiaia sparsa

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-2	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

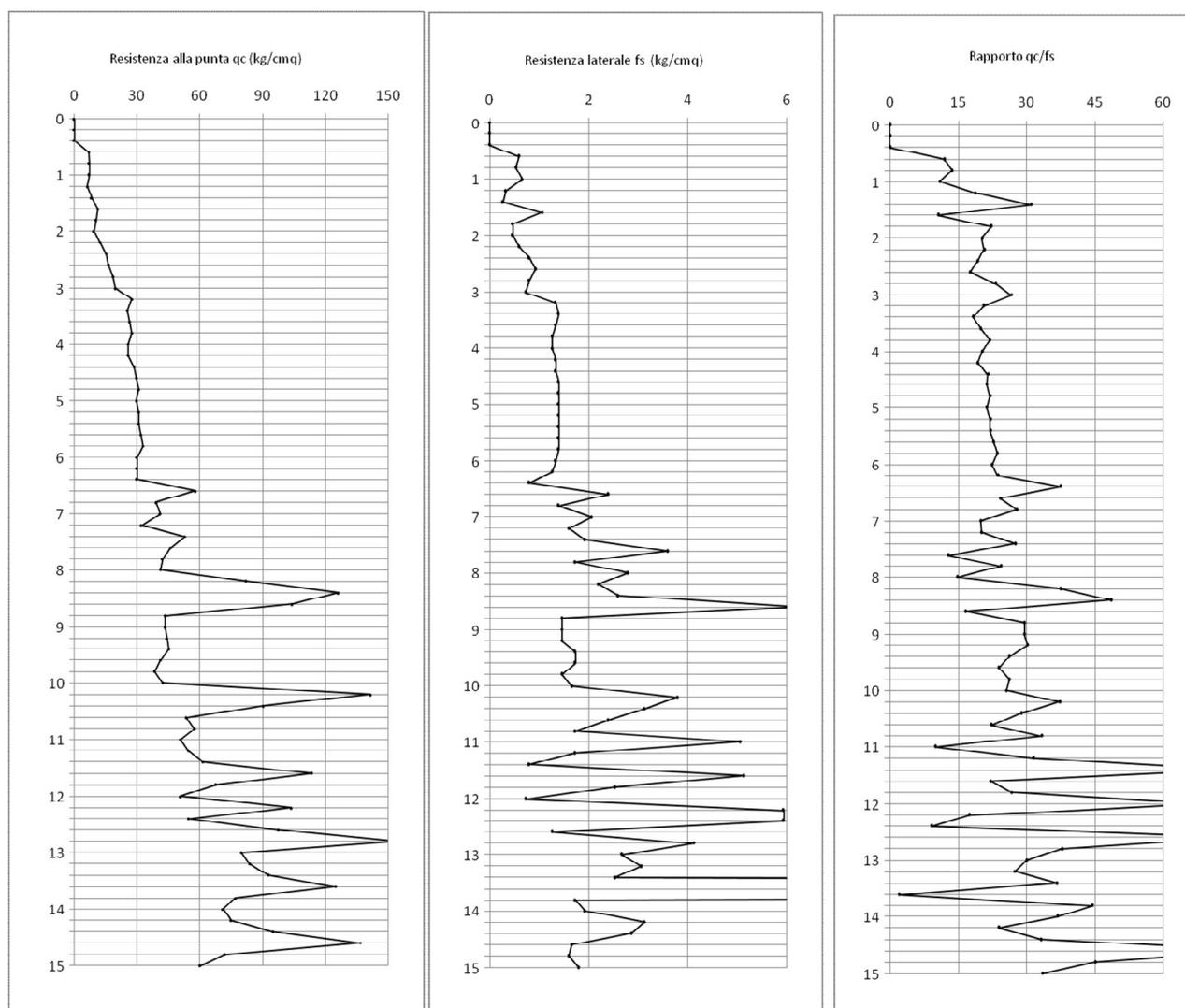
Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	7,1	0,6	11,9	8,4	cg	16,2	21,4	34,3	24,8	33,5	0,16
0,8	7,3	0,5	13,6	7,3	cg	16,3	22,2	33,1	20,7	34,1	0,17
1	7,3	0,7	10,9	9,2	cg	16,3	22,7	32,1	17,2	34,1	0,17
1,2	6,3	0,3	18,8	5,3	cg	16,0	22,4	30,6	10,9	29,4	0,14
1,4	8,3	0,3	31,0	3,2	cg	16,5	24,2	31,2	15,1	38,8	0,20
1,6	11,3	1,1	10,6	9,5	cg	16,9	26,1	31,9	20,7	52,8	0,29
1,8	10,4	0,5	22,3	4,5	cg	16,8	25,9	31,0	16,8	48,8	0,26
2	9,4	0,5	20,2	5,0	cg	16,7	25,7	30,1	12,8	44,1	0,23
2,2	12,4	0,6	20,7	4,8	cg	17,1	27,3	30,9	18,0	58,2	0,33
2,4	15,4	0,8	19,3	5,2	cg	17,5	28,6	31,4	22,1	72,2	0,43
2,6	16,4	0,9	17,6	5,7	cg	17,6	29,1	31,4	22,4	76,9	0,46
2,8	18,6	0,8	23,2	4,3	cg	17,8	29,9	31,6	24,4	86,9	0,54
3	19,6	0,7	26,7	3,8	cg	17,9	30,3	31,5	24,6	91,6	0,58
3,2	27,6	1,3	20,7	4,8	cg	18,4	32,2	32,7	32,9	129,1	0,89
3,4	25,6	1,4	18,3	5,5	cg	18,3	32,0	32,1	29,7	119,7	0,81
3,6	26,6	1,3	19,9	5,0	cg	18,4	32,3	32,0	29,8	124,4	0,85
3,8	27,7	1,3	21,9	4,6	cg	18,5	32,6	31,9	30,0	129,8	0,89
4	25,7	1,3	20,3	4,9	cg	18,3	32,4	31,4	27,1	120,4	0,81
4,2	25,7	1,3	19,3	5,2	cg	18,3	32,5	31,2	26,3	120,4	0,81
4,4	28,7	1,3	21,5	4,6	cg	18,5	33,1	31,4	28,5	134,4	0,93
4,6	29,7	1,4	21,2	4,7	cg	18,6	33,4	31,4	28,7	139,1	0,97
4,8	30,8	1,4	22,0	4,5	cg	18,6	33,7	31,4	29,0	144,5	1,02
5	29,8	1,4	21,3	4,7	cg	18,6	33,6	31,0	27,4	139,8	0,98
5,2	30,8	1,4	22,0	4,5	cg	18,6	33,9	31,0	27,6	144,5	1,02
5,4	30,8	1,4	22,0	4,5	cg	18,6	34,0	30,8	27,0	144,5	1,02
5,6	31,8	1,4	22,7	4,4	cg	18,7	34,2	30,8	27,2	149,1	1,06
5,8	33,0	1,4	23,5	4,2	cg	18,8	34,5	30,8	27,6	154,5	1,11
6	30,0	1,3	22,5	4,4	cg	18,6	34,1	30,2	24,4	140,4	0,99
6,2	30,0	1,3	23,7	4,2	cg	18,6	34,2	30,1	23,9	140,4	0,99
6,4	30,0	0,8	37,5	2,7	cg	18,6	34,3	29,9	23,4	140,4	0,99
6,6	58,0	2,4	24,2	4,1	cg	19,8	37,6	32,7	41,7	271,7	2,25
6,8	39,1	1,4	27,9	3,6	cg	19,1	35,7	30,8	29,6	183,2	1,37
7	41,1	2,1	19,9	5,0	cg	19,2	36,1	30,9	30,4	192,6	1,46
7,2	32,1	1,6	20,1	5,0	cg	18,7	34,9	29,7	23,2	150,4	1,07
7,4	53,1	1,9	27,5	3,6	cg	19,6	37,5	31,8	36,9	248,9	2,02
7,6	46,1	3,6	12,8	7,8	cg	19,4	36,8	31,0	32,3	216,0	1,69
7,8	42,2	1,7	24,4	4,1	cg	19,2	36,4	30,5	29,3	197,9	1,51
8	41,2	2,8	14,7	6,8	cg	19,2	36,4	30,3	28,2	193,3	1,47
8,2	82,2	2,2	37,4	2,7	cg	20,5	39,9	33,2	48,9	385,4	3,48
8,4	126,2	2,6	48,6	2,1	cg	21,3	42,1	35,0	64,3	591,6	5,95
8,6	104,2	6,3	16,6	6,0	cg	20,9	41,2	34,1	56,3	488,5	4,68
8,8	43,4	1,5	29,6	3,4	cg	19,3	36,9	30,1	28,0	203,3	1,57
9	43,4	1,5	29,6	3,4	cg	19,3	36,9	30,0	27,6	203,3	1,57
9,2	44,4	1,5	30,3	3,3	cg	19,3	37,1	30,0	27,8	208,0	1,61
9,4	45,4	1,7	26,2	3,8	cg	19,3	37,3	30,0	28,1	212,6	1,66
9,6	41,4	1,7	23,9	4,2	cg	19,2	36,8	29,5	25,2	193,9	1,48
9,8	38,5	1,5	26,3	3,8	cg	19,0	36,5	29,1	22,9	180,5	1,35
10	42,5	1,7	25,5	3,9	cg	19,2	37,1	29,5	25,3	199,2	1,53
10,2	141,5	3,8	37,2	2,7	cg	21,5	43,1	34,6	64,3	663,2	6,86
10,4	90,5	3,1	28,9	3,5	cg	20,7	41,0	32,6	47,2	424,2	3,93
10,6	53,5	2,4	22,3	4,5	cg	19,6	38,4	30,2	30,6	250,8	2,04
10,8	57,7	1,7	33,3	3,0	cg	19,8	38,8	30,4	32,4	270,2	2,23
11	50,7	5,1	10,0	10,0	cg	19,5	38,2	29,8	28,4	237,4	1,90
11,2	54,7	1,7	31,5	3,2	cg	19,7	38,6	30,0	30,3	256,1	2,09
11,4	61,7	0,8	77,1	1,3	cg	19,9	39,2	30,5	33,4	288,9	2,43
11,6	113,7	5,1	22,1	4,5	cg	21,1	42,4	33,1	52,9	532,6	5,22
11,8	67,8	2,5	26,8	3,7	cg	20,1	39,8	30,8	35,6	317,7	2,73
12	50,8	0,7	69,3	1,4	cg	19,5	38,4	29,4	27,0	238,0	1,91
12,2	103,8	5,9	17,5	5,7	cg	20,9	42,0	32,5	48,6	486,4	4,66
12,4	54,8	5,9	9,2	10,8	cg	19,7	38,9	29,6	28,5	256,8	2,10
12,6	97,8	1,3	77,2	1,3	cg	20,8	41,8	32,1	45,9	458,3	4,32
12,8	155,9	4,1	37,7	2,7	cg	21,7	44,2	34,0	62,8	730,8	7,75
13	79,9	2,7	30,0	3,3	cg	20,4	40,9	31,0	38,8	374,6	3,36
13,2	83,9	3,1	27,4	3,7	cg	20,5	41,1	31,2	40,1	393,3	3,57
13,4	92,9	2,5	36,7	2,7	cg	20,7	41,7	31,6	43,0	435,5	4,06
13,6	124,9	61,8	2,0	49,5	cg	21,3	43,2	32,8	52,9	585,5	5,87
13,8	77,1	1,7	44,5	2,2	cg	20,3	40,8	30,6	36,6	361,1	3,21
14	71,1	1,9	36,8	2,7	cg	20,2	40,4	30,2	33,9	333,0	2,90

14,2	75,1	3,1	24,0	4,2	cg	20,3	40,8	30,4	35,3	351,8	3,11
14,4	95,1	2,9	33,2	3,0	cg	20,7	42,0	31,3	42,3	445,5	4,17
14,6	137,1	1,7	82,2	1,2	cg	21,5	43,8	32,9	54,7	642,4	6,59
14,8	72,2	1,6	45,1	2,2	cg	20,2	40,7	30,0	33,3	338,4	2,96
15	60,2	1,8	33,4	3,0	cg	19,9	39,8	29,2	27,9	282,1	2,36

Legenda	q_c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"-coesivi; "g"-granulari; "cg"-misti
	f_s	resistenza laterale (kg/cm ²)	ϕ'_1	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q_c/f_s	"Rapporto Begemann"	ϕ'_2	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f_s/q_c)	Dr	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmertmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-2	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-2	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

									GRANULARI								COESIVI										
Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q _v /f _s	γ'	V _s medie (m/s)	Dr (%)	φ (°)				E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				E _u		M ₀	G ₀
									valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze	Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi	Larss.	valore medio	Schultze	Webb	Sangl.	Mayne - Rix
1	0,0	3,0	cg	11,5	0,6	19,0	16,9	157	19,7	31,5	26,4	32,2	28,3	2,9	4,6	3,6	3,7	8,4	0,30	56,5	62,7	75,9	65,0	3,7	3,5	3,7	3,5
2	3,0	6,4	cg	29,1	1,3	22,4	18,5	241	27,7	31,2	33,4	31,4	29,6	7,3	6,6	8,0	8,1	23,3	0,95	142,6	158,4	190,7	163,9	6,8	7,8	4,6	11,9
3	6,4	12,4	cg	62,2	2,6	28,3	19,8	330	37,7	31,5	38,8	31,5	30,9	15,5	10,4	16,3	16,3	50,9	2,46	305,0	338,8	408,4	350,8	12,7	15,9	8,8	32,9
4	12,4	15,0	cg	94,1	6,9	39,2	20,7	400	42,7	31,5	41,8	31,3	31,5	23,5	14,0	24,2	24,3	80,5	4,12	461,5	512,7	617,3	530,5	18,4	23,8	12,8	57,2

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	q_c: resistenza alla punta (kg/cm ²)	f_s: resistenza laterale (kg/cm ²)	Y': peso di volume efficace (kN/m ³)	Dr: densità reattiva (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	E_y: Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	E_y: Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M₀: Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G₀: Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (ov) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	3,0	cg	Argilla inorganica	11,5	5,9	Argilla inorganica compatta	Depositi limoso sabbiosi con argilla da poco a mediamente consistenti
2	3,0	6,4	cg	Limo	29,1	4,6	Argille sabbiose e limose	Limi sabbiosi con argilla da poco a mediamente consistenti
3	6,4	12,4	cg	Limo	62,2	4,4	Argille limose e sabbiose	Limi sabbioso argillosi mediamente consistenti
4	12,4	15,0	cg	Limo più o meno sabbioso	94,1	6,3	Argille sabbiose compatte	Limi argilloso sabbiosi consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-3	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	04/11/2014	Note	

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

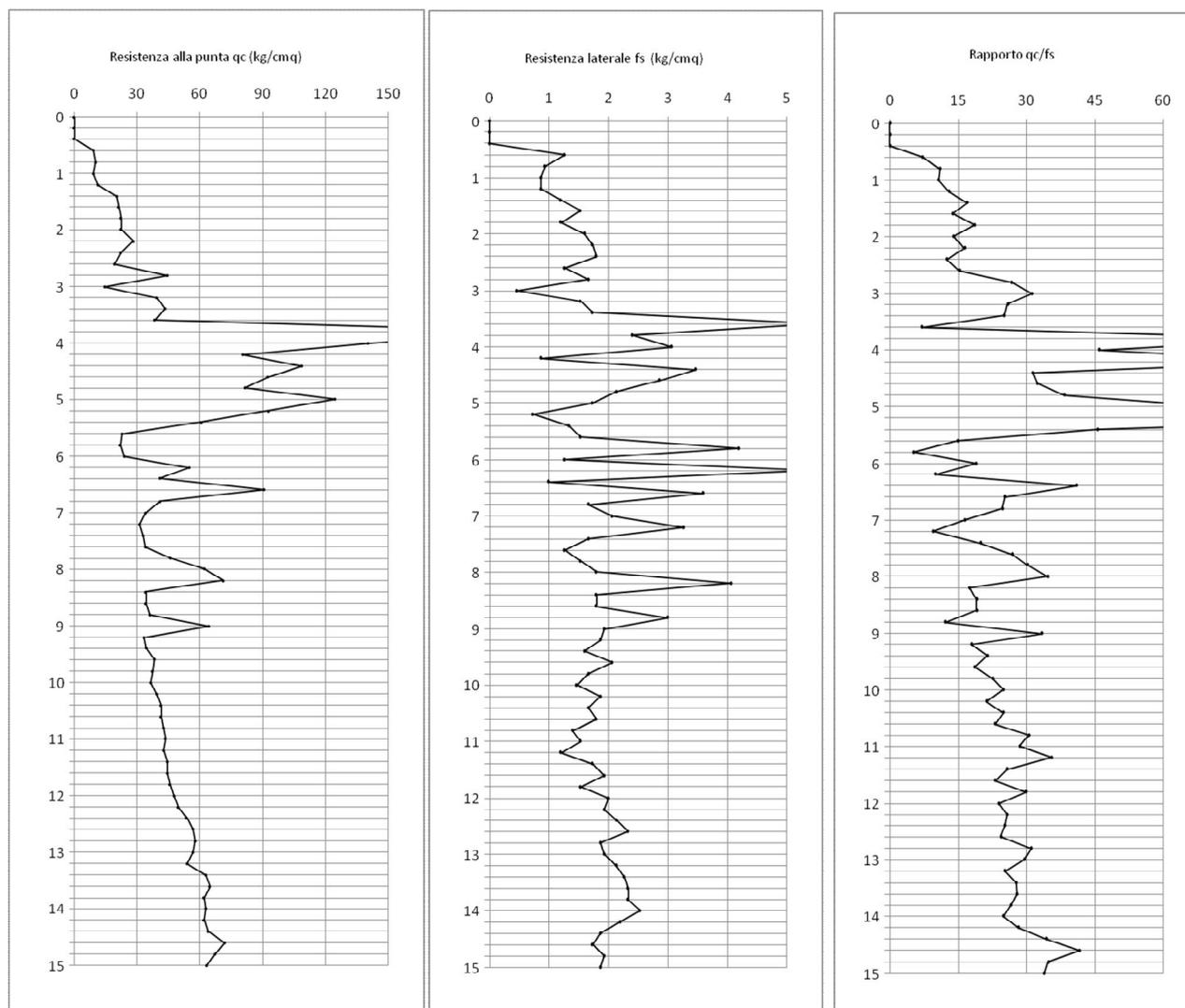
Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	9,1	1,3	7,2	13,9	cg	16,6	22,7	35,4	31,2	42,8	0,22
0,8	10,3	0,9	11,0	9,1	cg	16,8	23,9	34,6	29,5	48,2	0,26
1	9,3	0,9	10,7	9,3	cg	16,6	24,0	33,2	23,2	43,5	0,23
1,2	11,3	0,9	13,0	7,7	cg	16,9	25,4	33,2	25,3	52,8	0,29
1,4	20,3	1,2	16,9	5,9	cg	17,9	28,7	35,1	38,7	95,0	0,60
1,6	21,3	1,5	13,9	7,2	cg	18,0	29,2	34,7	37,7	99,7	0,64
1,8	22,4	1,2	18,7	5,4	cg	18,1	29,8	34,4	37,1	105,0	0,69
2	22,4	1,6	14,0	7,1	cg	18,1	30,0	33,9	35,3	105,0	0,69
2,2	28,4	1,7	16,4	6,1	cg	18,5	31,4	34,5	40,5	133,2	0,92
2,4	22,4	1,8	12,5	8,0	cg	18,1	30,5	33,1	32,1	105,0	0,69
2,6	19,4	1,3	15,3	6,5	cg	17,8	29,9	32,1	26,8	91,0	0,57
2,8	44,6	1,7	26,7	3,7	cg	19,3	34,3	35,4	50,1	208,8	1,62
3	14,6	0,5	31,2	3,2	cg	17,4	28,8	30,2	17,1	68,2	0,40
3,2	39,6	1,5	25,8	3,9	cg	19,1	34,0	34,3	43,6	185,4	1,39
3,4	43,6	1,7	25,1	4,0	cg	19,3	34,6	34,4	45,5	204,1	1,57
3,6	38,6	5,5	7,0	14,4	cg	19,0	34,1	33,6	40,6	180,7	1,35
3,8	220,7	2,4	92,0	1,1	cg	22,5	43,0	41,0	91,9	1034,4	11,96
4	140,7	3,1	45,9	2,2	cg	21,5	40,9	38,8	83,0	659,4	6,81
4,2	80,7	0,9	93,1	1,1	cg	20,4	38,2	36,2	62,8	378,2	3,40
4,4	108,7	3,5	31,4	3,2	cg	21,0	39,8	37,3	74,2	509,4	4,93
4,6	92,7	2,9	32,3	3,1	cg	20,7	39,1	36,4	66,2	434,4	4,04
4,8	81,8	2,1	38,4	2,6	cg	20,5	38,6	35,6	60,3	383,5	3,46
5	124,8	1,7	72,0	1,4	cg	21,3	40,8	37,3	77,1	585,0	5,87
5,2	92,8	0,7	126,6	0,8	cg	20,7	39,4	35,8	63,4	435,1	4,05
5,4	60,8	1,3	45,6	2,2	cg	19,9	37,4	33,8	47,2	285,1	2,39
5,6	22,8	1,5	14,9	6,7	cg	18,1	32,6	29,3	18,5	107,0	0,70
5,8	22,0	4,2	5,2	19,1	cg	18,1	32,5	29,0	17,0	102,9	0,67
6	24,0	1,3	18,9	5,3	cg	18,2	33,0	29,3	18,6	112,3	0,75
6,2	55,0	5,5	10,1	9,9	cg	19,7	37,2	32,7	41,3	257,6	2,10
6,4	41,0	1,0	41,0	2,4	cg	19,2	35,8	31,3	31,9	192,0	1,46
6,6	91,0	3,6	25,3	4,0	cg	20,7	39,9	34,7	57,1	426,3	3,95
6,8	41,1	1,7	24,7	4,1	cg	19,2	36,0	31,0	31,0	192,6	1,46
7	34,1	2,1	16,5	6,1	cg	18,8	35,1	30,1	25,3	159,8	1,16
7,2	31,1	3,3	9,5	10,5	cg	18,7	34,7	29,6	22,4	145,7	1,03
7,4	33,1	1,7	19,9	5,0	cg	18,8	35,1	29,7	23,6	155,1	1,12
7,6	34,1	1,3	26,9	3,7	cg	18,8	35,3	29,7	23,9	159,8	1,16
7,8	46,2	1,5	30,2	3,3	cg	19,4	36,9	30,9	31,9	216,7	1,70
8	62,2	1,8	34,6	2,9	cg	19,9	38,4	32,1	40,3	291,7	2,46
8,2	71,2	4,1	17,5	5,7	cg	20,2	39,2	32,6	44,1	333,9	2,91
8,4	34,2	1,8	19,0	5,3	cg	18,8	35,6	29,3	22,4	160,4	1,16
8,6	34,2	1,8	19,0	5,3	cg	18,8	35,6	29,2	22,0	160,4	1,16
8,8	36,4	3,0	12,1	8,2	cg	18,9	36,0	29,4	23,2	170,5	1,26
9	64,4	1,9	33,3	3,0	cg	20,0	38,9	31,7	39,1	301,7	2,56
9,2	33,4	1,9	17,9	5,6	cg	18,8	35,7	28,8	20,2	156,4	1,13
9,4	34,4	1,6	21,5	4,7	cg	18,8	35,9	28,8	20,6	161,1	1,17
9,6	38,4	2,1	18,6	5,4	cg	19,0	36,5	29,2	23,2	179,8	1,34
9,8	37,5	1,7	22,5	4,4	cg	19,0	36,4	29,0	22,2	175,8	1,31
10	36,5	1,5	24,9	4,0	cg	18,9	36,3	28,8	21,2	171,1	1,26
10,2	39,5	1,9	21,2	4,7	cg	19,1	36,8	29,1	23,0	185,2	1,39
10,4	41,5	1,7	24,9	4,0	cg	19,2	37,0	29,2	23,9	194,5	1,48
10,6	41,5	1,8	23,1	4,3	cg	19,2	37,1	29,1	23,6	194,5	1,48
10,8	42,7	1,4	30,5	3,3	cg	19,2	37,3	29,1	24,0	199,9	1,53
11	43,7	1,5	28,5	3,5	cg	19,3	37,4	29,1	24,4	204,6	1,58
11,2	42,7	1,2	35,5	2,8	cg	19,2	37,4	29,0	23,4	199,9	1,53
11,4	44,7	1,7	25,8	3,9	cg	19,3	37,6	29,1	24,4	209,2	1,62
11,6	44,7	1,9	23,1	4,3	cg	19,3	37,7	29,0	24,1	209,2	1,62
11,8	45,8	1,5	29,9	3,3	cg	19,4	37,8	29,0	24,5	214,6	1,67
12	47,8	2,0	23,9	4,2	cg	19,4	38,1	29,2	25,3	223,9	1,77
12,2	49,8	1,9	25,8	3,9	cg	19,5	38,3	29,3	26,2	233,3	1,86
12,4	53,8	2,1	25,2	4,0	cg	19,7	38,8	29,5	28,0	252,1	2,05
12,6	56,8	2,3	24,3	4,1	cg	19,8	39,1	29,7	29,3	266,1	2,19
12,8	57,9	1,9	31,0	3,2	cg	19,8	39,2	29,7	29,6	271,5	2,25
13	56,9	1,9	29,4	3,4	cg	19,8	39,2	29,6	28,8	266,8	2,20
13,2	53,9	2,1	25,3	4,0	cg	19,7	38,9	29,2	27,0	252,7	2,05
13,4	62,9	2,3	27,8	3,6	cg	20,0	39,7	29,9	31,1	294,9	2,49
13,6	64,9	2,3	27,8	3,6	cg	20,0	39,9	29,9	31,8	304,3	2,59
13,8	62,1	2,3	26,6	3,8	cg	19,9	39,7	29,7	30,2	290,8	2,45
14	63,1	2,5	24,9	4,0	cg	20,0	39,9	29,7	30,4	295,5	2,50

14,2	62,1	2,2	28,2	3,5	cg	19,9	39,8	29,5	29,7	290,8	2,45
14,4	64,1	1,9	34,3	2,9	cg	20,0	40,0	29,6	30,4	300,2	2,55
14,6	72,1	1,7	41,6	2,4	cg	20,2	40,6	30,1	33,5	337,7	2,95
14,8	67,2	1,9	34,8	2,9	cg	20,1	40,3	29,7	31,2	314,9	2,71
15	63,2	1,9	33,9	3,0	cg	20,0	40,0	29,4	29,2	296,2	2,51

Legenda	q_c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"-coesivi; "g"-granulari; "cg"-misti
	f_s	resistenza laterale (kg/cm ²)	ϕ'_1	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q_c/f_s	"Rapporto Begemann"	ϕ'_2	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f_s/q_c)	Dr	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmertmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-3	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	04/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-3	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	04/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q ₀ /f _s	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI										COESIVI								
									Dr (%)	φ (°)				E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				Eu		M ₀	G ₀
										valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze				Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi		
1	0,0	3,6	cg	23,6	1,6	16,6	18,0	202	35,9	33,9	30,4	35,0	28,3	5,9	6,0	6,6	6,7	13,9	0,73	115,7	128,5	157,0	133,7	5,8	6,5	4,3	9,0
2	3,6	5,4	cg	111,5	2,1	64,1	20,9	372	75,0	37,3	40,0	38,5	35,8	27,9	16,0	28,6	28,7	61,3	5,10	547,1	607,8	748,2	634,3	21,5	28,0	14,8	71,8
3	5,4	15,0	cg	48,0	2,1	24,8	19,4	308	28,4	30,0	37,7	29,5	32,3	12,0	8,8	12,7	12,8	45,5	1,78	235,4	261,4	311,5	269,4	10,2	12,5	7,0	23,3

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	q _c : resistenza alla punta (kg/cmq)	f _s : resistenza laterale (kg/cmq)	Y': peso di volume efficace (kN/mc)	Dr: densità reativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	E _y : Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	E _y : Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M ₀ : Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G ₀ : Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	3,6	cg	Argilla inorganica	23,6	7,2	Argilla inorganica	Depositi limoso sabbiosi con argilla da poco a mediamente consistenti
2	3,6	5,4	cg	Sabbia da fine a media	111,5	2,0	Sabbia adensata	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa
3	5,4	15,0	cg	Limo	48,0	4,7	Argille sabbiose e limose	Limi sabbioso argillosi molto consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-4	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	11/11/2014	Note	

