COMUNE DI PIEVE LIGURE

Provincia di Genova

prof. ing. Antonio Chirico
(Capogruppo e coordinatore)

arch. Angela Zattera

arch. Giuseppe Galasso

arch. Marco Rebora

dott. geol. Piero Nosengo

dott. geol. Andrea Basso

ing. Elisa Torti
(Collaboratore)

ing. Lucia Picasso
(Collaboratore)

P.U.C.

Aprile 2021

Piano Urbanistico Comunale L.R. 36/97

RELAZIONE DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

G.11.1

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

SOMMARIO

1.) PREMESSA 2

2.) NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3

3.) DEFINIZIONI 4

4.) DATI STORICI 6

4.1.)PARAMETRI DEI TERREMOTI E CRITERI DI DETERMINAZIONE 6

4.2.)FORMATO DEL RECORD NEL FILE CPTI04 10

4.3) MAPPE SISMICITÀ 14

5.) ELABORATI DELL'INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA 20

5.1.)CARTA GEOLOGICO-TECNICA E DELLE INDAGINI (ALLEGATO GEOLOGICO G.5) 20

5.2.)CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) (ALLEGATO GEOLOGICO G.6) 22

6.) INDAGINI GEOGNOSTICHE 23

6.1.)TIPOLOGIA INDAGINI 23

6.2.)ELENCO INDAGINI E LOCALIZZAZIONE 25

6.3.)INDAGINI HVSR 28

6.4.)CONSIDERAZIONI SULLE INDAGINI HVSR 34

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

1.) PREMESSA

Fine principale del presente studio è la valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. Tale procedura, definita "microzonazione sismica (MS)" individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

Gli studi di MS possono essere condotti secondo tre livelli di approfondimento a seconda del grado di pericolosità del territorio considerato, nel presente caso verrà fatto utilizzo del ***livello 1*** che ha per obiettivo l'individuazione delle microzone a comportamento sismico omogeneo su una carta a scala 1:10.000.

La determinazione delle azioni sismiche non avviene più, come in passato, per mezzo dell'obsoleto concetto di "Zone Sismiche", poiché si sa che all'interno di un medesimo comune possono esserci effetti sismici diversi, in dipendenza di vari complessi fenomeni geo-sismo-tettonici, ed a prescindere dagli effetti dovuti al tipo di sottosuolo, già tenuti in conto dal *soil factor* S (un numero che può amplificare le azioni sismiche a causa degli effetti stratigrafici e topografici). Inoltre, anche la conoscenza di eventi sismici remoti consente di meglio stimare le accelerazioni di picco al suolo (ag) i fattori amplificativi degli spettri (Fo) ed i periodi Tc* relativi a ciascun possibile sito, ovvero i tre parametri da cui discende lo spettro di risposta usato nella determinazione delle azioni sismiche. La forma e intensità dello spettro di risposta di progetto infatti, sono funzione di questi tre parametri, che cambiano da sito a sito (Paolo Rugarli, 2009).

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

2.) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- L. 2 Febbraio 1974 N.64
  "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- L.R. 12 Marzo 1985 N.19
  "Snellimento delle procedure di cui alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, in attuazione della legge 10 dicembre 1981, n. 741"
- Ord. Pres. del Consiglio dei Ministri del 20 Marzo 2003 N. 3274
  "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ord. Pres. del Consiglio dei Ministri del 29 Aprile 2006 e s.m.i. N. 3519
  "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone."
- D.G.R. del 17 marzo 2017 N. 216
  "D.M. 17 gennaio 2018 - norme tecniche per le costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria."
- Legge regionale 4 settembre 1997, n. 36
  Legge urbanistica regionale.
  "Linee guida per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunali (art. 7 c. 3 lettera C)"

La pericolosità sismica regionale è basata sullo schema proposto dal Gruppo Nazionale Difesa dei Terremoti, che considera gli eventi sismici ricadenti nella zona sismo genetica di competenza. Per quanto attiene direttamente al territorio del Comune di **Pieve Ligure**, esso è stato classificato ai sensi della D.G.R. n. 216 del 17 marzo 2017 "D.M. 17 gennaio 2018 - norme tecniche per le costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria", in **ZONA 3** (*pericolosità bassa*).

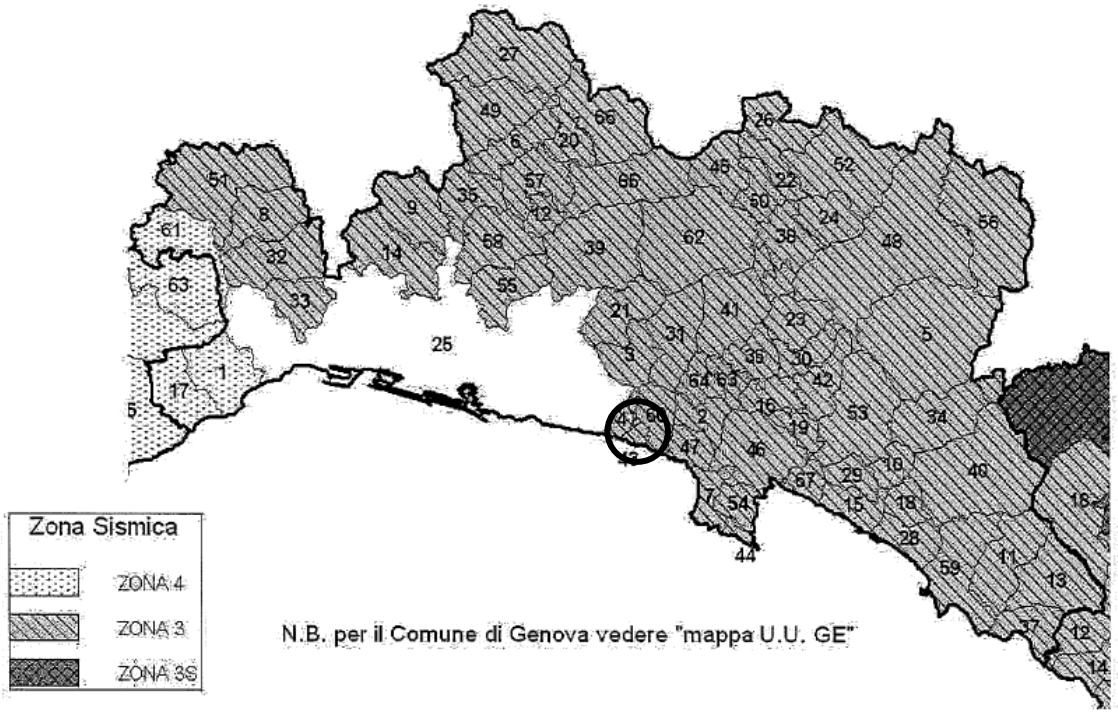


Figura 1 -Mappa di pericolosità sismica

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

3.) DEFINIZIONI

Il presente elaborato è stato eseguito facendo riferimento agli "*Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*" (2008) redatti dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della protezione civile.

In essi si definiscono come:

Pericolosità sismica:
Stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in una determinata area. La pericolosità sismica può essere analizzata con metodi deterministici, assumendo un determinato terremoto di riferimento, o con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati. Tale stima include le analisi di pericolosità sismica di base e di pericolosità sismica locale

Pericolosità sismica di base
Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche Sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento). La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica.

Pericolosità sismica locale
Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali (litostratigrafiche e morfologiche, v. anche effetti locali). Lo studio della pericolosità sismica locale è condotto a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici geotecnici e geofisici del sito; permette di definire le amplificazioni locali e la possibilità di accadimento di fenomeni di instabilità del terreno. Il prodotto più importante di questo genere di studi è la carta di microzonazione sismica.

Rischio sismico
Probabilità che si verifichi o che venga superato un certo livello di danno o di perdita in termini economico-sociali in un prefissato intervallo di tempo ed in una data area, a causa di un evento sismico.

Risposta sismica locale
Modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni litostratigrafiche e morfologiche di un sito. Si può quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico alla superficie del sito e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale. Se questo rapporto è maggiore di 1, si parla di amplificazione locale

Vulnerabilità sismica
Propensione al danno o alla perdita di un sistema a seguito di un dato evento sismico. La vulnerabilità viene detta primaria se relativa al danno fisico subito dal sistema per effetto delle azioni dinamiche dell'evento, secondaria se relativa alla perdita subita dal sistema a seguito del danno fisico. Per ogni sistema, la vulnerabilità può essere espressa in maniera diretta attraverso la definizione della distribuzione del livello di danno o di perdita a seguito di un dato scuotimento o in

maniera indiretta attraverso indici di vulnerabilità ai quali correlare danno e scuotimento. La distribuzione del danno apparente agli elementi strutturali o non strutturali di un edificio al variare dello scuotimento sismico fornisce una misura della vulnerabilità primaria. La distribuzione del costo di riparazione di un edificio in relazione al danno apparente o meccanico è una misura di vulnerabilità secondaria.

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

4.) DATI STORICI

Per valutare la ricorrenza dei terremoti nella zona, nonché la loro intensità è stata eseguita una ricerca storica in ambito sismico; la ricerca è stata condotta sui principali database disponibili, in particolare vengono elencati i terremoti riportati sul sito del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Genova (DIPTERIS) e quelli reperibili presso il sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

I dati provengono principalmente dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani – versione 2004 (CPTI04) - INGV a cura a cura di P. Gasperini, R. Camassi, C. Mirto e M. Stucchi con la collaborazione di R. Azzaro, F. Bernardini, C. Chiarabba, E. Ercolani, I. Leschiutta, C. Meletti, G. Selvaggi e della società SGA.

Di seguito si riporta un estratto delle note esplicative del Catalogo Parametrico del Terremoti Italiani al fine di consentire la lettura dei dati riportati nelle tabelle.
La ricerca è stata effettuata a partire dal punto di coordinate **44,14°N – 9,03°E**, ricadente nel territorio di Pieve Ligure (GE), su un'area circolare avente raggio di 100 km.
Relativamente ad eventi con magnitudo superiore a 4, sono stati trovati 80 eventi sismici con magnitudo massima di 6,29 (1887 – Liguria occidentale) e media di 4,93, considerando invece un raggio di 50 km il numero di eventi scende a 9 con magnitudo massima di 5,03 (1549 – Savona) e media di 4,77.

4.1.) PARAMETRI DEI TERREMOTI E CRITERI DI DETERMINAZIONE

E. stata seguita prevalentemente l'impostazione del catalogo CPTI99, rispetto al quale sono state apportate alcune variazioni (si veda la tabella).

Numero d'ordine (N)
Indica un numero progressivo per i terremoti presenti nel catalogo.

Tipo di record (Tr)
Indica il tipo di informazione che è alla base dei parametri riportati. "DI" indica che sono disponibili dati di intensità macrosismica, "CP" che il record proviene da un altro catalogo parametrico, "PM" che si tratta di una parametrizzazione multipla. Sono indicati con la dicitura CP anche terremoti di NT4.1.1 e CFTI mancanti di dati di base macrosismici.

Tempo origine (Anno, Me, Gi, Or, Mi, Se)
È stata adottata per ogni terremoto l'indicazione fornita dall'elaborato di riferimento o dal catalogo parametrico di provenienza.

Denominazione dell'area dei massimi effetti (AE)
È stata generalmente mantenuta la denominazione riportata dal catalogo scelto per lo specifico evento. Si è provveduto ad inserire tale denominazione per i terremoti provenienti da altri cataloghi in cui questo campo era vuoto, e a correggere i troncamenti eventualmente risultanti da limitazioni del numero di caratteri disponibili per il campo.

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

Codice dell'elaborato di riferimento (Rt)

Definisce l'elaborato di riferimento per ogni record del catalogo.

Numero dei punti di intensità (Np)

È stato riportato il numero complessivo delle località per le quali è fornita la valutazione dell'intensità nei rispettivi database, comprese le intensità attribuite da CFTI ad aree geografiche e quelle attribuite come classi convenzionali di tipologie di danno su singoli edifici (si veda la tabella a pagina 111 del volume CFTI2, Boschi et al, 1997). Tale numero può differire leggermente da quello originariamente pubblicato a causa dell'individuazione di alcuni errori di calcolo.

Intensità massima (Imx)

È stato riportato il valore presente nello studio o nel catalogo di partenza.

