

UNIONE EUROPEA



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile

REGIONE  
ABRUZZO



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

Attività di Prevenzione del Rischio Sismico – Microzonazione Sismica del Territorio Regionale  
Progetto Cofinanziato con Fondi Comunitari POR-FESR Abruzzo 2007-2013 Asse IV – Attività IV 3.1

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione illustrativa

Base topografica: CTR 1:5.000 fornita dal Servizio Cartografico della Regione Abruzzo - Sistema di Riferimento Geografico WGS 1984 Fusso 33N



### Regione Abruzzo Comune di Colledara (TE)



Validazione del  
Tavolo Tecnico MZS

Studio di microzonazione sismica di livello 1 validato  
dal Tavolo Tecnico Regionale il 09/08/16 ai sensi  
dell'art. 5 della L.R. 28/2011.

IL COORDINATORE



Tecnico incaricato: Dott. Geol. Gaetano Crupi

Collaboratore: Dott. Geol. Stefano Tucci



Data AGOSTO 2016



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## SOMMARIO

1. INTRODUZIONE .....	2
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA .....	17
3.1 ASSETTO GEOLOGICO .....	17
3.2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO .....	20
4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI .....	21
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO .....	24
6. INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE .....	29
7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI .....	30
8. ELABORATI CARTOGRAFICI .....	89
8.1 CARTA DELLE INDAGINI .....	89
8.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA .....	90
8.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) E DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DI VIBRAZIONE .....	95
8.3.1 ZONE STABILI .....	95
8.3.2 ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI .....	95
8.3.3 ZONE SUSCETTIBILI D'INSTABILITÀ .....	97
8.3.4 FORME DI SUPERFICIE .....	97
9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI .....	99

## BIBLIOGRAFIA

## ALLEGATI:

- CARTA DELLE INDAGINI (SCALA 1:5.000)
- CARTA GEOLOGICO-TECNICA (SCALA 1:5.000)
- CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) E DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DI VIBRAZIONE (SCALA 1:5.000)
- CARTA DELLE SEZIONI (SCALA 1:5.000)



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 1. INTRODUZIONE

Nell'ambito del "Programma Regionale di Mitigazione del Rischio Sismico", l'Amministrazione Comunale di Colledara (TE), in data 11 novembre 2011, ha affidato allo scrivente, Dott. Geol. Gaetano Crupi (iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Abruzzo con n° 457), l'incarico professionale per la realizzazione di uno *Studio di Microzonazione Sismica di - Livello 1*, ai sensi dell'O.P.C.M. 13 novembre 2010, n. 3907 e della D.G.R. 20 maggio 2011, n. 333 e s. m. i. relativamente al territorio comunale di Colledara, con lo scopo di individuare Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), livello di conoscenza base per indirizzare le scelte pianificatorie.

Facendo seguito a quelli che sono gli indirizzi ed i criteri stabiliti dal Dipartimento della Protezione Civile Nazionale, lo studio di cui sopra è stato realizzato nell'ambito dei principali ambiti urbani del territorio comunale, ovvero su quelle aree per le quali le condizioni normative consentono o prevedono l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, o la loro potenziale trasformazione a tali fini, o che prevedono l'uso ai fini di protezione civile.

Tali ambiti si localizzano presso il centro abitato delle seguenti principali località: **Bascianella; Castiglione della Valle; Colledara Capoluogo; Ornano Grande - Ornano Piccolo; Piane Mavone; Villa Pizzicato - Villa Petto**, le cui estensione sono riportate in Tab. 1.1.

Località	Km <sup>2</sup>
<i>Colledara Capoluogo</i>	2,700
<i>Ornano Grande - Ornano Piccolo</i>	1,750
<i>Bascianella</i>	1,050
<i>Castiglione della Valle</i>	0,162
<i>Piane Mavone</i>	1,400
<i>Villa Pizzicato - Villa Petto</i>	2,500
<b>TOTALE</b>	<b>9,562</b>

Tab. 1.1: Estensione in Km<sup>2</sup> delle aree di studio.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



Il Programma Regionale citato individua le seguenti attività:

- 1. Attività preliminare:** il Soggetto Realizzatore, a seguito di sopralluoghi sul territorio comunale ed all'acquisizione dei dati utili, redige una Relazione Preliminare e la trasmette all'Ente Attuatore ed al Tavolo Tecnico di Monitoraggio all'uopo istituito dalla Regione Abruzzo. L'elaborato riporterà le procedure, le modalità operative che si intendono adottare per la realizzazione dello studio di MZS, la bibliografia dei documenti disponibili nonché il cronoprogramma delle attività. Sarà allegata alla Relazione Preliminare una Carta Tecnica Regionale (scala 1:5.000/10.000) con la perimetrazione delle aree da sottoporre agli studi di MZS (vedi Tab. 1.1) di cui all'Art. 3.
- 2. Attività intermedia:** al termine del 70% di realizzazione degli studi di M.Z.S. (cfr. punto 3: elaborati a-b-c), il Soggetto Realizzatore sottopone al Tavolo Tecnico di Monitoraggio della Regione Abruzzo gli elaborati prodotti ed i risultati ottenuti. Questa attività si configura come momento di confronto tecnico - informativo finalizzato alla certificazione di cui all'Art. 9.
- 3. Attività conclusiva:** il Soggetto Realizzatore, a seguito delle risultanze emerse nell'Attività Intermedia, restituisce, in formato cartaceo e digitale (cfr. Art. 5), i seguenti elaborati finali:
  - a) *Carta delle Indagini (scala 1:5.000);*
  - b) *Carta Geologico – Tecnica (scala 1:5.000);*
  - c) *Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (scala 1:5.000);*
  - d) *Relazione Illustrativa.*

Il presente documento costituisce la Relazione Illustrativa, finale.



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

La pericolosità di base del territorio comunale di Colledara viene di seguito definita sulla base dei dati di sismicità storica, dei parametri per la definizione delle forme spettrali previste dalle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni e dalle mappe interattive di pericolosità sismica.