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

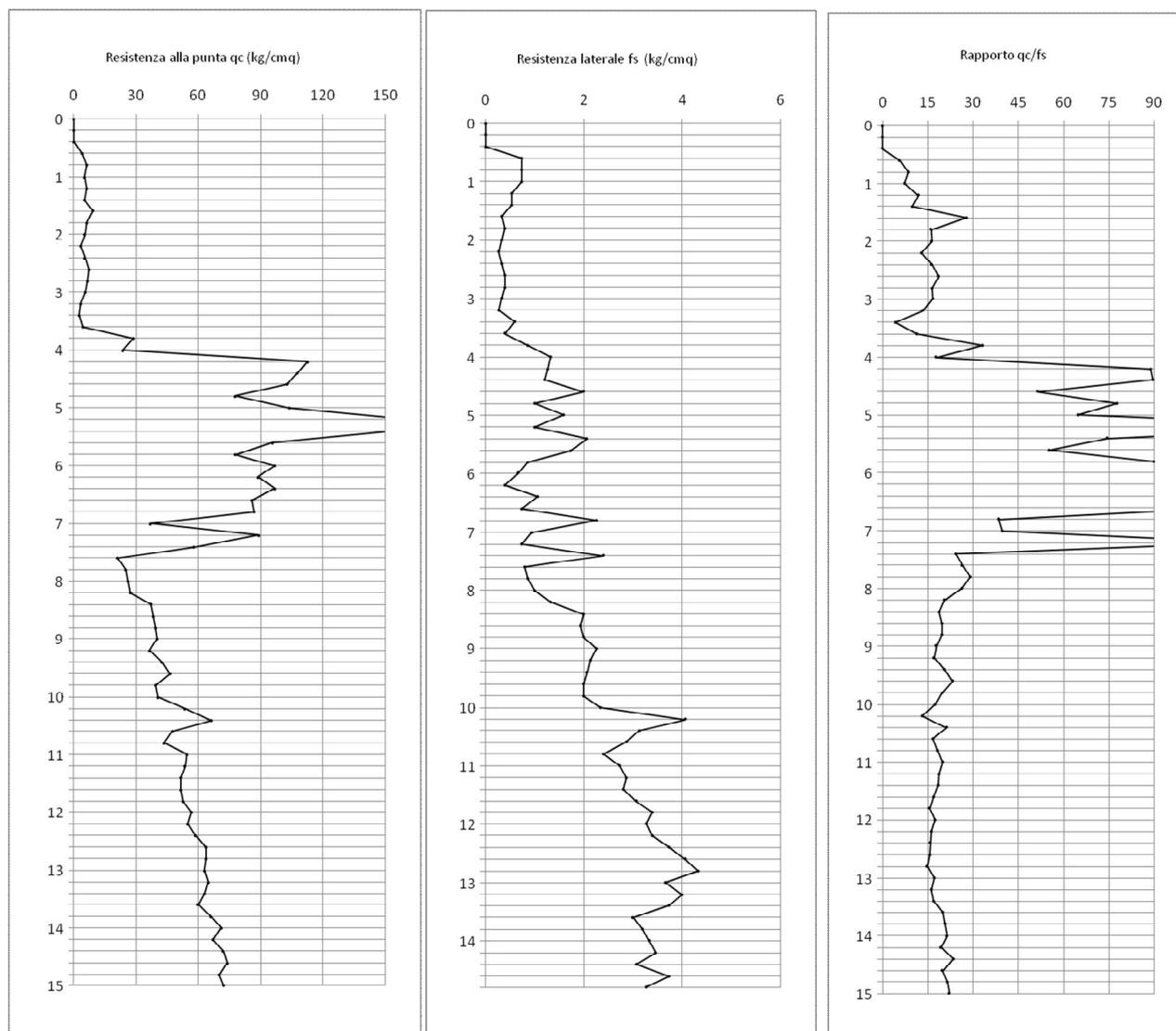
Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	4,1	0,7	5,6	17,7	cg	15,4	18,7	31,9	11,5	19,4	0,08
0,8	6,3	0,7	8,6	11,7	cg	16,0	21,5	32,5	17,1	29,4	0,14
1	5,3	0,7	7,2	13,9	cg	15,8	21,1	30,7	9,5	24,7	0,11
1,2	6,3	0,5	11,8	8,5	cg	16,0	22,4	30,6	10,9	29,4	0,14
1,4	5,3	0,5	9,9	10,1	cg	15,8	21,9	29,2	4,5	24,7	0,11
1,6	9,3	0,3	27,8	3,6	cg	16,6	25,1	31,0	15,8	43,5	0,23
1,8	6,4	0,4	16,0	6,2	cg	16,1	23,5	28,9	5,3	30,1	0,14
2	5,4	0,3	16,2	6,2	cg	15,8	22,9	27,7	5,9	25,4	0,12
2,2	3,4	0,3	12,8	7,8	cg	15,1	20,8	25,2	3,3	16,0	0,07
2,4	5,4	0,3	16,2	6,2	cg	15,8	23,4	26,9	5,3	25,4	0,12
2,6	7,4	0,4	18,5	5,4	cg	16,3	25,1	27,9	5,9	34,7	0,17
2,8	6,6	0,4	16,4	6,1	cg	16,1	24,7	27,0	3,1	30,7	0,15
3	5,6	0,3	16,7	6,0	cg	15,8	24,0	26,0	4,8	26,0	0,12
3,2	3,6	0,3	13,3	7,5	cg	15,2	21,9	23,7	2,8	16,6	0,07
3,4	2,6	0,6	4,3	23,5	cg	14,7	20,4	22,0	1,8	11,9	0,05
3,6	4,6	0,4	11,4	8,8	cg	15,5	23,5	24,3	3,5	21,3	0,09
3,8	28,7	0,9	33,1	3,0	cg	18,5	32,8	32,1	31,0	134,5	0,93
4	23,7	1,3	17,8	5,6	cg	18,2	32,0	31,0	24,9	111,0	0,73
4,2	112,7	1,3	89,0	1,1	cg	21,1	39,9	37,6	77,1	528,2	5,16
4,4	107,7	1,2	89,7	1,1	cg	21,0	39,8	37,2	73,8	504,7	4,88
4,6	102,7	2,0	51,3	1,9	cg	20,9	39,6	36,8	70,5	481,3	4,60
4,8	77,8	1,0	77,8	1,3	cg	20,4	38,3	35,4	58,4	364,8	3,25
5	103,8	1,6	64,9	1,5	cg	20,9	39,9	36,5	68,9	486,6	4,66
5,2	162,8	1,0	162,8	0,6	cg	21,8	42,2	38,3	82,2	763,1	8,18
5,4	153,8	2,1	74,4	1,3	cg	21,7	42,0	37,9	85,1	721,0	7,62
5,6	95,8	1,7	55,3	1,8	cg	20,8	39,8	35,6	62,9	449,1	4,22
5,8	78,0	0,9	90,0	1,1	cg	20,4	38,8	34,6	54,3	365,4	3,26
6	97,0	0,7	145,4	0,7	cg	20,8	40,0	35,4	61,7	454,4	4,28
6,2	89,0	0,4	222,4	0,4	cg	20,6	39,6	34,8	57,7	416,9	3,84
6,4	97,0	1,1	90,9	1,1	cg	20,8	40,1	35,1	60,2	454,4	4,28
6,6	86,0	0,7	117,2	0,9	cg	20,6	39,6	34,4	55,0	402,9	3,68
6,8	87,1	2,3	38,4	2,6	cg	20,6	39,7	34,3	54,9	408,2	3,74
7	37,1	0,9	39,8	2,5	cg	19,0	35,5	30,5	27,6	173,9	1,29
7,2	89,1	0,7	121,5	0,8	cg	20,6	40,0	34,2	54,4	417,6	3,85
7,4	58,1	2,4	24,2	4,1	cg	19,8	37,9	32,2	39,6	272,3	2,26
7,6	21,1	0,8	26,4	3,8	cg	18,0	32,9	27,6	11,7	98,9	0,64
7,8	25,2	0,9	29,1	3,4	cg	18,3	33,9	28,3	15,8	118,3	0,80
8	26,2	1,0	26,2	3,8	cg	18,4	34,1	28,4	16,3	123,0	0,83
8,2	27,2	1,3	20,4	4,9	cg	18,4	34,4	28,4	16,9	127,6	0,87
8,4	37,2	2,0	18,6	5,4	cg	19,0	36,0	29,7	24,6	174,5	1,29
8,6	38,2	1,9	19,8	5,1	cg	19,0	36,2	29,7	24,9	179,2	1,34
8,8	39,4	2,0	19,7	5,1	cg	19,1	36,4	29,7	25,3	184,5	1,39
9	40,4	2,3	17,8	5,6	cg	19,1	36,6	29,7	25,6	189,2	1,43
9,2	36,4	2,1	17,1	5,9	cg	18,9	36,1	29,2	22,5	170,5	1,26
9,4	42,4	2,1	20,5	4,9	cg	19,2	36,9	29,7	26,2	198,6	1,52
9,6	46,4	2,0	23,2	4,3	cg	19,4	37,4	30,0	28,3	217,3	1,70
9,8	39,5	2,0	19,8	5,1	cg	19,1	36,7	29,2	23,6	185,2	1,39
10	40,5	2,3	17,4	5,8	cg	19,1	36,8	29,2	24,0	189,9	1,44
10,2	53,5	4,1	13,2	7,6	cg	19,6	38,3	30,4	31,3	250,8	2,04
10,4	66,5	3,1	21,2	4,7	cg	20,1	39,4	31,2	37,4	311,7	2,67
10,6	47,5	2,9	16,6	6,0	cg	19,4	37,8	29,7	27,3	222,7	1,75
10,8	43,7	2,4	18,2	5,5	cg	19,3	37,4	29,2	24,7	204,6	1,58
11	54,7	2,7	20,0	5,0	cg	19,7	38,6	30,1	30,6	256,1	2,09
11,2	53,7	2,9	18,7	5,3	cg	19,7	38,5	30,0	29,7	251,4	2,04
11,4	51,7	2,8	18,4	5,4	cg	19,6	38,4	29,7	28,4	242,0	1,95
11,6	51,7	3,1	16,8	5,9	cg	19,6	38,4	29,6	28,1	242,0	1,95
11,8	52,8	3,4	15,5	6,4	cg	19,6	38,6	29,7	28,4	247,4	2,00
12	56,8	3,3	17,4	5,8	cg	19,8	39,0	29,9	30,1	266,1	2,19
12,2	54,8	3,4	16,1	6,2	cg	19,7	38,8	29,7	28,8	256,8	2,10
12,4	58,8	3,7	15,7	6,3	cg	19,8	39,2	29,9	30,5	275,5	2,29
12,6	63,8	4,1	15,7	6,4	cg	20,0	39,7	30,2	32,6	298,9	2,53
12,8	63,9	4,3	14,8	6,8	cg	20,0	39,7	30,1	32,4	299,6	2,54
13	62,9	3,7	17,2	5,8	cg	20,0	39,7	30,0	31,7	294,9	2,49
13,2	64,9	4,0	16,2	6,2	cg	20,0	39,9	30,1	32,3	304,3	2,59
13,4	62,9	3,7	16,9	5,9	cg	20,0	39,7	29,9	31,1	294,9	2,49
13,6	59,9	3,0	20,0	5,0	cg	19,9	39,5	29,6	29,5	280,8	2,34
13,8	66,1	3,2	20,6	4,8	cg	20,0	40,1	29,9	32,0	309,6	2,65
14	71,1	3,3	21,3	4,7	cg	20,2	40,4	30,2	33,9	333,0	2,90

14,2	67,1	3,5	19,3	5,2	cg	20,1	40,2	29,9	31,9	314,3	2,70
14,4	72,1	3,1	23,5	4,3	cg	20,2	40,6	30,1	33,8	337,7	2,95
14,6	74,1	3,7	19,8	5,0	cg	20,3	40,8	30,2	34,3	347,1	3,05
14,8	70,2	3,3	21,5	4,7	cg	20,2	40,5	29,9	32,5	329,0	2,86
15	72,2	3,3	22,1	4,5	cg	20,2	40,7	30,0	33,1	338,4	2,96

Legenda	q_c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"=coesivi; "g"=granulari; "cg"=misti
	f_s	resistenza laterale (kg/cm ²)	ϕ'_1	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q_c/f_s	"Rapporto Begemann"	ϕ'_2	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f_s/q_c)	Dr	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmertmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-4	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	11/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-4	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	11/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q _c /f _s	γ'	V _s medie (m/s)	GRANULARI					COESIVI													
									Dr (%)	φ (°)			E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				Eu		M ₀	G ₀	
										valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.				Schultze	Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI			Bruschi
1	0,0	3,6	cg	5,5	0,5	13,3	15,8	128	5,8	27,6	23,0	27,0	24,2	1,4	3,9	2,1	2,2	6,4	0,12	26,8	29,7	34,7	30,4	2,6	2,0	1,4	1,3
2	3,6	7,6	cg	85,4	1,2	81,6	20,3	339	58,2	35,1	39,2	36,0	33,9	21,4	13,1	22,1	22,2	52,7	3,65	419,1	465,6	570,2	485,0	16,9	21,6	11,7	50,3
3	7,6	15,0	cg	52,9	2,9	19,1	19,6	325	29,0	29,9	38,5	29,3	32,4	13,2	9,3	13,9	14,0	51,1	2,00	259,4	288,0	342,7	296,7	11,1	13,7	7,7	26,5

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	qc: resistenza alla punta (kg/cm ²)	fs: resistenza laterale (kg/cm ²)	Y': peso di volume efficace (kN/m ³)	Dr: densità reativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	Ey: Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	Ey: Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M0: Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G0: Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	3,6	cg	Argilla organica	5,5	9,3	Argille organiche e terreni misti	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	3,6	7,6	cg	Sabbia grossolana-ghiaia	85,4	1,9	Sabbie molto addensate	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa
3	7,6	15,0	cg	Argilla inorganica	52,9	5,4	Argille sabbiose e limose	Limi sabbioso argillosi molto consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-5	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	04/11/2014	Note	

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

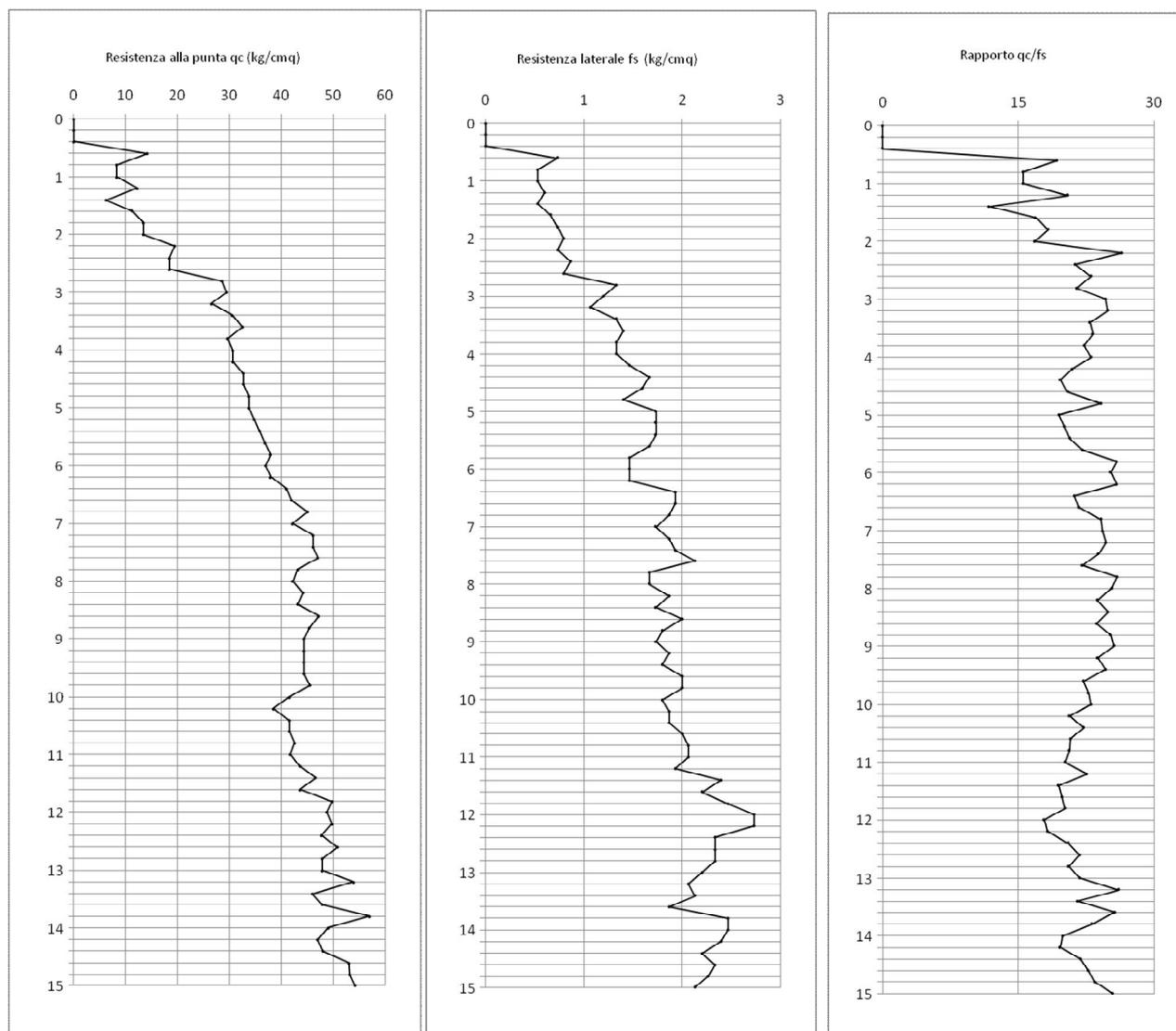
Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	14,1	0,7	19,3	5,2	cg	17,3	24,8	37,3	43,5	66,3	0,39
0,8	8,3	0,5	15,5	6,4	cg	16,5	22,9	33,7	23,9	38,8	0,20
1	8,3	0,5	15,5	6,4	cg	16,5	23,4	32,7	20,4	38,8	0,20
1,2	12,3	0,6	20,5	4,9	cg	17,1	25,8	33,6	27,5	57,5	0,32
1,4	6,3	0,5	11,8	8,5	cg	16,0	22,8	29,9	8,6	29,4	0,14
1,6	11,3	0,7	16,9	5,9	cg	16,9	26,1	31,9	20,7	52,8	0,29
1,8	13,4	0,7	18,3	5,5	cg	17,2	27,2	32,1	23,2	62,9	0,36
2	13,4	0,8	16,8	6,0	cg	17,2	27,5	31,7	21,5	62,9	0,36
2,2	19,4	0,7	26,5	3,8	cg	17,8	29,5	32,8	29,6	91,0	0,57
2,4	18,4	0,9	21,2	4,7	cg	17,8	29,5	32,2	26,7	86,3	0,54
2,6	18,4	0,8	23,0	4,3	cg	17,8	29,7	31,9	25,4	86,3	0,54
2,8	28,6	1,3	21,4	4,7	cg	18,5	32,0	33,4	36,2	133,8	0,93
3	29,6	1,2	24,6	4,1	cg	18,6	32,4	33,3	36,0	138,5	0,97
3,2	26,6	1,1	24,9	4,0	cg	18,4	32,0	32,5	31,8	124,4	0,85
3,4	30,6	1,3	22,9	4,4	cg	18,6	32,8	32,9	34,7	143,2	1,01
3,6	32,6	1,4	23,3	4,3	cg	18,7	33,3	32,9	35,5	152,6	1,09
3,8	29,7	1,3	22,3	4,5	cg	18,6	33,0	32,2	32,0	139,1	0,97
4	30,7	1,3	23,0	4,3	cg	18,6	33,3	32,2	32,0	143,8	1,02
4,2	30,7	1,5	20,9	4,8	cg	18,6	33,4	31,9	31,1	143,8	1,02
4,4	32,7	1,7	19,6	5,1	cg	18,7	33,8	32,0	32,1	153,2	1,10
4,6	32,7	1,6	20,4	4,9	cg	18,7	33,9	31,8	31,3	153,2	1,10
4,8	33,8	1,4	24,2	4,1	cg	18,8	34,2	31,8	31,6	158,5	1,15
5	33,8	1,7	19,5	5,1	cg	18,8	34,3	31,6	30,8	158,5	1,15
5,2	34,8	1,7	20,1	5,0	cg	18,9	34,5	31,5	31,0	163,2	1,19
5,4	35,8	1,7	20,7	4,8	cg	18,9	34,7	31,5	31,1	167,9	1,23
5,6	36,8	1,7	22,1	4,5	cg	19,0	35,0	31,4	31,3	172,6	1,28
5,8	38,0	1,5	25,9	3,9	cg	19,0	35,2	31,4	31,5	177,9	1,32
6	37,0	1,5	25,2	4,0	cg	19,0	35,2	31,1	30,2	173,2	1,28
6,2	38,0	1,5	25,9	3,9	cg	19,0	35,4	31,1	30,3	177,9	1,32
6,4	41,0	1,9	21,2	4,7	cg	19,2	35,8	31,3	31,9	192,0	1,46
6,6	42,0	1,9	21,7	4,6	cg	19,2	36,0	31,3	32,1	196,7	1,50
6,8	45,1	1,9	24,2	4,1	cg	19,3	36,4	31,5	33,6	211,4	1,64
7	42,1	1,7	24,3	4,1	cg	19,2	36,2	31,0	31,1	197,3	1,51
7,2	46,1	1,9	24,7	4,0	cg	19,4	36,7	31,3	33,2	216,1	1,69
7,4	46,1	1,9	23,8	4,2	cg	19,4	36,8	31,2	32,7	216,0	1,69
7,6	47,1	2,1	22,1	4,5	cg	19,4	36,9	31,1	32,9	220,7	1,73
7,8	43,2	1,7	25,9	3,9	cg	19,3	36,6	30,7	30,0	202,6	1,56
8	42,2	1,7	25,3	3,9	cg	19,2	36,5	30,4	28,9	197,9	1,51
8,2	44,2	1,9	23,7	4,2	cg	19,3	36,8	30,5	29,8	207,3	1,60
8,4	43,2	1,7	24,9	4,0	cg	19,3	36,7	30,3	28,7	202,6	1,56
8,6	47,2	2,0	23,6	4,2	cg	19,4	37,2	30,6	30,8	221,4	1,74
8,8	45,4	1,8	25,2	4,0	cg	19,3	37,1	30,3	29,2	212,6	1,66
9	44,4	1,7	25,6	3,9	cg	19,3	37,0	30,1	28,2	208,0	1,61
9,2	44,4	1,9	23,8	4,2	cg	19,3	37,1	30,0	27,8	208,0	1,61
9,4	44,4	1,8	24,7	4,1	cg	19,3	37,1	29,9	27,5	208,0	1,61
9,6	44,4	2,0	22,2	4,5	cg	19,3	37,2	29,8	27,1	208,0	1,61
9,8	45,5	2,0	22,8	4,4	cg	19,3	37,4	29,8	27,5	213,3	1,66
10	41,5	1,8	23,1	4,3	cg	19,2	37,0	29,4	24,6	194,5	1,48
10,2	38,5	1,9	20,6	4,8	cg	19,0	36,6	28,9	22,3	180,5	1,35
10,4	41,5	1,9	22,2	4,5	cg	19,2	37,0	29,2	23,9	194,5	1,48
10,6	41,5	2,0	20,8	4,8	cg	19,2	37,1	29,1	23,6	194,5	1,48
10,8	42,7	2,1	20,6	4,8	cg	19,2	37,3	29,1	24,0	199,9	1,53
11	41,7	2,1	20,2	5,0	cg	19,2	37,2	28,9	23,1	195,2	1,49
11,2	43,7	1,9	22,6	4,4	cg	19,3	37,5	29,1	24,1	204,6	1,58
11,4	46,7	2,4	19,4	5,1	cg	19,4	37,9	29,3	25,6	218,6	1,71
11,6	43,7	2,2	19,8	5,0	cg	19,3	37,6	28,9	23,5	204,6	1,58
11,8	49,8	2,5	20,2	5,0	cg	19,5	38,3	29,4	26,7	233,3	1,86
12	48,8	2,7	17,9	5,6	cg	19,5	38,2	29,2	25,9	228,6	1,81
12,2	49,8	2,7	18,2	5,5	cg	19,5	38,3	29,3	26,2	233,3	1,86
12,4	47,8	2,3	20,5	4,9	cg	19,4	38,2	29,0	24,8	223,9	1,77
12,6	50,8	2,3	21,8	4,6	cg	19,5	38,5	29,2	26,2	238,0	1,91
12,8	47,9	2,3	20,5	4,9	cg	19,4	38,3	28,9	24,3	224,6	1,77
13	47,9	2,2	21,8	4,6	cg	19,4	38,3	28,8	24,1	224,6	1,77
13,2	53,9	2,1	26,1	3,8	cg	19,7	38,9	29,2	27,0	252,7	2,05
13,4	45,9	2,1	21,5	4,6	cg	19,4	38,2	28,5	22,4	215,2	1,68
13,6	47,9	1,9	25,7	3,9	cg	19,4	38,4	28,6	23,3	224,6	1,77
13,8	57,1	2,5	23,1	4,3	cg	19,8	39,3	29,3	27,8	267,4	2,21
14	49,1	2,5	19,9	5,0	cg	19,5	38,6	28,6	23,4	229,9	1,83

14,2	47,1	2,4	19,6	5,1	cg	19,4	38,4	28,3	22,1	220,5	1,73
14,4	48,1	2,2	21,9	4,6	cg	19,4	38,6	28,4	22,4	225,2	1,78
14,6	53,1	2,3	22,7	4,4	cg	19,6	39,1	28,7	24,9	248,7	2,01
14,8	53,2	2,3	23,5	4,3	cg	19,6	39,1	28,7	24,7	249,3	2,02
15	54,2	2,1	25,4	3,9	cg	19,7	39,3	28,7	25,0	254,0	2,07

Legenda	q_c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"=coesivi; "g"=granulari; "cg"=misti
	f_s	resistenza laterale (kg/cm ²)	ϕ'_1	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q_c/f_s	"Rapporto Begemann"	ϕ'_2	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f_s/q_c)	Dr	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmertmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-5	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	04/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-5	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	04/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q _o /f _s	γ'	V _s medie (m/s)	GRANULARI					COESIVI													
									Dr (%)	φ (°)			E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)			E _u		M ₀	G ₀		
									valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze	Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi	Larss.	valore medio	Schultze	Webb	Sangl.	Mayne - Rix
1	0,0	2,6	cg	13,1	0,7	18,7	17,1	162	24,9	32,6	26,8	33,6	29,3	3,3	4,8	4,0	4,1	8,4	0,35	64,0	71,1	86,5	73,9	4,0	3,9	4,3	4,1
2	2,6	15,0	cg	42,3	1,9	22,5	19,2	291	27,1	30,0	36,8	29,6	32,1	10,6	8,1	11,3	11,4	39,8	1,52	207,6	230,6	274,8	237,7	9,2	11,1	6,2	19,7

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto φ: angolo di resistenza al taglio (°) M ₀ : Modulo edometrico o confinato (Mpa)	q _c : resistenza alla punta (kg/cm ²) E _y : Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa) G ₀ : Modulo di taglio (Mpa)	f _s : resistenza laterale (kg/cm ²) E _y : Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa) N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato	Y': peso di volume efficace (kN/mc) OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Dr: densità reativa (%) Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
----------------	---	--	--	--	---

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	2,6	cg	Argilla inorganica	13,1	5,6	Argilla inorganica compatta	Depositi limoso sabbiosi con argilla da poco a mediamente consistenti
2	2,6	15,0	cg	Limo	42,3	4,5	Argille sabbiose e limose	Limi sabbiosi con argilla molto consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	14,60
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-6	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	04/11/2014	Note	