Intensità epicentrale (Io)

È stata determinata con l'obiettivo di utilizzare questo parametro come uno strumento omogeneo per la misura delle dimensioni del terremoto. Nella maggior parte dei casi (disponibilità di più punti con intensità pari a Imx, oppure terremoto descritto da un solo punto) si è assunto Io = Imx; in **337** casi (134 da CFTI, **191** da DOM e 12 da INGVAM) si è assunto Io ≠ Imx. Nei casi in cui i punti con intensità uguale a Imx erano poco significativi e tutti gli altri punti erano di valore uguale o inferiore a Imx-1 (**312** casi) è stata assegnata Io <
Imx. Infine, in 25 casi è stata assegnata Io > Imx; si tratta di casi in cui l'insieme dei dati di base disponibili è stato ritenuto poco rappresentativo del terremoto stesso (ad esempio nel caso di terremoti in aree di confine o costiere e per alcuni terremoti medievali).
Io è disponibile per **2423** terremoti su **2550**. Per le elaborazioni che richiedono Io come parametro di ingresso per tutti i terremoti (es.: valutazioni di massima intensità calcolata al sito), si suggerisce di determinare la Io dei terremoti che ne sono privi a partire dalla relazione empirica:

$$Io = 2.288\ Mw - 4.864$$

ricavata invertendo i dati utilizzati per costruire la relazione Io-Mw (Gruppo di lavoro MPS, 2004; App.1). Il campo occupato dalla Io è seguito dalla colonna TI che contiene la dicitura "M" quando l'intensità epicentrale stessa è stata modificata rispetto a quella riportata nel catalogo di provenienza.

Localizzazione epicentrale (Lat, Lon)

È stata ricalcolata per tutti i terremoti dotati di dati di base macrosismici attraverso l'algoritmo descritto in dettaglio da Gasperini e Ferrari (1995, 2000). Per gli eventi il cui epicentro subisce uno spostamento superiore a 15 km rispetto all.epicentro riportato in NT4.1.1 è stata effettuata una verifica manuale della distribuzione dei punti di intensità, mirante ad evidenziare eventuali errori o anomalie (ad esempio nel caso di forti errori di localizzazione di singoli punti). Per alcuni eventi caratterizzati da una distribuzione fortemente anomala dei punti disponibili, come ad esempio nel caso di terremoti con epicentro in mare o accaduti in periodi ed aree scarsamente documentati, la localizzazione è stata determinata manualmente, tenendo conto anche di altri criteri (considerazioni di tipo storico, indicazioni derivanti da dati strumentali eventualmente disponibili, ecc.). Questa circostanza è stata evidenziata mediante un codice (.codice localizzazione. TL) che contiene la dicitura "A" per gli eventi localizzati attraverso la procedura automatica già descritta; "M" per le localizzazioni modificate manualmente; "S" nei casi in cui, pur esistendo dati macrosismici, è stato adottato l'epicentro strumentale. Per i record provenienti da cataloghi parametrici precedenti il campo relativo a questo codice viene lasciato vuoto.

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

Magnitudo

Si è ritenuto utile rendere disponibili tre alternative corrispondenti a diverse modalità di utilizzo in combinazione con le principali relazioni di attenuazione del moto del suolo.

In particolare vengono fornite, per tutti gli eventi:

- la magnitudo momento Mw, con errore associato Dw e tipologia di stima Tw (**Maw, Daw, TW**);
- la magnitudo calcolata sulle onde superficiali Ms, con errore associato Ds (Mas, Das, **TS**);
- la magnitudo Msp, da utilizzare congiuntamente alla relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996), con errore associato Dsp (**Msp, Dsp**).

Le modalità di determinazione delle suddette magnitudo sono descritte in dettaglio in Gruppo di lavoro MPS (2004); App.1.

Mw. Per il periodo dal Mondo Antico al 1980 è stata ricavata dalla Ma (magnitudo media pesata in termini di Ms) di CPTI99 nel seguente modo: i) assumendone la coincidenza con Ma stessa al di sopra della soglia 6.0 e ii) attraverso una regressione lineare empirica (Gruppo di lavoro MPS, 2004; App.1) al di sotto di tale soglia:

$$Mw = 0.673Ma+1.938 \quad (Ma<6.0)$$
$$Mw = Ma \quad (Ma\geq 6.0)$$

Per il periodo 1981-2002, quando era presente un.inversione del tensore momento globale (Database CMT, Università di Harvard) o regionale (database RCMT, INGV) è stato adottato tale valore; altrimenti Mw è stata calcolata come combinazione pesata delle stime di Ms, Ml, mb, Mp e Mw macrosismica disponibili (Gruppo di lavoro MPS, 2004; App.1).
Il codice di determinazione Tw è presente solo per il periodo 1981-2002. Una "O" indica i dati osservati direttamente attraverso inversione del tensore momento.

Ms . Per il periodo dal Mondo Antico al 1980 coincide con Ma di CPTI99. Per il periodo1981-2002 è stata calcolata come combinazione pesata delle stime di Ms, Ml, mb, Mp e Ms macrosismica disponibili (Gruppo di lavoro MPS, 2004; App.1).
Il codice di determinazione TS vale .En. se è stata usata la relazione funzionale di Azzaro e Barbano (1997) valida per la zona etnea.

Msp. Si tratta di un parametro ibrido che ha il solo fine di semplificare l'impiego della relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996), che utilizza Ml al di sotto della soglia di 5.5 e Ms al di sopra della soglia stessa.
Per l'intero catalogo dal Mondo Antico al 2002 è stata assunta l.equivalenza di Msp con Ma al di sopra di 5.5 ed è stata invertita la relazione empirica ricavata tra Ms e Ml al di sotto di essa:

$$Msp = (Ms+0.584)/1.079 \quad (Ms<5.5)$$
$$Msp = Ms \quad (Ms\geq 5.5)$$

Zona sorgente (ZS9)

Viene riportato il numero della zona sorgente cui l'evento è associato, secono la zonazione sismogenetica ZS9, la cui descrizione è consultabile nell.Appendice 2 del rapporto conclusivo per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Gruppo di Lavoro MPS, 2004). Le zone sono 36, numerate da 901 a 936 (zona etnea). Gli eventi associati a zone sorgente sono 1876.
Il codice di assegnazione alla zona sorgente (TZ) descrive le modalità con cui gli eventi sono stati associati alle zone sorgente. Il codice vale "G" se l'assegnazione è avvenuta sulla base della localizzazione epicentrale; "A" se questa

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

assegnazione è stata modificata, in senso conservativo per la valutazione della pericolosità sismica, nell'ambito dell.analisi della incertezza nella localizzazione (in altre parole, se l'evento è stato associato a una ZS anche se l'epicentro non vi ricade direttamente).

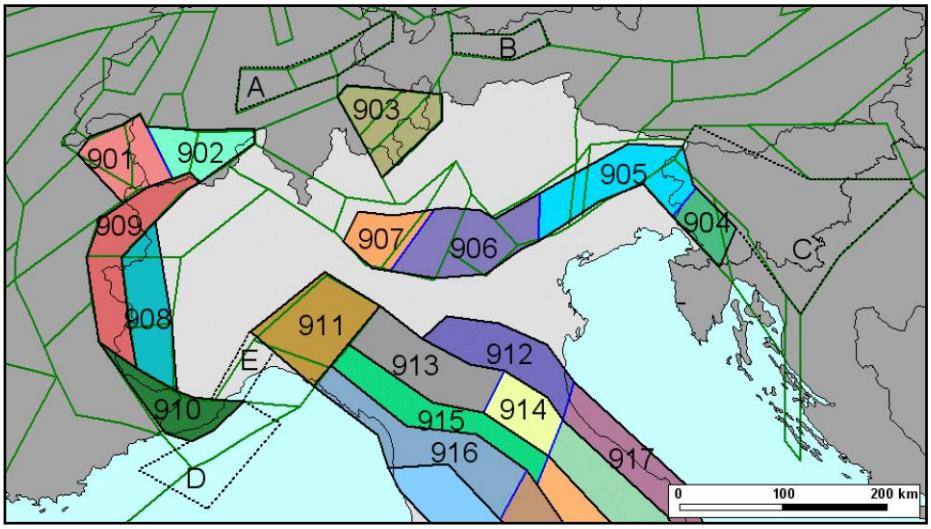


Figura 2 – Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia

Codici di aggancio (Ncft, Nnt, Ncpt)

Per facilitare successive elaborazioni e controlli sono stati forniti i codici di aggancio con i cataloghi NT4.1.1, CFTI2, CPTI99. Ncft rappresenta il numero progressivo di record nel catalogo CFTI 2 su CD-ROM (si noti tuttavia che tale numero non è direttamente riportato da CFTI2 ma è solo implicito nell.ordinamento dei record di tale catalogo); Nnt corrisponde al numero d'ordine N del catalogo NT4.1.1; Ncpt corrisponde al numero d.ordine N nel catalogo CPTI99.

Profondità (-)

Non è stata riportata in quanto la sua stima è affetta da elevatissima incertezza per la maggior parte dei terremoti. Essa è quindi di scarsa o nulla utilità ai fini delle stime di pericolosità. A questo proposito va anche segnalato che NT4.1.1 ha escluso in partenza i terremoti del Basso Tirreno con profondità determinata strumentalmente superiore a 60 km in considerazione del loro scarso impatto sulle stime di pericolosità.

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

4.2.) FORMATO DEL RECORD NEL FILE CPTI04

Codice CPTI04	descrizione	contenuto	Codice CPTI99	descrizione
N	numero d'ordine del record		N	numero d'ordine del record
Tr	tipo di record	DI: parametri calcolati da dati di base macrosismici; CP: parametri adottati da cataloghi parametrici	Tr	tipo di record
Anno	tempo origine: anno		Anno	tempo origine: anno
Me	tempo origine: mese		Me	tempo origine: mese
Gi	tempo origine: giorno		Gi	tempo origine: giorno
Or	tempo origine: ora		Or	tempo origine: ora
Mi	tempo origine: minuto		Mi	tempo origine: minuto
Se	tempo origine: secondo		Se	tempo origine: secondo
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti		AE	denominazione dell'area dei massimi effetti
Rt	codice dell'elaborato di riferimento		Rt	codice dell'elaborato di riferimento
Np	numero dei dati puntuali di intensità disponibili		Np	numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Imx	intensità massima x 10 (scala MCS)		Imx	intensità massima x 10 (scala MCS)
Io	intensità epicentrale x 10 (scala MCS)		Io	intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
TI	codice di determinazione di Io	M: valore assegnato manualmente	TI	codice di determinazione di Io
Lat	localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali Datum: ED50		Lat	localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali Datum: ED50
Lon	localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimali-decimali Datum: ED50		Lon	localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimali-decimali Datum: ED50
TL	codice di localizzazione	A: localizzazione macrosismica automatica M: localizzazione macrosismica manuale S: localizzazione strumentale	TL	codice di localizzazione
--			Me	Magnitudo equivalente
--			De	Errore associato alla stima di Me
--			Mm	Magnitudo macrosismica (calibrata a Ms)

--			Dm	Errore associato alla stima di Mm
--			Tm	Codice di determinazione di Mm
--			Ms	magnitudo calcolata sulle onde di superficie
--			Ds	errore associato alla stima di Ms
--			Ts	codice di determinazione di Ms
Maw	Magnitudo momento		--	
Daw	Errore associato alla stima di Maw		--	
TW	codice di determinazione di Maw	O valore osservato	--	
Mas	Magnitudo calcolata sulle onde di superficie	fino al 1980 coincide con Ma di CPTI99	Ma	Magnitudo media (calibrata a Ms)
Das	Errore associato alla stima di Mas	fino al 1980 coincide con Da di CPTI99	Da	Errore associato alla stima di Ma
TS	Codice di determinazione delle magnitudo per la zona etnea	En: valore per il calcolo del quale è stata usata la relazione Io/Mm di Azzaro e Barbano (1997)	--	
Msp	Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996)	per Ms>5.5: Msp=Ms per Ms<=5.5: Msp=(Ms+0.584)/1.079	--	
Dsp	Errore associato alla stima di Msp		--	
ZS9	Zona sorgente di ZS9 cui l'evento è assegnato		--	
TZ	Codice di assegnazione alla zona sorgente	G: assegnazione geografica A: assegnazione ponderata cautelativa	--	
Ncft	Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2		Ncft	Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2
Nnt	Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1		Nnt	Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1
Ncpt	Numero d'ordine del record nel catalogo CPTI99		--	