Per una prima ricostruzione della sismicità storica del territorio comunale di Colledara, sono stati reperiti gli eventi sismici dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI04 che comprende tutti i terremoti avvenuti dal 217 a.C. al 2002 (fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>); considerando un'area circolare di raggio 50 km a partire da Colledara, tutti gli eventi sismici riscontrati in quel periodo sono catalogati di seguito e per ognuno è riportata data e ora di occorrenza, il valore dell'intensità sismica, la localizzazione e l'intensità epicentrale, la magnitudo momento.

Di seguito la descrizione dei codici di riferimento riportati nella successiva tabella 2.1.

### Codici CPTI04 descrizione

N	numero d'ordine del record
Tr	tipo di record
Anno	tempo origine: anno
Me	tempo origine: mese
Gi	tempo origine: giorno
Or	tempo origine: ora
Mi	tempo origine: minuto
Se	tempo origine: secondo
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti
Rt	codice dell'elaborato di riferimento
Np	numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Imx	intensità massima x 10 (scala MCS)
Io	intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
Lat	localizzazione epicentrale: latitudine in gradi Datum:ED50
Lon	localizzazione epicentrale: longitudine in gradi Datum: ED50
TL	codice di localizzazione
Maw	Magnitudo momento



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



**Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:**

Area circolare con centro C (42.538, 13.674) e raggio 50 km

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Mav
13	DI	101						S. Valentino in Ab.	CFTI	1	95	95		42.23	13.98	A	6.30
97	DI	1349	9	9				Aquilano	CFTI	22	100	95		42.17	13.38	A	6.46
122	CP	1398	4	3				S. DEMETRIO	POS85			60		42.333	13.5		4.83
137	CP	1423	11	10				S. DEMETRIO	POS85			60		42.333	13.5		4.83
158	DI	1461	11	26	21	30		AQUILANO	DOM	10	100	100		42.308	13.543	A	6.46
176	DI	1480						MONTEPRANDONE	DOM	4	75	75		42.919	13.835	A	5.37
191	DI	1498	4	10				L'AQUILA	DOM	1	55	55		42.356	13.396	A	4.63
329	DI	1627	7					ACCUMOLI	DOM	1	75	75		42.694	13.248	A	5.37
343	DI	1639	10	7	30			AMATRICE	DOM	27	100	100		42.636	13.252	A	6.26
352	DI	1646	4	28				L'AQUILA	DOM	1	55	55		42.356	13.396	A	4.63
377	DI	1672	6	8	18			MONTEREALE	DOM	1	55	55		42.356	13.396	A	4.63
434	DI	1703	1	14	18			Appennino reatino	CFTI	196	110	110		42.68	13.12	A	6.81
435	DI	1703	2	2	11	5		Aquilano	CFTI	70	100	100		42.47	13.2	A	6.65
498	CP	1731	10	15	20			ABRUZZI	POS85			60		42.333	13.5		4.83
532	DI	1750	2	1				L'AQUILA	DOM	1	65	65		42.356	13.396	A	5.03
564	DI	1762	10	6	12	10		Aquilano	CFTI	6	95	90		42.3	13.58	A	5.90
649	DI	1786	7	31				L'AQUILA	DOM	7	70	70		42.356	13.396	A	5.18
666	DI	1791	1					L'AQUILA	DOM	1	75	75		42.356	13.396	A	5.37
696	CP	1803	4	7	4	15		ROCCA DI MEZZO	POS85			60		42.25	13.5		4.83
712	DI	1809	8	14	11			L'AQUILA	DOM	1	60	60		42.356	13.396	A	4.83
841	CP	1841	10	18	10			POPOLI	POS85			60		42.25	13.917		4.83
862	CP	1848	6	10	23	15		LUCOLI	POS85			60		42.333	13.417		4.83
993	CP	1874	2	24	6	52		L'AQUILA	POS85			55		42.35	13.4		4.63
1091	DI	1883	11	7	3			ACCUMOLI	DOM	4	70	70		42.671	13.255	A	5.15
1092	DI	1884	1	10				ATRI	DOM	12	55	55		42.665	13.953	A	4.63
1126	CP	1887	1	27	2	45		LUCOLI	POS85			60		42.333	13.4		4.83
1140	CP	1888	7	8	16			BELLANTE	POS85			70		42.667	13.75		5.17
1155	CP	1889	11	28	19	15		TIONE	POS85			55		42.167	13.7		4.63
1232	CP	1895	6	30	3	48		S. DEMETRIO	POS85			60		42.333	13.533		4.83
1324	CP	1900	1	29	4	22		SCAFA	POS85			60		42.3	13.967		4.83
1330	CP	1900	8	10	4	28	13	TERAMO OVEST	POS85			60		42.65	13.65		4.83
1335	CP	1901	1	15	14	30		CIVITAVANNA	POS85			60		42.267	13.9		4.83
1352	CP	1901	10	15	13	55	53	S. VALENTINO	POS85			60		42.233	13.983		4.83
1428	CP	1906	1	29	15	5	5	CASTEL TROSINO	POS85			55		42.767	13.533		4.63
1429	CP	1906	2	5	16	34	37	MONTEREALE	POS85			60		42.533	13.3		4.83
1440	CP	1906	7	1	50	5	5	ANTRODOCO	POS85			60		42.4	13.1		4.83
1449	DI	1907	1	23	25			ADRIATICO CENTRALE	DOM	93	50	55		42.819	13.856	A	4.84
1469	CP	1908	1	16	10	27		L'AQUILA	POS85			60		42.35	13.4		4.83
1503	CP	1909	3	16	15	14		PIETRACAMELA	POS85			55		42.55	13.5		4.63
1541	CP	1910	12	22	12	34	24	ACCUMOLI	POS85			70		42.7	13.25		5.17
1550	CP	1911	5	28	13	52		L'AQUILA	POS85			60		42.367	13.4		4.83
1553	CP	1911	9	9	11	32	27	L'AQUILA	POS85			60		42.367	13.4		4.83
1628	DI	1916	4	22	4	33		AQUILANO	DOM	9	65	65		42.294	13.396	A	5.18
1634	DI	1916	7	4	5	6		MONTI SIBILLINI	DOM	23	70	65		42.823	13.227	A	4.91
1644	CP	1916	11	16	6	35	30	CITTAREALE	POS85			75		42.617	13.15		5.48
1649	CP	1917	3	21	30			MONTEGALLO	POS85			55		42.9	13.4		4.63
1698	CP	1920	1	13	10	35	45	TORNIMPARTE	POS85			60		42.283	13.283		4.83
1700	CP	1920	2	10	23	57		ASCOLI PICENO OV.	POS85			55		42.9	13.5		4.63
1831	CP	1930	4	7	17	17	18	ARQUATA	POS85			60		42.767	13.283		4.83
1849	CP	1930	11	9	1	33		MONTEMONACO	POS85			55		42.883	13.3		4.63
1941	CP	1938	8	12	2	30		M. GIANO	POS85			60		42.467	13.2		5.01
1979	CP	1942	1	31	8	37		ASCOLI PICENO OV.	POS85			55		42.9	13.533		4.63
1989	DI	1943	10	3	8	28		OFFIDA	DOM	86	90	85		42.935	13.639	A	5.81
2042	CP	1950	3	12	18	15		ACCUMOLI	POS85			70		42.7	13.25		5.17
2049	CP	1950	9	3	22	41	20	ACQUASANTA	POS85			60		42.817	13.333		4.70
2050	DI	1950	9	5	4	8		GRAN SASSO	DOM	137	80	80		42.516	13.657	A	5.73
2057	DI	1951	8	8	19	56		MONTI DELLA LAGA	DOM	33	75	70		42.704	13.546	A	5.28
2103	CP	1956	10	7	19	12	41	GRAN SASSO	POS85			60		42.5	13.5		4.83
2125	DI	1958	6	24	6	7		AQUILANO	DOM	14	75	70		42.34	13.477	A	5.17
2130	CP	1959	1	1	23	58	14	TERAMO OVEST	POS85			60		42.65	13.65		4.83
2147	CP	1960	3	16	1	52	48	CITTAREALE	POS85			60		42.633	13.167		4.83
2195	DI	1963	7	21	11	9		AMATRICE	DOM	11	70	60	M	42.622	13.324	A	4.85
2241	CP	1967	12	3	21	29	59	LUCOLI	POS85			65		42.3	13.4		4.93
2272	CP	1969	9	26	23	40	39	MONITORIO	POS85			60		42.55	13.6		4.52
2411	CP	1980	6	9	16	2	47	POPOLI	POS85					42.233	13.85		4.76