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

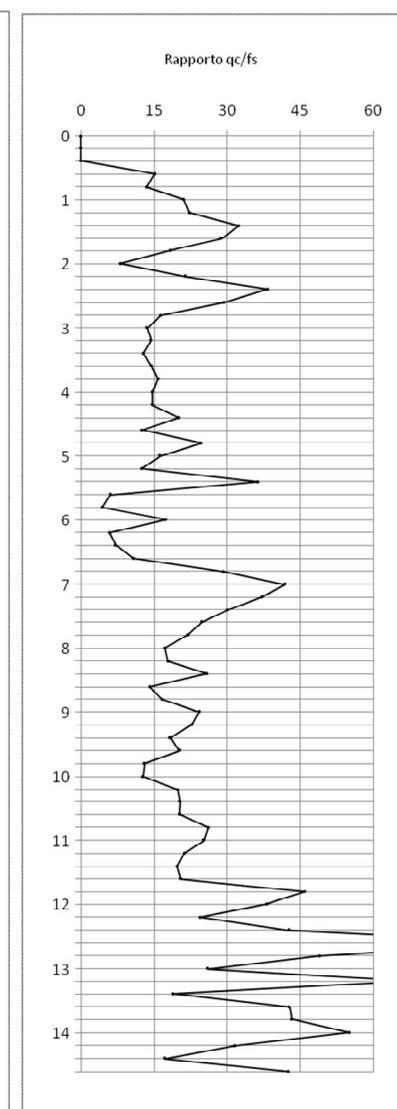
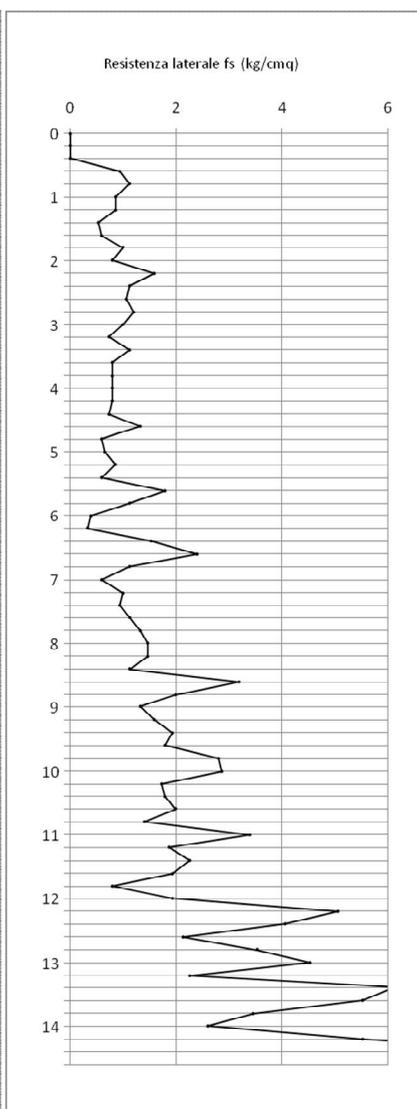
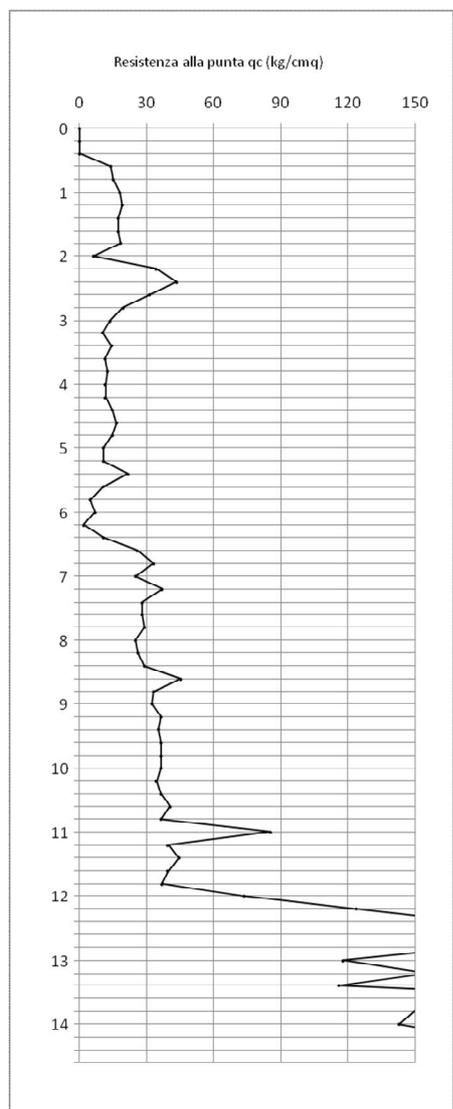
Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	14,1	0,9	15,1	6,6	cg	17,3	24,8	37,3	43,5	66,3	0,39
0,8	15,3	1,1	13,5	7,4	cg	17,4	25,9	36,3	40,6	71,6	0,42
1	18,3	0,9	21,1	4,7	cg	17,7	27,3	36,1	41,8	85,7	0,53
1,2	19,3	0,9	22,2	4,5	cg	17,8	28,1	35,5	40,1	90,3	0,57
1,4	17,3	0,5	32,4	3,1	cg	17,6	27,9	34,4	34,2	81,0	0,50
1,6	17,3	0,6	28,8	3,5	cg	17,6	28,2	33,8	31,9	81,0	0,50
1,8	18,4	1,0	18,4	5,4	cg	17,8	28,8	33,5	31,6	86,3	0,54
2	6,4	0,8	8,0	12,5	cg	16,1	23,8	28,4	5,8	30,1	0,14
2,2	34,4	1,6	21,5	4,6	cg	18,8	32,4	35,3	46,4	161,3	1,17
2,4	43,4	1,1	38,3	2,6	cg	19,3	33,8	36,0	52,4	203,5	1,57
2,6	31,4	1,1	29,5	3,4	cg	18,7	32,3	34,2	40,4	147,2	1,05
2,8	19,6	1,2	16,3	6,1	cg	17,9	30,1	31,8	25,8	91,6	0,58
3	13,6	1,0	13,6	7,4	cg	17,2	28,5	29,9	15,3	63,5	0,37
3,2	10,6	0,7	14,4	6,9	cg	16,8	27,4	28,5	8,3	49,4	0,27
3,4	14,6	1,1	12,8	7,8	cg	17,4	29,1	29,6	15,1	68,2	0,40
3,6	11,6	0,8	14,4	6,9	cg	17,0	28,1	28,4	8,7	54,1	0,30
3,8	12,7	0,8	15,9	6,3	cg	17,1	28,7	28,5	10,1	59,5	0,34
4	11,7	0,8	14,6	6,8	cg	17,0	28,4	27,9	7,4	54,8	0,30
4,2	11,7	0,8	14,6	6,8	cg	17,0	28,5	27,7	6,7	54,8	0,30
4,4	14,7	0,7	20,0	5,0	cg	17,4	29,8	28,5	11,4	68,8	0,40
4,6	16,7	1,3	12,5	8,0	cg	17,6	30,5	28,9	13,8	78,2	0,47
4,8	14,8	0,6	24,7	4,0	cg	17,4	30,1	28,2	10,3	69,5	0,41
5	10,8	0,7	16,2	6,2	cg	16,9	28,6	26,6	6,5	50,7	0,28
5,2	10,8	0,9	12,5	8,0	cg	16,9	28,7	26,4	6,2	50,7	0,28
5,4	21,8	0,6	36,4	2,7	cg	18,0	32,3	29,3	17,9	102,3	0,66
5,6	10,8	1,8	6,0	16,6	cg	16,9	28,8	26,1	5,5	50,7	0,28
5,8	5,0	1,1	4,4	22,8	cg	15,7	25,0	22,5	2,9	23,3	0,10
6	7,0	0,4	17,4	5,7	cg	16,2	26,8	23,8	4,1	32,6	0,16
6,2	2,0	0,3	5,9	17,0	cg	14,4	20,6	18,2	0,7	9,2	0,03
6,4	11,0	1,5	7,2	14,0	cg	16,9	29,2	25,5	4,5	51,4	0,28
6,6	26,0	2,4	10,8	9,2	cg	18,3	33,6	29,2	19,1	121,7	0,82
6,8	33,1	1,1	29,2	3,4	cg	18,8	34,9	30,1	25,0	155,1	1,12
7	25,1	0,6	41,8	2,4	cg	18,3	33,6	28,8	17,3	117,6	0,79
7,2	37,1	1,0	37,1	2,7	cg	19,0	35,6	30,3	27,1	173,9	1,29
7,4	28,1	0,9	30,1	3,3	cg	18,5	34,3	29,0	19,3	131,7	0,91
7,6	28,1	1,1	24,8	4,0	cg	18,5	34,3	28,9	18,9	131,7	0,91
7,8	29,2	1,3	21,9	4,6	cg	18,6	34,6	28,9	19,5	137,0	0,96
8	25,2	1,5	17,2	5,8	cg	18,3	33,9	28,2	15,4	118,3	0,80
8,2	26,2	1,5	17,9	5,6	cg	18,4	34,2	28,2	15,9	123,0	0,83
8,4	29,2	1,1	25,8	3,9	cg	18,6	34,8	28,6	18,3	137,0	0,96
8,6	45,2	3,2	14,1	7,1	cg	19,3	37,0	30,4	29,6	212,0	1,65
8,8	33,4	2,0	16,7	6,0	cg	18,8	35,6	29,0	20,9	156,4	1,13
9	32,4	1,3	24,3	4,1	cg	18,7	35,5	28,7	19,8	151,7	1,09
9,2	36,4	1,6	22,7	4,4	cg	18,9	36,1	29,2	22,5	170,5	1,26
9,4	35,4	1,9	18,3	5,5	cg	18,9	36,0	28,9	21,4	165,8	1,21
9,6	36,4	1,8	20,2	4,9	cg	18,9	36,2	29,0	21,8	170,5	1,26
9,8	36,5	2,8	13,0	7,7	cg	18,9	36,3	28,9	21,5	171,1	1,26
10	36,5	2,9	12,7	7,9	cg	18,9	36,3	28,8	21,2	171,1	1,26
10,2	34,5	1,7	19,9	5,0	cg	18,8	36,1	28,5	19,4	161,7	1,18
10,4	36,5	1,8	20,3	4,9	cg	18,9	36,4	28,6	20,6	171,1	1,26
10,6	40,5	2,0	20,3	4,9	cg	19,1	37,0	29,0	23,0	189,9	1,44
10,8	36,7	1,4	26,2	3,8	cg	19,0	36,5	28,5	20,0	171,7	1,27
11	85,7	3,4	25,2	4,0	cg	20,5	40,8	32,1	44,3	401,4	3,66
11,2	39,7	1,9	21,2	4,7	cg	19,1	37,0	28,6	21,5	185,8	1,40
11,4	44,7	2,3	19,7	5,1	cg	19,3	37,6	29,1	24,4	209,2	1,62
11,6	39,7	1,9	20,5	4,9	cg	19,1	37,1	28,5	20,9	185,8	1,40
11,8	36,8	0,8	46,0	2,2	cg	19,0	36,7	28,1	18,7	172,4	1,27
12	73,8	1,9	38,2	2,6	cg	20,3	40,3	31,0	37,9	345,8	3,04
12,2	123,8	5,1	24,4	4,1	cg	21,3	42,9	33,2	54,9	580,2	5,81
12,4	173,8	4,1	42,7	2,3	cg	22,0	44,6	34,6	68,1	814,5	8,87
12,6	199,8	2,1	93,7	1,1	cg	22,3	45,4	35,2	73,9	936,4	10,56
12,8	172,9	3,5	48,9	2,0	cg	22,0	44,7	34,5	67,1	810,5	8,82
13	117,9	4,5	26,0	3,8	cg	21,2	42,8	32,7	51,8	552,7	5,46
13,2	155,9	2,3	68,8	1,5	cg	21,7	44,2	33,9	62,0	730,8	7,75
13,4	115,9	6,1	18,9	5,3	cg	21,1	42,8	32,5	50,5	543,3	5,35
13,6	236,9	5,5	42,8	2,3	cg	22,6	46,4	35,6	80,0	1110,4	13,07
13,8	150,1	3,5	43,3	2,3	cg	21,7	44,2	33,5	59,5	703,3	7,38
14	143,1	2,6	55,0	1,8	cg	21,6	44,0	33,3	57,3	670,5	6,96

14,2	175,1	5,5	31,6	3,2	cg	22,0	45,0	34,1	65,0	820,5	8,95
14,4	160,1	9,3	17,2	5,8	cg	21,8	44,6	33,6	61,0	750,2	8,00
14,6	312,1	7,3	42,6	2,3	cg	23,2	48,0	36,5	81,4	1462,6	18,44
R	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-

Legenda	q_c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"=coesivi; "g"=granulari; "cg"=misti
	f_s	resistenza laterale (kg/cm ²)	ϕ'_1	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q_c/f_s	"Rapporto Begemann"	ϕ'_2	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f_s/q_c)	D_r	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmetmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	14,60
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-6	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	04/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	14,60
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-6	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	04/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q _c /f _s	γ'	V _s medie (m/s)	GRANULARI								COESIVI										
									Dr (%) valore medio	φ (°)			E _y			M ₀	G ₀	OCR	S _u (Kpa)				E _u		M ₀	G ₀	
										Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze	Webb	Mitch. - Gard.		valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi	Larss.	valore medio	Schultze	Webb	Sangl.
1	0,0	6,2	cg	15,7	0,9	18,0	17,3	183	17,3	30,0	29,5	30,0	27,8	3,9	5,1	4,6	4,7	14,0	0,44	77,1	85,6	102,4	88,4	4,4	4,6	4,6	5,2
2	6,2	11,8	cg	35,2	1,7	22,3	18,8	275	22,0	29,1	35,9	28,4	31,1	8,8	7,3	9,5	9,6	36,1	1,20	172,6	191,7	226,7	197,0	7,9	9,3	5,3	15,4
3	11,8	14,6	cg	165,1	4,5	42,4	21,8	484	64,3	34,2	44,5	34,6	34,3	41,3	22,1	42,0	42,1	120,6	8,32	809,7	899,6	1097,5	935,6	31,1	41,1	20,8	121,2

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	q _c : resistenza alla punta (kg/cmq)	fs: resistenza laterale (kg/cmq)	Y': peso di volume efficace (kN/mc)	Dr: densità relativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	E _y : Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	E _y : Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	S _u : Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M ₀ : Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G ₀ : Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (av) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	6,2	cg	Argilla inorganica	15,7	7,2	Argille organiche e terreni misti	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	6,2	11,8	cg	Limo	35,2	5,2	Argilla inorganiche molto compatte	Limi sabbiosi con argilla consistenti
3	11,8	14,6	cg	Limo più o meno sabbioso	165,1	2,9	Terreni limo-sabbiosi	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-7	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	11/11/2014	Note	

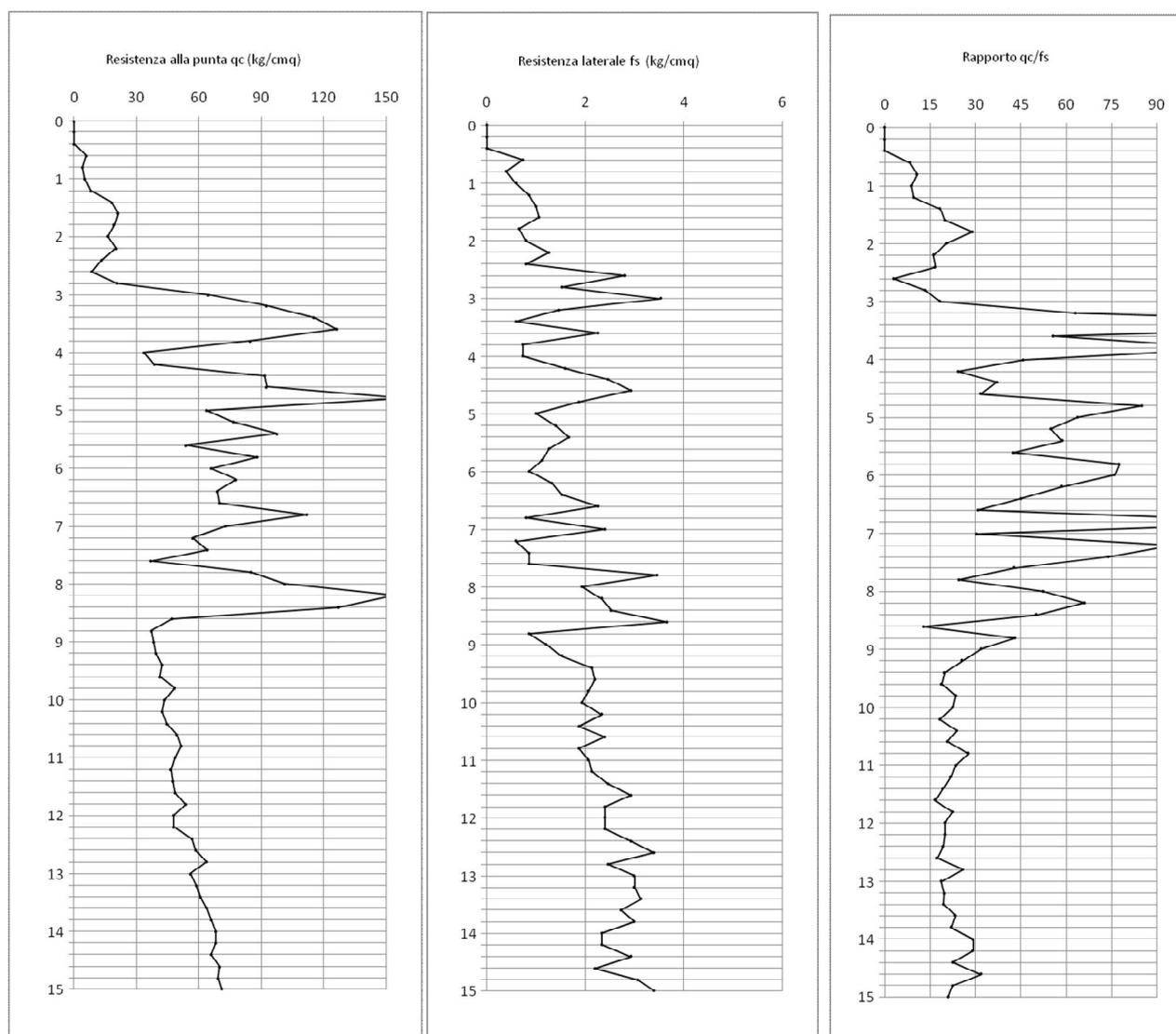
TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	6,1	0,7	8,4	11,9	cg	16,0	20,7	33,7	21,0	28,8	0,14
0,8	4,3	0,4	10,7	9,4	cg	15,5	19,5	30,8	8,0	20,0	0,09
1	5,3	0,6	8,8	11,4	cg	15,8	21,1	30,7	9,5	24,7	0,11
1,2	8,3	0,9	9,5	10,5	cg	16,5	23,8	31,8	17,5	38,8	0,20
1,4	18,3	1,0	18,3	5,5	cg	17,7	28,2	34,6	35,8	85,7	0,53
1,6	21,3	1,1	19,9	5,0	cg	18,0	29,2	34,7	37,7	99,7	0,64
1,8	19,4	0,7	29,1	3,4	cg	17,8	29,1	33,7	33,1	91,0	0,57
2	16,4	0,8	20,5	4,9	cg	17,6	28,5	32,5	26,7	76,9	0,46
2,2	20,4	1,3	16,1	6,2	cg	17,9	29,8	33,1	31,0	95,7	0,61
2,4	13,4	0,8	16,8	6,0	cg	17,2	27,9	30,8	18,6	62,9	0,36
2,6	8,4	2,8	3,0	33,3	cg	16,5	25,8	28,4	6,1	39,4	0,20
2,8	20,6	1,5	13,4	7,5	cg	17,9	30,4	32,0	27,1	96,3	0,62
3	64,6	3,5	18,3	5,5	cg	20,0	36,3	36,7	61,9	302,5	2,57
3,2	92,6	1,5	63,1	1,6	cg	20,7	38,2	38,0	75,3	433,8	4,04
3,4	115,6	0,6	192,6	0,5	cg	21,1	39,5	38,7	84,2	541,6	5,33
3,6	126,6	2,3	55,8	1,8	cg	21,3	40,1	38,8	87,1	593,1	5,97
3,8	84,7	0,7	115,5	0,9	cg	20,5	38,2	36,8	67,2	396,9	3,61
4	33,7	0,7	45,9	2,2	cg	18,8	33,7	32,6	34,7	157,9	1,14
4,2	38,7	1,6	24,2	4,1	cg	19,1	34,5	33,0	37,8	181,3	1,36
4,4	91,7	2,5	37,2	2,7	cg	20,7	39,0	36,5	66,9	429,7	3,99
4,6	92,7	2,9	31,6	3,2	cg	20,7	39,1	36,4	66,2	434,4	4,04
4,8	158,8	1,9	85,1	1,2	cg	21,8	41,9	38,5	83,1	744,4	7,93
5	63,8	1,0	63,8	1,6	cg	20,0	37,5	34,4	50,4	299,1	2,54
5,2	76,8	1,4	54,9	1,8	cg	20,3	38,5	35,0	56,1	360,1	3,20
5,4	97,8	1,7	58,7	1,7	cg	20,8	39,8	35,9	64,6	458,5	4,33
5,6	53,8	1,3	42,5	2,4	cg	19,7	36,9	33,1	42,6	252,3	2,05
5,8	88,0	1,1	77,6	1,3	cg	20,6	39,4	35,1	58,8	412,3	3,79
6	66,0	0,9	76,1	1,3	cg	20,0	38,1	33,7	47,8	309,1	2,64
6,2	78,0	1,3	58,5	1,7	cg	20,4	39,0	34,3	52,9	365,4	3,26
6,4	69,0	1,5	45,0	2,2	cg	20,1	38,4	33,6	48,0	323,2	2,79
6,6	70,0	2,3	30,9	3,2	cg	20,2	38,6	33,5	47,8	327,9	2,84
6,8	112,1	0,8	140,1	0,7	cg	21,1	41,0	35,4	64,6	525,4	5,13
7	73,1	2,4	30,5	3,3	cg	20,2	38,9	33,4	48,1	342,6	3,01
7,2	57,1	0,6	95,2	1,1	cg	19,8	37,8	32,2	39,6	267,6	2,21
7,4	64,1	0,9	74,0	1,4	cg	20,0	38,4	32,6	42,7	300,4	2,55
7,6	37,1	0,9	42,8	2,3	cg	19,0	35,7	30,1	26,2	173,9	1,29
7,8	85,2	3,5	24,6	4,1	cg	20,5	40,0	33,6	51,1	399,5	3,64
8	101,2	1,9	52,4	1,9	cg	20,9	40,9	34,3	56,8	474,5	4,51
8,2	154,2	2,3	66,1	1,5	cg	21,7	43,0	36,0	73,5	722,9	7,64
8,4	127,2	2,5	50,2	2,0	cg	21,3	42,1	35,0	64,6	596,3	6,01
8,6	47,2	3,7	12,9	7,8	cg	19,4	37,2	30,6	30,8	221,4	1,74
8,8	37,4	0,9	43,1	2,3	cg	19,0	36,1	29,5	23,9	175,2	1,30
9	38,4	1,2	32,0	3,1	cg	19,0	36,3	29,5	24,3	179,8	1,34
9,2	39,4	1,5	25,7	3,9	cg	19,1	36,5	29,5	24,6	184,5	1,39
9,4	42,4	2,1	19,9	5,0	cg	19,2	36,9	29,7	26,2	198,6	1,52
9,6	41,4	2,2	18,8	5,3	cg	19,2	36,8	29,5	25,2	193,9	1,48
9,8	48,5	2,1	23,5	4,3	cg	19,5	37,7	30,1	29,2	227,4	1,80
10	43,5	1,9	22,5	4,4	cg	19,3	37,2	29,6	25,9	203,9	1,57
10,2	42,5	2,3	18,2	5,5	cg	19,2	37,1	29,4	24,9	199,2	1,53
10,4	44,5	1,9	23,8	4,2	cg	19,3	37,4	29,5	25,8	208,6	1,62
10,6	49,5	2,4	20,6	4,8	cg	19,5	38,0	29,9	28,4	232,0	1,85
10,8	51,7	1,9	27,7	3,6	cg	19,6	38,2	30,0	29,3	242,1	1,95
11	48,7	2,1	23,5	4,2	cg	19,5	38,0	29,6	27,3	228,0	1,81
11,2	46,7	2,1	21,9	4,6	cg	19,4	37,8	29,4	25,9	218,6	1,71
11,4	47,7	2,5	19,3	5,2	cg	19,4	38,0	29,4	26,1	223,3	1,76
11,6	48,7	2,9	16,6	6,0	cg	19,5	38,1	29,4	26,4	228,0	1,81
11,8	53,8	2,4	22,4	4,5	cg	19,7	38,6	29,7	28,9	252,1	2,05
12	47,8	2,4	19,9	5,0	cg	19,4	38,1	29,2	25,3	223,9	1,77
12,2	47,8	2,4	19,9	5,0	cg	19,4	38,1	29,1	25,1	223,9	1,77
12,4	56,8	2,9	19,4	5,2	cg	19,8	39,0	29,8	29,6	266,1	2,19
12,6	58,8	3,4	17,3	5,8	cg	19,8	39,2	29,8	30,3	275,5	2,29
12,8	63,9	2,5	25,9	3,9	cg	20,0	39,7	30,1	32,4	299,6	2,54
13	55,9	3,0	18,6	5,4	cg	19,7	39,1	29,5	28,3	262,1	2,15
13,2	58,9	3,0	19,6	5,1	cg	19,8	39,4	29,6	29,5	276,1	2,30
13,4	60,9	3,1	19,4	5,1	cg	19,9	39,6	29,7	30,2	285,5	2,39
13,6	63,9	2,7	23,4	4,3	cg	20,0	39,9	29,9	31,3	299,6	2,54
13,8	66,1	3,0	22,0	4,5	cg	20,0	40,1	29,9	32,0	309,6	2,65
14	68,1	2,3	29,2	3,4	cg	20,1	40,2	30,0	32,6	319,0	2,75

14,2	68,1	2,3	29,2	3,4	cg	20,1	40,3	29,9	32,4	319,0	2,75
14,4	66,1	2,9	22,5	4,4	cg	20,0	40,2	29,7	31,2	309,6	2,65
14,6	70,1	2,2	31,9	3,1	cg	20,2	40,5	29,9	32,7	328,3	2,85
14,8	69,2	3,1	22,6	4,4	cg	20,1	40,4	29,8	32,1	324,3	2,81
15	71,2	3,4	20,9	4,8	cg	20,2	40,6	29,9	32,7	333,7	2,91
Legenda	q_c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria		"c"=coesivi; "g"=granulari; "cg"=misti				
	f_s	resistenza laterale (kg/cm ²)	ϕ'_1	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)		(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)				
	q_c/f_s	"Rapporto Begemann"	ϕ'_2	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR		(Robertson, 2009)				
	FR %	"Friction Ratio" (f_s/q_c)	D_r	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmertmann e Baldi 1978)							

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-7	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	11/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-7	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	11/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	qc	fs	qc/fs	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI					COESIVI													
									Dr (%)	φ (°)			Ey			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				Eu		M ₀	G ₀	
									valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze	Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschii	Larss.	valore medio	Schultze	Webb	Sangl.	Mayne - Rix
1	0,0	3,0	cg	17,4	1,2	14,8	17,3	175	30,2	33,2	28,5	34,3	27,5	4,4	5,3	5,1	5,2	10,7	0,50	85,5	95,0	115,8	98,8	4,7	5,0	5,6	6,0
2	3,0	8,6	cg	84,2	1,7	62,4	20,4	343	57,0	34,9	39,2	35,7	33,8	21,0	12,9	21,8	21,8	52,6	3,58	412,9	458,7	561,4	477,6	16,6	21,3	11,5	49,3
3	8,6	15,0	cg	53,7	2,4	23,2	19,6	328	28,7	29,7	38,6	29,1	32,3	13,4	9,4	14,1	14,2	52,7	2,04	263,4	292,5	347,6	301,1	11,2	13,9	7,8	27,1

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	qc: resistenza alla punta (kg/cm ²)	fs: resistenza laterale (kg/cm ²)	Y': peso di volume efficace (kN/m ³)	Dr: densità reativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	Ey: Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	Ey: Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M0: Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G0: Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σv) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	3,0	cg	Argilla organica	17,4	9,3	Argille organiche e terreni misti	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	3,0	8,6	cg	Sabbia da fine a media	84,2	2,2	Sabbie argillose e limi	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa
3	8,6	15,0	cg	Limo	53,7	4,5	Argille sabbiose e limose	Limi sabbioso argillosi molto consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-8	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