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
39	DI	1182	8	15				GENOVA	DOM	1	60	60		44.419	8.898	A	4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36				504	39
46	DI	1217	1	8				GENOVA	DOM	1	55	55		44.419	8.898	A	4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19				505	46
109	DI	1369	2	1				Alessandria	CFTI	6	75	65	M	44.92	8.62	A	5.03	0.33		4.6	0.49		4.8	0.45	911	A	163	518	109
177	DI	1481	5	7				LUNIGIANA	DOM	5	85	85		44.276	10.13	A	5.84	0.14		5.8	0.21		5.8	0.21	915	G	196	542	177
232	DI	1537	11					SAVONA	DOM	1	60	60		44.307	8.48	A	4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36				506	232
237	DI	1541	10	22	18			VALLE SCRIVIA	DOM	9	80	80		44.761	8.909	A	5.48	0.15		5.27	0.23		5.43	0.21	911	G		519	237
241	DI	1545	6	9	15			BORGO VAL DI TARO	DOM	5	75	75		44.498	9.844	A	5.33	0.19		5.04	0.28		5.21	0.26	915	G	222	543	241
243	DI	1547	7	31				SAVONA	DOM	1	55	55		44.307	8.48	A	4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19				507	243
244	DI	1549	5	3				SAVONA	DOM	1	65	65		44.307	8.48	A	5.03	0.33		4.6	0.49		4.8	0.45				508	244
381	DI	1680	4	30	11			GAVI	DOM	1	70	70		44.688	8.803	A	5.17	0.3		4.8	0.45		4.99	0.42	911	G		520	381
537	CP	1751	11	21	9	41		MAR LIGURE	POS85			60		44.25	9.25		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36				509	537
556	DI	1759	5	26	1	30		PAVIA	DOM	2	60	60		44.804	9.029	A	4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36	911	G		521	556
568	DI	1767	1	21	7	45		Fivizzano	CFTI	10	75	65		44.18	10.11	M	5.06	0.16		4.64	0.24		4.84	0.22	915	G	313	547	568
569	DI	1767	2	7	3	45		GENOVA	DOM	10	65	65		44.548	8.681	A	5.06	0.17		4.64	0.26		4.84	0.24	911	A		510	569
603	CP	1778	2	18				FIVIZZANO	POS85			60		44.167	10.167		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36	915	G		548	603
665	CP	1790	7	26	16	45		AULLA	POS85			65		44.167	10		5.03	0.33		4.6	0.49		4.8	0.45	916	G		535	665
708	CP	1807	9	5	1	30		MAR LIGURE	POS85			60		44	8.5		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36				498	708
737	DI	1818	2	23	18	10	1	Liguria occidentale	CFTI	46	80	75	M	43.92	8.034	M	5.55	0.13		5.37	0.2		5.52	0.2	910	G	366	472	737
741	DI	1819	1	8	22	30		Liguria occidentale	CFTI	6	65	65	M	44.05	8.2	A	5.34	0.24		5.06	0.35		5.23	0.32	910	G	369	473	741
776	DI	1828	10	9	2	20		Valle dello Staffora	CFTI	105	80	75		44.82	9.05	A	5.67	0.08		5.55	0.12		5.55	0.12	911	G	375	523	776
790	DI	1831	5	26	10	30		Liguria occidentale	CFTI	32	85	80		43.85	7.85	A	5.54	0.13		5.35	0.19		5.5	0.19	910	G	377	474	790
801	DI	1834	2	14	13	15		ALTA LUNIGIANA	DOM	101	85	85		44.449	9.859	A	5.64	0.09		5.5	0.13		5.64	0.13	915	G		549	801
802	DI	1834	7	4		35		ALTA LUNIGIANA	DOM	21	65	65		44.439	10.021	A	5.14	0.18		4.76	0.27		4.95	0.25	915	G	383	550	802
806	CP	1835	4	20	3			PASSO CISA	POS85			65		44.417	9.833		5.03	0.33		4.6	0.49		4.8	0.45	915	G		551	806
819	DI	1837	4	11	16	50		ALPI APUANE	DOM	50	100	95		44.174	10.181	A	5.65	0.09		5.51	0.13		5.51	0.13	915	G	391	552	819
868	DI	1849	11	28	18	15		VAL DI TARO	DOM	6	65	65		44.485	9.73	A	5.03	0.33		4.6	0.49		4.8	0.45	915	G	396	553	868
926	CP	1861	3	16		30		SESTA GODANO	POS85			60		44.333	9.6		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36	916	G		536	926
1034	DI	1878	9	10	13	31		LUNIGIANA	DOM	12	65	65		44.218	10.037	A	4.98	0.21		4.52	0.31		4.73	0.29	915	G		554	1034
1075	DI	1882	2	15	4	50		APPENNINO LIGURE	DOM	18	60	60		44.652	9.113	A	4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36	911	G		524	1075
1102	CP	1885	1	24	20	12		MAR LIGURE	POS85			60		43.833	8		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36	910	G		478	1102
1128	DI	1887	2	23	5	21	50	Liguria occidentale	CFTI	1515	100	90		43.92	8.07	A	6.29	0.1		6.29	0.1		6.29	0.1	910	G	436	479	1128
1247	CP	1895	12	25	4	47		MAR LIGURE	POS85			60		43.7	8.05		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36				499	1247
1257	DI	1896	10	16				ALBENGA	DOM	60	60	60		43.909	7.872	A	4.9	0.15		4.4	0.23		4.62	0.21	910	G		481	1257
1282	CP	1897	10	12	7	5		BORGOMARO	POS85			55		43.967	7.833		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19	910	G		482	1282
1327	CP	1900	4	22		20		BUSSANA	POS85			60		43.8	7.933		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36	910	G		484	1327
1362	CP	1902	8	4	22	37	10	FIVIZZANO	POS85			70		44.2	10.2		5.17	0.3		4.8	0.45		4.99	0.42	915	G		556	1362
1365	CP	1902	12	4	16	35	1	FIVIZZANO	POS85			55		44.2	10.2		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19	915	G		557	1365
1373	CP	1903	4	4	1	41	56	MAR LIGURE	POS85			55		43.7	8.05		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19				500	1373
1379	DI	1903	7	27	3	46		LUNIGIANA	DOM	79	75	70		44.329	9.953	A	5.15	0.1		4.78	0.15		4.97	0.14	915	G		558	1379
1445	CP	1906	11	10	17	55		COMPIANO	POS85			60		44.5	9.633		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36	915	G		559	1445
1523	CP	1910	1	23	1	50		PONTE DELL'OLIO	POS85			55		44.9	9.633		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19	911	G		525	1523
1558	CP	1912	1	14	3	11	13	MAR LIGURE	POS85			55		43.7	8.05		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19				501	1558
1591	DI	1913	12	7	1	28		NOVI LIGURE	DOM	56	50	50		44.744	8.863	A	4.72	0.14		4.14	0.21		4.38	0.19	911	G		526	1591
1717	DI	1921	5	7	6	15		PONTREMOLI	DOM	19	70	65		44.377	9.882	A	5.03	0.33		4.6	0.49		4.8	0.45	915	G		565	1717
1727	DI	1921	11	29	12	4		BORGO VAL DI TARO	DOM	10	50	50		44.376	9.987	A	4.81	0.14		4.27	0.21		4.5	0.19	915	G		566	1727

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

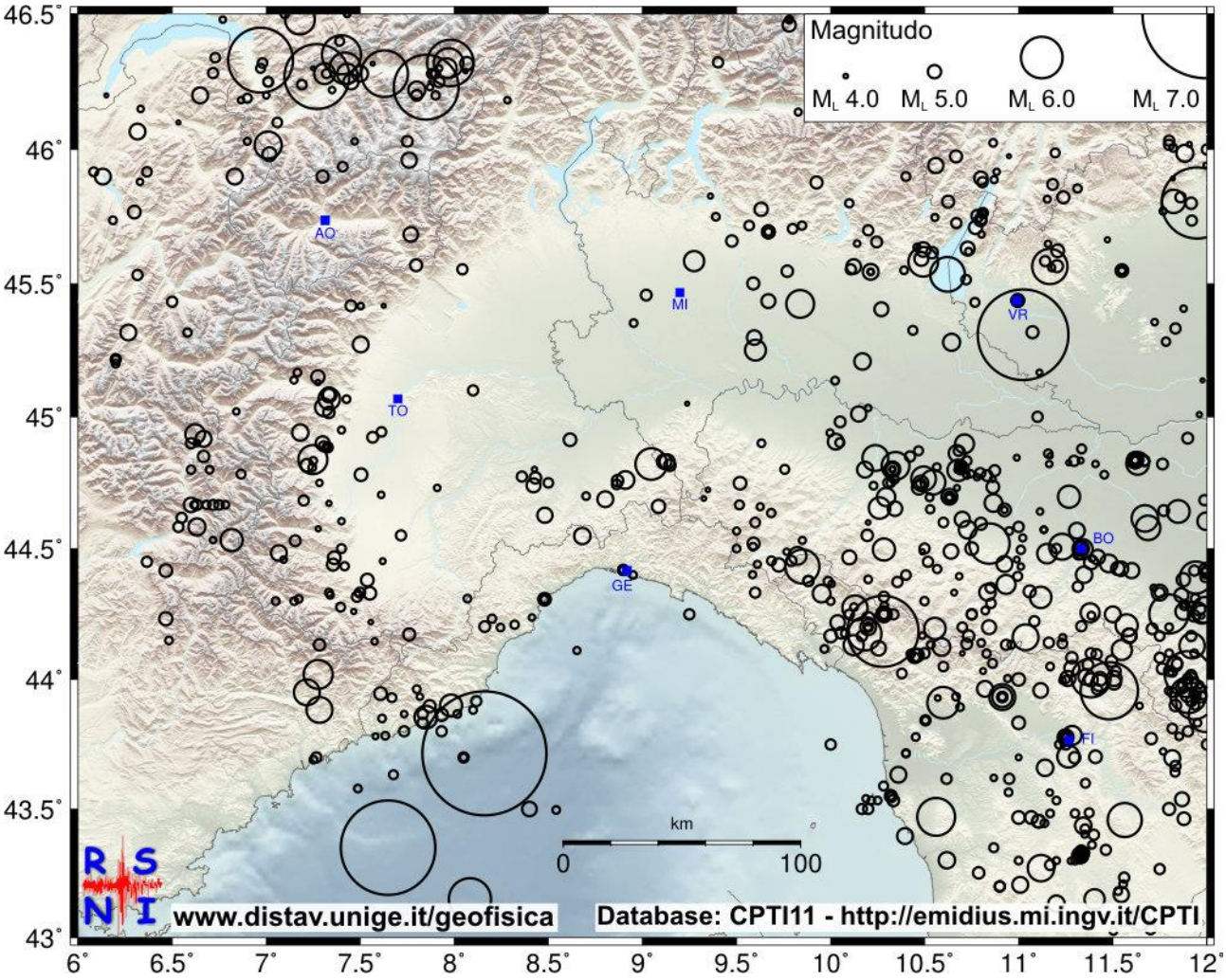
N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
1762	CP	1924	9	21	20	18		GENOVA	POS85			55		44.4	8.95		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19				511	1762
1788	CP	1926	11	18	22	57		BAGNONE	POS85			55		44.3	10		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19	915	G		567	1788
1796	DI	1927	10	28	21	49		BEDONIA	DOM	51	60	60		44.52	9.59	A	5.13	0.07		4.75	0.11		4.94	0.1	915	G		568	1796
1803	DI	1928	2	21	4	37		VARESE LIGURE	DOM	8	60	60		44.44	9.611	A	4.56	0.11		3.89	0.17		4.15	0.16	915	G		538	1803
1809	DI	1928	7	20	19	53		ALTA VAL DI TARO	DOM	20	60	60		44.508	9.587	A	4.56	0.15		3.9	0.22		4.16	0.2	915	G		569	1809
1811	CP	1928	8	3	23	9		FIVIZZANO	POS85			55		44.2	10.2		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19	915	G		570	1811
1851	CP	1931	1	25	10	48	26	FIVIZZANO	POS85			60		44.25	10.1		4.66	0.11		4.05	0.17		4.29	0.16	915	G		571	1851
1893	DI	1934	6	13	9	6		BORGO VAL DI TARO	DOM	29	60	60		44.438	9.725	A	5.22	0.04		4.88	0.06		5.06	0.06	915	G		572	1893
1899	CP	1934	11	21	10	26		MAR LIGURE OR.	NT					43.75	10		4.76	0.19		4.2	0.28		4.43	0.26				539	1899
1950	DI	1939	10	15	14	5		GARFAGNANA	DOM	62	70	65		44.119	10.255	A	5.2	0.05		4.84	0.08		5.03	0.07	915	G		573	1950
1954	CP	1940	1	24	23	32	16	CORNIGLIO	POS85			50		44.467	10.1		4.93	0.09		4.45	0.14		4.67	0.13	915	G		591	1954
1995	DI	1945	6	29	15	37	13	Valle dello Staffora	CFTI	31	75	75		44.83	9.13	A	5.15	0.11		4.78	0.17		4.97	0.16	911	G	509	527	1995
1996	DI	1945	12	15	5	27		VARZI	DOM	12	60	55		44.831	9.117	A	4.78	0.11		4.23	0.16		4.46	0.15	911	G		528	1996
1998	CP	1946	2	18	23			PIONE	POS85			60		44.6	9.6		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36	915	G		574	1998
2083	CP	1955	4	11	15	24		SARZANA	POS85			55		44.117	9.967		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19	916	G		540	2083
2091	DI	1955	12	13	17	4		EQUI TERME	DOM	19	50	50		44.176	10.077	A	4.6	0.14		3.96	0.21		4.21	0.19	915	G		541	2091
2114	CP	1957	10	25	23	2	5	MONCHIO	POS85			55		44.383	10.2		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19	915	G		592	2114
2131	CP	1959	1	26	5	35	40	S.MARIA TARO	POS85			55		44.5	9.5		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19	915	G		576	2131
2164	CP	1961	8	3	10	26	29	FIVIZZANO	POS85			60		44.2	10.2		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36	915	G		577	2164
2211	CP	1965	3	15	8	56		CAPRIATA	POS85			55		44.7	8.7		4.63	0.13		4	0.2		4.25	0.19	911	G		529	2211
2250	CP	1968	4	18	19	38	15	BORGHETTO	POS85			50		44.083	8.017		4.64	0.11		4.02	0.16		4.27	0.15				492	2250
2252	CP	1968	6	7	9	34		ALPI APUANE	NT					44.1	10.2		4.83	0.35		4.3	0.52		4.53	0.48	915	G		578	2252
2261	CP	1968	9	7	16	49	57	CALIZZANO	POS85			60		44.233	8.2		4.83	0.26		4.3	0.39		4.53	0.36				512	2261
2291	CP	1970	12	31	22	4	46	FINALE	POS85			60		44.217	8.333		4.78	0.15		4.23	0.22		4.46	0.2				513	2291
2304	CP	1971	9	25	10	34	5	MAR LIGURE	POS85			60		44.233	8.683		4.65	0.15		4.03	0.22		4.28	0.2				514	2304
2309	DI	1972	1	18	23	26		RIVIERA DI PONENTE	DOM	41	65	60		44.203	8.163	A	4.76	0.21		4.19	0.31		4.42	0.29				515	2309
2315	DI	1972	10	25	21	56		PASSO CISA	DOM	198	50	50		44.068	10.041	A	4.95	0.11		4.48	0.16		4.69	0.15	916	G		579	2315
2322	CP	1973	6	5	13	48	12	MAGGIORASCA	POS85			40		44.517	9.567		4.58	0.14		3.92	0.21		4.17	0.19	915	G		580	2322
2339	CP	1974	4	15	21	49	12	PIONE	POS85			55		44.65	9.683		4.64	0.12		4.01	0.18		4.26	0.17	915	G		594	2339
2362	DI	1975	11	16	13	4		BORGO VAL DI TARO	DOM	10	55	55		44.404	9.831	A	4.85	0.08		4.32	0.12		4.54	0.11	915	G		530	2362
2365	CP	1976	8	22	2	49	13	MAGGIORASCA	POS85					44.567	9.5		4.63	0.18		4	0.27		4.25	0.25	911	G		531	2365
2417	CP	1980	12	23	12	1	6	VERNASCA	POS85					44.817	9.85		5.03	0.18		4.6	0.27		4.8	0.25	913	G		643	2417
2421	CP	1981	4	22	4	26	24	MAR LIGURE	CST03					43.497	8.542		4.73	0.13		4.2	0.2		4.44	0.19					
2502	DI	1995	10	10	6	54	22	LUNIGIANA	INGVAM	344		70		44.179	10.06	A	5.04	0.06		4.82	0.07		5.01	0.07	915	G			
2536	CP	2000	8	21	17	14	28	ALESSANDRINO	OFTEP					44.769	8.433		4.9	0.18	O	4.6	0.03		4.8	0.03	911	A			