Numero di record estratti: 65

Tab. 2.1 Eventi sismici tratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI04 (fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>), considerando un'area circolare con centro C in Colledara e raggio pari a 50 km.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

Dalla versione successiva del Catalogo parametrico, il CPTI11, sono consultabili i terremoti avvenuti tra l'anno 1000 e il 2006 (fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>). Dal collegamento tra questi Cataloghi, è stato realizzato il DBMI11, Database Macrosismico Italiano versione 2011, contenente i dati d'intensità relativi a 1681 terremoti che fanno parte di CPTI11. Da questo database (fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>), sono stati estrapolati, attraverso la consultazione per località, gli eventi sismici più significativi che hanno interessato, anche se indirettamente il territorio del Comune di Colledara, caratterizzando quindi la sua storia sismica; tali eventi sono riportati nella seguente tabella 2.2, con relativo diagramma di intensità.

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	1933 09 26 03:33	Maiella	326	9 5.95 ±0.09
8	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8 5.68 ±0.07
4-5	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09
2	1986 10 13 05:10	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6 4.65 ±0.09
4	1987 07 03 10:21	PORTO SAN GIORGIO	359	5.09 ±0.09
NF	1990 05 05 07:21	Potentino	1374	5.80 ±0.09
4	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 ±0.09
2	1998 08 15 05:18	MONTI REATINI	233	5-6 4.45 ±0.09
4	2004 12 09 02:44	Zona Teramo	224	5-6 4.18 ±0.09
NF	2005 12 15 13:28	Valle del Topino	361	5-6 4.66 ±0.09

Tab. 2.2: Storia sismica di Colledara – numero eventi: 10 (fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>)