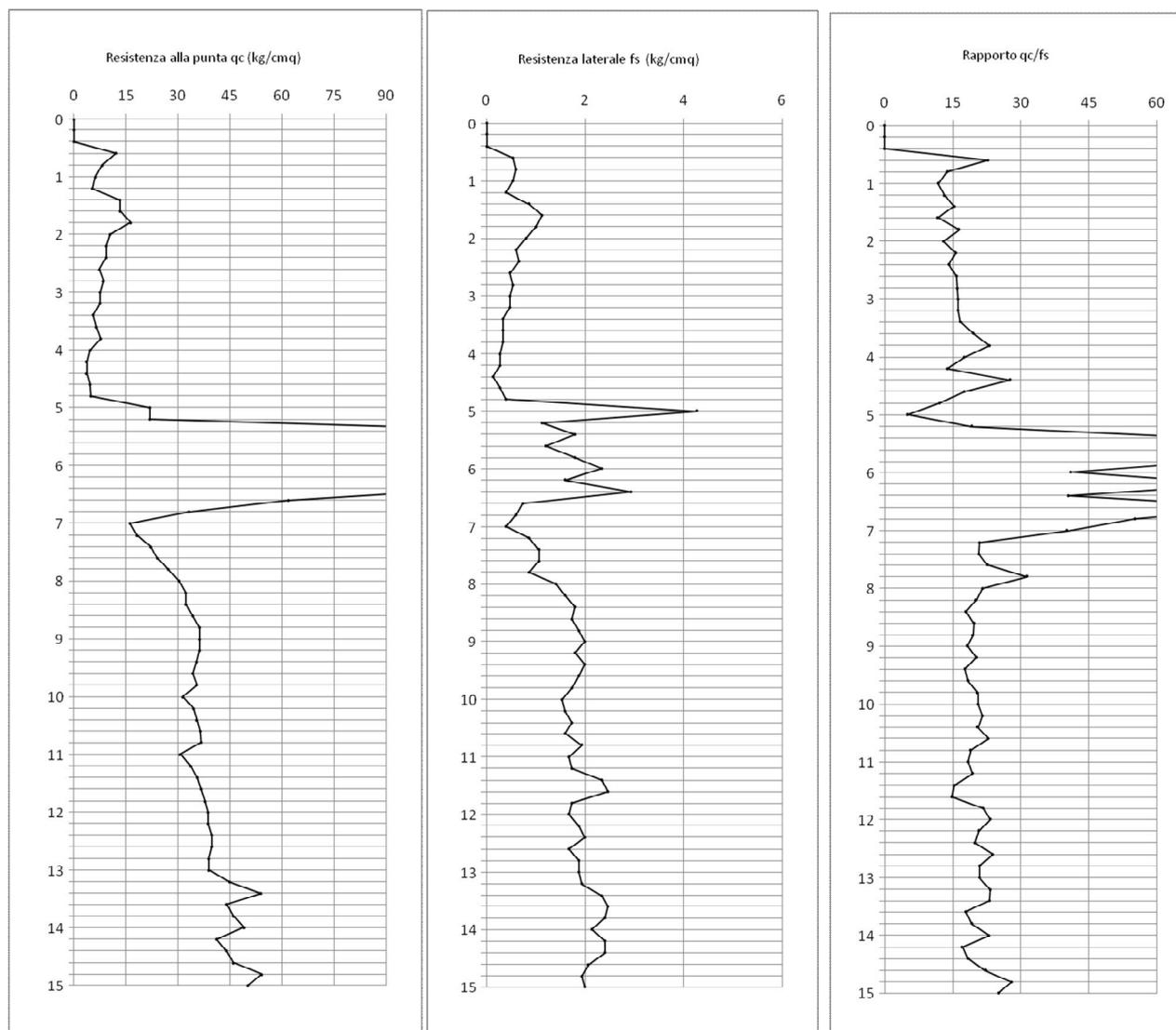
Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	12,1	0,5	22,8	4,4	cg	17,1	24,1	36,6	39,1	56,9	0,32
0,8	8,3	0,6	13,8	7,2	cg	16,5	22,9	33,7	23,9	38,8	0,20
1	6,3	0,5	11,8	8,5	cg	16,0	22,0	31,5	13,6	29,4	0,14
1,2	5,3	0,4	13,2	7,6	cg	15,8	21,6	29,9	6,8	24,7	0,11
1,4	13,3	0,9	15,3	6,5	cg	17,2	26,6	33,2	27,0	62,2	0,36
1,6	13,3	1,1	11,7	8,5	cg	17,2	26,9	32,6	24,8	62,2	0,36
1,8	16,4	1,0	16,4	6,1	cg	17,6	28,2	33,0	28,5	76,9	0,46
2	10,4	0,8	13,0	7,7	cg	16,8	26,2	30,6	15,2	48,8	0,26
2,2	9,4	0,6	15,7	6,4	cg	16,7	25,9	29,7	11,3	44,1	0,23
2,4	9,4	0,7	14,1	7,1	cg	16,7	26,1	29,3	10,0	44,1	0,23
2,6	7,4	0,5	15,9	6,3	cg	16,3	25,1	27,9	5,9	34,7	0,17
2,8	8,6	0,5	16,0	6,2	cg	16,5	26,0	28,2	5,4	40,1	0,21
3	7,6	0,5	16,2	6,2	cg	16,3	25,6	27,3	4,9	35,4	0,18
3,2	7,6	0,5	16,2	6,2	cg	16,3	25,7	27,0	4,3	35,4	0,18
3,4	5,6	0,3	16,7	6,0	cg	15,8	24,3	25,4	4,5	26,0	0,12
3,6	6,6	0,3	19,7	5,1	cg	16,1	25,3	25,9	5,2	30,7	0,15
3,8	7,7	0,3	23,1	4,3	cg	16,3	26,2	26,3	3,1	36,0	0,18
4	4,7	0,3	17,6	5,7	cg	15,6	23,9	23,9	3,4	22,0	0,10
4,2	3,7	0,3	13,8	7,2	cg	15,2	22,8	22,7	2,5	17,3	0,07
4,4	3,7	0,1	27,7	3,6	cg	15,2	22,9	22,5	2,4	17,3	0,07
4,6	4,7	0,3	17,6	5,7	cg	15,6	24,2	23,3	3,1	22,0	0,10
4,8	4,8	0,4	12,1	8,3	cg	15,6	24,4	23,2	3,1	22,6	0,10
5	21,8	4,3	5,1	19,5	cg	18,0	32,1	29,7	19,2	102,3	0,66
5,2	21,8	1,1	19,3	5,2	cg	18,0	32,2	29,5	18,5	102,3	0,66
5,4	130,8	1,8	72,7	1,4	cg	21,4	41,2	37,1	77,2	613,2	6,22
5,6	105,8	1,2	88,2	1,1	cg	21,0	40,3	36,1	66,9	496,0	4,77
5,8	131,0	1,8	72,8	1,4	cg	21,4	41,4	36,8	75,3	613,8	6,23
6	96,0	2,3	41,1	2,4	cg	20,8	39,9	35,3	61,3	449,8	4,22
6,2	126,0	1,6	78,7	1,3	cg	21,3	41,4	36,4	71,8	590,4	5,93
6,4	119,0	2,9	40,6	2,5	cg	21,2	41,2	36,0	68,5	557,6	5,52
6,6	62,0	0,7	84,5	1,2	cg	19,9	38,0	33,0	43,8	290,4	2,44
6,8	33,1	0,6	55,2	1,8	cg	18,8	34,9	30,1	25,0	155,1	1,12
7	16,1	0,4	40,3	2,5	cg	17,5	31,4	26,8	10,5	75,4	0,45
7,2	18,1	0,9	20,9	4,8	cg	17,7	32,0	27,2	8,9	84,8	0,52
7,4	22,1	1,1	20,7	4,8	cg	18,1	33,1	28,0	13,3	103,6	0,67
7,6	24,1	1,1	22,6	4,4	cg	18,2	33,6	28,2	15,0	112,9	0,75
7,8	27,2	0,9	31,4	3,2	cg	18,4	34,3	28,6	17,7	127,6	0,87
8	30,2	1,4	21,6	4,6	cg	18,6	34,8	29,0	19,9	141,7	1,00
8,2	32,2	1,6	20,2	5,0	cg	18,7	35,2	29,1	21,2	151,1	1,08
8,4	32,2	1,8	17,9	5,6	cg	18,7	35,3	29,0	20,8	151,1	1,08
8,6	34,2	1,7	19,8	5,1	cg	18,8	35,6	29,2	22,0	160,4	1,16
8,8	36,4	1,9	19,5	5,1	cg	18,9	36,0	29,4	23,2	170,5	1,26
9	36,4	2,0	18,2	5,5	cg	18,9	36,0	29,3	22,8	170,5	1,26
9,2	36,4	1,8	20,2	4,9	cg	18,9	36,1	29,2	22,5	170,5	1,26
9,4	35,4	2,0	17,7	5,7	cg	18,9	36,0	28,9	21,4	165,8	1,21
9,6	34,4	1,9	18,4	5,4	cg	18,8	35,9	28,7	20,3	161,1	1,17
9,8	35,5	1,7	20,5	4,9	cg	18,9	36,1	28,8	20,8	166,4	1,22
10	31,5	1,5	20,6	4,9	cg	18,7	35,6	28,2	17,4	147,7	1,05
10,2	34,5	1,6	21,6	4,6	cg	18,8	36,1	28,5	19,4	161,7	1,18
10,4	35,5	1,7	20,5	4,9	cg	18,9	36,3	28,5	19,8	166,4	1,22
10,6	36,5	1,6	22,8	4,4	cg	18,9	36,5	28,5	20,2	171,1	1,26
10,8	36,7	1,9	19,0	5,3	cg	19,0	36,5	28,5	20,0	171,7	1,27
11	30,7	1,7	18,4	5,4	cg	18,6	35,7	27,6	15,2	143,6	1,01
11,2	33,7	1,7	19,4	5,2	cg	18,8	36,2	27,9	17,2	157,7	1,14
11,4	35,7	2,3	15,3	6,5	cg	18,9	36,5	28,1	18,4	167,1	1,22
11,6	36,7	2,5	14,9	6,7	cg	19,0	36,7	28,1	18,9	171,7	1,27
11,8	37,8	1,7	21,8	4,6	cg	19,0	36,9	28,2	19,4	177,1	1,32
12	38,8	1,7	23,3	4,3	cg	19,1	37,1	28,2	19,8	181,8	1,36
12,2	38,8	1,9	20,8	4,8	cg	19,1	37,1	28,2	19,5	181,8	1,36
12,4	39,8	2,0	19,9	5,0	cg	19,1	37,3	28,2	19,9	186,4	1,41
12,6	39,8	1,7	23,9	4,2	cg	19,1	37,3	28,1	19,7	186,4	1,41
12,8	38,9	1,9	20,9	4,8	cg	19,1	37,2	28,0	18,8	182,4	1,37
13	38,9	1,9	20,9	4,8	cg	19,1	37,3	27,9	18,6	182,4	1,37
13,2	44,9	1,9	23,2	4,3	cg	19,3	38,0	28,5	22,1	210,5	1,64
13,4	53,9	2,3	23,1	4,3	cg	19,7	39,0	29,2	26,8	252,7	2,05
13,6	43,9	2,5	17,8	5,6	cg	19,3	38,0	28,2	21,0	205,8	1,59
13,8	46,1	2,4	19,2	5,2	cg	19,4	38,2	28,4	22,0	215,9	1,69
14	49,1	2,1	23,0	4,3	cg	19,5	38,6	28,6	23,4	229,9	1,83

14,2	41,1	2,4	17,1	5,8	cg	19,2	37,7	27,7	18,5	192,4	1,46
14,4	44,1	2,4	18,4	5,4	cg	19,3	38,1	28,0	20,1	206,5	1,60
14,6	46,1	2,1	22,3	4,5	cg	19,4	38,4	28,1	21,1	215,9	1,69
14,8	54,2	1,9	28,0	3,6	cg	19,7	39,2	28,8	25,2	254,0	2,07
15	50,2	2,0	25,1	4,0	cg	19,5	38,9	28,4	22,9	235,2	1,88

Legenda	q_c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"=coesivi; "g"=granulari; "cg"=misti
	f_s	resistenza laterale (kg/cm ²)	ϕ'_1	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q_c/f_s	"Rapporto Begemann"	ϕ'_2	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f_s/q_c)	Dr	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmertmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-8	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-8	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	qc	fs	q _o /f _s	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI							COESIVI											
									Dr (%)	φ (°)				E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				Eu		M ₀	G ₀
										valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze				Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi		
1	0,0	5,0	cg	8,6	0,7	15,9	16,4	150	5,8	28,2	26,1	27,7	25,5	2,2	4,3	2,9	3,0	9,5	0,21	42,3	47,0	55,2	48,2	3,2	2,8	2,3	2,4
2	5,0	7,0	cg	84,2	1,5	59,3	20,1	336	56,0	34,7	39,3	35,5	33,6	21,0	12,9	21,8	21,8	53,4	3,58	412,8	458,6	560,9	477,4	16,6	21,3	11,5	49,3
3	7,0	15,0	cg	37,3	1,8	20,8	18,9	289	20,4	28,5	36,6	27,5	30,7	9,3	7,6	10,0	10,1	41,2	1,30	183,0	203,3	238,6	208,3	8,3	9,8	5,6	16,6

Legenda
 Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto
 φ: angolo di resistenza al taglio (°)
 M₀: Modulo edometrico o confinato (Mpa)
 qc: resistenza alla punta (kg/cm²)
 E_y: Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)
 G₀: Modulo di taglio (Mpa)
 fs: resistenza laterale (kg/cm²)
 E_y: Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)
 N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ_v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato
 Y': peso di volume efficace (kN/m³)
 OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)
 Dr: densità reativa (%)
 Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	5,0	cg	Argilla inorganica	8,6	7,0	Argille organiche e terreni misti	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	5,0	7,0	cg	Sabbia più o meno limosa-argillosa	84,2	2,1	Sabbie e sabbie argillose e limi	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa
3	7,0	15,0	cg	Argilla inorganica	37,3	4,9	Argille sabbiose e limose	Limi sabbioso argillosi mediamente consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	5,60
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-9	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

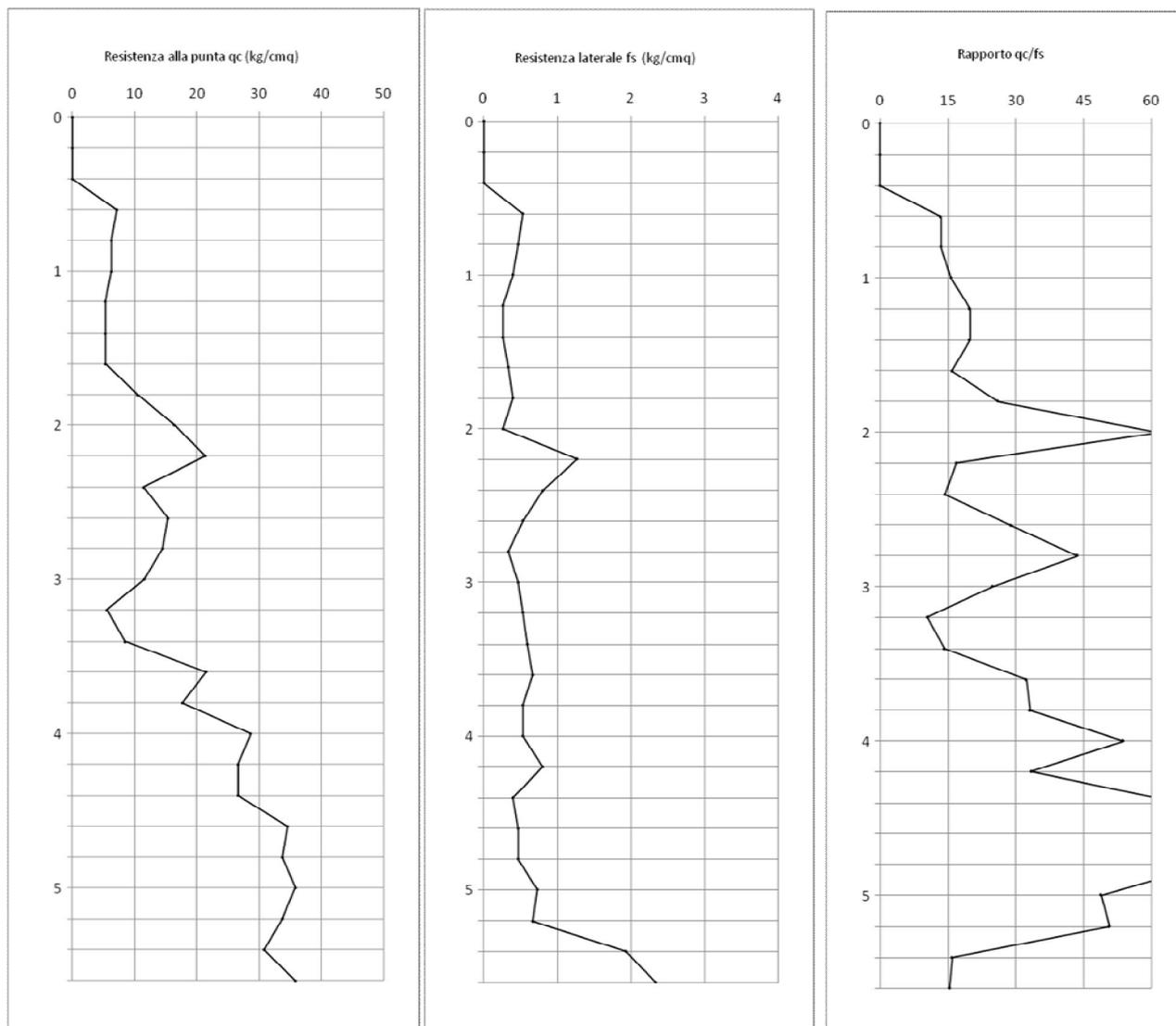
TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	7,1	0,5	13,4	7,5	cg	16,2	21,4	34,3	24,8	33,5	0,16
0,8	6,3	0,5	13,4	7,4	cg	16,0	21,5	32,5	17,1	29,4	0,14
1	6,3	0,4	15,7	6,4	cg	16,0	22,0	31,5	13,6	29,4	0,14
1,2	5,3	0,3	19,8	5,1	cg	15,8	21,6	29,9	6,8	24,7	0,11
1,4	5,3	0,3	19,8	5,1	cg	15,8	21,9	29,2	4,5	24,7	0,11
1,6	5,3	0,3	15,8	6,3	cg	15,8	22,3	28,6	4,4	24,7	0,11
1,8	10,4	0,4	26,0	3,8	cg	16,8	25,9	31,0	16,8	48,8	0,26
2	16,4	0,3	61,6	1,6	cg	17,6	28,5	32,5	26,7	76,9	0,46
2,2	21,4	1,3	16,9	5,9	cg	18,0	30,0	33,3	32,3	100,4	0,65
2,4	11,4	0,8	14,3	7,0	cg	17,0	27,1	30,1	14,6	53,5	0,29
2,6	15,4	0,5	28,9	3,5	cg	17,5	28,8	31,1	20,8	72,2	0,43
2,8	14,6	0,3	43,7	2,3	cg	17,4	28,7	30,5	18,2	68,2	0,40
3	11,6	0,5	24,8	4,0	cg	17,0	27,7	29,2	11,5	54,1	0,30
3,2	5,6	0,5	10,4	9,6	cg	15,8	24,2	25,7	4,6	26,0	0,12
3,4	8,6	0,6	14,3	7,0	cg	16,5	26,5	27,3	5,9	40,1	0,21
3,6	21,6	0,7	32,3	3,1	cg	18,0	31,2	31,1	24,2	101,0	0,65
3,8	17,7	0,5	33,2	3,0	cg	17,7	30,4	30,0	18,2	82,9	0,51
4	28,7	0,5	53,8	1,9	cg	18,5	32,9	31,9	30,1	134,4	0,93
4,2	26,7	0,8	33,4	3,0	cg	18,4	32,7	31,3	27,3	125,1	0,85
4,4	26,7	0,4	66,7	1,5	cg	18,4	32,8	31,1	26,5	125,1	0,85
4,6	34,7	0,5	74,3	1,3	cg	18,9	34,2	32,1	33,0	162,6	1,18
4,8	33,8	0,5	72,5	1,4	cg	18,8	34,2	31,8	31,6	158,5	1,15
5	35,8	0,7	48,9	2,0	cg	18,9	34,6	31,8	32,5	167,9	1,23
5,2	33,8	0,7	50,7	2,0	cg	18,8	34,4	31,4	30,2	158,5	1,15
5,4	30,8	1,9	15,9	6,3	cg	18,6	34,0	30,8	27,0	144,5	1,02
5,6	35,8	2,3	15,4	6,5	cg	18,9	34,8	31,3	30,5	167,9	1,23

Legenda	q _c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"=coesivi; "g"=granulari; "cg"=misti
	f _s	resistenza laterale (kg/cm ²)	φ ₁	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q _c /f _s	"Rapporto Begemann"	φ ₂	(Durgunoglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f _s /q _c)	Dr	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmertmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	5,60
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-9	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	5,60
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-9	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q _c /f _s	γ'	V _s medie (m/s)	GRANULARI					COESIVI													
									Dr (%)	φ (°)			E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)			Eu		M ₀	G ₀		
									valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze	Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi	Larss.	valore medio	Schultze	Webb	Sangl.	Mayne - Rix
1	0,0	3,4	cg	10,1	0,5	22,6	16,6	150	13,8	30,2	26,1	30,4	27,2	2,5	4,5	3,2	3,3	8,6	0,25	49,3	54,8	65,6	56,6	3,4	3,2	3,0	2,9
2	3,4	5,6	cg	29,6	0,9	45,2	18,5	237	29,0	31,5	33,4	31,7	32,8	7,4	6,7	8,1	8,2	23,0	0,97	145,4	161,5	194,9	167,3	6,9	8,0	4,7	12,2

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	q _c : resistenza alla punta (kg/cm ²)	f _s : resistenza laterale (kg/cm ²)	Y': peso di volume efficace (kN/m ³)	Dr: densità reativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	E _y : Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	E _y : Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M ₀ : Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G ₀ : Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	3,4	cg	Limo	10,1	5,5	Argilla inorganica compatta	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	3,4	5,6	cg	Sabbia più o meno limosa-argillosa	29,6	2,9	Sabbie argillose e limi	Limi sabbiosi con argilla consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-9bis	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

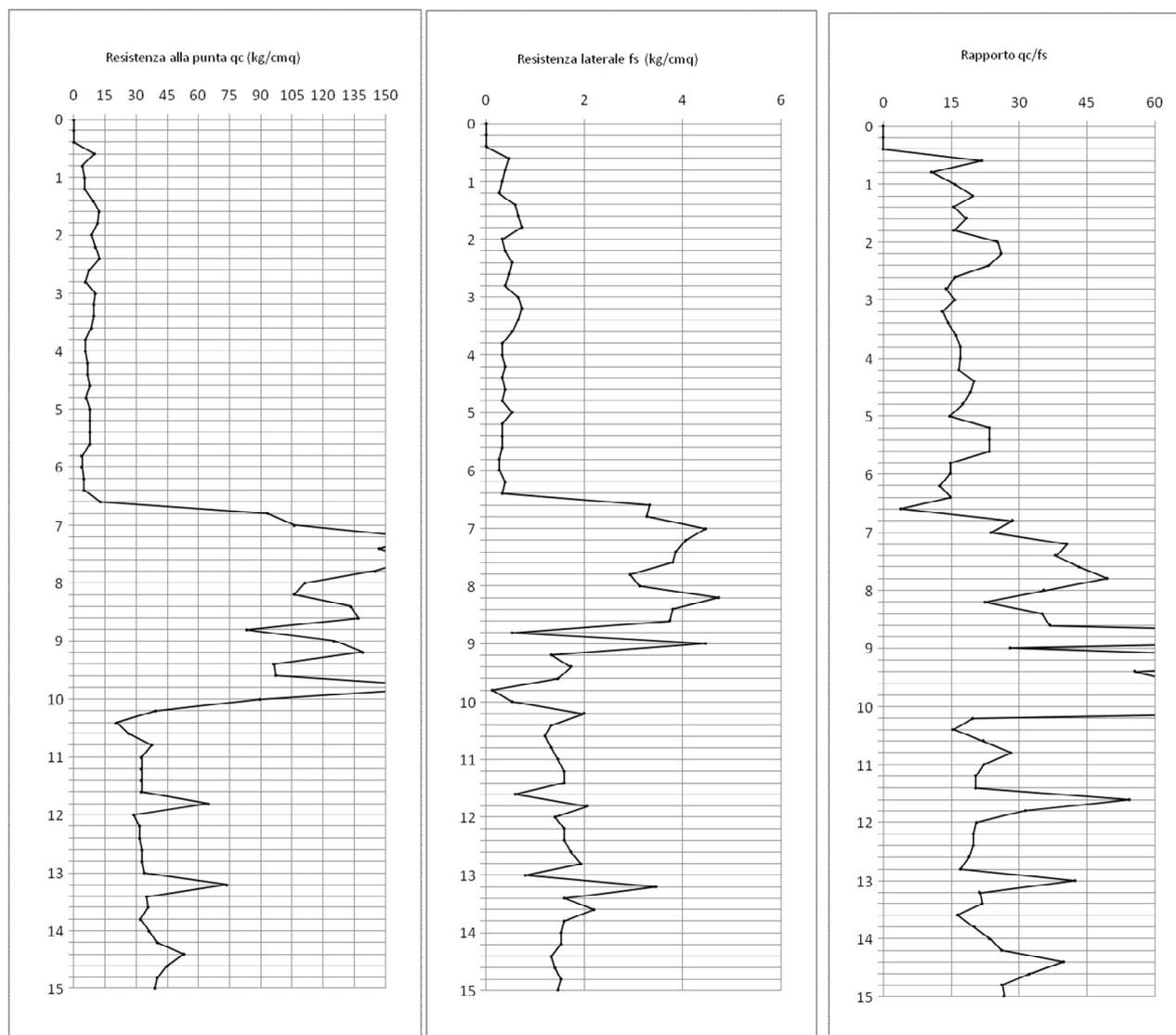
Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	10,1	0,5	21,7	4,6	cg	16,8	23,2	35,9	34,0	47,5	0,25
0,8	4,3	0,4	10,7	9,4	cg	15,5	19,5	30,8	8,0	20,0	0,09
1	5,3	0,3	15,8	6,3	cg	15,8	21,1	30,7	9,5	24,7	0,11
1,2	5,3	0,3	19,8	5,1	cg	15,8	21,6	29,9	6,8	24,7	0,11
1,4	9,3	0,6	15,5	6,5	cg	16,6	24,8	31,6	17,9	43,5	0,23
1,6	12,3	0,7	18,4	5,4	cg	17,1	26,5	32,3	22,8	57,5	0,32
1,8	11,4	0,7	15,6	6,4	cg	17,0	26,4	31,4	19,1	53,5	0,29
2	8,4	0,3	25,2	4,0	cg	16,5	25,1	29,6	10,1	39,4	0,20
2,2	10,4	0,4	26,0	3,8	cg	16,8	26,4	30,1	13,7	48,8	0,26
2,4	12,4	0,5	23,3	4,3	cg	17,1	27,5	30,5	16,7	58,2	0,33
2,6	7,4	0,5	15,9	6,3	cg	16,3	25,1	27,9	5,9	34,7	0,17
2,8	5,6	0,4	13,9	7,2	cg	15,8	23,8	26,3	5,0	26,0	0,12
3	10,6	0,7	15,8	6,3	cg	16,8	27,2	28,8	9,3	49,4	0,27
3,2	9,6	0,7	13,0	7,7	cg	16,7	26,9	28,1	6,0	44,8	0,24
3,4	9,6	0,7	14,3	7,0	cg	16,7	27,0	27,8	7,9	44,8	0,24
3,6	8,6	0,5	16,0	6,2	cg	16,5	26,6	27,0	5,4	40,1	0,21
3,8	5,7	0,3	17,1	5,9	cg	15,9	24,7	25,0	4,3	26,7	0,12
4	5,7	0,3	17,1	5,9	cg	15,9	24,8	24,8	4,2	26,7	0,12
4,2	6,7	0,4	16,7	6,0	cg	16,1	25,7	25,3	4,8	31,3	0,15
4,4	6,7	0,3	20,1	5,0	cg	16,1	25,9	25,1	4,7	31,3	0,15
4,6	7,7	0,4	19,2	5,2	cg	16,3	26,7	25,5	5,4	36,0	0,18
4,8	5,8	0,3	17,5	5,7	cg	15,9	25,4	24,1	3,9	27,3	0,13
5	7,8	0,5	14,7	6,8	cg	16,4	27,0	25,2	5,2	36,7	0,18
5,2	7,8	0,3	23,5	4,3	cg	16,4	27,0	25,0	5,1	36,7	0,18
5,4	7,8	0,3	23,5	4,3	cg	16,4	27,1	24,8	5,0	36,7	0,18
5,6	7,8	0,3	23,5	4,3	cg	16,4	27,2	24,7	4,9	36,7	0,18
5,8	4,0	0,3	14,9	6,7	cg	15,3	23,9	21,5	2,2	18,6	0,08
6	4,0	0,3	14,9	6,7	cg	15,3	24,0	21,4	2,1	18,6	0,08
6,2	5,0	0,4	12,4	8,1	cg	15,7	25,2	22,2	2,7	23,2	0,10
6,4	5,0	0,3	14,9	6,7	cg	15,7	25,3	22,1	2,7	23,2	0,10
6,6	13,0	3,3	3,9	25,7	cg	17,2	30,1	26,1	7,1	60,7	0,35
6,8	93,1	3,3	28,5	3,5	cg	20,7	40,1	34,6	57,3	436,3	4,07
7	106,1	4,5	23,8	4,2	cg	21,0	40,8	35,1	61,7	497,3	4,79
7,2	165,1	4,1	40,6	2,5	cg	21,9	43,1	36,9	80,3	773,8	8,32
7,4	147,1	3,9	38,0	2,6	cg	21,6	42,6	36,2	74,1	689,4	7,20
7,6	164,1	3,8	43,2	2,3	cg	21,9	43,2	36,6	78,5	769,1	8,26
7,8	145,2	2,9	49,5	2,0	cg	21,6	42,6	35,9	72,2	680,7	7,09
8	111,2	3,1	35,5	2,8	cg	21,1	41,4	34,7	60,4	521,3	5,08
8,2	106,2	4,7	22,4	4,5	cg	21,0	41,2	34,4	58,1	497,9	4,80
8,4	133,2	3,8	35,1	2,9	cg	21,4	42,4	35,2	66,5	624,5	6,36
8,6	137,2	3,7	36,8	2,7	cg	21,5	42,6	35,3	67,2	643,2	6,60
8,8	83,4	0,5	156,3	0,6	cg	20,5	40,1	33,0	47,9	390,8	3,54
9	125,4	4,5	28,1	3,6	cg	21,3	42,2	34,7	62,4	587,6	5,90
9,2	139,4	1,3	104,5	1,0	cg	21,5	42,8	35,0	66,2	653,2	6,73
9,4	96,4	1,7	55,6	1,8	cg	20,8	41,0	33,3	51,5	451,7	4,25
9,6	97,4	1,5	66,4	1,5	cg	20,8	41,1	33,3	51,4	456,4	4,30
9,8	182,5	0,1	1368,9	0,1	cg	22,1	44,3	35,9	76,5	855,4	9,43
10	89,5	0,5	167,8	0,6	cg	20,6	40,8	32,7	47,7	419,5	3,87
10,2	39,5	2,0	19,8	5,1	cg	19,1	36,8	29,1	23,0	185,2	1,39
10,4	20,5	1,3	15,4	6,5	cg	17,9	33,5	26,1	11,1	96,1	0,61
10,6	26,5	1,2	22,1	4,5	cg	18,4	34,9	27,1	12,2	124,2	0,85
10,8	37,7	1,3	28,2	3,5	cg	19,0	36,7	28,6	20,7	176,4	1,31
11	32,7	1,5	22,3	4,5	cg	18,7	36,0	27,9	16,8	153,0	1,10
11,2	32,7	1,6	20,4	4,9	cg	18,7	36,0	27,8	16,5	153,0	1,10
11,4	32,7	1,6	20,4	4,9	cg	18,7	36,1	27,7	16,2	153,0	1,10
11,6	32,7	0,6	54,4	1,8	cg	18,7	36,1	27,6	15,9	153,0	1,10
11,8	64,8	2,1	31,4	3,2	cg	20,0	39,6	30,6	34,3	303,6	2,58
12	28,8	1,4	20,6	4,9	cg	18,5	35,6	26,9	12,2	134,9	0,94
12,2	31,8	1,6	19,9	5,0	cg	18,7	36,1	27,3	14,4	149,0	1,06
12,4	31,8	1,6	19,9	5,0	cg	18,7	36,1	27,2	14,2	149,0	1,06
12,6	32,8	1,7	18,9	5,3	cg	18,8	36,3	27,3	14,7	153,6	1,10
12,8	32,9	1,9	17,0	5,9	cg	18,8	36,4	27,2	14,6	154,3	1,11
13	33,9	0,8	42,4	2,4	cg	18,8	36,6	27,3	15,1	159,0	1,15
13,2	73,9	3,5	21,3	4,7	cg	20,3	40,5	30,6	36,1	346,4	3,05
13,4	34,9	1,6	21,8	4,6	cg	18,9	36,8	27,3	15,3	163,7	1,19
13,6	35,9	2,2	16,3	6,1	cg	18,9	37,0	27,3	15,8	168,3	1,24
13,8	32,1	1,6	20,0	5,0	cg	18,7	36,4	26,8	12,7	150,2	1,07
14	36,1	1,5	23,5	4,3	cg	18,9	37,1	27,2	15,4	169,0	1,24