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

4.3) MAPPE SISMICITÀ

Di seguito vengono riportate le mappe di sismicità reperite sul sito del dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Genova che fa riferimento ai dati dell''INGV riferite ad eventi con ML > 4 dell'Italia nord-occidentale (periodo 1000 – 2006) e con ML > 2 della Liguria (periodo 1982 – 2013).

RSNI - Mappa di sismicità storica dell'Italia nord-occidentale nel periodo 1000 – 2006

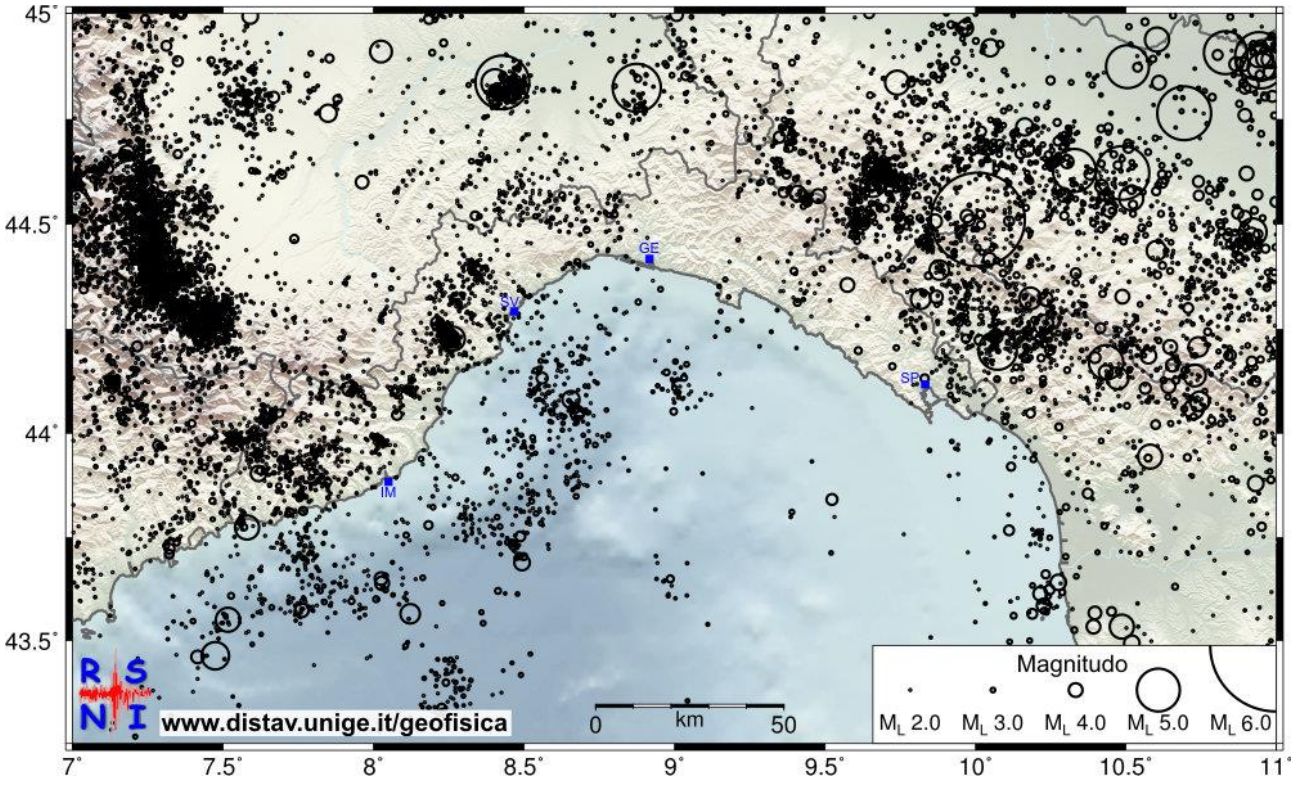


I dati sono presi dal catalogo sismico CPTI11

A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011.
CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani.
Milano, Bologna [*http://emidius.mi.ingv.it/CPTI*](http://emidius.mi.ingv.it/CPTI)

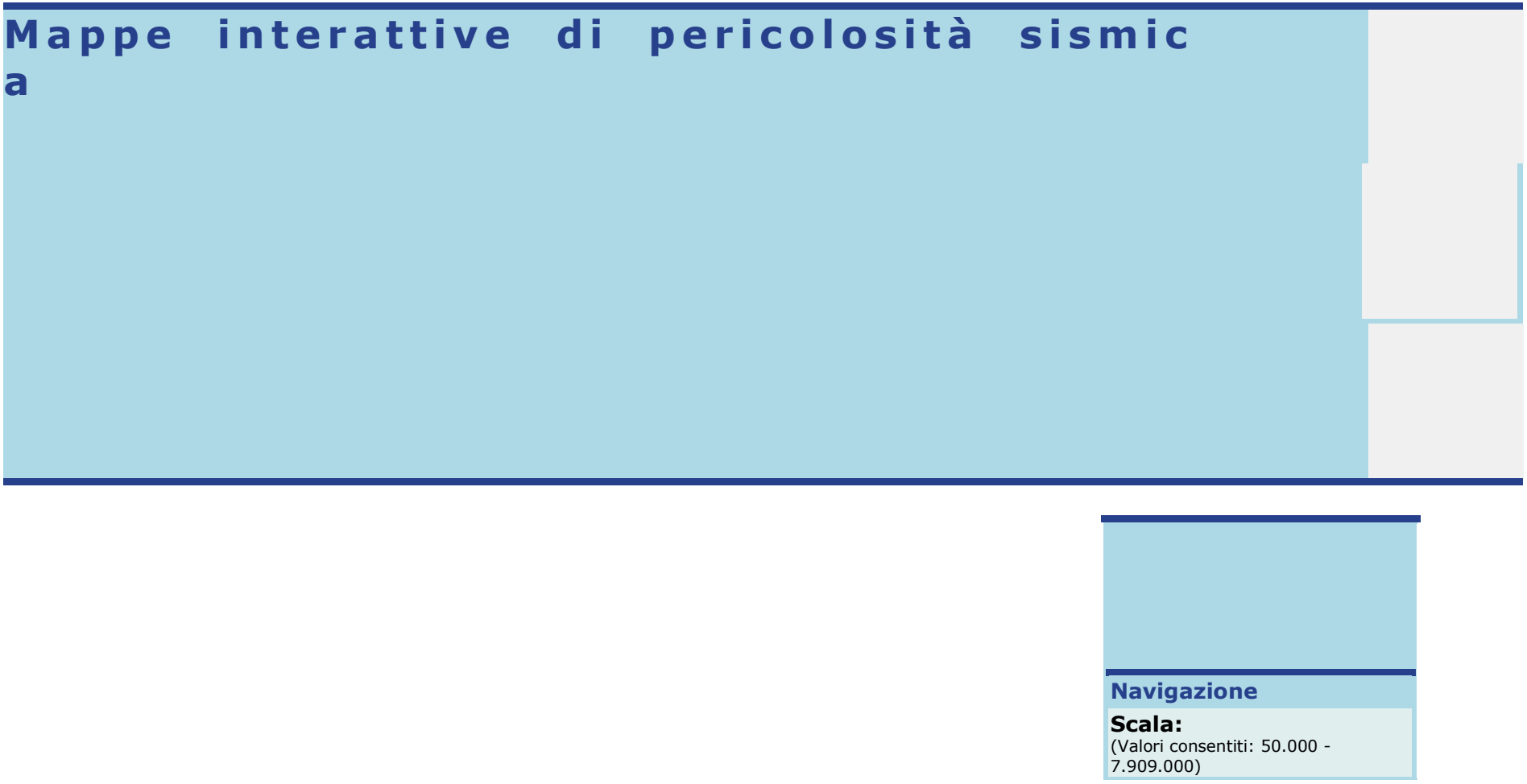
geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbasso@libero.it*

RSNI - Mappa di sismicità strumentale della Liguria e delle aree limitrofe nel periodo 1982 - 2013 con magnitudo (ML) >= 2.0