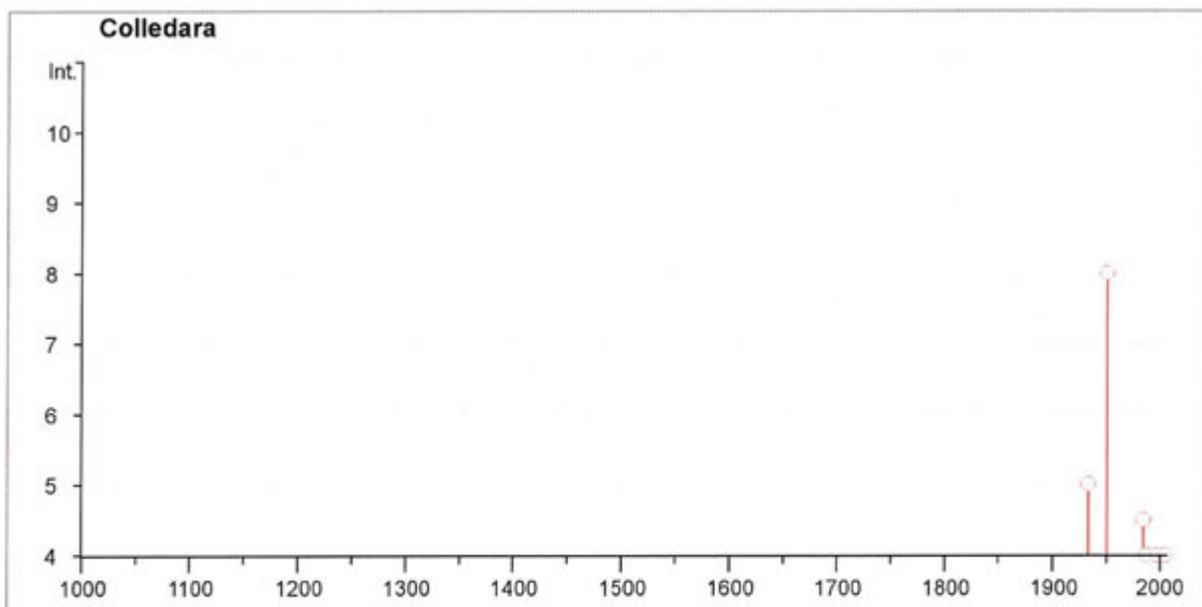


Fig. 2.1: Grafico tempo/intensità per la storia sismica di Colledara



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



Per il periodo successivo al 2006, le informazioni sono ricavabili dal catalogo di sismicità strumentale ISIDE (<http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>), nel quale sono stati ricercati gli eventi sismici avvenuti dal 2007 ad oggi, con Magnitudo maggiore di 3.5. Tra questi terremoti sono presenti quelli relativi allo sciame sismico aquilano del 2009, ed inoltre si osserva come tali eventi sono prevalentemente superficiali, con profondità epicentrali in prevalenza inferiori ai 20 km e con distanze comunque superiori agli 80-90 km dal territorio comunale in studio.

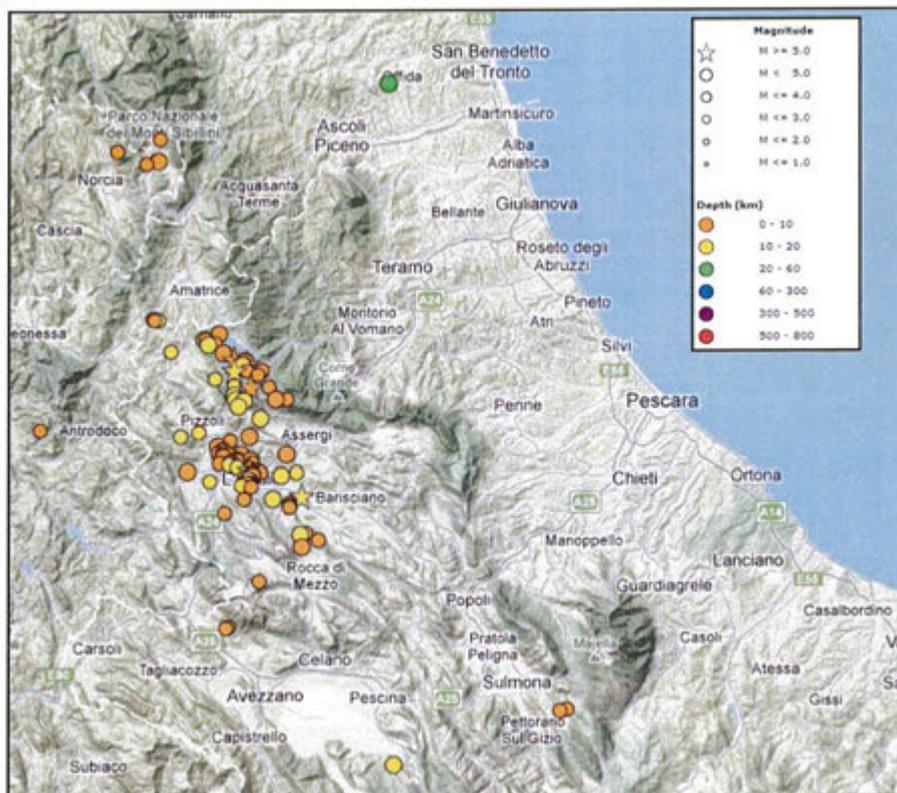


Fig. 2.2: Localizzazione eventi sismici dal 2007 ad oggi, con Magnitudo > 3.5, tratti dal catalogo di sismicità strumentale ISIDE (<http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>)

Per ridurre gli effetti dello scuotimento sismico atteso sul territorio nazionale, la legislazione italiana ha concentrato la sua opera sulla riclassificazione del territorio stesso, sulla base sia dell'intensità e della frequenza dei terremoti del passato, sia sull'applicazione di norme tecniche per le costruzioni nelle zone classificate sismiche. Tutto ciò con l'obiettivo primario della salvaguardia della vita umana.

Per quanto riguarda la storia della normativa sismica italiana, fino al 2003 l'intero territorio nazionale era classificato in tre categorie sismiche di base a diverso grado di severità, arrivando a classificare complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102,



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



corrispondenti al 45% della superficie del territorio italiano, nel quale risiede circa il 40% della popolazione.

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'08 Maggio 2003), sono stati emanati criteri di nuova classificazione sismica, basati su studi ed elaborazioni più recenti, ed in particolare sull'analisi della probabilità che un determinato territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo solitamente pari a 50 anni, da un evento sismico che superi una determinata soglia di intensità e/o magnitudo.



Fig. 2.3: Classificazione sismica italiana 2012 (Fonte: [www.protezionecivile.gov.it](http://www.protezionecivile.gov.it)).

Tale provvedimento, in pratica, detta quei principi generali secondo i quali le Regioni, alle quali lo Stato ha delegato l'adozione della nuova classificazione sismica del territorio (D.Lgs. 112/1998 e D.P.R. n. 380/2001 denominato "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno classificato i comuni attribuendo ad ognuno una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali l'intero territorio nazionale è stato riclassificato, e che sono (fig. 2.3):

- **Zona 1:** è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti;



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



- **Zona 2:** nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti;
- **Zona 3:** i comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti;
- **Zona 4:** è quella la meno pericolosa in cui le possibilità di danni sismici sono basse.