14,2	40,1	1,5	26,1	3,8	cg	19,1	37,6	27,6	17,9	187,7	1,42
14,4	53,1	1,3	39,8	2,5	cg	19,6	39,1	28,8	25,1	248,7	2,01
14,6	45,1	1,4	32,2	3,1	cg	19,3	38,3	28,0	20,5	211,2	1,64
14,8	40,2	1,5	26,2	3,8	cg	19,1	37,7	27,5	17,3	188,4	1,42
15	39,2	1,5	26,7	3,7	cg	19,1	37,6	27,3	16,4	183,7	1,38

Legenda	q_c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"=coesivi; "g"=granulari; "cg"=misti
	f_s	resistenza laterale (kg/cm ²)	ϕ'_1	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q_c/f_s	"Rapporto Begemann"	ϕ'_2	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f_s/q_c)	Dr	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmertmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-9bis	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-9bis	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	qc	fs	qo/fs	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI								COESIVI										
									Dr (%) valore medio	Φ(°)			Ey			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				Eu		M ₀	G ₀	
										Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze	Webb	Mitch. - Gard.		valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi	Larss.	valore medio	Schultze	Webb	Sangl.
1	0,0	6,6	cg	7,8	0,5	17,2	16,3	151	3,7	26,6	26,1	25,3	24,0	1,9	4,2	2,7	2,7	10,6	0,18	38,1	42,3	48,5	43,0	3,0	2,6	2,1	2,0
2	6,6	10,2	cg	120,1	2,8	128,9	21,1	409	62,0	34,7	41,9	35,4	34,2	30,0	17,0	30,7	30,8	80,0	5,59	589,2	654,6	800,5	681,4	23,1	30,1	15,6	79,3
3	10,2	15,0	cg	37,6	1,6	25,3	18,9	293	18,2	27,9	37,0	26,6	30,2	9,4	7,6	10,1	10,2	44,7	1,31	184,5	204,9	238,5	209,3	8,3	9,9	5,6	16,8

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	qc: resistenza alla punta (kg/cm ²)	fs: resistenza laterale (kg/cm ²)	Y': peso di volume efficace (kN/m ³)	Dr: densità relativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	Ey: Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	Ey: Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M0: Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G0: Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	6,6	cg	Argilla inorganica	7,8	6,6	Argille organiche e terreni misti	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	6,6	10,2	cg	Sabbia grossolana-ghiaia	120,1	2,5	Terreni limo-sabbiosi	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa
3	10,2	15,0	cg	Limo	37,6	4,3	Argille sabbiose e limose	Limi sabbioso argillosi mediamente consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-10	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI RESISTENZA E PARAMETRI PRINCIPALI

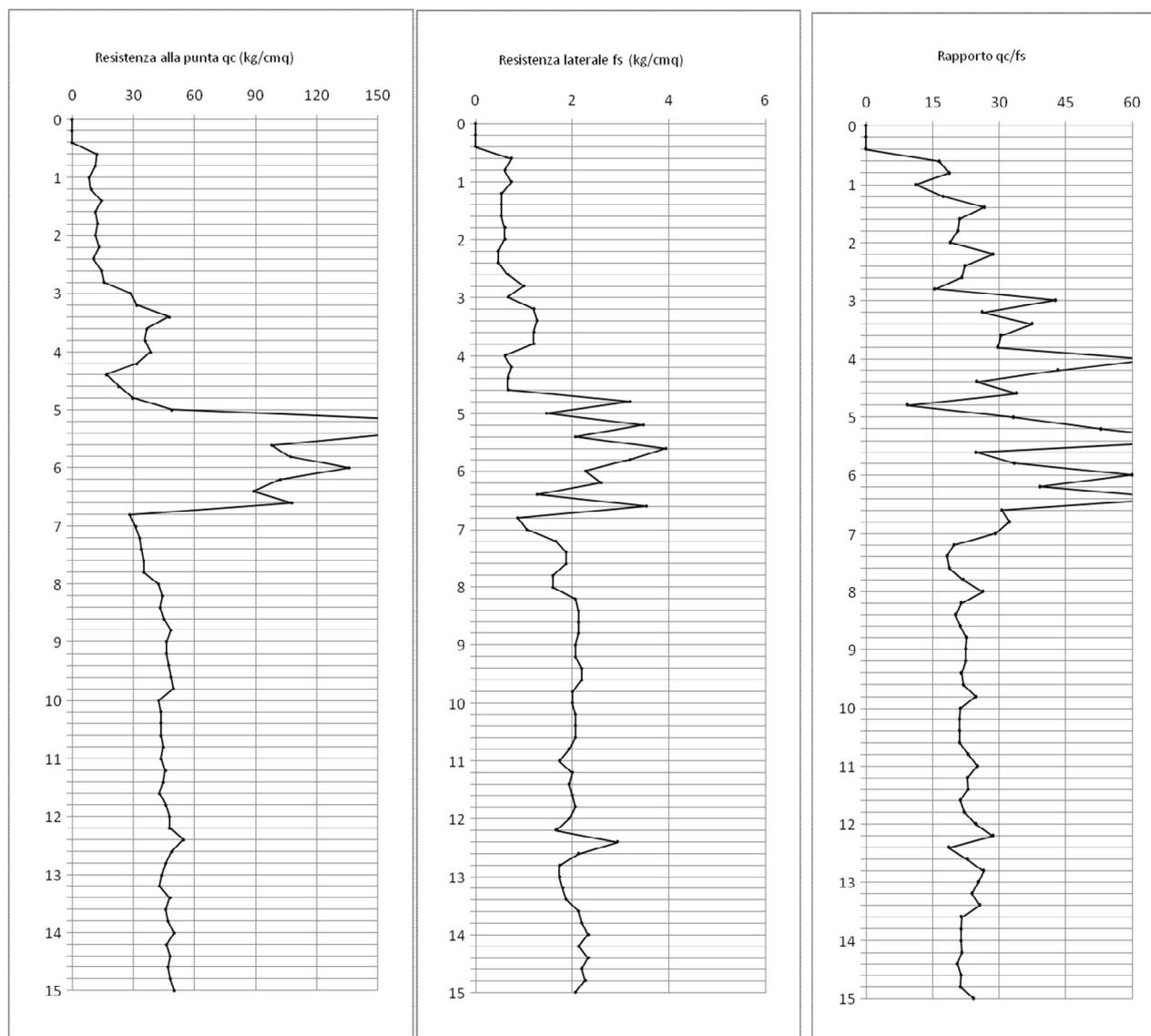
Profondità	q _c	f _s	q _c /f _s	FR (%) (f _s /q _c)	Granulometria	γ' (kN/m ³)	GRANULARI			COESIVI	
							φ ₁ (°)	φ ₂ (°)	Dr media (%)	S _u media (KPa)	OCR
0,2	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,4	-	-	-	-	cg	-	-	-	-	-	-
0,6	12,1	0,7	16,6	6,0	cg	17,1	24,1	36,6	39,1	56,9	0,32
0,8	11,3	0,6	18,8	5,3	cg	16,9	24,4	35,0	32,0	52,8	0,29
1	8,3	0,7	11,3	8,9	cg	16,5	23,4	32,7	20,4	38,8	0,20
1,2	9,3	0,5	17,4	5,7	cg	16,6	24,4	32,3	20,3	43,5	0,23
1,4	14,3	0,5	26,8	3,7	cg	17,3	26,9	33,5	29,0	66,9	0,39
1,6	11,3	0,5	21,1	4,7	cg	16,9	26,1	31,9	20,7	52,8	0,29
1,8	12,4	0,6	20,7	4,8	cg	17,1	26,8	31,8	21,2	58,2	0,33
2	11,4	0,6	19,0	5,3	cg	17,0	26,6	31,0	17,4	53,5	0,29
2,2	13,4	0,5	28,7	3,5	cg	17,2	27,7	31,2	20,0	62,9	0,36
2,4	10,4	0,5	22,3	4,5	cg	16,8	26,6	29,7	12,4	48,8	0,26
2,6	14,4	0,7	21,6	4,6	cg	17,3	28,4	30,8	19,1	67,5	0,39
2,8	15,6	1,0	15,6	6,4	cg	17,5	29,0	30,8	19,9	72,9	0,43
3	28,6	0,7	42,8	2,3	cg	18,5	32,2	33,1	35,0	133,8	0,93
3,2	31,6	1,2	26,3	3,8	cg	18,7	32,9	33,3	36,8	147,9	1,05
3,4	47,6	1,3	37,5	2,7	cg	19,4	35,1	34,8	48,4	222,9	1,76
3,6	36,6	1,2	30,5	3,3	cg	18,9	33,9	33,4	39,0	171,3	1,26
3,8	35,7	1,2	29,7	3,4	cg	18,9	33,9	33,0	37,3	167,3	1,23
4	38,7	0,6	64,5	1,6	cg	19,1	34,4	33,2	38,7	181,3	1,36
4,2	31,7	0,7	43,2	2,3	cg	18,7	33,5	32,1	32,0	148,5	1,06
4,4	16,7	0,7	25,0	4,0	cg	17,6	30,4	29,1	14,5	78,2	0,47
4,6	22,7	0,7	34,0	2,9	cg	18,1	32,1	30,2	21,5	106,3	0,70
4,8	29,8	3,2	9,3	10,7	cg	18,6	33,5	31,2	28,1	139,8	0,98
5	48,8	1,5	33,3	3,0	cg	19,5	36,1	33,2	41,7	228,8	1,81
5,2	183,8	3,5	53,0	1,9	cg	22,1	42,8	38,8	85,9	861,6	9,52
5,4	158,8	2,1	76,9	1,3	cg	21,8	42,2	38,0	86,8	744,4	7,93
5,6	97,8	3,9	24,9	4,0	cg	20,8	39,9	35,7	63,7	458,5	4,33
5,8	107,0	3,2	33,4	3,0	cg	21,0	40,4	35,9	66,5	501,3	4,84
6	136,0	2,3	60,0	1,7	cg	21,5	41,7	36,8	76,1	637,2	6,53
6,2	102,0	2,6	39,2	2,5	cg	20,9	40,3	35,4	62,9	477,9	4,56
6,4	89,0	1,3	70,2	1,4	cg	20,6	39,7	34,7	57,0	416,9	3,84
6,6	108,0	3,5	30,6	3,3	cg	21,0	40,7	35,4	63,8	506,0	4,89
6,8	28,1	0,9	32,4	3,1	cg	18,5	34,1	29,4	20,7	131,7	0,91
7	31,1	1,1	29,2	3,4	cg	18,7	34,7	29,7	22,9	145,7	1,03
7,2	33,1	1,7	19,9	5,0	cg	18,8	35,0	29,8	24,0	155,1	1,12
7,4	34,1	1,9	18,3	5,5	cg	18,8	35,3	29,8	24,4	159,8	1,16
7,6	35,1	1,9	18,8	5,3	cg	18,9	35,5	29,9	24,7	164,5	1,20
7,8	35,2	1,6	22,0	4,5	cg	18,9	35,5	29,8	24,4	165,1	1,21
8	42,2	1,6	26,4	3,8	cg	19,2	36,5	30,4	28,9	197,9	1,51
8,2	44,2	2,1	21,4	4,7	cg	19,3	36,8	30,5	29,8	207,3	1,60
8,4	43,2	2,1	20,3	4,9	cg	19,3	36,7	30,3	28,7	202,6	1,56
8,6	45,2	2,1	21,2	4,7	cg	19,3	37,0	30,4	29,6	212,0	1,65
8,8	48,4	2,1	22,7	4,4	cg	19,5	37,4	30,6	31,0	226,7	1,79
9	46,4	2,1	22,4	4,5	cg	19,4	37,3	30,3	29,5	217,3	1,70
9,2	46,4	2,1	22,4	4,5	cg	19,4	37,3	30,2	29,1	217,3	1,70
9,4	47,4	2,2	21,5	4,6	cg	19,4	37,5	30,2	29,3	222,0	1,75
9,6	48,4	2,2	22,0	4,5	cg	19,5	37,6	30,2	29,5	226,7	1,79
9,8	49,5	2,0	24,8	4,0	cg	19,5	37,8	30,2	29,8	232,0	1,85
10	42,5	2,0	21,3	4,7	cg	19,2	37,1	29,5	25,3	199,2	1,53
10,2	43,5	2,1	21,1	4,7	cg	19,3	37,2	29,5	25,5	203,9	1,57
10,4	43,5	2,1	21,1	4,7	cg	19,3	37,3	29,4	25,2	203,9	1,57
10,6	43,5	2,1	21,1	4,7	cg	19,3	37,3	29,3	24,9	203,9	1,57
10,8	44,7	1,9	23,1	4,3	cg	19,3	37,5	29,3	25,3	209,2	1,62
11	43,7	1,7	25,2	4,0	cg	19,3	37,4	29,1	24,4	204,6	1,58
11,2	45,7	2,0	22,8	4,4	cg	19,4	37,7	29,3	25,3	213,9	1,67
11,4	44,7	1,9	23,1	4,3	cg	19,3	37,6	29,1	24,4	209,2	1,62
11,6	42,7	2,0	21,3	4,7	cg	19,2	37,4	28,8	22,8	199,9	1,53
11,8	45,8	2,1	22,2	4,5	cg	19,4	37,8	29,0	24,5	214,6	1,67
12	47,8	1,9	24,7	4,0	cg	19,4	38,1	29,2	25,3	223,9	1,77
12,2	47,8	1,7	28,7	3,5	cg	19,4	38,1	29,1	25,1	223,9	1,77
12,4	54,8	2,9	18,7	5,4	cg	19,7	38,9	29,6	28,5	256,8	2,10
12,6	48,8	2,1	22,9	4,4	cg	19,5	38,3	29,0	25,1	228,6	1,81
12,8	45,9	1,7	26,5	3,8	cg	19,4	38,1	28,7	23,2	215,2	1,68
13	43,9	1,7	25,3	3,9	cg	19,3	37,9	28,4	21,7	205,8	1,59
13,2	42,9	1,8	23,9	4,2	cg	19,2	37,8	28,3	20,9	201,2	1,54
13,4	47,9	1,9	25,7	3,9	cg	19,4	38,4	28,7	23,6	224,6	1,77
13,6	45,9	2,1	21,5	4,6	cg	19,4	38,2	28,4	22,2	215,2	1,68
13,8	47,1	2,2	21,4	4,7	cg	19,4	38,4	28,5	22,6	220,5	1,73
14	50,1	2,3	21,5	4,7	cg	19,5	38,7	28,7	24,0	234,6	1,87

14,2	46,1	2,1	21,6	4,6	cg	19,4	38,3	28,2	21,5	215,9	1,69
14,4	48,1	2,3	20,6	4,9	cg	19,4	38,6	28,4	22,4	225,2	1,78
14,6	47,1	2,2	21,4	4,7	cg	19,4	38,5	28,2	21,6	220,5	1,73
14,8	48,2	2,3	21,3	4,7	cg	19,5	38,6	28,2	22,0	225,9	1,79
15	50,2	2,1	24,3	4,1	cg	19,5	38,9	28,4	22,9	235,2	1,88

Legenda	q_c	resistenza alla punta (kg/cm ²)	γ'	http://www.dot.il.gov/bridges (2010)	Granulometria	"c"=coesivi; "g"=granulari; "cg"=misti
	f_s	resistenza laterale (kg/cm ²)	ϕ'_1	(Kulhawy & Mayne, 1990)	Su (Kpa)	(Sanglerat - AGI, 1972-1977, Bruschi)
	q_c/f_s	"Rapporto Begemann"	ϕ'_2	(Durgunouglu & Mitchell, 1973-1975)	OCR	(Robertson, 2009)
	FR %	"Friction Ratio" (f_s/q_c)	Dr	media (Lancellotta 1991, Jamiolkowshi 1988, Schmertmann e Baldi 1978)		

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-10	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	15,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPT-10	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	03/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	qc	fs	qc/fs	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI							COESIVI											
									Dr (%)	φ (°)				Ey			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)			Eu		M ₀	G ₀	
									valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze	Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi	Larss.	valore medio	Schultze	Webb	Sangl.	Mayne - Rix
1	0,0	4,8	cg	21,1	0,9	26,5	17,8	195	29,1	32,4	30,4	33,1	27,3	5,3	5,7	6,0	6,1	14,4	0,63	103,4	114,8	139,4	119,2	5,4	5,9	3,7	7,8
2	4,8	7,0	cg	99,1	2,3	43,9	20,6	363	62,5	35,4	40,1	36,4	34,4	24,8	14,6	25,5	25,6	60,7	4,40	486,2	540,1	662,1	562,8	19,3	25,0	13,3	61,3
3	7,0	15,0	cg	45,0	2,0	22,4	19,3	307	25,1	29,3	37,6	28,5	31,7	11,3	8,5	12,0	12,1	46,0	1,64	220,9	245,4	290,4	252,2	9,7	11,7	6,6	21,4

Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	qc: resistenza alla punta (kg/cm ²)	fs: resistenza laterale (kg/cm ²)	Y': peso di volume efficace (kN/m ³)	Dr: densità reativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	Ey: Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	Ey: Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M0: Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G0: Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0,0	4,8	cg	Limo	21,1	4,6	Argilla inorganica compatta	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	4,8	7,0	cg	Limo più o meno sabbioso	99,1	2,6	Terreni limo-sabbiosi	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa

**CAMPAGNA INVESTIGATIVA DI SUPPORTO ALLO
STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA TRAMITE
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT ED
ELETTRICHE CPTE**

Committente	Dott. Geol. Alberto Tomei
Località	Vicchio del Mugello
Data	03/11/2014 – 25/11/2014
N° di prove	5
Tipologia Prova	CPTE
Rif. N°	44/14
Intervento	Studio di Microzonazione Sismica

UBICAZIONE INDAGINI

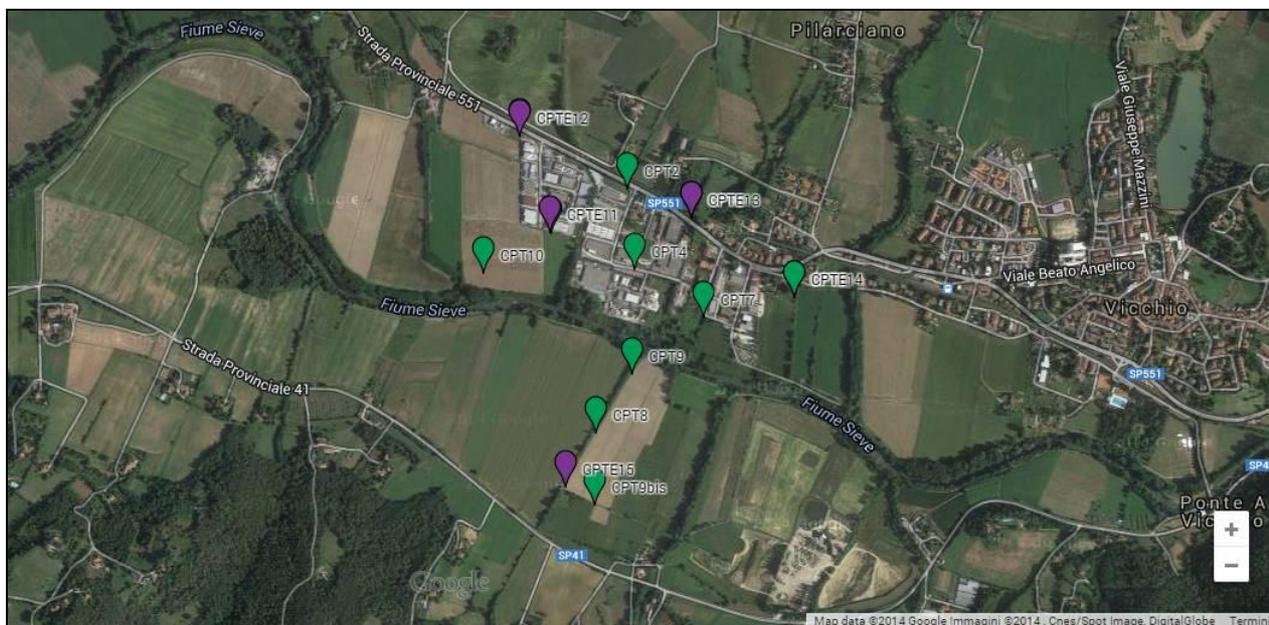
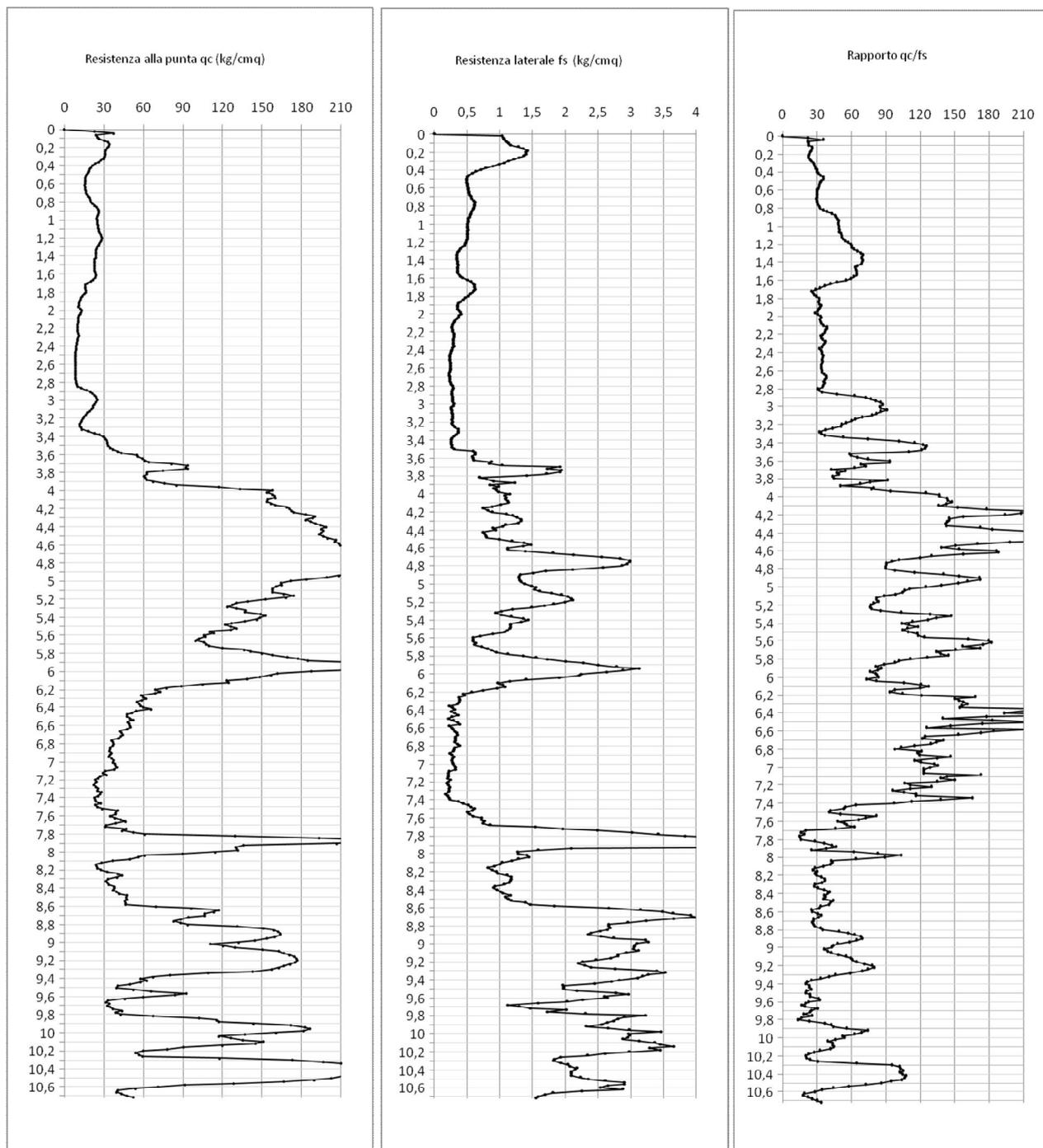