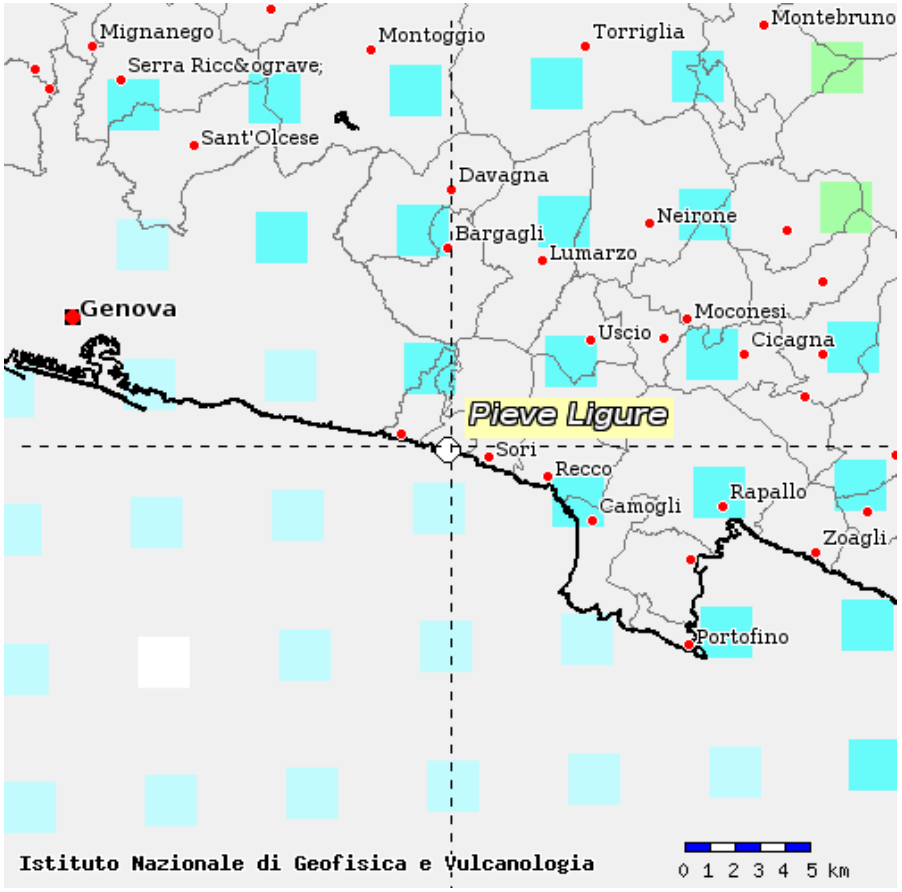


geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbassol@libero.it*

Infine si riporta l'analisi di disaggregazione (magnitudo-distanza) relativa al Comune di **Pieve Ligure**: la coppia magnitudo-distanza fornisce il massimo contributo alla pericolosità sismica per ogni sito cambia a seconda del periodo di ritorno considerato, tipicamente 30 o 50 anni; la disaggregazione consente di ottenere un'immagine approssimata delle aree che più contribuiscono alla pericolosità sismica nell'intervallo di tempo di interesse



geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbassol@libero.it*



< 0.025
0.025-0.050
0.050-0.075
0.075-0.100
0.100-0.125
0.125-0.150
0.150-0.175
0.175-0.200
0.200-0.225
0.225-0.250
0.250-0.275
0.275-0.300
0.300-0.350
0.350-0.400
0.400-0.450
0.450-0.500
0.500-0.600
0.600-0.700
0.700-0.800
0.800-0.900
0.900-1.000
1.000-1.250
1.250-1.500
1.500-1.750
1.750-2.000

Scala:	200000
Coordinate del centro della mappa	
Latitudine:	44.376
Longitudine:	9.092

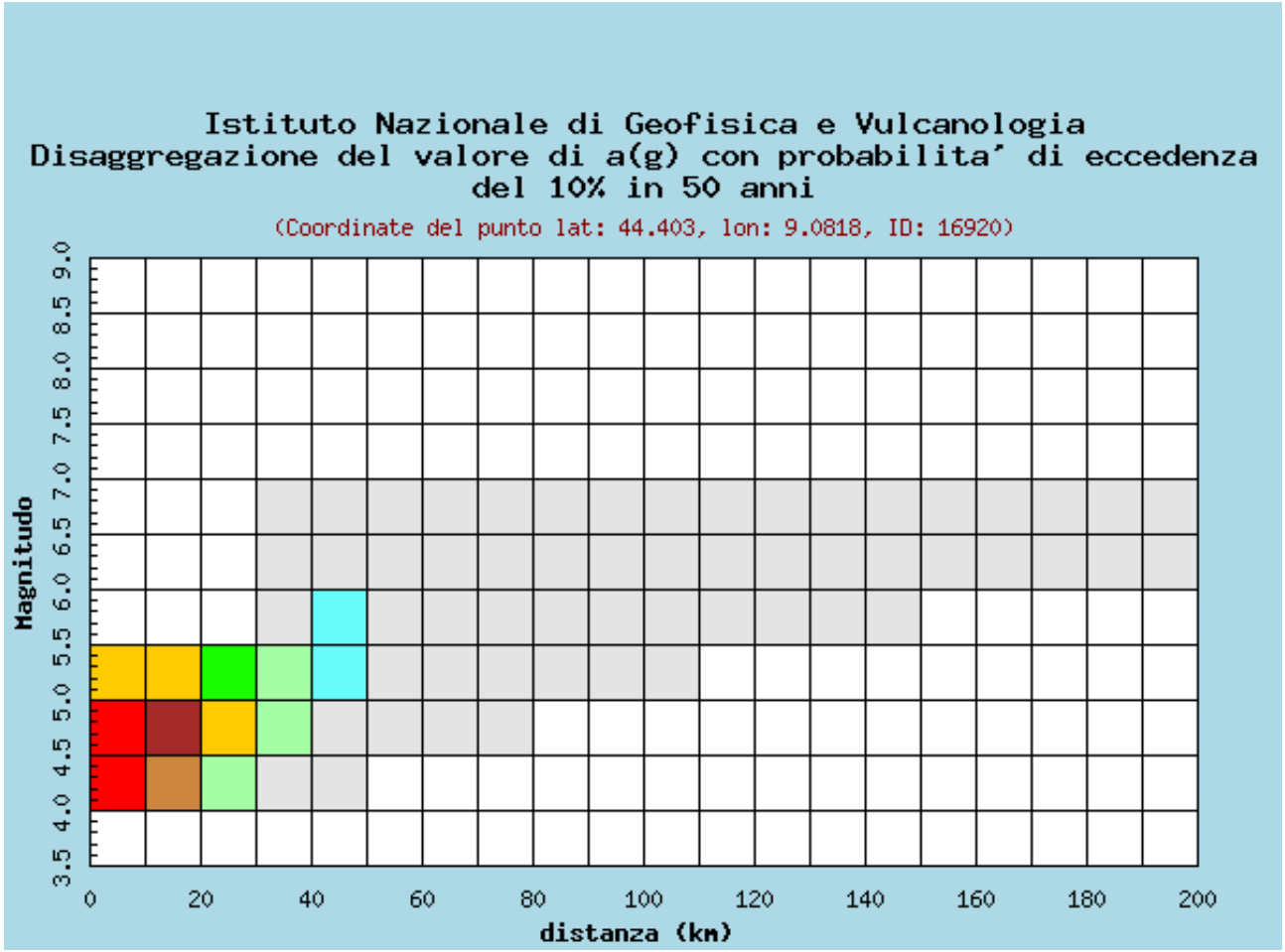
Strumenti

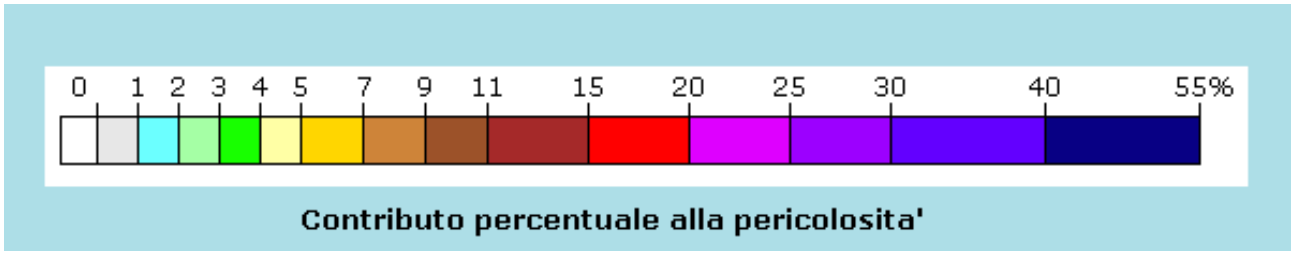
Grafico di disaggregazione

Comune evidenziato

Pieve Ligure

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbassol@libero.it*





geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 0143 86310 – e-mail: *asbassol@libero.it*

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.403, lon: 9.0818, ID: 16920)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	15.700	19.400	6.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	8.500	14.200	6.730	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	2.500	5.400	3.490	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.617	2.270	2.240	0.629	0.439	0.063	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.022	0.807	1.570	1.040	0.845	0.133	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.108	0.784	0.779	0.720	0.124	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.018	0.363	0.582	0.520	0.073	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.003	0.168	0.447	0.432	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.065	0.314	0.356	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.019	0.200	0.282	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.003	0.111	0.212	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.058	0.160	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.114	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.074	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.039	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	**Distanza**	**Epsilon**
4.860	18.800	0.683

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso@*libero.it*

5.) ELABORATI DELL'INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA

Nei paragrafi seguenti vengono descritti gli elaborati costituenti la presente indagine di microzonazione simica di 1° livello.

5.1.) CARTA GEOLOGICO-TECNICA E DELLE INDAGINI (ALLEGATO GEOLOGICO G.5)

La *Carta geologico tecnica e delle indagini* per gli studi di MS riporta tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionale alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.
La carta riunisce tutte le informazioni a disposizione riferibili a indagini pregresse e rilievi di campagna.

Il territorio comunale di Pieve Ligure è connotato dalla presenza di un substrato geologico riconducibile ad una sequenza di depositi marini preterziari ed alle successive formazioni quaternarie di copertura.
All'interno del territorio comunale di Pieve Ligure la successione preterziaria è rappresentata dalla seguenti formazioni:

- **Formazione del Monte Antola** (Cretaceo Superiore)
  - Substrato lapideo stratificato (LPS)

Al di sopra del substrato cretaceo si sono deposte le successioni quaternarie plioceniche:

- **Coperture detritiche** (Quaternario) a loro volta suddivise
  - Terreni contenenti resti di attività antropica (RI): si tratta dei riporti di ampie dimensioni;
  - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla (GM): si tratta delle coltri detritiche più potenti (spessore >3 metri) costituite da materiali eterogenei per granulometria (SC);
  - Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla (SC): si tratta delle coltri detritiche più sottili (spessore < 3 metri) costituite da materiali in prevalenza a granulometria medio-fine (SC);

Nell'elaborato cartografico sono state perimetrale le aree caratterizzate da dissesti gravitativi individuati, poichè le situazioni di dissesto in atto o potenziali sono generalmente aggravate in ambito sismico, non sono state riportate indicazioni riferite all'assetto strutturale del substrato in quanto il rilevamento di terreno non ha evidenziato la presenza di faglie o eventuali strutture attive o capaci.
Il presente elaborato cartografico contiene anche l'ubicazione e tipologia di indagini pregresse in sito che hanno consentito la definizione del modello del sottosuolo, in base alle unità litotecniche presenti, ai loro rapporti stratigrafici e geometrici e ai parametri fisico-meccanici che le caratterizzano. Il modello rappresenta la base di partenza per effettuare valutazioni sui fenomeni di amplificazione locale per le zone stabili e su eventuali fenomeni di instabilità.

Sono state così raffigurate indagini sia di tipo geofisico (di tipo sismico a rifrazione, MASW e HVSR appositamente eseguite in tale studio) ed indagini geotecniche e geognostiche (prove penetrometriche e sondaggi) evidenziando quelle

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso@*libero.it*

che hanno raggiunto il substrato roccioso (*bedrock*). La tipologia e il numero di indagini è sinteticamente elencata nella tabella riprodotta a pagina seguente.

Tipologia indagini	sigla	n°
sondaggio geognostico	S	9
prova penetrometrica dinamica leggera	DL	11
profilo sismico a rifrazione	Sr	13
prova MASW	MASW	1
prova HVSR	HVSR	24

Tabella 1 – tipologia e numero indagini

La ricostruzione del modello litotecnico derivante dai rilievi eseguiti e dalle indagini indicate ha consentito la classificazione di massima dei terreni di fondazione con riferimento ai criteri previsti dal D.M. 14.01.2008:

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs_{30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 mt
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs_{30}, compresi fra 360 m/s e 800 m/s (Nspt> 50 o coesione non drenata Cu>250 kPa).
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs_{30} compresi fra 180 e 360 m/s (15<Nspt<50, 70<Cu<250 kPa).
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti caratterizzati da valori di Vs_{30}< 180 m/s (Nspt< 15, Cu < 70 kPa).
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali non litoidi (granulari o coesivi), con valori di Vs_{30} simili a quelli delle classi C o D e spessore compreso fra 5 e 20 mt, giacenti su un substrato maggiormente rigido con Vs_{30}>800 m/s.
S1	Depositi costituiti da, o contenenti, uno strato spesso almeno 10 mt di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (IP>40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs_{30}<100 m/s (10<Cu<20 kPa).
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria non rientrante nelle classi precedenti.

Tabella 2 – categorie di suolo secondo NTC08

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso@*libero.it*

5.2.) CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) (ALLEGATO GEOLOGICO G.6)

La carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici (si sottolinea che si tratta sia di dati pregressi, già disponibili per l'area sia di indagini HVSR appositamente eseguite per tale studio), è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Sono perimetrate le seguenti zone:

a. **Zone Stabili**: nelle quali non si ipotizzano effetti di alcuna natura, se non lo scuotimento, funzione dell'energia e della distanza dell'evento. Sono le zone dove è affiorante il substrato geologico (Vs_{30} ≥ 800 m/s) con morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15°).