Di fatto, rispetto alla precedente normativa, sparisce il territorio "non classificato" che diviene **Zona 4**, nella quale è facoltà della Regione stessa prescrivere o meno l'obbligo della progettazione con criteri antisismici. A ciascuna zona, inoltre, veniva attribuito un valore dell'azione sismica utile in chiave di progettazione, valore espresso in termini di accelerazione massima su roccia:

- Zona 1 –  $ag = 0.35g$
- Zona 2 –  $ag = 0.25g$
- Zona 3 –  $ag = 0.15g$
- Zona 4 –  $ag = 0.05$

L'attuazione di tale normativa, in pratica, ha permesso di ridurre notevolmente la distanza tra la conoscenza scientifica consolidata e la sua traduzione in strumenti normativi, portando a progettare e realizzare costruzioni nuove, sicure e innovative. Queste novità sono state ulteriormente modificate e affinate attraverso studi svolti da centri di competenza specifici, portando ad un aggiornamento dello studio di pericolosità, adottato con l'O.P.C.M. n. 3519/2008, introducendo non più dei valori singoli ma degli intervalli di accelerazione ( $ag$ ), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle prima citate 4 zone sismiche:

- Zona 1 –  $ag < 0.25$
- Zona 2 –  $0.15 < ag \leq 0.25$
- Zona 3 –  $0.05 < ag \leq 0.15$
- Zona 4 –  $ag \leq 0.05$

Nel suddetto decreto, la sollecitazione sismica sulle costruzioni viene stimata a partire da una "pericolosità sismica di base" di un sito, definita dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Tale intervallo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento"  $V_R$  e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento"  $P_{VR}$ .



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



La pericolosità sismica viene definita in termini di accelerazione massima orizzontale attesa  $a_g$ , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A) con superficie topografica orizzontale (T1), e di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad esso corrispondente  $S_E(T)$ , in determinato periodo di riferimento  $V_R$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ . Per  $V_R$  s'intende il periodo di riferimento delle azioni sismiche della costruzione, prodotto tra la vita nominale  $V_N$ , ovvero il numero di anni nel quale la struttura deve essere utilizzata per lo scopo alla quale è destinata, ed i valori dei coefficienti della classe d'uso  $C_U$ . Per  $P_{VR}$  s'intende la probabilità di superamento nel periodo  $V_R$  considerato.

La pericolosità sismica di un generico sito deve essere descritta, in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio in termini geografici e temporali; queste condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- 1 in corrispondenza di punti di un reticolo di riferimento i cui nodi sono sufficientemente vicini tra loro, che distano al massimo 10 km;
- 2 in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC;
- 3 per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni.

Ai fini di questa normativa, le forme spettrali vengono definite sulla base dei valori dei seguenti parametri su sito di riferimento orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito; valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante nello spettro in accelerazione orizzontale.

Facendo riferimento ad informazioni così dettagliate e puntuali è possibile adottare nella progettazione e verifica delle costruzioni, valori dell'azione sismica meglio correlati alla pericolosità sismica del sito, alla vita nominale della costruzione e all'uso cui essa è destinata, consentendo soluzioni più appropriate ed anche economiche, e nello stesso tempo, trattare le problematiche connesse alla pericolosità sismica adottando una classificazione sismica riferibile anche a porzioni territoriali dei singoli comuni.



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



Nei confronti delle azioni sismiche, riferendosi alla costruzione nella sua complessità, quindi includendo elementi strutturali, non strutturali ed impianti, vengono identificati:

- **stati limite di esercizio**, che sono:

*Stato Limite di Operatività (SLO)*: al seguito del terremoto la costruzione, nel suo complesso, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significanti;

*Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione, nel suo complesso, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature:

- **stati limite ultimi**, che sono:

*Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una significativa rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

*Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

In Italia, numerosi sono stati gli studi sulla pericolosità sismica della nostra penisola, ma è solo negli ultimi secoli, con lo sviluppo delle scienze sismologiche, degli strumenti sismici e delle reti di monitoraggio, si è dato l'impulso definitivo agli studi per la caratterizzazione sismica del territorio. Questi studi di pericolosità vengono impiegati soprattutto nelle analisi territoriali e regionali finalizzate alle zonazioni (pericolosità di base per la classificazione sismica) o *microzonazioni* (pericolosità locale), ovvero individuare le aree a scala comunale che, in occasione di scuotimenti sismici, possono essere soggette a fenomeni di amplificazione, e quindi fornire indicazioni utili per la pianificazione urbanistica.

L'approccio alla valutazione della pericolosità può essere di due tipi:



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



Per quanto riguarda la pericolosità sismica su *reticolo di riferimento* nell'*intervallo di riferimento* è fornito dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1.mi.ingv.it/>). Il territorio del Comune di Colledara presenta valori di accelerazioni di picco orizzontali del suolo compreso tra  $0,175 < a_g < 0,200$ , come mostrato nella Fig. 2.6.