Immagine aerea Bing Maps

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	10,72
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTE-11	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	10,72
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTE-11	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q ₀ /f _s	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI								COESIVI										
									Dr (%)	φ(°)				E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				Eu		M ₀	G ₀
									valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze	Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi	Larss.	valore medio	Schultze	Webb	Sangl.	Mayne - Rix
1	0	3,90	cg	23,5	0,5	47,9	17,9	191	38,6	34,5	30,0	35,8	28,8	5,9	6,0	6,6	6,7	13,0	0,73	115,2	128,0	156,7	133,3	5,8	6,5	4,4	9,0
2	3,90	7,00	cg	137,2	1,1	137,6	21,2	410	69,0	35,6	42,4	36,4	35,0	34,3	19,0	35,0	35,1	87,6	6,60	672,8	747,4	916,4	778,9	26,1	34,3	17,5	94,6
3	7,00	10,72	cg	89,6	2,0	53,2	20,2	373	41,8	31,4	41,5	31,2	31,4	22,4	13,5	23,1	23,2	76,7	3,87	439,4	488,1	587,5	505,0	17,6	22,7	12,2	53,6

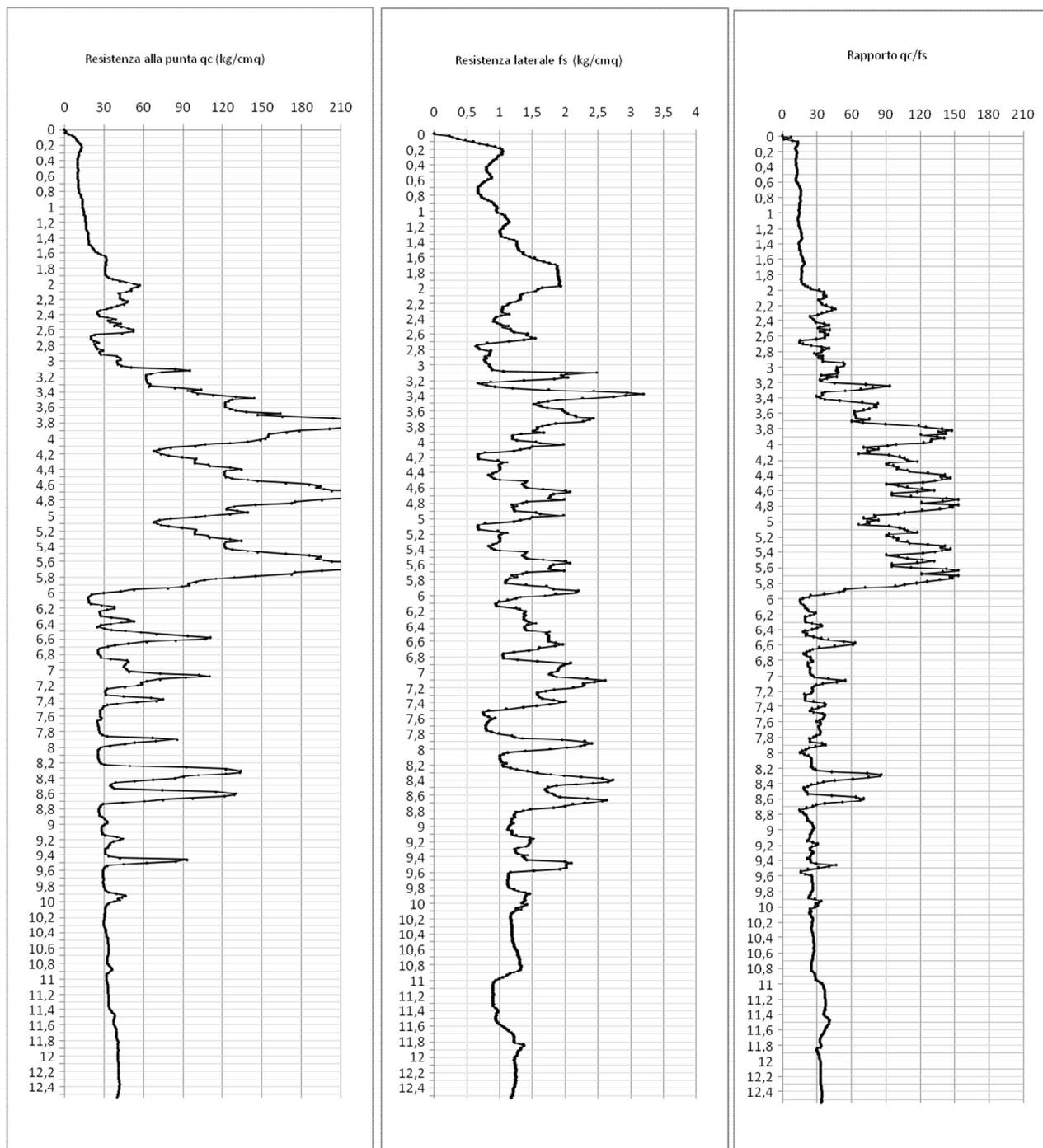
Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto φ: angolo di resistenza al taglio (°) M0: Modulo edometrico o confinato (Mpa)	qc: resistenza alla punta (kg/cmq) Ey: Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa) G0: Modulo di taglio (Mpa)	fs: resistenza laterale (kg/cmq) Ey: Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa) N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σv) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato	Y': peso di volume efficace (kN/mc) OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Dr: densità reativa (%) Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
----------------	--	--	--	--	---

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0	3,90	cg	Sabbia più o meno limosa-argillosa	23,5	2,5	Sabbie argillose e limi poco addensati	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	3,90	7,00	cg	Sabbia grossolana-ghiaia	137,2	0,8	Sabbie addensate	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa
3	7,00	10,72	cg	Sabbia più o meno limosa-argillosa	89,6	2,6	Terreni limo sabbiosi	Sabbie limoso argillose molto addensate con presenza di ghiaia sparsa

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	12,54
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTe-12	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	12,54
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTE-12	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q _o /f _s	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI										COESIVI								
									Dr (%) valore medio	φ(°)			valore medio	E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				Eu		M ₀	G ₀
										Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y		Schmert.	Schultze	Webb				Mitch. - Gard.	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi	Larss.	valore medio		
1	0	3,20	cg	26,0	1,1	22,7	18,0	197	44,1	35,6	30,2	37,0	29,6	6,5	6,3	7,2	7,3	13,2	0,83	127,7	141,8	174,1	147,9	6,3	7,1	4,9	10,3
2	3,20	5,86	cg	139,7	1,4	103,9	21,4	415	74,7	36,5	42,0	37,5	35,6	34,9	19,3	35,6	35,7	84,2	6,75	685,2	761,2	935,4	793,9	26,5	34,9	17,8	97,0
3	5,86	12,54	cg	41,6	1,4	30,2	19,0	301	19,0	27,9	37,8	26,5	30,3	10,4	8,1	11,1	11,2	50,1	1,48	204,0	226,5	263,2	231,2	9,0	10,9	6,2	19,2

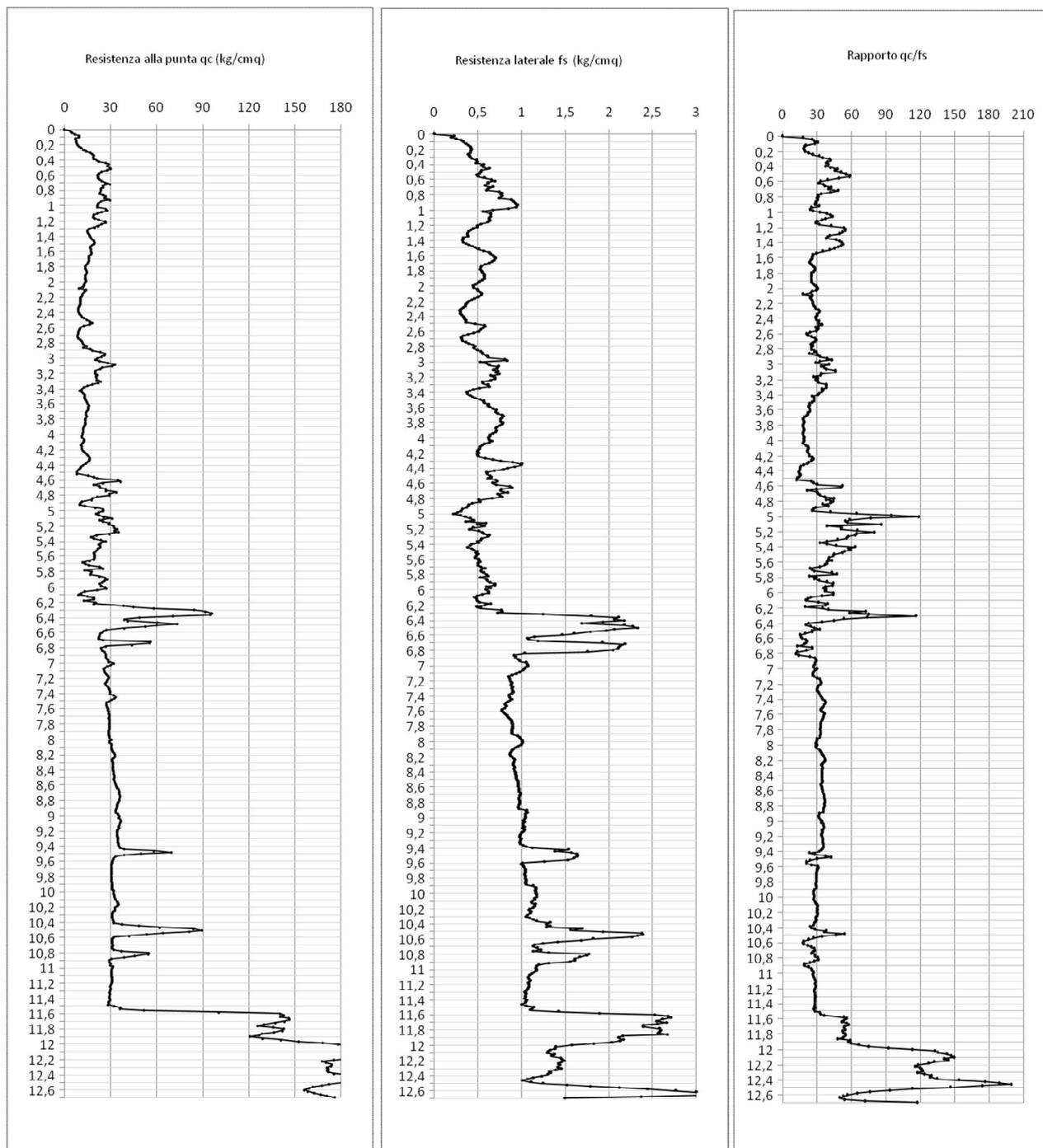
Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto φ: angolo di resistenza al taglio (°) M ₀ : Modulo edometrico o confinato (Mpa)	q _c : resistenza alla punta (kg/cmq) E _y : Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa) G ₀ : Modulo di taglio (Mpa)	f _s : resistenza laterale (kg/cmq) E _y : Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa) N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato	Y': peso di volume efficace (kN/mc) OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Dr: densità reativa (%) Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
----------------	---	---	---	--	---

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0	3,20	cg	Limo	26,0	6,0	Argilla inorganica molto compatta	Depositi limoso sabbiosi con argilla da poco a mediamente consistenti
2	3,20	5,86	cg	Sabbia grossolana-ghiaia	139,7	1,1	Sabbia addensata	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa
3	5,86	12,54	cg	Limo più o meno sabbioso	41,6	3,6	Argille sabbiose e limose	Limi sabbioso argillosi mediamente consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	12,70
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTE-13	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	12,70
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTE-13	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q _o /f _s	γ'	V _s medie (m/s)	GRANULARI							COESIVI											
									Dr (%)	φ (°)				E _y			M ₀	G ₀	OCR	S _u (Kpa)				E _u		M ₀	G ₀
										valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze				Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi		
1	0	6,20	cg	17,8	0,6	33,5	17,6	193	17,6	29,7	30,6	29,6	27,8	4,5	5,3	5,2	5,3	16,4	0,51	87,4	97,1	115,8	100,1	4,8	5,1	5,1	6,2
2	6,20	11,56	cg	34,8	1,1	31,4	18,8	286	14,9	27,2	36,8	25,6	29,4	8,7	7,3	9,4	9,5	45,1	1,19	170,8	189,6	218,3	192,9	7,8	9,2	5,3	15,2
3	11,56	12,70	cg	163,3	1,9	98,4	21,8	492	56,8	32,8	45,2	32,8	33,3	40,8	21,9	41,5	41,6	132,7	8,20	800,8	889,5	1078,5	922,9	30,7	40,7	20,8	119,4

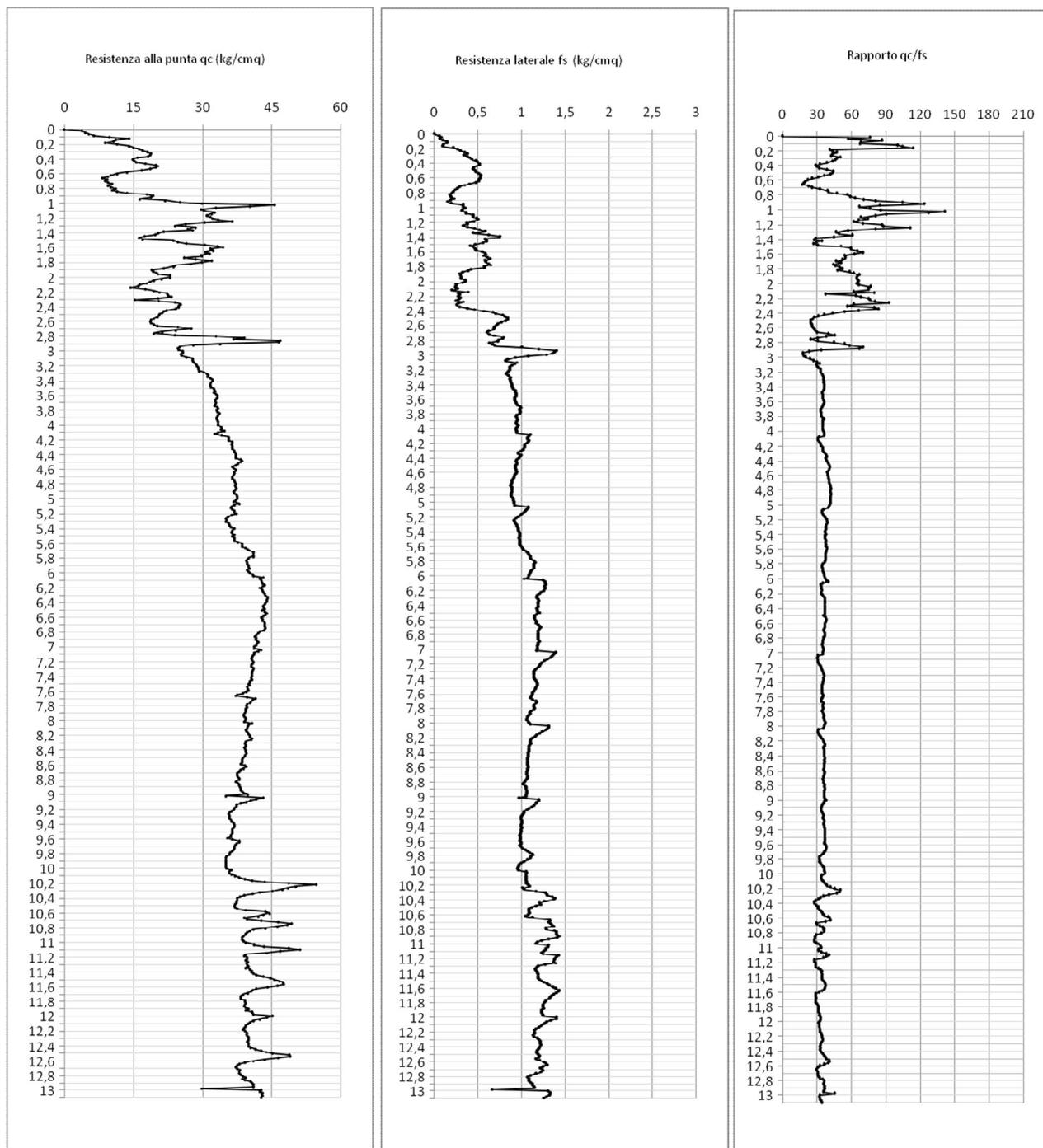
Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	q _c : resistenza alla punta (kg/cmq)	f _s : resistenza laterale (kg/cmq)	Y': peso di volume efficace (kN/mc)	Dr: densità reativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	E _y : Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	E _y : Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	S _u : Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M ₀ : Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G ₀ : Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (p _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0	6,20	cg	Limo più o meno sabbioso	17,8	3,4	Argille sabbiose e limose compatte	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	6,20	11,56	cg	Limo più o meno sabbioso	34,8	3,4	Argille sabbiose e limose molto compatte	Limi sabbiosi con argilla da poco a mediamente consistenti
3	11,56	12,70	cg	Sabbia grossolana-ghiaia	163,3	1,2	Sabbia addensata	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	13,10
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTE-14	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	13,10
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTe-14	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q _v /f _s	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI							COESIVI											
									Dr (%)	φ (°)				E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				E _u		M ₀	G ₀
										valore medio	Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze				Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi		
1	0	3,00	cg	21,7	0,5	54,2	17,9	182	39,4	35,0	29,2	36,3	28,9	5,4	5,8	6,1	6,2	11,4	0,66	106,4	118,3	145,0	123,2	5,5	6,0	4,3	8,1
2	3,00	13,10	cg	38,8	1,1	35,3	19,0	291	19,2	28,1	37,1	26,9	30,4	9,7	7,7	10,4	10,5	45,1	1,36	190,2	211,2	246,4	215,9	8,5	10,2	5,8	17,5

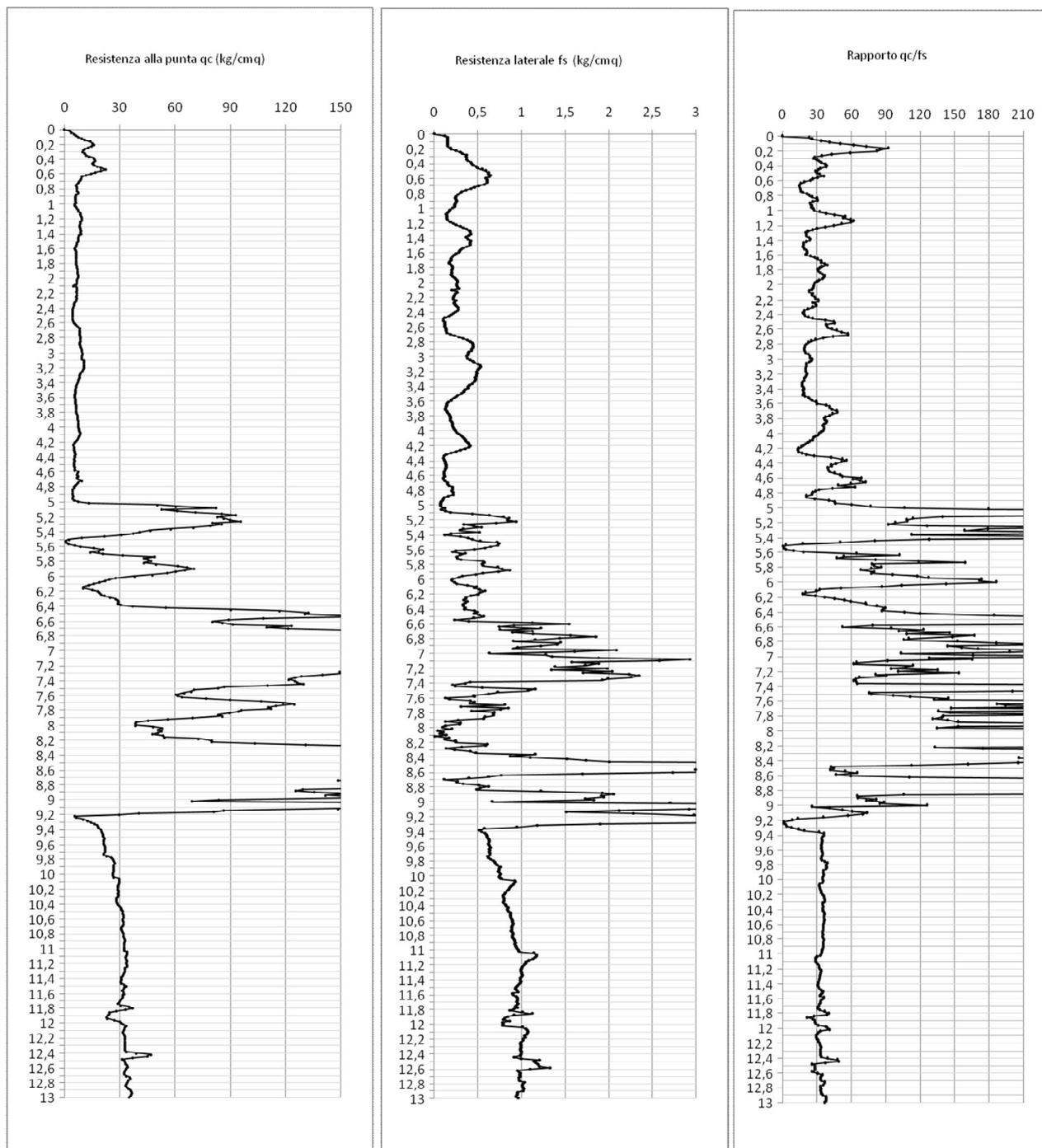
Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto φ: angolo di resistenza al taglio (°) M ₀ : Modulo edometrico o confinato (Mpa)	q _c : resistenza alla punta (kg/cmq) E _y : Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa) G ₀ : Modulo di taglio (Mpa)	f _s : resistenza laterale (kg/cmq) E _y : Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa) N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato	Y': peso di volume efficace (kN/mc) OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Dr: densità relativa (%) Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
----------------	---	---	---	--	--

VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q: (Kg/cm2)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0	3,00	cg	Sabbia più o meno limosa-argillosa	21,7	2,3	Sabbie argillose e limi	Depositi limoso sabbiosi con argilla da poco a mediamente consistenti
2	3,00	13,10	cg	Limo più o meno sabbioso	38,8	2,9	Sabbie argillose e limi addensate	Limi sabbiosi con argilla mediamente consistenti

Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	13,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTE-15	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

ANDAMENTO DEI PRINCIPALI PARAMETRI CON LA PROFONDITÀ



Committente	Comune di Vicchio	Profondità prova (m)	13,00
Località	Vicchio (FI)	Quota iniziale	p.c.
Prova	CPTE-15	Profondità falda (m)	non rilevata
Data	25/11/2014	Note	

PARAMETRI MEDI STRATI

Strato	Intervallo		Tipo	q _c	f _s	q ₀ /f _s	γ'	Vs medie (m/s)	GRANULARI								COESIVI										
									Dr (%) valore medio	φ(°)			E _y			M ₀	G ₀	OCR	Su (Kpa)				Eu		M ₀	G ₀	
										Durgu.-Mitch.	Kulhawy & Mayne	D&M R&C C&Y	valore medio	Schmert.	Schultze				Webb	Mitch. - Gard.	valore medio	Robert.	Sangl. - AGI	Bruschi			Larss.
1	0	5,00	cg	7,7	0,3	32,7	16,3	144	5,6	28,4	25,1	28,1	25,4	1,9	4,2	2,6	2,7	8,2	0,18	37,9	42,1	49,6	43,2	3,0	2,6	2,1	2,0
2	5,00	9,00	cg	106,2	0,9	233,2	20,4	373	52,0	33,1	41,8	33,4	32,9	26,6	15,4	27,3	27,4	79,2	4,79	521,0	578,7	703,3	601,0	20,6	26,7	14,1	67,3
3	9,00	13,00	cg	35,1	1,1	34,1	18,7	290	11,8	26,3	37,3	24,2	28,6	8,8	7,3	9,5	9,6	50,9	1,20	172,0	191,0	216,1	193,0	7,9	9,3	5,4	15,3

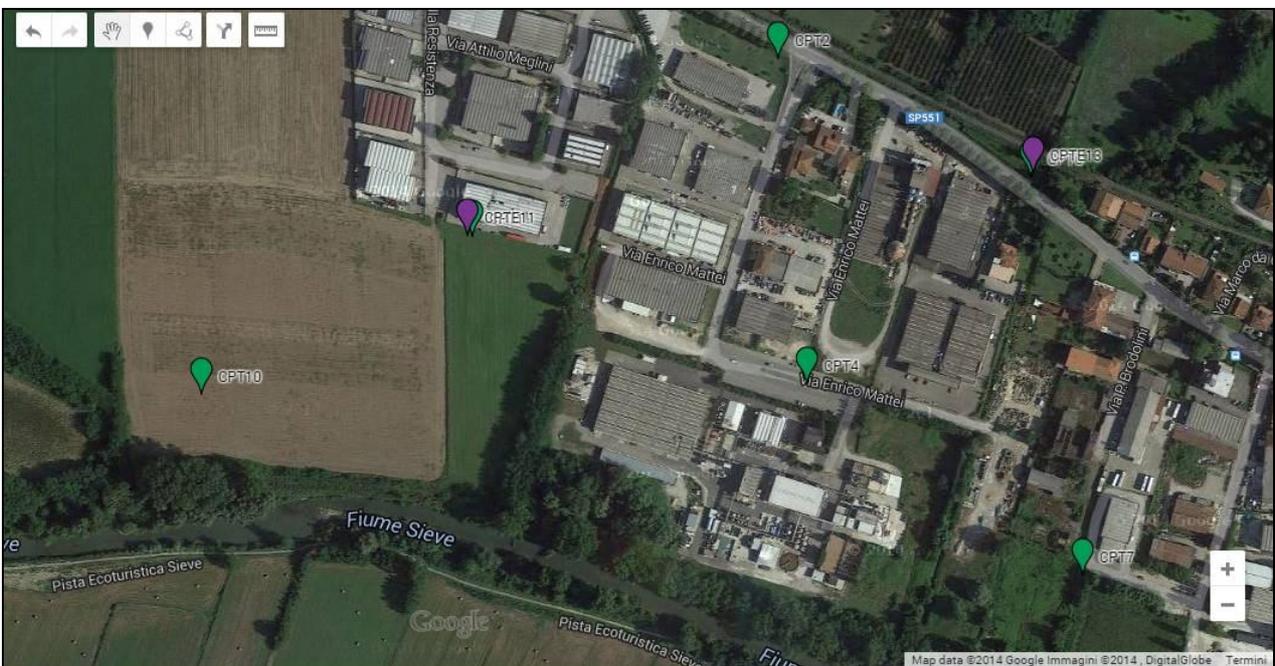
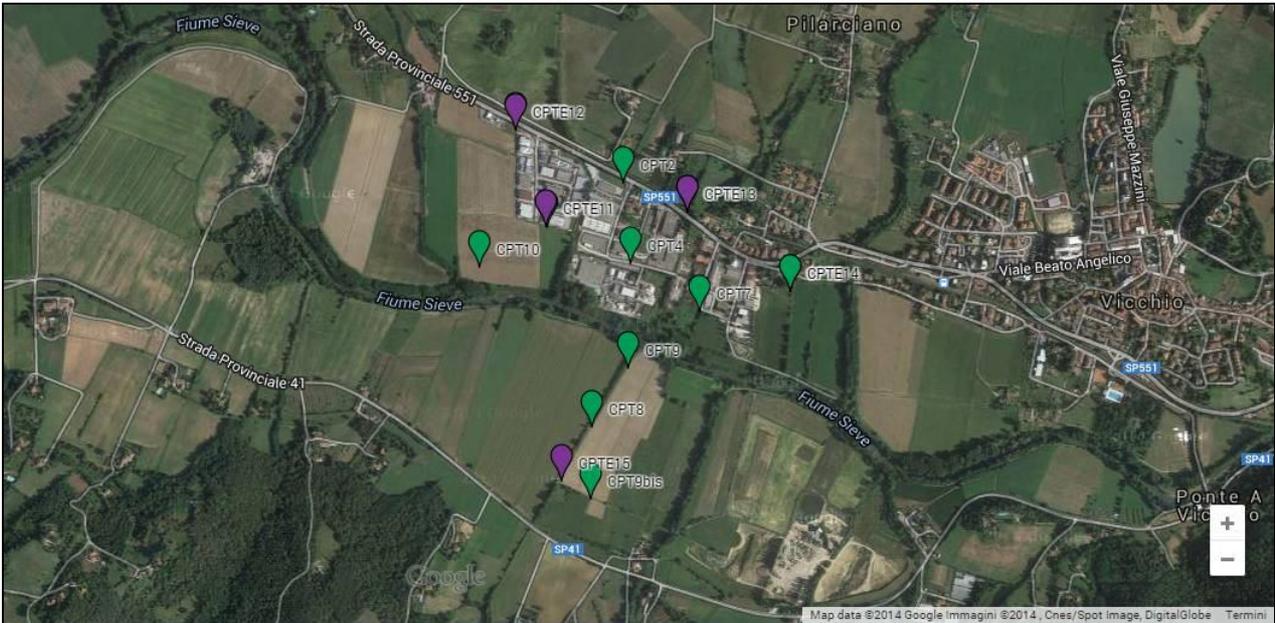
Legenda	Tipo: "c" = coesivo; "g" = granulare; "cg" = misto	q_c: resistenza alla punta (kg/cmq)	f_s: resistenza laterale (kg/cmq)	Y': peso di volume efficace (kN/mc)	Dr: densità reativa (%)
	φ: angolo di resistenza al taglio (°)	E_y: Modulo di deformazione (Young) GRANULARI (Mpa)	E_y: Modulo di deformazione non drenato COESIVI (Mpa)	OCR: grado di sovraconsolidazione (COESIVI)	Su: Resistenza al taglio non drenata (Kpa)
	M0: Modulo edometrico o confinato (Mpa)	G0: Modulo di taglio (Mpa)	N.B.: tutti i valori sono quelli medi dei vari strati. La pressione verticale attuale (σ _v) utilizzata nel calcolo delle formule è quella corrispondente al centro dello strato		