   Zona 1 (substrato lapideo stratificato)

b. **Zone Stabili suscettibili di amplificazioni locali**: nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto della situazione litostratigrafica e morfologica locale. Sono le zone dove sono presenti terreni di copertura eluvio-colluviale, coltri di alterazione del substrato, substrato molto fratturato, o substrato caratterizzato da velocità di propagazione delle onde di taglio Vs_{30} < 800 m/s, aree con inclinazione superiore a 15°. Tali zone sono state a loro volta differenziate in 3 microzone a seconda delle caratteristiche litostratigrafiche e sono sintetizzate di seguito.

   Zona 2: (copertura 0-1 m di sabbie limose/limi sabbiosi, substrato lapideo stratificato)
   Zona 3: (copertura 1-3 m di sabbie limose/limi sabbiosi, substrato lapideo stratificato)
   Zona 4: (copertura 5-15 m di ghiaie sabbiose/sabbie ghiaiose, substrato lapideo stratificato)

c. **Zone suscettibili di instabilità**: nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono naturalmente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). Nella carte sono state perimetrale 2 tipi di zone suscettibili di instabilità riconducibili e fenomenologie dissestive con differente grado di attività.

   a) attiva
   b) quiescente

Sono indicate le seguenti forme di superficie:

- Orlo di scarpata morfologica 10-20 m
- Cresta

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso@*libero.it*

6.) INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel presente elaborato vengono riportati gli estratti delle prove geotecniche e geofisiche eseguite in passato sul territorio comunale, vengono inoltre riportate i risultati delle indagini HVSR eseguite per la presente Variante ad integrazione dei dati reperiti.

6.1.) TIPOLOGIA INDAGINI

Di seguito si riporta la tipologia delle indagini reperite o eseguite, nonché una loro sintetica descrizione.

Sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S)
Si tratta di una perforazione tramite trivella a rotazione oleodinamica che consente il recupero di una carota di terreno parzialmente disturbata per tutta la profondità investigata. La carota viene successivamente collocata all'interno di una o più cassette catalogatrici che consentono una precisa ricostruzione stratigrafica.

Prova penetrometrica dinamica leggera (DL)
La prova consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste; l'infissione avviene per battitura facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso, si contano quindi i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita, il numero di colpi è proporzionale al grado di addensamento del terreno.

Dati tecnici attrezzatura per prove leggere
Maglio: > 10 kg (DPL 10 ± 0,1 kg, DPM 30 ± 0,3 kg)
Caduta: > 30 cm (DPL 50 ± 0,01 cm, DPM 20 ± 0,01 cm)
Ø aste: 22 ± 0,2 mm
Angolo apertura punta: 60°- 90°
Penetrazione standard: 10 cm

Sismica a rifrazione (Sr)
Il metodo di indagine della sismica a rifrazione è basato sulla bi-rifrazione delle onde elastiche a seguito del formarsi del fronte d'onda conico; si basa sulla misura dei tempi di arrivo delle prime onde rifratte fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.
Ad ogni geofono arriveranno le onde generate dalla sorgente, attraverso la costruzione di un grafico tempo-distanza (denominato dromocrona) dei tempi di arrivo dei primi impulsi ai geofoni dello stendimento si ottiene una ricostruzione dei sismostrati presenti nell'area indagata .

Multichannel Analysisi of Surface Waves (MASW)
Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che si trasmettono con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità

di fase e velocità di gruppo o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione, cioè sono onde la cui velocità dipende dalla frequenza.

Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSR)

La tecnica HVSR permette di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuate, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

Strumentazione utilizzata

sismografo a tre canali SARA Electronics SR04,avente le seguenti caratteristiche tecniche :

- *convertitore A/D 24 bit;*
- *range dinamico 124 dB*
- *sampling rates 300 Hz*
- *Frequenza dei 3 sensori 2 Hz*

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso@*libero.it*

6.2.) ELENCO INDAGINI E LOCALIZZAZIONE

TIPO DI INDAGINE	SIGLA	N°	PROFONDITA' INDAGINE (m)	PROVA CHE HA RAGGIUNTO IL SUBSTRATO	LOCALIZZAZIONE
INDAGINI GEOTECNICHE					
Sondaggio geognostico	**S**	**01**	20	X	Via San Bernardo
Sondaggio geognostico	**S**	**02**	19,5	X	Cimitero comunale
Sondaggio geognostico	**S**	**03**	15		Cimitero comunale
Sondaggio geognostico	**S**	**04**	12	X	Via XXV Aprile
Sondaggio geognostico	**S**	**05**	15	X	Via XXV Aprile
Sondaggio geognostico	**S**	**06**	35	X	Ripa di San Gaetano
Sondaggio geognostico	**S**	**07**	25	X	Ripa di San Gaetano
Sondaggio geognostico	**S**	**08**	20	X	Ripa di San Gaetano
Sondaggio geognostico	**S**	**09**	12	X	Ripa di San Gaetano
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**01**	3,2	-	Via XXV Aprile
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**02**	3,7	-	Via XXV Aprile
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**03**	2,5	-	Via XXV Aprile
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**04**	4,8	-	Via XXV Aprile
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**05**	2,9	-	Via Demola
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**06**	1,5	-	Via Demola
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**07**	1,9	-	Via Demola
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**08**	1,3	-	Via Demola
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**09**	1,5	-	Via Demola
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**10**	0,8	-	Corsanico
Prova penetrometrica dinamica leggera	**DL**	**11**	2,3	-	Corsanico

Tabella 3 – elenco indagini

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso@*libero.it*

TIPO DI INDAGINE	SIGLA	N°	PROFONDITA' INDAGINE (m)	PROVA CHE HA RAGGIUNTO IL SUBSTRATO	LOCALIZZAZIONE
INDAGINI GEOTECNICHE					
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**01**	≈ 10	-	Ripa di San Gaetano
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**02**	≈ 24	X	Ripa di San Gaetano
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**03**	≈ 14	-	Ripa di San Gaetano
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**04**	≈ 12	-	Ripa di San Gaetano
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**05**	≈ 4	X	Via Demola
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**06**	≈ 7	X	Via Demola
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**07**	≈ 7	X	Via Demola
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**08**	≈ 7	X	Via Demola
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**09**	≈ 7	X	Via Demola
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**10**	≈ 5	X	Corsanico
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**11**	≈ 8	X	Via delle Chiappe
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**12**	≈ 10	X	Via XXV Aprile
Sismica a Rifrazione	**Sr**	**13**	≈ 10	X	Via XXV Aprile
Multichannel Analysis of Surface Waves	**MASW**	**01**	≈ 30	X	Via Mezzano

Tabella 3 – elenco indagini

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso@*libero.it*

Nella tabella seguente vengono riportate le indagini HVSR reperite e quelle eseguite per il Piano Urbanistico Comunale, per questo tipo di prove si riporta il valore di f_0 che indica la frequenza di picco del rapporto H/V.

TIPO DI INDAGINE	SIGLA	N°	f_0 (Hz)	LOCALIZZAZIONE
INDAGINI GEOTECNICHE				
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**1**	-	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**2**	7	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**3**	20	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**4**	-	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**5**	7-15	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**6**	7-15	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**7**	22	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**8**	23.5	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**9**	22.5	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**10**	-	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**11**	6-14	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**12**	2-9	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**13**	6	Ripa di San Gaetano
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**14**	37	Via XXV Aprile
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**15**	21	Via XXV Aprile
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR**	**16**	18	Via San Bernardo
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR1**	**17**	9.5	Cimitero
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR2**	**18**	26-45	Via delle Chiappe
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR3**	**19**	72	Via Migone
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR4**	**20**	44-46	Via Pollarola
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR5**	**21**	20	Via Roma-Poggio Maresciallo Armando Diaz
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR6**	**22**	78	Parcheggio Ferrovia
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR7**	**23**	68	Rio Cortino
Horizontal to Vertical Spectral Ratio	**HVSR8**	**24**	-	Castello Cirio

Tabella 4 – elenco indagini HVSR

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso*@libero.it*

6.3.) INDAGINI HVSR

Negli ultimi anni l'applicazione delle metodologie di analisi dei segnali per la stima dell'amplificazione di sito utilizzando registrazioni di rumore sismico ha avuto una notevole diffusione. Ciò è stato dovuto, in primo luogo, alla facilità nella registrazione del rumore di fondo rispetto ai terremoti. In particolare, il metodo dei rapporti spettrali H/V (rapporto fra gli spettri di ampiezza delle componenti orizzontali rispetto a quelle verticali del moto del suolo) o metodo di Nakamura (Nakamura, 1989) è stato utilizzato in modo intensivo per stimare le frequenze di risonanza del sito in esame ed è stato applicato in diversi campi d'indagine, in particolare la zonazione sismica in aree urbane (Lachet et al., 1996), e lo studio delle frequenze di risonanza delle strutture abitative (Mucciarelli & Monachesi, 1998; Mucciarelli et al., 2001; Nakamura et al., 2000). La tecnica di Nakamura è in grado di stimare la frequenza di risonanza del sito in esame ma non è affidabile per la stima assoluta dell'amplificazione del moto del suolo (Mucciarelli et al., 2001). Inoltre va segnalato che i numerosi lavori riguardanti l'applicazione del metodo H/V offrono spiegazioni non univoche circa alcune importanti assunzioni del metodo, quali la composizione del campo d'onda analizzato, le condizioni di registrazione del rumore sismico e la procedura di "pre-processing" dei dati di rumore.

Tale metodo indicato con l'acronimo HVSR, assume che i microtremori (il cosiddetto rumore di fondo registrabile in qualunque momento posizionando un sensore sismico sul terreno) consistano principalmente di un tipo di onde superficiali, le onde di Rayleigh, che si propagano in un singolo strato soffice su semispazio e che la presenza di questo strato sia la causa dell'amplificazione al sito. Tale tecnica, in parole povere, consiste nella registrazione, con un sismometro tridirezionale a tre componenti, dei microtremori e in elaborazioni sui segnali finalizzate alla misura dei rapporti spettrali tra la componente orizzontale e verticale del moto in superficie: tale operazione permette di quantificare la risposta dinamica del terreno in funzione della frequenza. L'importanza della tecnica di Nakamura risiede fondamentalmente nella possibilitā di ottenere informazioni sull amplificazione al sito anche nei casi in cui non si dispone di registrazioni di terremoti (sismogrammi e/o accelerogrammi).

Se si prende in considerazione l'ampiezza, è intuibile la differenza di ampiezza tra il microtremore e la vibrazione dovuta a un sisma locale o ad un'esplosione (p.e. per attività di cava). La frequenza, in sismologia, è legata prevalentemente alla distanza sorgente-sensore, diminuendo all'aumentare di quest'ultima.

La tecnica di Nakamura presenta il vantaggio di poter essere adoperata pressoché ovunque, purché siano garantite l'assenza di forti vibrazioni indotte da attività umane nelle vicinanze del punto di misura, e l'assenza di vento forte.
Un punto a favore della metodologia proposta riguarda il fatto che le misure possono essere eseguite non in contemporanea sui diversi punti di indagine di una stessa area e che non è necessario avere la registrazione di una stazione di riferimento.

geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso*@libero.it*

La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V. Il metodo prevede che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni. Nel 1989, Nakamura propose il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito.

La frequenza di risonanza (f0) corrisponde al primo picco di amplificazione individuabile sulla curva H/V (con ampiezza maggiore di 2 secondo quanto indicato dalle linne guida del progetto SESAME – Working Group 2004) e, nel caso di terreno che presenti comportamento di tipo lineare, può essere messa in relazione allo spessore h e alla velocità media di propagazione delle onde di taglio VS dei materiali soprastanti il bedrock sismico attraverso la seguente relazione

$$f_0 = \frac{V_s}{4h}$$

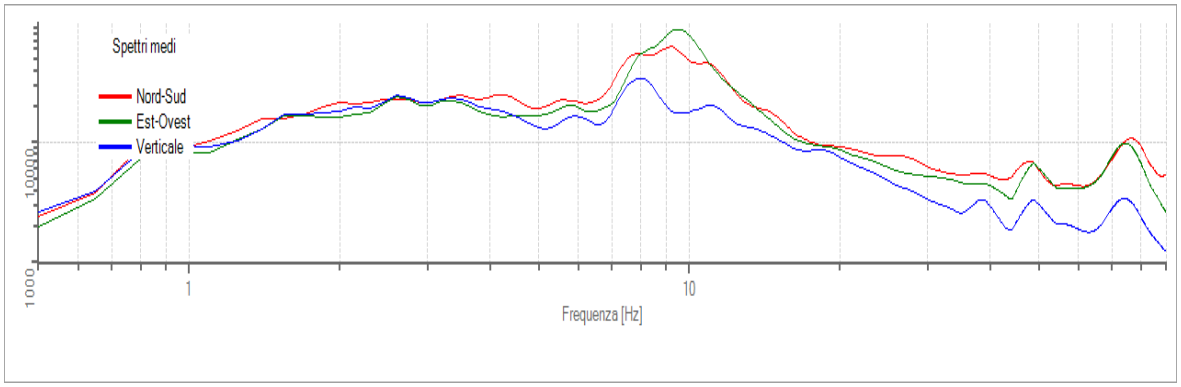
Come precedentemente riportato, si specifica che, per definizione, la curca H/V non puà essere considerata indicativa del grado assoluto di amplificazione del sito.