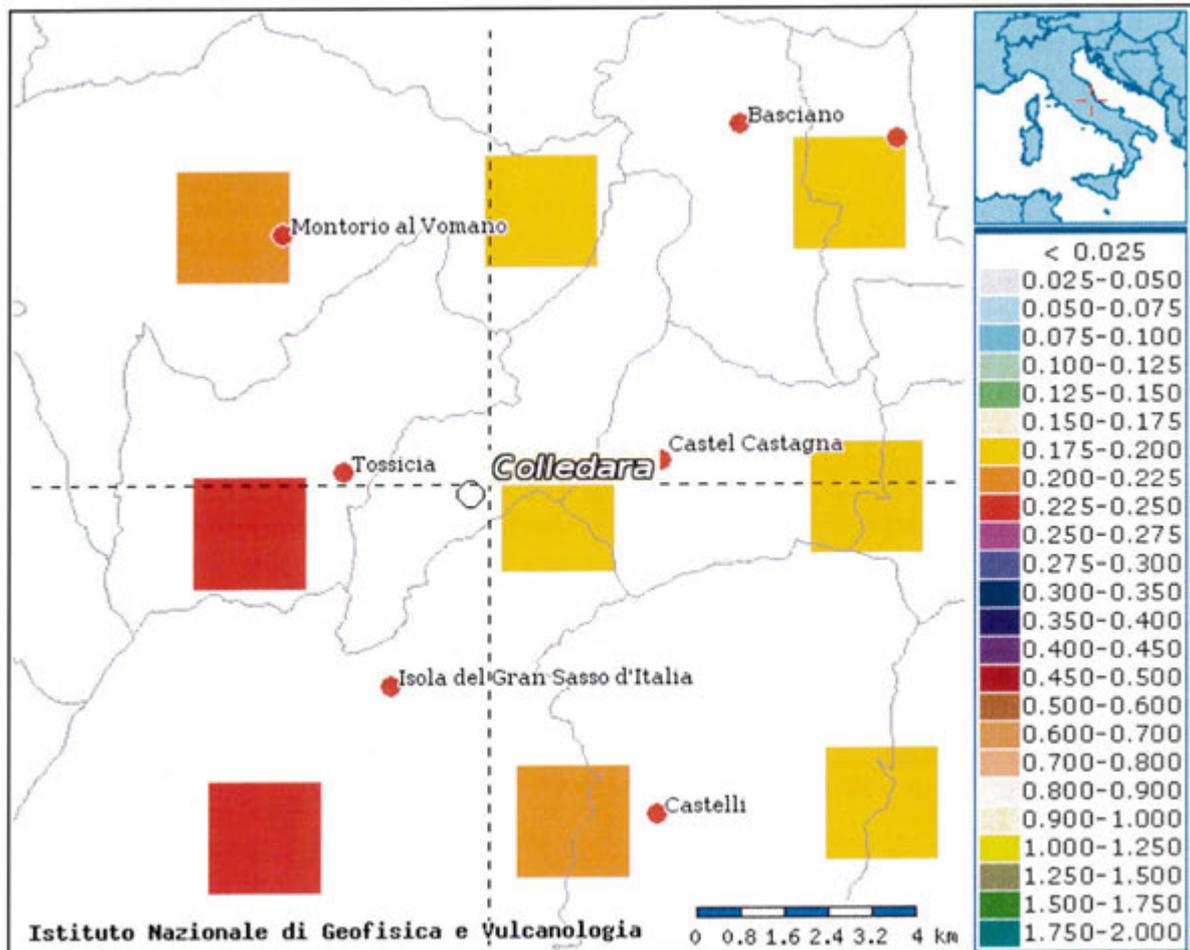


Fig. 2.6: Mappa dello scuotimento atteso in termini di accelerazione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (tempo di ritorno pari a 475 anni)



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
 tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
 e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

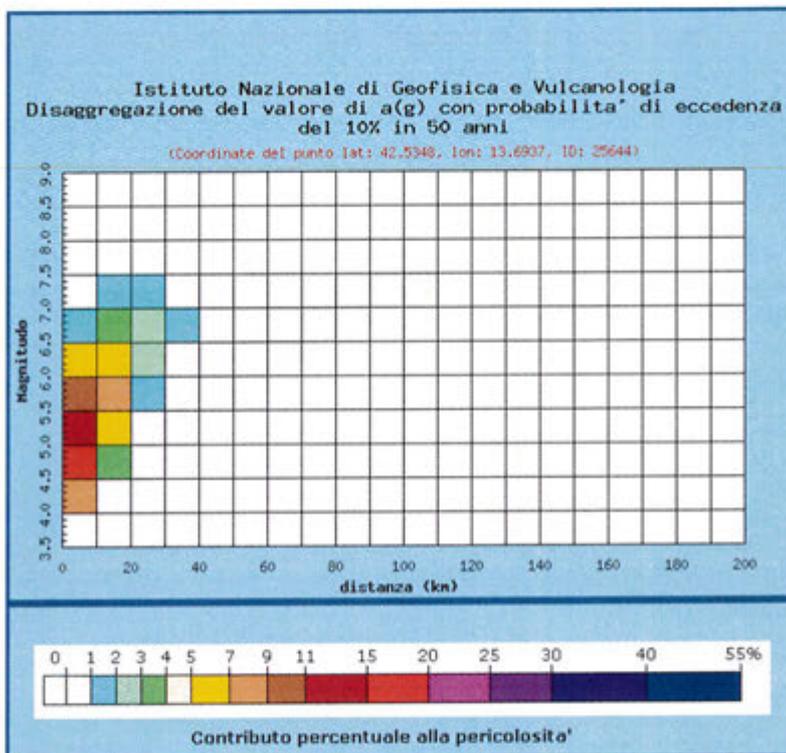


Fig. 2.7: Grafico di disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, in termini di distanza epicentrale e magnitudo.

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.5348, lon: 13.6937, ID: 25644)										
	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	7.560	18.000	14.600	10.100	5.550	1.540	0.599	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.637	3.420	5.890	7.120	6.320	3.490	1.750	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.037	0.645	1.830	2.540	2.050	1.350	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.016	0.345	0.861	1.010	0.831	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.215	0.471	0.476	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.025	0.192	0.253	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.095	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.023	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.560	11.200	0.971

Tab 2.3: Dati tabellari di disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza di eccedenza del 10% in 50 anni, in termini di distanza epicentrale e magnitudo.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



La massima probabilità, pari al 18,0%, si ha per magnitudo compresa tra 4,5 e 5,0 e distanza epi-centrale inferiore a 10km, mentre percentuali superiori al 10% si hanno per magnitudo comprese tra 5 e 6 e distanza sempre inferiore a 10 km.

I valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, riferibili a condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, possono essere calcolati mediante il software "Spettri-NTC" messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Tab. 2.4):

**Valori dei parametri  $a_g$   $F_0$   $T_c^*$  di sito in relazione ai tempi di ritorno  $T_R$ :**

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
30	0.066	2.427	0.278
50	0.083	2.419	0.293
72	0.097	2.404	0.306
101	0.111	2.421	0.314
140	0.127	2.441	0.322
201	0.147	2.456	0.330
475	0.203	2.506	0.347
975	0.260	2.531	0.361
2475	0.352	2.558	0.379

Tab. 2.4: Parametri per la definizione delle forme spettrali di progetto in base alle NTC (D.M. 14/01/2008).