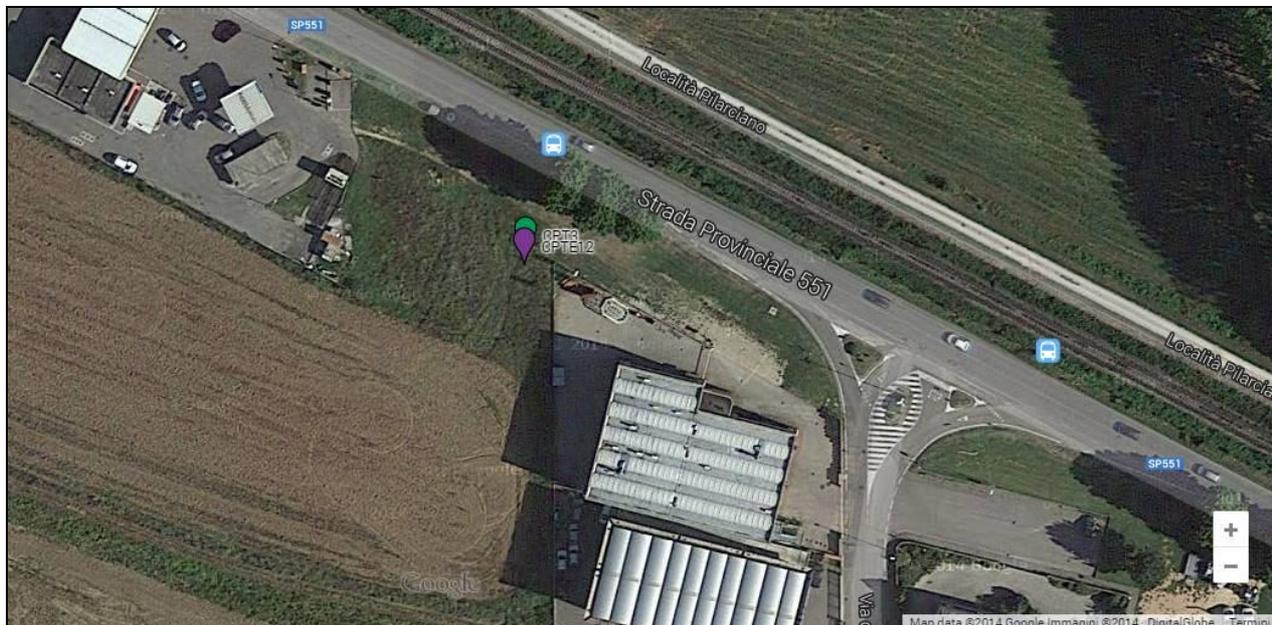
VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

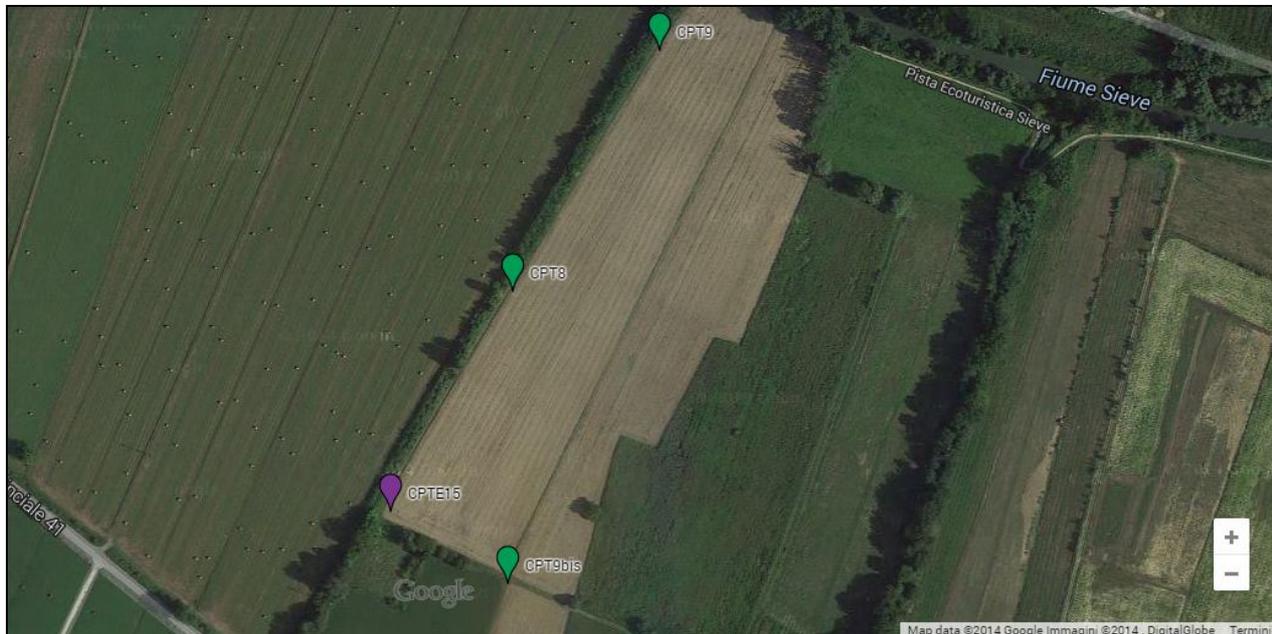
Strato	Intervallo (m)		Tipo	Litologia (Begemann)	q _c (Kg/cm ²)	Fr	Litologia (Schmertmann)	Litologia ipotizzata
1	0	5,00	cg	Limo più o meno sabbioso	7,7	3,6	Argilla inorganica di media consistenza	Depositi limoso sabbiosi con argilla poco consistenti
2	5,00	9,00	cg	Sabbia grossolana-ghiaia	106,2	2,4	Terreni limo-sabbiosi	Sabbie da fini a medio grossolane con presenza di ghiaia in matrice limoso argillosa
3	9,00	13,00	cg	Limo più o meno sabbioso	35,1	4,1	Argille sabbiose e limose	Limo sabbioso argillosi mediamente consistenti



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA









COORDINATE GEOGRAFICHE

	X (LONG)	Y (LAT)
CPT1	11,443626	43,9350299
CPT2	11,4463458	43,9361763
CPT3	114425048	439375418
CPT4	11,4466019	43,9340806
CPT5	11,4522761	43,9333727
CPT6	11,4486055	43,9354124
CPT7	11,4490628	43,9328444
CPT8	11,4452219	43,9298822
CPT9	11,4464986	43,9314024
CPT9bis	11,4451790	43,9280354
CPT10	11,4412094	43,9340082
CPTE11	11,4435857	43,9350367
CPTE12	11,4425008	43,9375244
CPTE13	11,4486203	43,9354346
CPTE14	11,4522774	43,9333930
CPTE15	11,4441624	43,9284952

- Esecuzione prova penetrometrica CPT1 – CPT11





- Esecuzione prova penetrometrica CPT2



- Esecuzione prova penetrometrica CPT3 – CPTe12

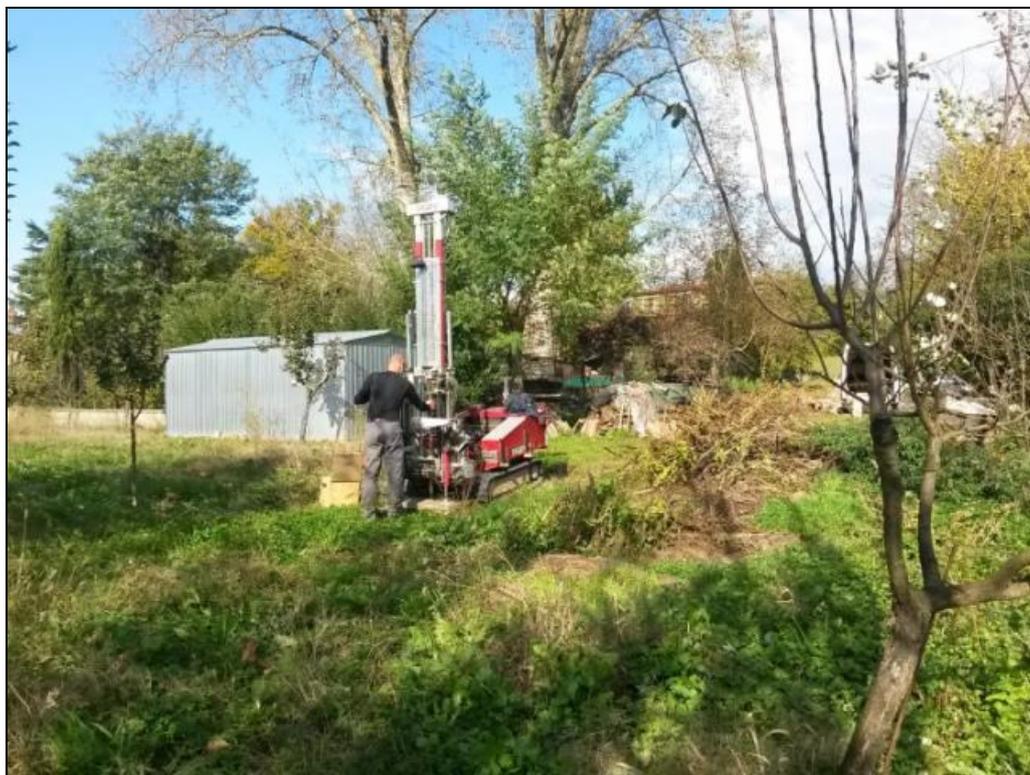




- Esecuzione prova penetrometrica CPT4



- Esecuzione prova penetrometrica CPT5 – CPTe14



- Esecuzione prova penetrometrica CPT6 – CPT613



- Esecuzione prova penetrometrica CPT7



- Esecuzione prova penetrometrica CPT8



- Esecuzione prova penetrometrica CPT9





- Esecuzione prova penetrometrica CPT9bis





- Esecuzione prova penetrometrica CPT10





- Esecuzione prova penetrometrica CPTe15



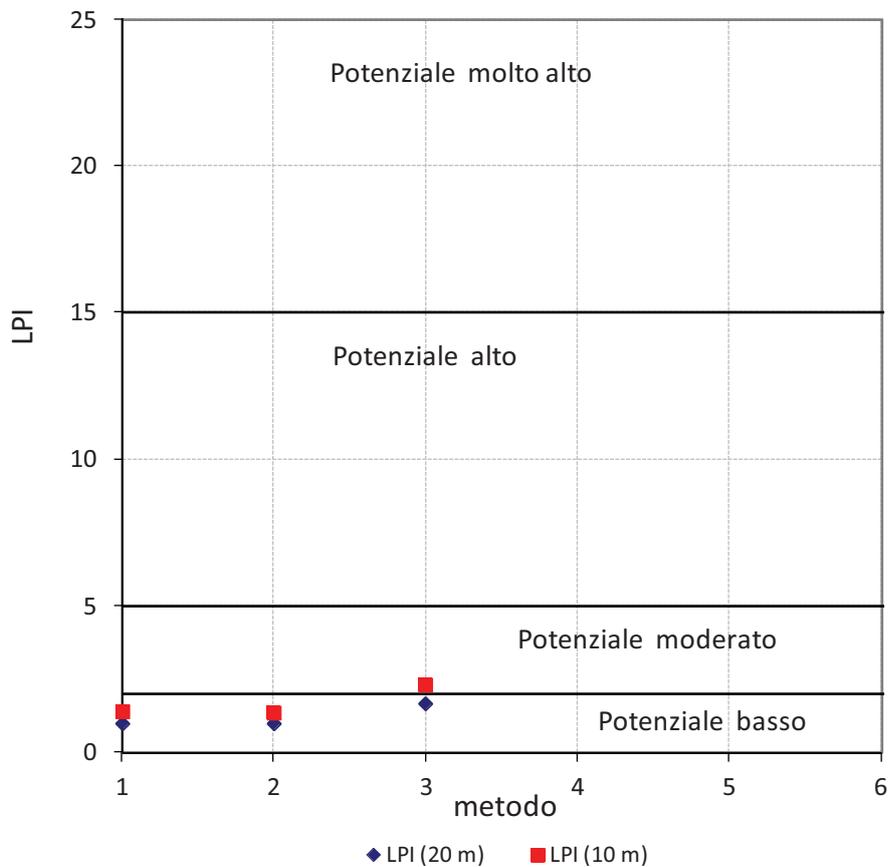
Appendice 3

Valutazione del potenziale di liquefazione dei depositi alluvionali

Località: Vicchio
 Codice: CPT1
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 9,60 m

Metodo

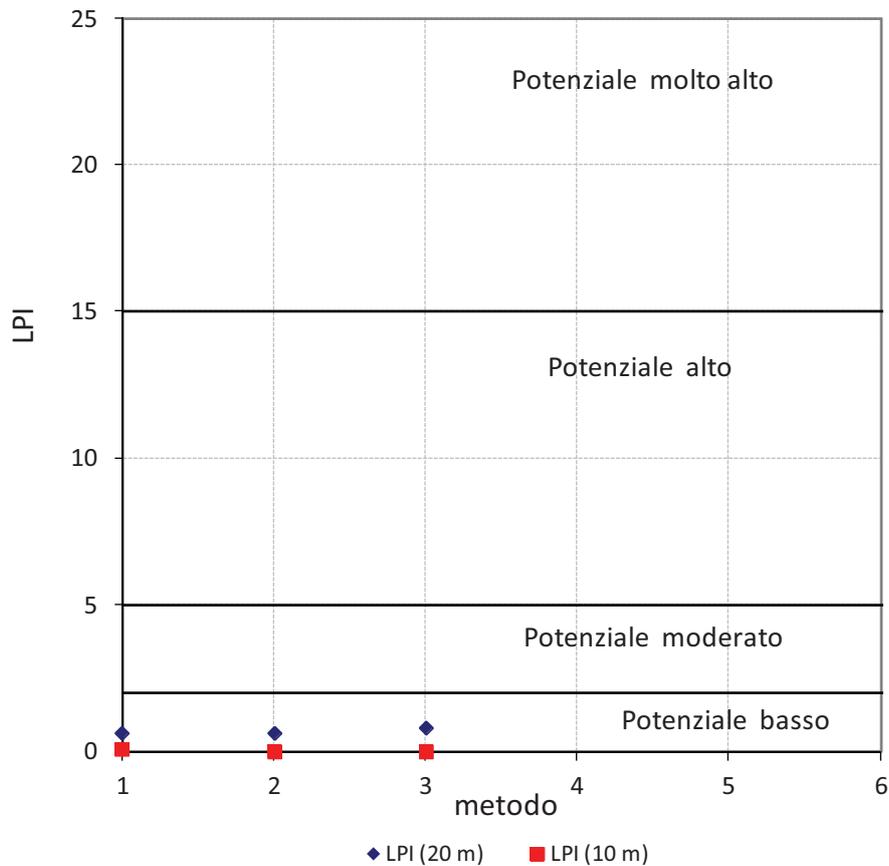
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	1,00	0,96	1,65
LPI ₁₀ =	1,41	1,36	2,32
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	3,40	3,40	3,40
z_{max} (m) =	6,00	6,00	6,00
ΣH_L (m) =	0,40	0,40	1,00
LPbl ₂₀ =	2,41	2,38	2,52
LPbl ₁₀ =	3,35	3,31	3,55



Località: Vicchio
 Codice: CPT2
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 15,00 m

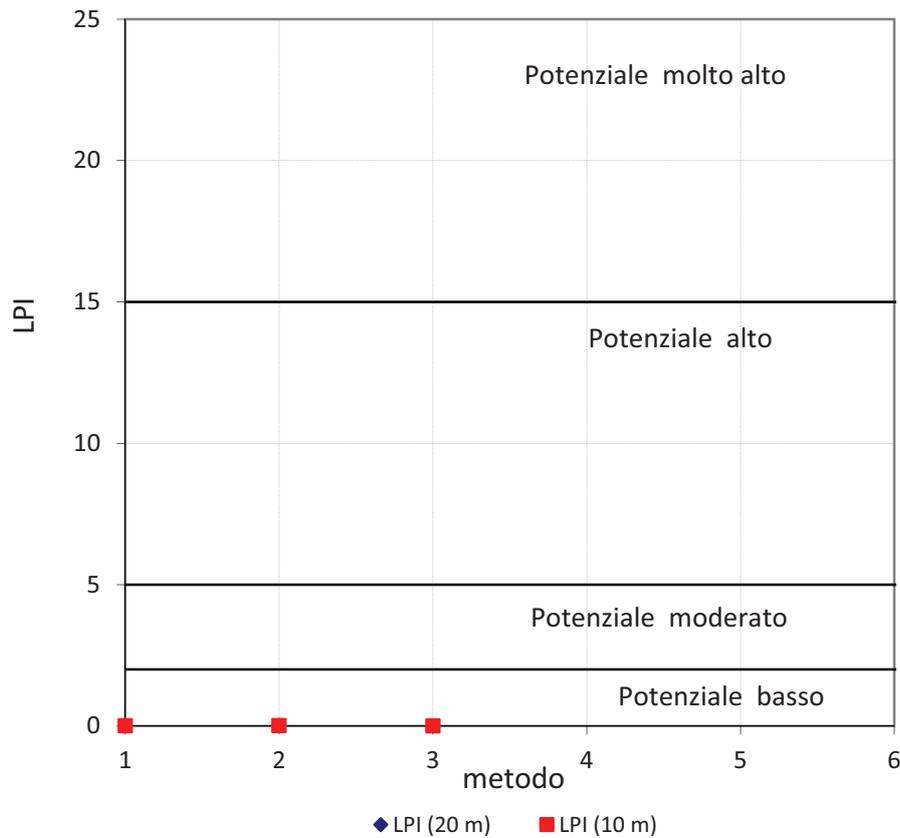
Metodo

	NCEER	Rob	J&AI
$LPI_{20} =$	0,63	0,64	0,82
$LPI_{10} =$	0,07	0,00	0,00
Rischio di liquefazione(LPI_{20}):	basso	basso	basso
$z_{min} (m) =$	6,40	11,40	11,40
$z_{max} (m) =$	14,80	14,80	12,60
$\Sigma H_L (m) =$	1,00	1,00	0,60
$LPbl_{20} =$	2,42	2,01	1,26
$LPbl_{10} =$	0,78	0,00	0,00



Località: Vicchio
 Codice: CPT3
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 15,00 m

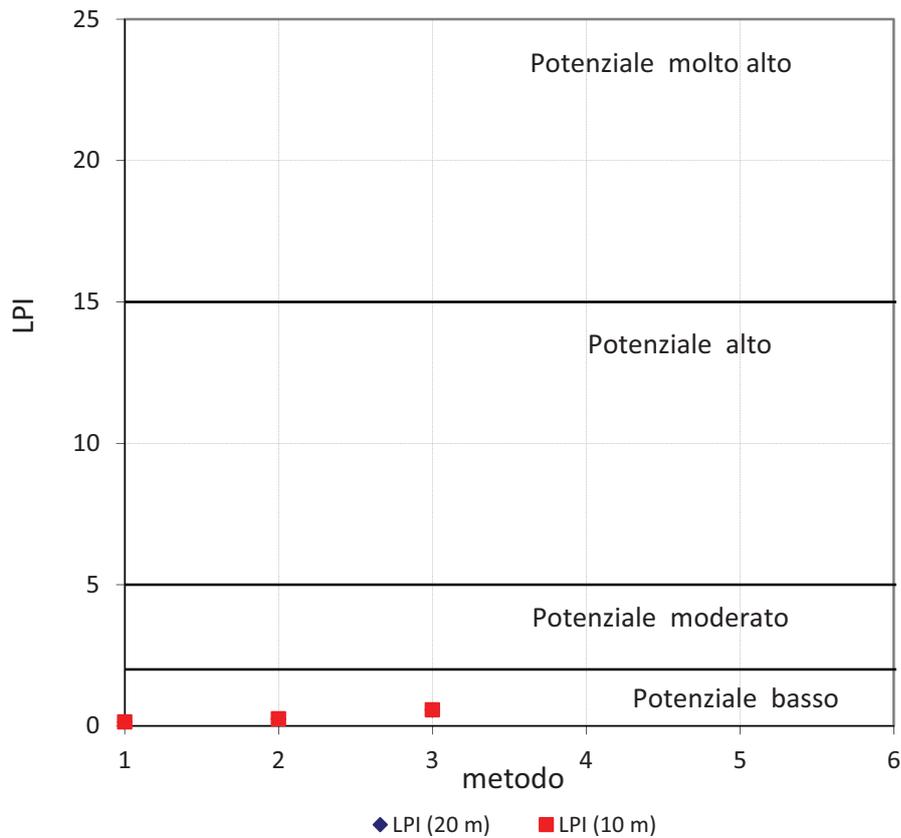
Metodo	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,01	0,01	0,00
LPI ₁₀ =	0,01	0,01	0,00
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	6,40	6,40	5,20
z_{max} (m) =	6,40	14,60	5,20
ΣH_L (m) =	0,20	0,40	0,20
LPbl ₂₀ =	0,00	0,00	0,00
LPbl ₁₀ =	0,00	0,00	0,00



Località: Vicchio
 Codice: CPT4
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 15,00 m

Metodo

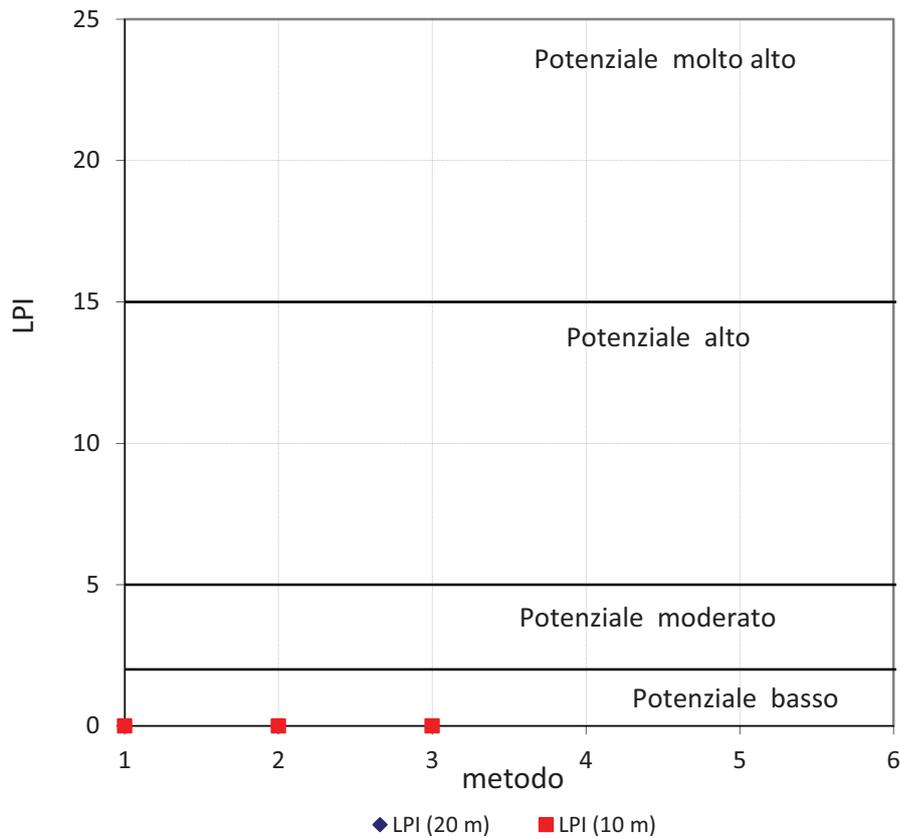
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,14	0,24	0,57
LPI ₁₀ =	0,14	0,26	0,57
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	5,80	5,80	5,80
z_{max} (m) =	7,20	7,20	7,20
ΣH_L (m) =	1,00	1,00	1,00
LPbl ₂₀ =	1,42	1,52	1,16
LPbl ₁₀ =	1,44	1,55	1,20



Località: Vicchio
 Codice: CPT5
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 15,00 m

Metodo

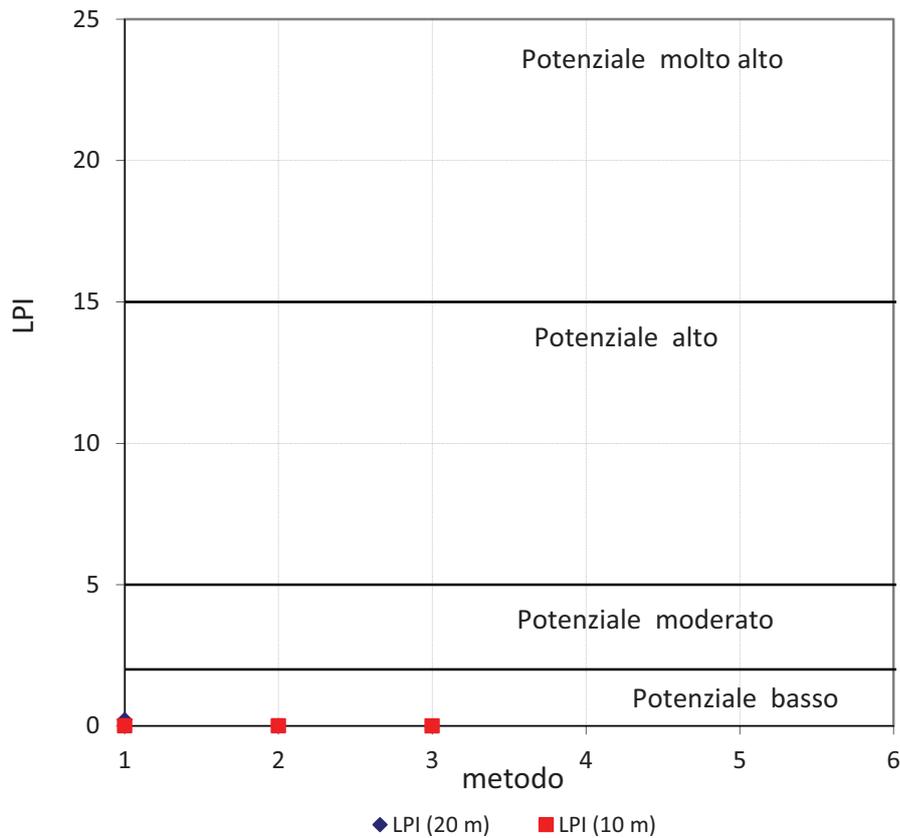
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,00	0,00	0,00
LPI ₁₀ =	0,00	0,00	0,00
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	molto basso	molto basso	molto basso
z_{min} (m) =	0,00	0,00	0,00
z_{max} (m) =	0,00	0,00	0,00
ΣH_L (m) =	0,00	0,00	0,00
LPbl ₂₀ =	0,00	0,00	0,00
LPbl ₁₀ =	0,00	0,00	0,00