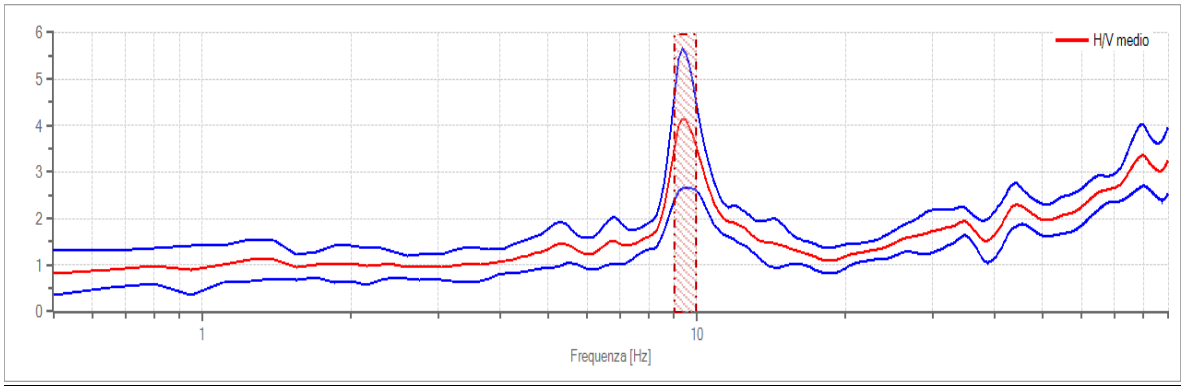
Per quanto riguarda le misure eseguite per la presente indagine l'acquisizione del rumore ambientale è stata eseguita attraverso l'installazione di un sensore velociumetrico per ogni sito con registrazioni di 20 minuti.

Di seguito si riportano gli elaborati delle indagini HVSR indicate sulla "CARTA DELLE INDAGINI", allegato geologico G.5 della della presente Variante. Per ciascuna prova HVSR eseguita viene riportato il grafico delle tracce sperimentali degli spettri medi e il grafico del rapporto H/V.

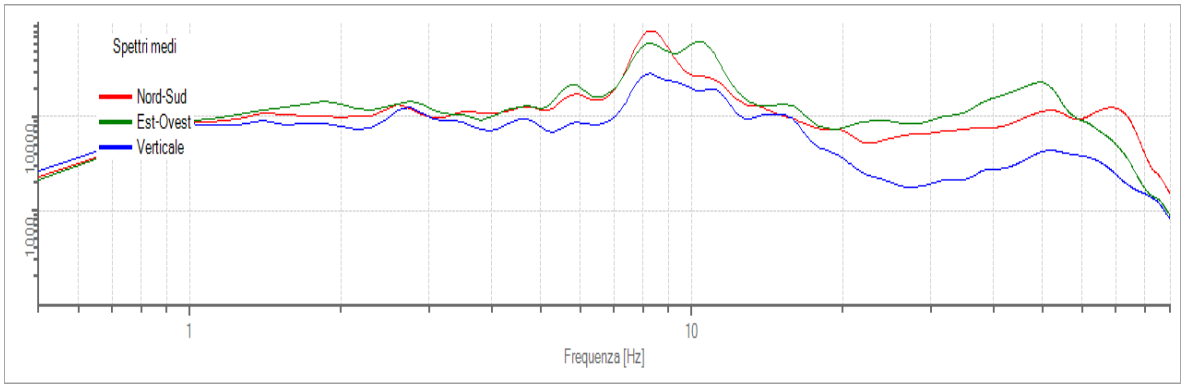
geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso*@libero.it*

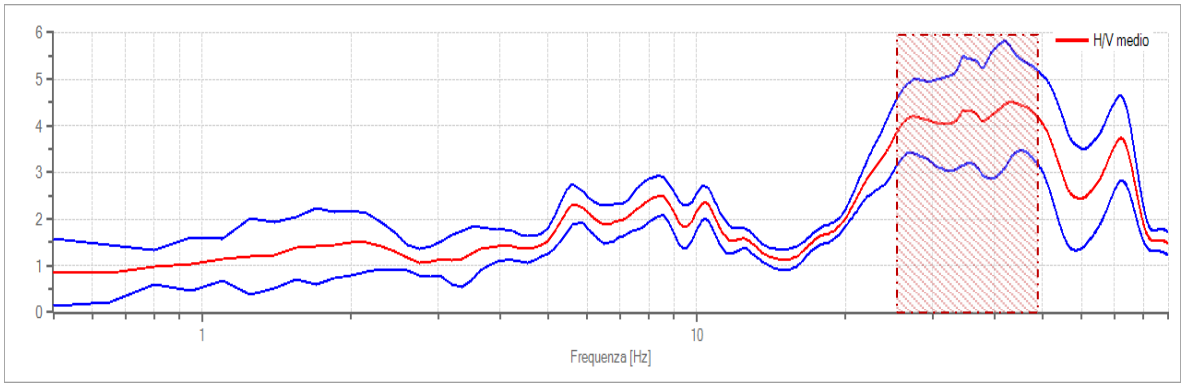
HVSR1 (Cimitero)





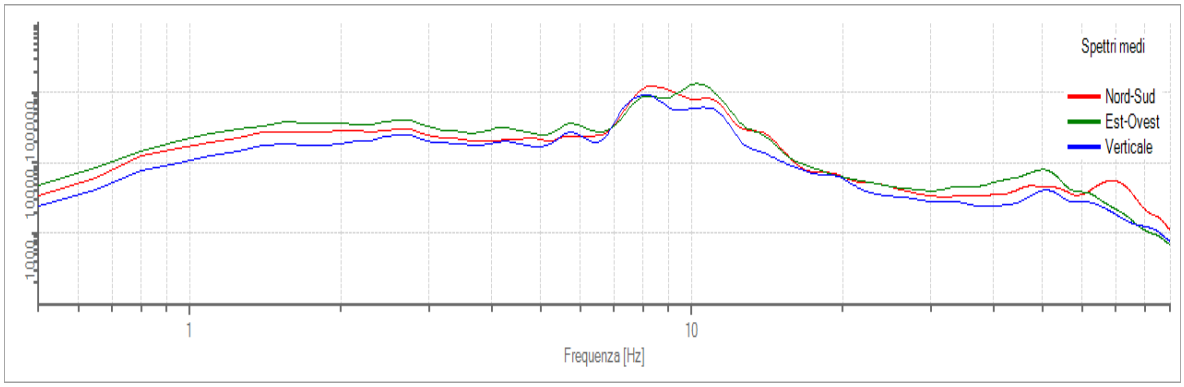
HVSR2 (Via delle Chiappe)

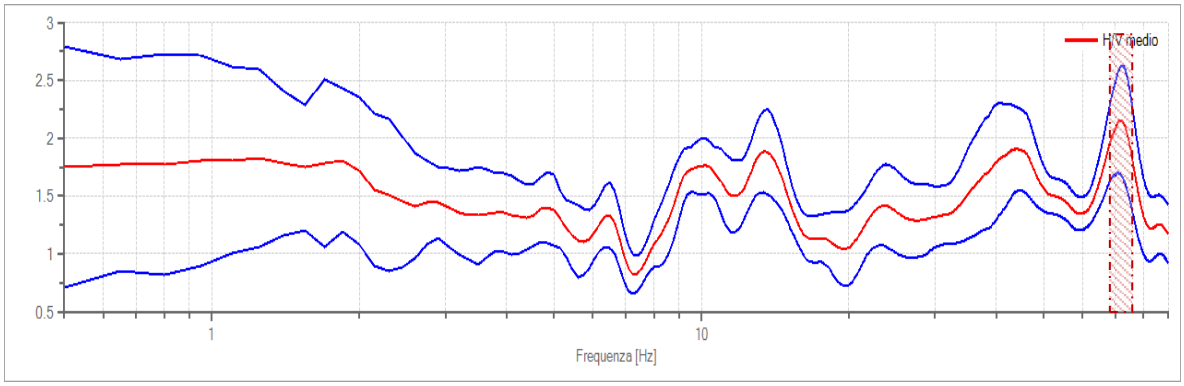




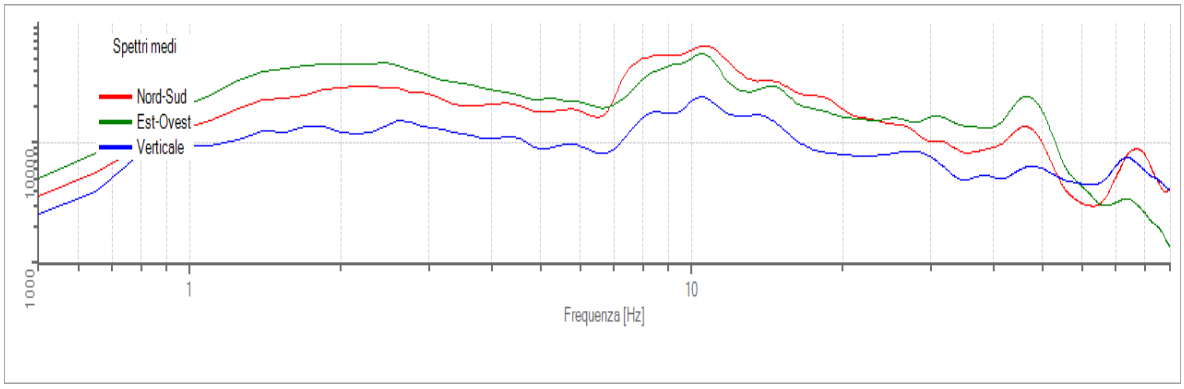
geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso*@libero.it*

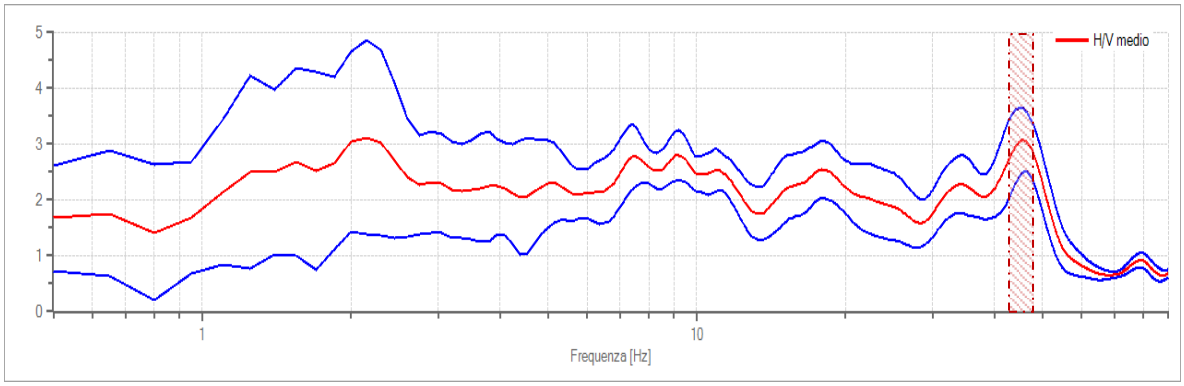
HVSR3 (Via Migone)





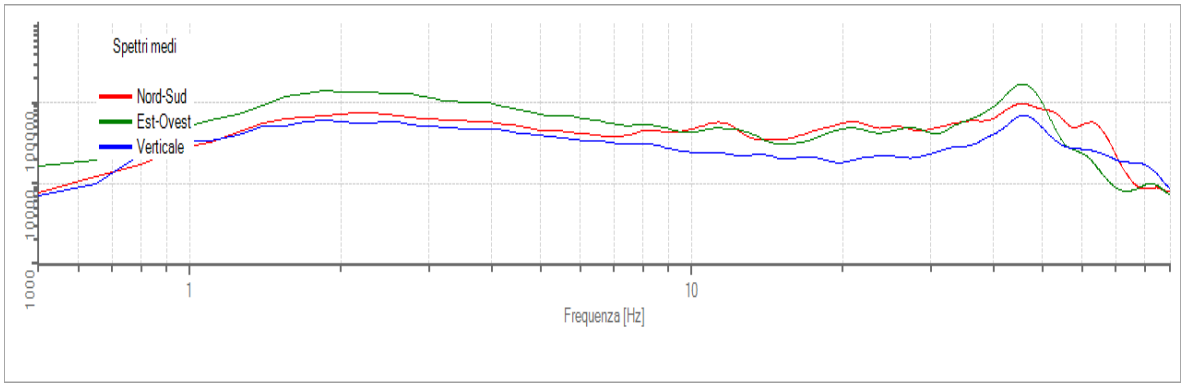
HVSR4 (Via Pollarola)