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### 3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

#### 3.1 ASSETTO GEOLOGICO

Il rilevamento geologico è stato preceduto da una ricerca bibliografica con riferimento particolare alla cartografia geologica ufficiale per il territorio abruzzese che comprende il territorio comunale di Colledara, area oggetto di studio, che a tutt'oggi è costituita dalla *Carta Geologica d'Italia* alla scala 1:100.000 nel *Foglio 140 "Teramo"* (la carta è piuttosto datata, risalendo al 1963), dal *Foglio Est* della "*Carta Geologica dell'Abruzzo*" (L. Vezzani & F. Ghisetti, 1998) alla scala 1:100.000, e dal *Foglio 349 "Gran Sasso d'Italia"* della *Carta Geologica d'Italia - progetto CARG*, alla scala 1:50.000, nella quale rientra una minima parte del territorio interessato (parte sud-occidentale del territorio comunale).

Lo studio ha portato all'individuazione di prevalenti litotipi di ambiente marino di tipo torbiditico, la cui deposizione è databile nel Miocene sup. (Messiniano). Al di sopra di questi si rilevano unità litologiche di ambiente continentale, tra le quali trovano particolare diffusione i depositi alluvionali, che caratterizzano le valli del Mavone e degli altri corsi d'acqua principali.

Il substrato geologico della zona studiata, è costituito quindi da un'associazione pelitico-arenacea della *Formazione della Laga*, caratterizzata da alternanze di livelli di arenarie e marne di varia potenza depositatisi nel Messiniano. Nella porzione più orientale del territorio comunale, la *Formazione della Laga* presenta un netto aumento del contenuto argilloso-marnoso nei confronti dell'arenaria, con strati di spessore non superiore ai 2-3 decimetri.

La disposizione spaziale, originariamente orizzontale, degli strati della formazione coinvolta nei movimenti tettonici pliocenici, si manifesta attualmente sotto forma di pieghe rilevabili negli affioramenti naturali. Lo stile tettonico dell'area è caratterizzato in sintesi da una piega monoclinale immergente ad Est con pendenze variabili; nella fascia ad ovest di Ornano Grande le pendenze delle stratificazioni assumono valori più alti, talora verticali per la presenza di un disturbo tettonico esistente al contatto con la formazione carbonatica del Miocene inferiore.

Dal punto di vista tettonico-strutturale l'intero settore è contraddistinto da una successione di fronti di sovrascorrimento a vergenza appenninica, aventi immersione verso ovest-sudovest, sui quali interferisce il sistema del Gran Sasso il quale ha orientazione nordovest-sudest ed immersione dei piani di sovrascorrimento verso sud-sudovest.



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



Il rilevamento geo-litologico, anche per la scarsità di affioramenti naturali del substrato, non ha evidenziato sistemi di faglie o fratture di rilievo; la formazione, per i movimenti tettonici subiti, presenta una fratturazione delle stratificazioni medio-bassa.

Più in dettaglio, la successione stratigrafica della zona è caratterizzata dalle unità di seguito descritte:

➤ *Unità Geologiche Marine – UGM (depositi marini):*

**Unità pelitico-arenacea (Lag) (Miocene sup.):**

Nota in letteratura come *Formazione della Laga (Lag)*, è presente in affioramento con i soli due membri superiori denominati *membro gessarenitico (Lag<sub>5</sub>)* e *membro di Teramo (Lag<sub>6</sub>)*. L'unità è costituita da associazioni di arenarie marne ed argilliti in strati e banchi di spessore variabile. L'ambiente di sedimentazione è marino di tipo torbiditico. Gli spessori complessivi sono superiori al migliaio di metri.

➤ *Unità Geologiche Continentali – UGC (depositi continentali):*

**Sedimenti alluvionali terrazzati (atn) (Pleistocene sup. – medio):**

Quest'unità è costituita da strati e lenti, variamente associati, di ghiaie, sabbie e limi. Essa costituisce il corpo dei terrazzi fluviali presenti nell'area lungo i versanti delle principali incisioni fluviali. La giacitura è generalmente concordante con l'andamento dei corsi d'acqua. Gli spessori complessivi variano tra qualche metro e qualche decina di metri.

**Depositi alluvionali recenti (all) (Olocene – Pleistocene sup.):**

Questi terreni costituiscono le piane di fondovalle dei corsi d'acqua presenti nell'area e rappresentano i più recenti depositi qui sedimentatisi. La loro origine è da attribuirsi all'azione degli stessi corsi d'acqua, che hanno depositato materiali erosi dal substrato di origine marina successivamente trasportati a valle. Dal punto di vista litologico sono prevalentemente costituiti da ciottoli e blocchi, e subordinatamente da ghiaie, sabbie, sabbie-limose ed argille-sabbiose alternantisi in strati sub-orizzontali di diverso spessore. Possibili sono anche passaggi laterali fra le diverse litologie. Gli spessori complessivi non sono superiori alla decina di metri.

**Depositi di conoide alluvionale o fluvio-glaciale (all) (Olocene):**

Sono tra i depositi più recenti dell'area considerata (*Depositi di Vico*) e si rinvennero ai piedi dei rilievi montuosi, in particolare nella zona più ad ovest. Sono costituiti da breccie in



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



matrice sabbioso-limosa alternate a sabbie limose o sabbie limoso-argillose con clasti. La stratificazione presenta giacitura all'incirca parallela al pendio. Gli spessori complessivi raramente sono superiori a qualche metro.

***Depositi di frana (fra) e coltri eluvio-colluviali (col) (Attuale – Olocene):***

La loro genesi è legata a processi di degradazione del substrato litoide ed in particolare delle unità marnoso-arenacee; essi sono diffusi in tutto il territorio di Colledara, in particolare alla base dei versanti. I depositi di frana sono costituiti da ghiaie, sabbie, limi ed argille fortemente rimaneggiate ed associate in maniera caotica; formano corpi circoscritti, di varie dimensioni e spessore. Le coltri eluvio-colluviali sono costituite da accumuli di limi ed argille variamente associate che ammantano i rilievi con spessori generalmente crescenti, muovendosi da monte verso valle. Gli spessori complessivi raramente sono superiori alla decina di metri.