Località: Vicchio
 Codice: CPT6
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 14,60 m

Metodo

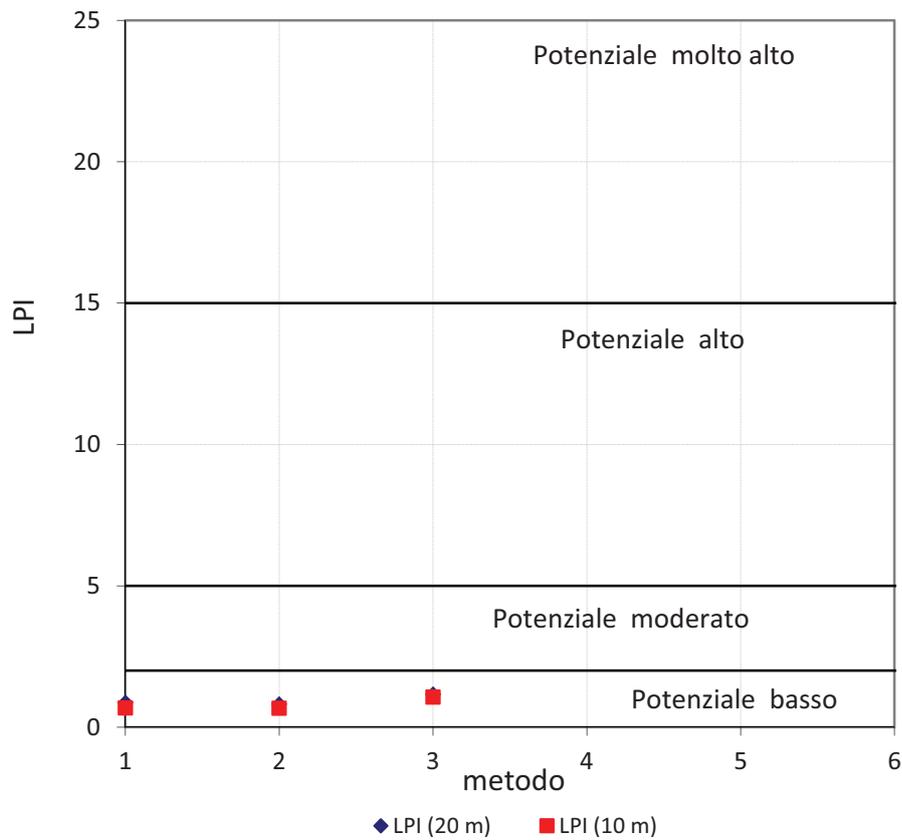
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,22	0,01	0,00
LPI ₁₀ =	0,01	0,01	0,00
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	7,20	7,20	11,80
z_{max} (m) =	11,80	7,20	11,80
ΣH_L (m) =	0,40	0,20	0,20
LPbl ₂₀ =	0,59	0,00	0,00
LPbl ₁₀ =	0,00	0,00	0,00



Località: Vicchio
 Codice: CPT7
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 15,00 m

Metodo

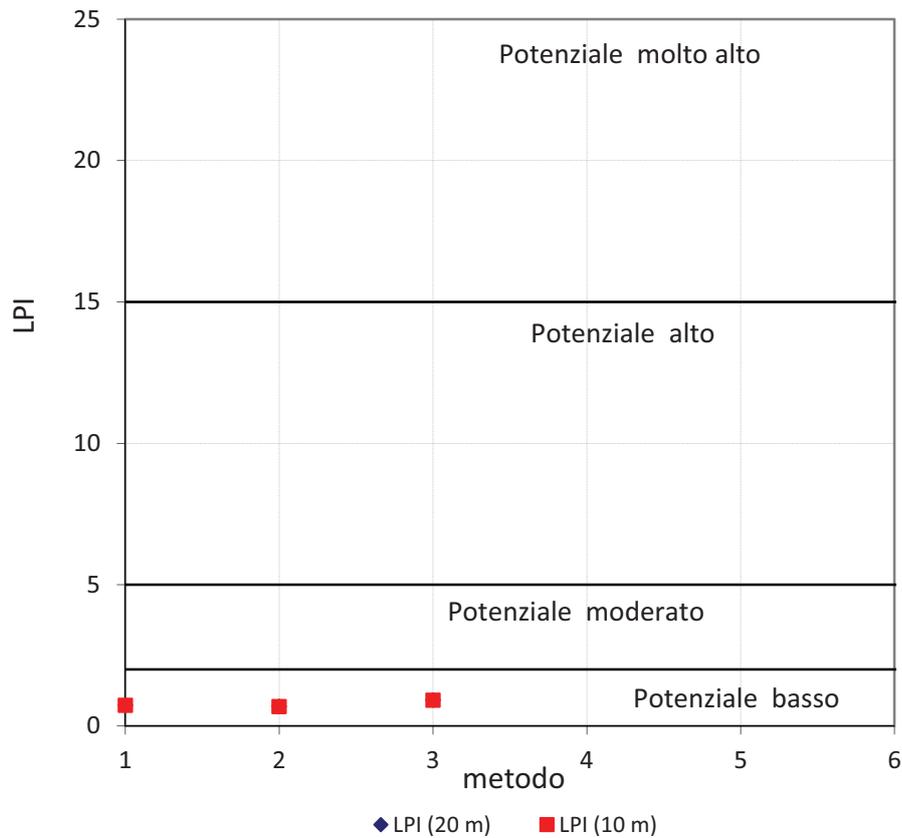
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,87	0,81	1,16
LPI ₁₀ =	0,68	0,67	1,06
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	4,00	4,00	5,00
z_{max} (m) =	8,80	8,80	7,40
ΣH_L (m) =	1,20	1,20	0,80
LPbl ₂₀ =	3,89	3,14	1,78
LPbl ₁₀ =	3,16	2,36	1,64



Località: Vicchio
 Codice: CPT8
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 1,5 m
 Lunghezza massima: 15,00 m

Metodo

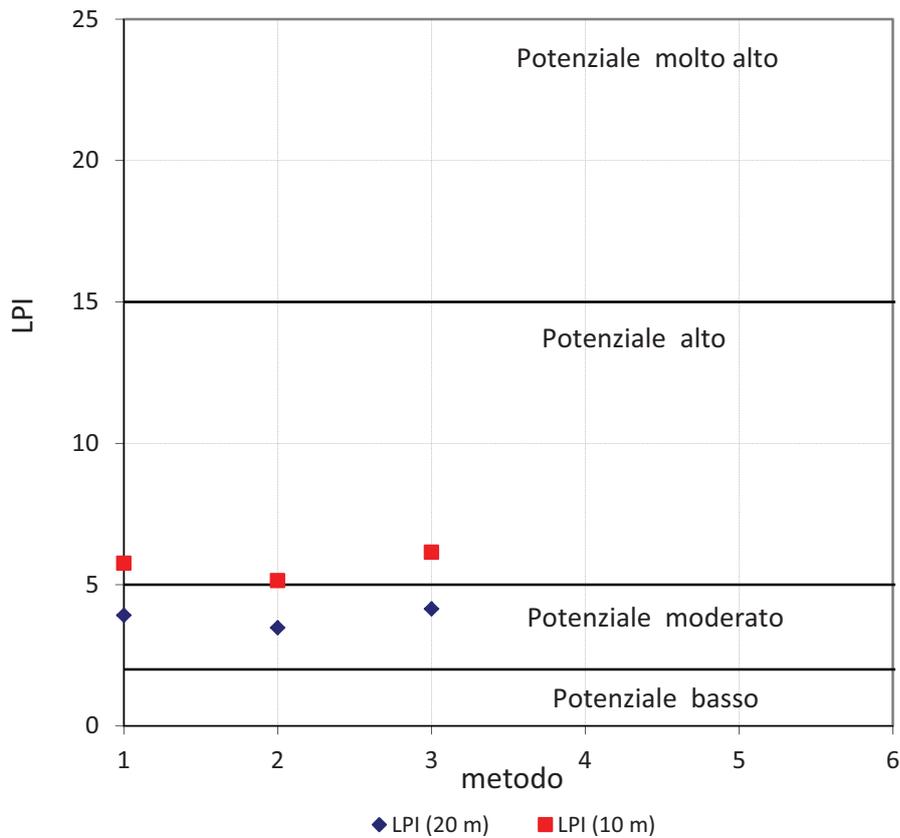
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,74	0,70	0,92
LPI ₁₀ =	0,73	0,69	0,91
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	6,60	6,60	6,60
z_{max} (m) =	6,80	6,80	6,80
ΣH_L (m) =	0,40	0,40	0,40
LPbl ₂₀ =	1,98	1,94	1,39
LPbl ₁₀ =	1,96	1,92	1,38



Località: Vicchio
 Codice: CPT9
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 1 m
 Lunghezza massima: 5,60 m

Metodo

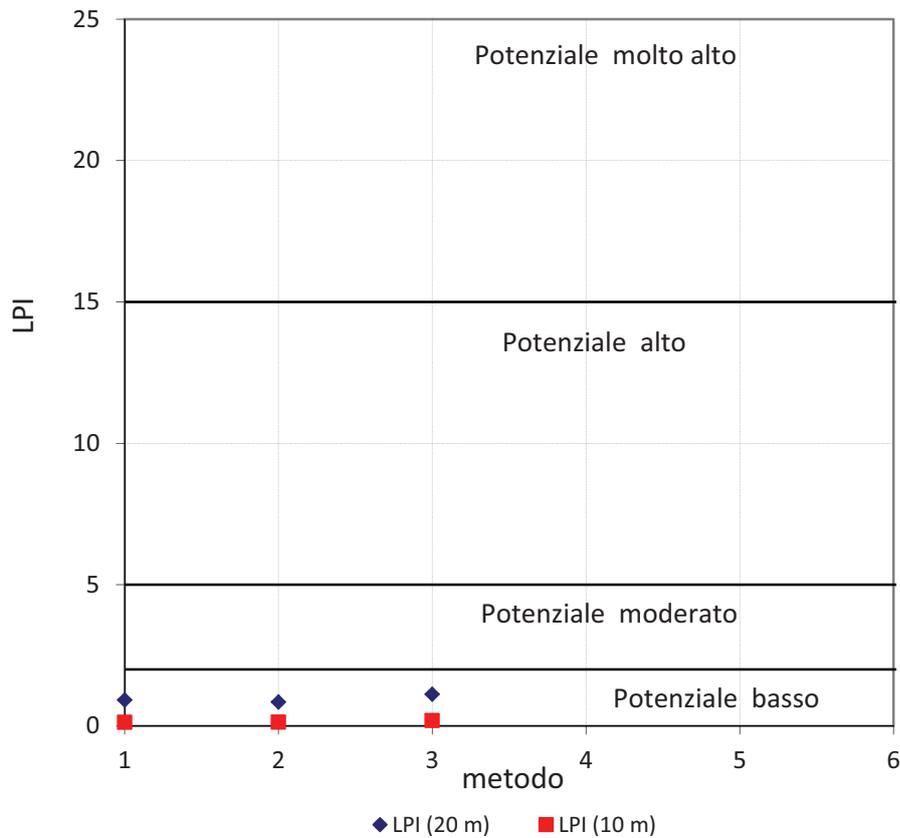
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	3,92	3,48	4,15
LPI ₁₀ =	5,76	5,14	6,15
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	moderato
z_{min} (m) =	2,00	2,00	2,00
z_{max} (m) =	5,20	5,20	5,20
ΣH_L (m) =	1,80	1,60	1,60
LPbl ₂₀ =	9,68	8,51	6,39
LPbl ₁₀ =	14,22	12,45	9,50



Località: Vicchio
 Codice: CPT9bis
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 1,5 m
 Lunghezza massima: 15,00 m

Metodo

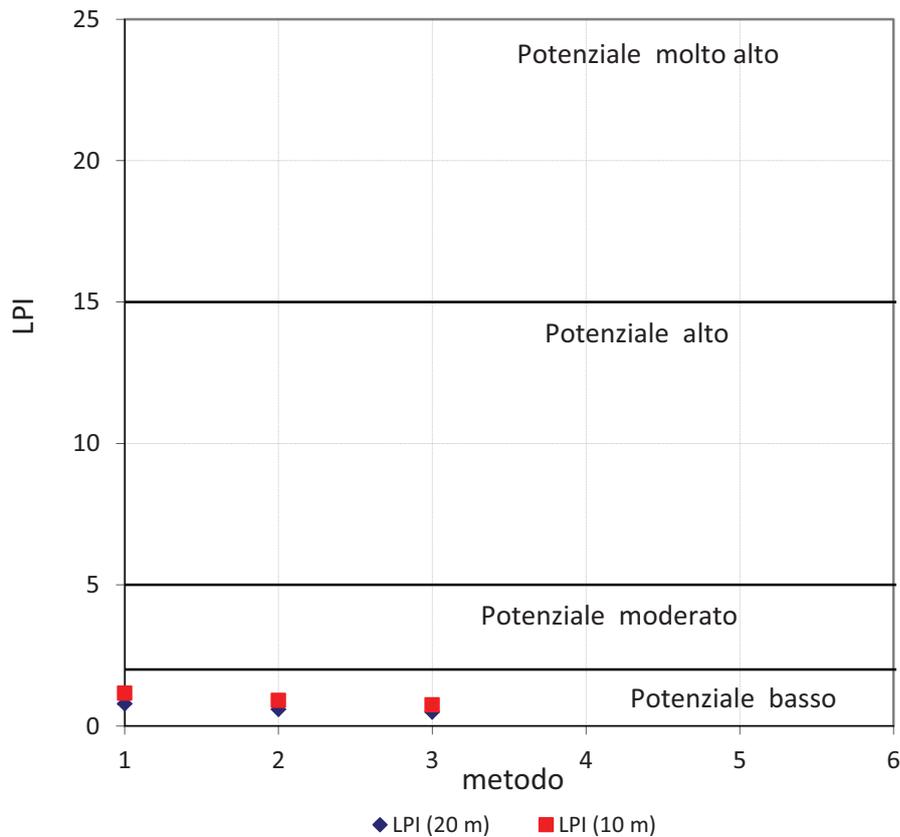
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,92	0,85	1,12
LPI ₁₀ =	0,13	0,14	0,20
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	8,80	8,80	8,80
z_{max} (m) =	14,40	14,40	11,60
ΣH_L (m) =	0,80	0,80	0,60
LPbl ₂₀ =	2,56	2,50	1,69
LPbl ₁₀ =	0,36	0,36	0,29



Località: Vicchio
 Codice: CPT10
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 1 m
 Lunghezza massima: 15,00 m

Metodo

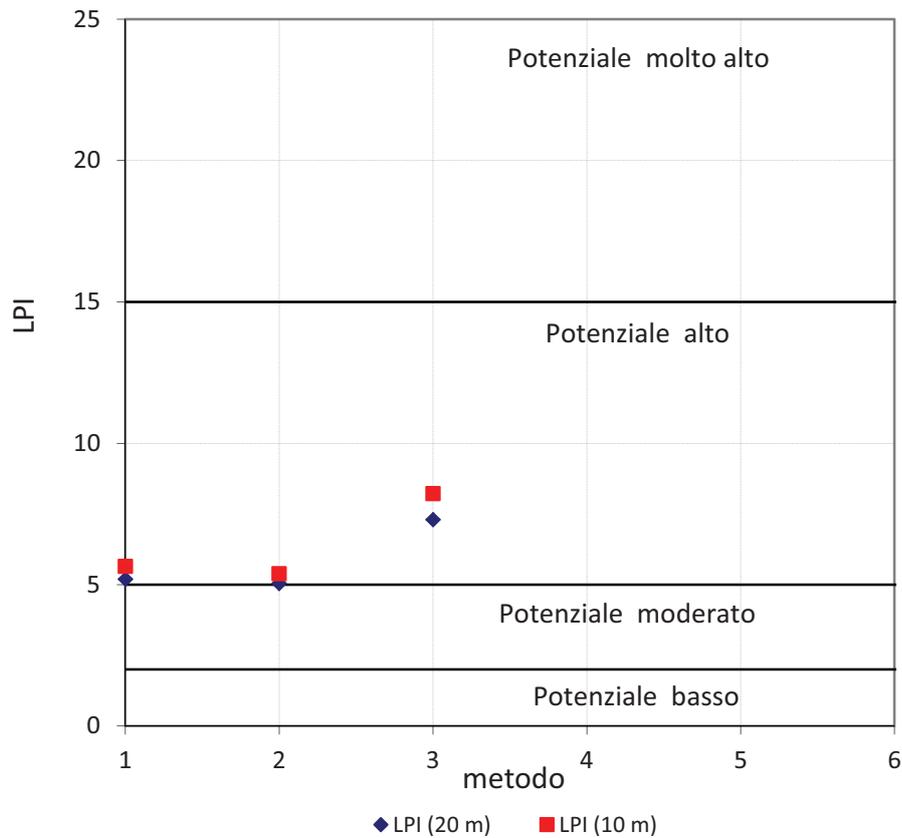
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,79	0,59	0,50
LPI ₁₀ =	1,16	0,91	0,75
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	3,00	3,00	3,00
z_{max} (m) =	7,00	4,20	4,20
ΣH_L (m) =	1,20	0,60	0,60
LPbl ₂₀ =	4,55	2,96	0,76
LPbl ₁₀ =	6,49	4,55	1,14



Località: VICCHIO
 Codice: CPT11
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 10,72 m

Metodo

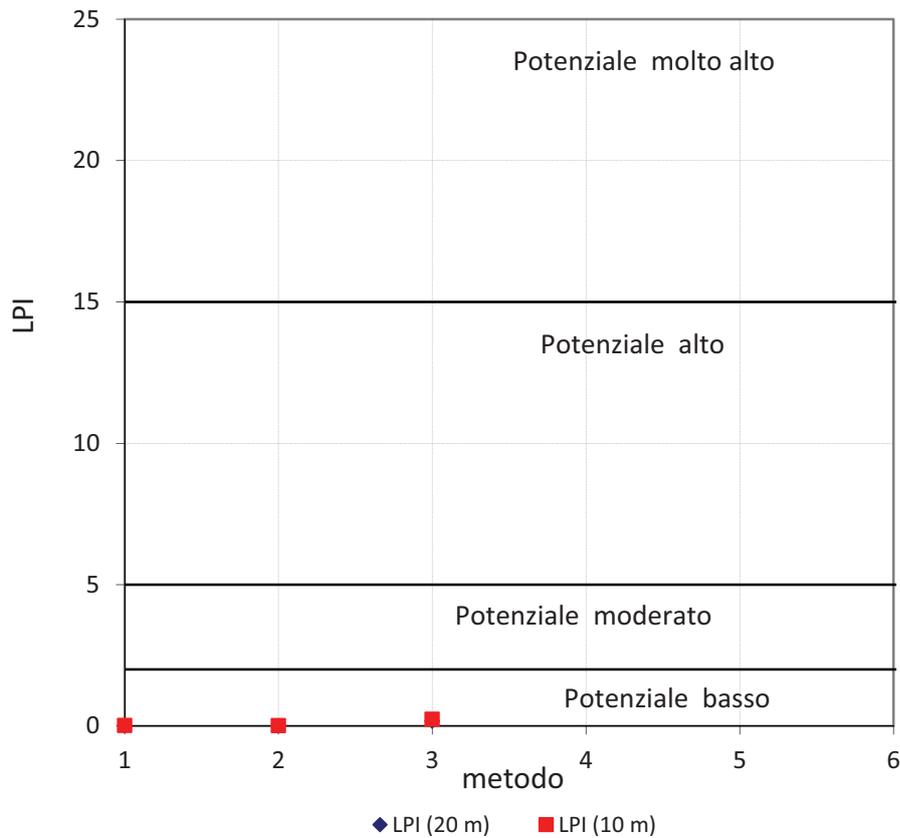
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	5,19	5,04	7,30
LPI ₁₀ =	5,65	5,39	8,22
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	alto	alto	alto
z_{min} (m) =	2,88	2,88	2,88
z_{max} (m) =	8,52	8,52	7,68
ΣH_L (m) =	2,42	2,30	2,20
LPbl ₂₀ =	11,86	11,26	10,31
LPbl ₁₀ =	13,32	12,45	11,74



Località: VICCHIO
 Codice: CPT12
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 12,54 m

Metodo

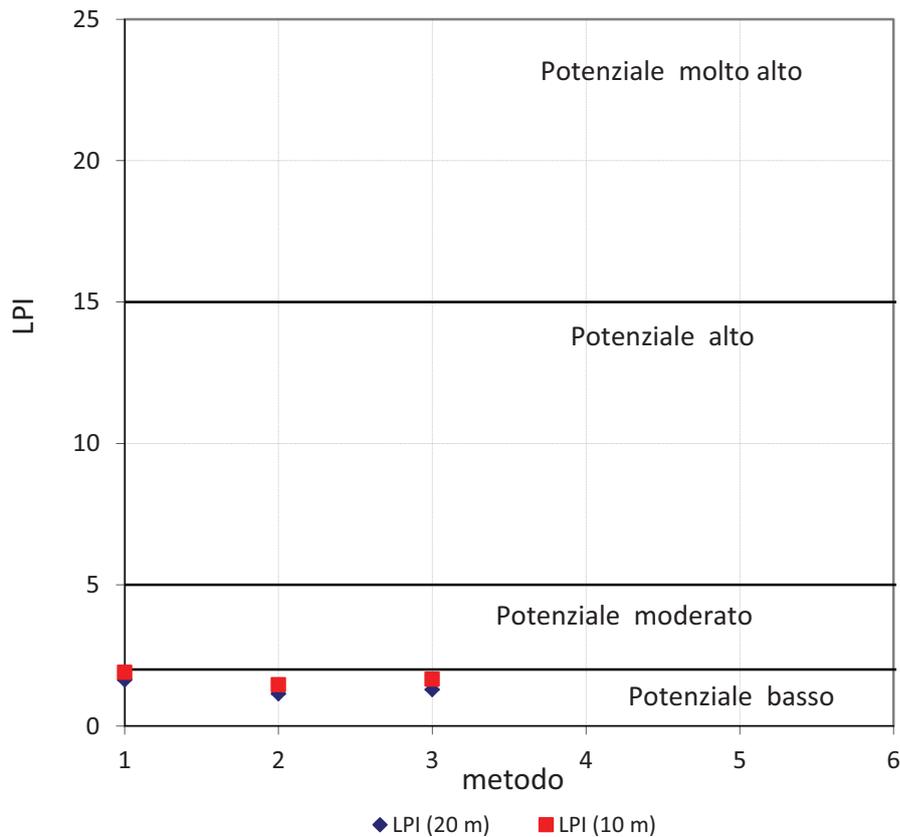
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,01	0,01	0,17
LPI ₁₀ =	0,02	0,01	0,24
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	4,16	4,16	3,24
z_{max} (m) =	9,92	8,26	8,26
ΣH_L (m) =	0,20	0,18	0,24
LPbl ₂₀ =	0,15	0,06	0,31
LPbl ₁₀ =	0,20	0,04	0,42



Località: VICCHIO
 Codice: CPT13
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 12,70 m

Metodo

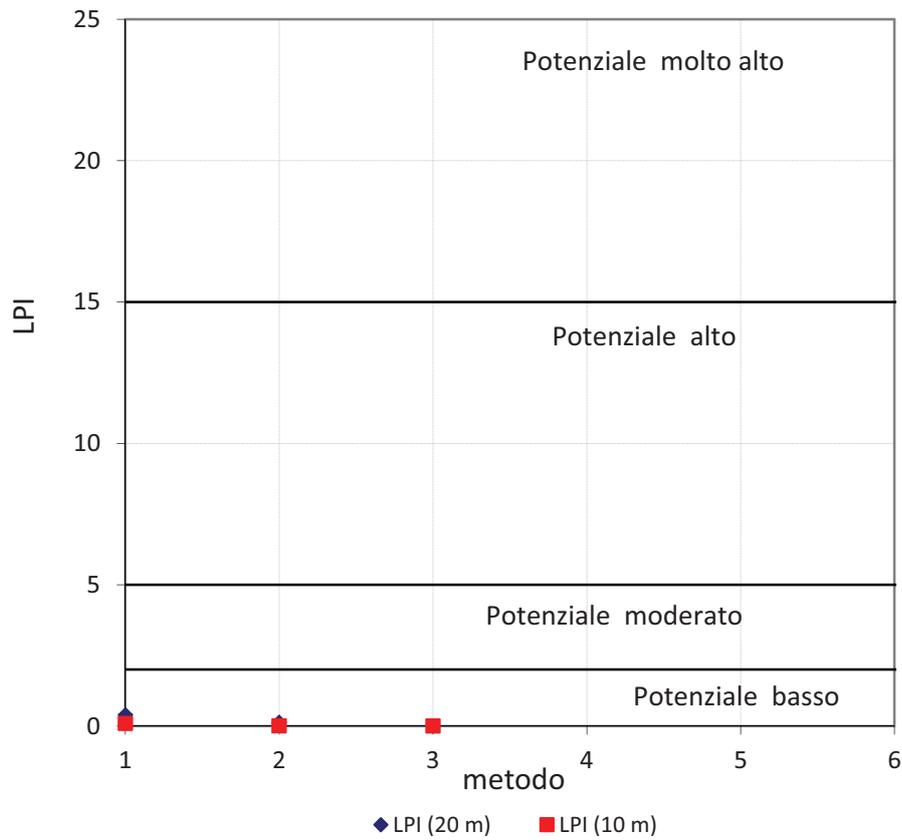
	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	1,64	1,15	1,30
LPI ₁₀ =	1,90	1,46	1,66
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	2,92	4,60	4,60
z_{max} (m) =	11,56	11,56	6,30
ΣH_L (m) =	1,94	0,80	0,72
LPbl ₂₀ =	6,76	3,45	1,97
LPbl ₁₀ =	6,48	4,32	2,52



Località: VICCHIO
 Codice: CPT14
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 2,5 m
 Lunghezza massima: 13,10 m

Metodo

	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	0,40	0,13	0,01
LPI ₁₀ =	0,09	0,01	0,00
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	basso	basso	basso
z_{min} (m) =	2,84	4,78	2,84
z_{max} (m) =	12,56	12,54	10,26
ΣH_L (m) =	4,22	1,36	0,14
LPbl ₂₀ =	3,03	0,53	0,03
LPbl ₁₀ =	0,52	0,00	0,00



Località: VICCHIO
 Codice: CPT15
 Accelerazione di picco: 0,3 a_{max}/g
 Magnitudo: 6,6
 Prof. della falda: 1,5 m
 Lunghezza massima: 13,00 m

Metodo

	NCEER	Rob	J&AI
LPI ₂₀ =	4,37	4,22	5,50
LPI ₁₀ =	4,31	4,16	5,59
Rischio di liquefazione(LPI ₂₀):	moderato	moderato	alto
z_{min} (m) =	5,02	5,02	4,66
z_{max} (m) =	12,44	12,44	12,44
ΣH_L (m) =	1,92	1,84	1,84
LPbl ₂₀ =	9,21	8,78	7,72
LPbl ₁₀ =	9,07	8,71	7,85