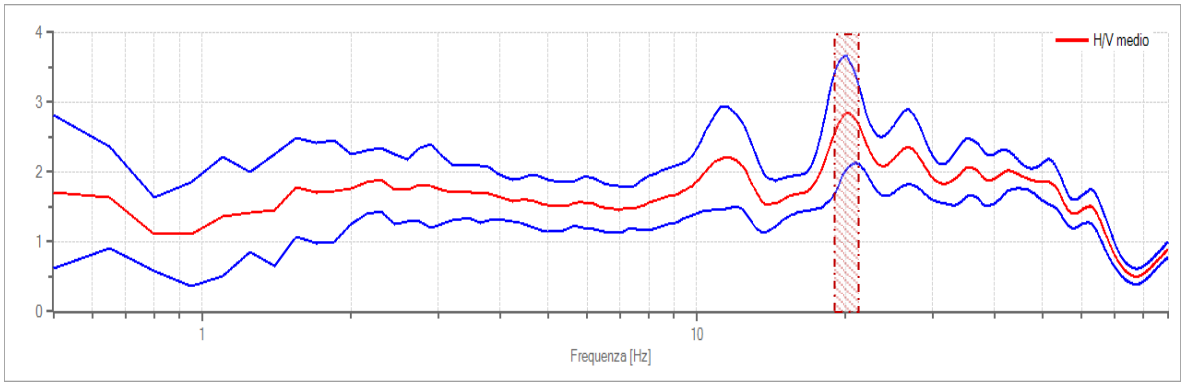




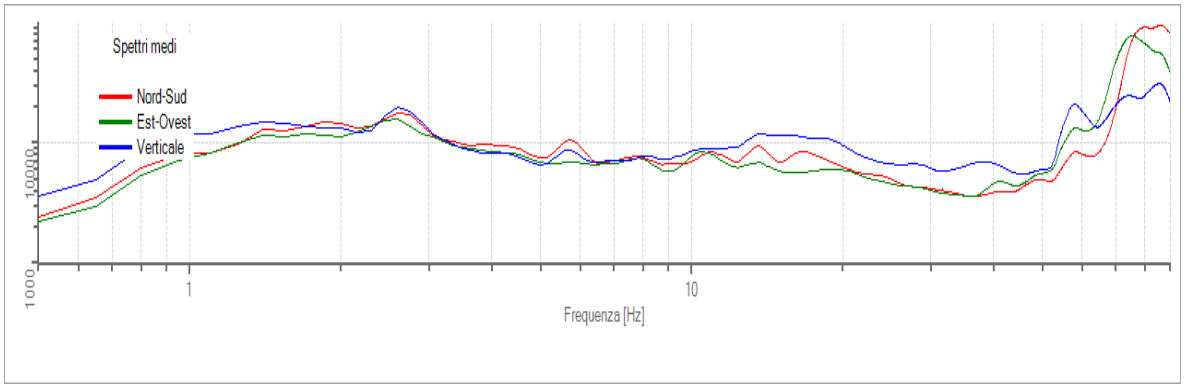
geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso*@libero.it*

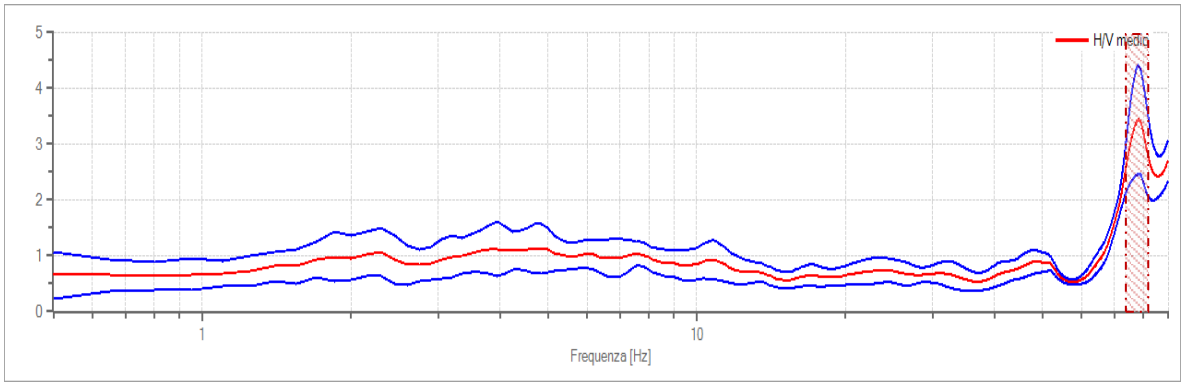
HVSR5 (Via Roma – Poggio Maresciallo Armando Diaz)





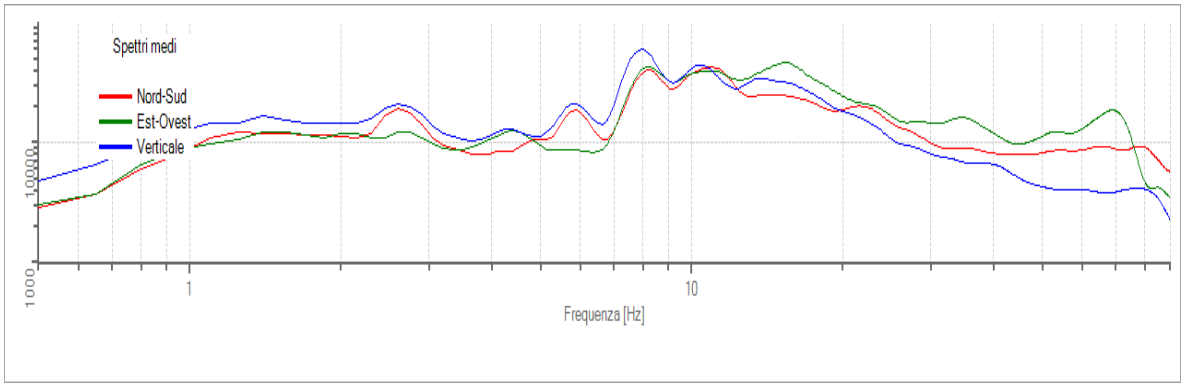
HVSR6 (Parcheggio ferrovia)

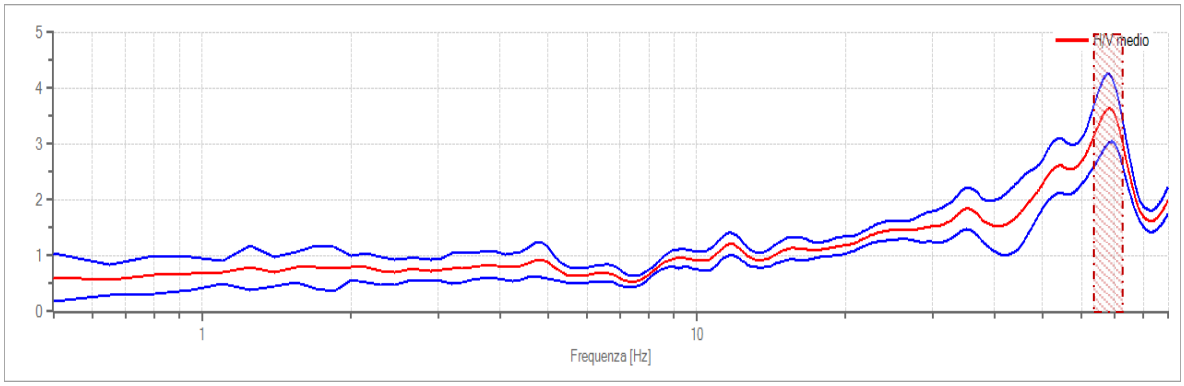




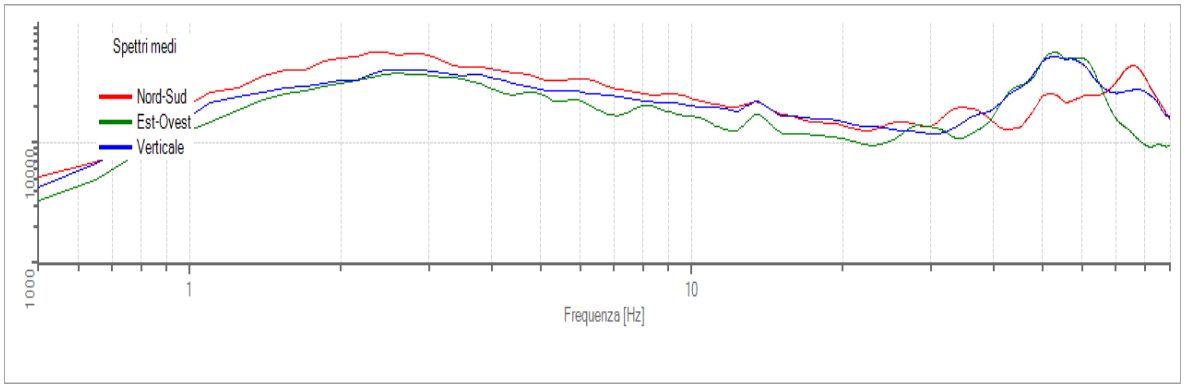
geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso*@libero.it*

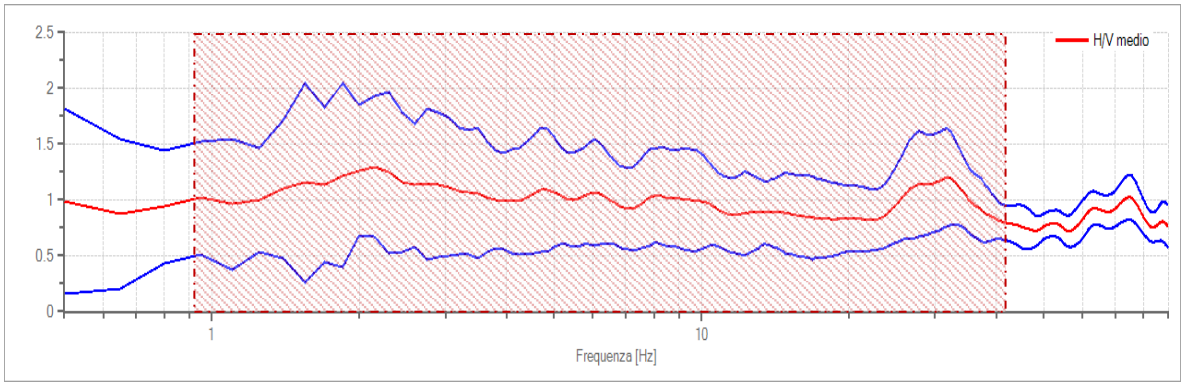
HVSR7 (Rio Cortino)





HVSR8 (Castello Cirio)





geol. Andrea Basso
Via Lung'Orba Mazzini n. 95/18 15076 Ovada (AL)
Tel/Fax. 014386310 – e-mail: asbasso*@libero.it*

6.4.) CONSIDERAZIONI SULLE INDAGINI HVSR

I riusultati delle prove HVSR eseguite per il Piano Urbanistico Comunale e quelle eseguite per altre indagini consentono di fare alcune considerazioni di seguito esposte.

- Le prove eseguite nel settore di versante tra l'Aurelia e località Chiappe, caratterizzato da spessori medi della coltre elevati (> 5 metri) presentano valori di f_0 compresi tra 2 e 23 Hz.
- Le prove eseguite nei settori di versante con spessori medi della coltre inferiori a 3 metri presentano valori di f_0 compresi tra 18 e 46 Hz.
- Le prove eseguite nei settori di versante con spessori medi della coltre trascurabili presentano valori di f_0 compresi tra 20 e 78 Hz.

Si può pertanto affermare che i risultati ottenuti sono in accordo con la ricostruzione geologico-stratigrafica generale, in quanto abbiamo un aumento della frequanza caratterstica al diminuire dello spessore della coltre, è ovvio che le indagini hanno carattere puntuale e in quest'ottica vi possono essere delle variazioni dovute alla presenza di variazioni locali nello spessore delle coltri, così come vi può essere la presenza di riporti di origine antropica di spessore talora anche rilevante.

La valutazione dei risultati ottenuti di tutte le indagini considerate consente di stabilire un valore di V_s per il substrato geologico di riferimento sicuramente superiore a 800 m/s, in considerazione di ciò è lo spessore della coltre sciolta superficiale, unitamente alle sue caratteristiche (granulometria e grado di addensamento) a definire le caratteristiche litologiche di risposta sismica locale