***Depositi antropici (ant):***

Deposito di materiale conseguente ad una qualsiasi attività umana, ad esempio discariche di cava e di miniera, depositi di rifiuti solidi urbani, industriali o di materiale inerte, materiale, per lo più di riporto, utilizzato per la realizzazione di sbarramenti artificiali di piccoli bacini, fiumi, canali; sbarramenti di laghetti artificiali, massicciate di importanti opere varie.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### 3.2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

L'area è parte dell'ampia fascia collinare che cinge il margine settentrionale del massiccio del Gran Sasso e che raccorda le sue estreme propaggini con il sistema delle colline peri-adriatiche. Questa successione collinare risulta dall'erosione di unità arenacee, marnose ed argillose (di età compresa tra il *Messiniano sup.* ed il *Pliocene*) a partire da una superficie di regressione plio-calabrianica. Il modellamento è avvenuto essenzialmente ad opera di agenti fluviali; esso è stato regolato dal sollevamento regionale subito dall'area e dalle variazioni climatiche Pleistoceniche, che ne hanno determinato un andamento ciclico. Di conseguenza, lungo le aste fluviali si è generata una successione di superfici incassate l'una nell'altra, vergenti verso il mare Adriatico. Tali superfici sono state successivamente rimodellate ad opera di agenti fluviali e gravitativi per cui esse appaiono oggi smembrate in una sequenza di cime e linee di cresta variamente raccordate tra di loro. I rilievi, allineati in dorsali circa parallele alle valli principali, sono caratterizzati da versanti acclivi, incisi dal reticolo idrografico minore, e sommità sub-pianeggianti o moderatamente tondeggianti. Queste ultime sono interpretabili come lembi residui della superficie di regressione succitata. La morfologia dei versanti è fortemente controllata dalle caratteristiche meccaniche dei terreni affioranti e dai fenomeni gravitativi agenti lungo di essi. In alcuni casi, la presenza di strati arenitici di forte spessore permette la genesi di pareti subverticali o comunque ad alta pendenza; nella maggior parte delle situazioni, tuttavia, movimenti gravitativi di versante (essenzialmente frane di scorrimento tipo rotazionale o deformazioni superficiali lente) e fenomeni di erosione torrentizia articolano la morfologia in una successione di vallecole e versanti più o meno acclivi.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



#### 4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Lo studio di Microzonazione Sismica di livello 1 è stato redatto in base ai dati bibliografici in possesso del comune e dai dati in possesso da altri professionisti; sfortunatamente, vista anche la grande estensione dell'area, la quantità di dati rinvenuti è decisamente bassa.

Nell'ambito dei **dati geotecnici**, i dati pregressi raccolti ed archiviati nel presente studio comprendono anche una serie di dati di natura geotecnica, consistenti in:

- n. 8 prove penetrometriche statiche CPT;
- n. 19 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH;
- n. 2 sondaggi a rotazione con carotaggio continuo, fino alla profondità di 30,0 m; entrambi hanno intercettato il substrato, ed uno di questi è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto;
- n. 1 sondaggio a rotazione con carotaggio continuo, fino alla profondità di 15,0 m, senza intercettare il substrato rigido;
- n. 4 prove dinamiche in foro tipo SPT;
- n. 7 analisi di laboratorio su campioni indisturbati.

Di seguito vengono forniti i range di valori dei principali parametri geomeccanici delle unità geologiche, continentali e marine, presenti nel sottosuolo del territorio comunale di Colledara. Ovviamente i dati, influenzati da valutazioni soggettive, si riferiscono a quei terreni che sono stati interessati da interventi edilizi e/o altro corredati di documentazione inerente ad indagini geognostico-tecniche e/o a prove di laboratorio.

UNITÁ GEOLOGICHE CONTINENTALI	coltre eluvio-colluviale (col)	Depositi antropici (ant)
Peso di volume naturale del terreno ( $t/m^3$ )	1,7 – 2,2	1,8 – 2,1
Angolo di resistenza al taglio ( $^{\circ}$ )	22 – 39	22 – 29
Coesione drenata ( $kg/cm^2$ )	0,05 – 1,0	0,0 – 0,005
Coesione non drenata ( $kg/cm^2$ )	0,3 – 2,6	0,3 – 0,9
Densità relativa (%)	36 – 65	32 – 86
Numero colpi SPT	16 – 31	–



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



UNITÁ GEOLOGICHE MARINE	associazione pelitico-arenacea <i>membro gessarenitico (Lag-5b)</i>	associazione pelitico-arenacea <i>membro di Teramo (Lag-6c)</i>
Peso di volume naturale del terreno ( $t/m^3$ )	2,0 – 2,6	2,19 – 2,39
Angolo di resistenza al taglio (°)	34 – 42	34 – 45
Coesione drenata ( $kg/cm^2$ )	0,2	0,2
Coesione non drenata ( $kg/cm^2$ )	3,19 – 7,44	3,75 – 4,98
Numero colpi SPT	–	25 - > 100

Nell'ambito dei **dati geofisici**, sono state acquisite e archiviate alcune indagini sismiche pregresse, consistenti nello specifico in:

- n. 8 indagini sismiche a rifrazione;
- n. 1 Down-Hole;
- n. 9 stendimenti sismici M.A.S.W.;
- n. 14 registrazioni H.V.S.R. (riportate in dettaglio al Cap. 7).

L'interpretazione dei risultati ottenuti ha permesso di trarre le seguenti conclusioni: le linee sismiche evidenziano, dall'alto verso il basso, principalmente 3 sismostrati che non hanno evidenziato grandi variazioni di spessori, mostrando quindi una sismostratigrafia sub□parallela ai profili topografici:

- una *copertura superficiale o coltre*, di spessore variabile tra 2,0 e 4,0 m circa, con  $V_P$  variabile tra circa 430 e 530 m/s e  $V_S$  compresa tra 184 e 252 m/s circa, evidenziando quindi basse velocità sismiche associabili a scadenti caratteristiche fisico□meccaniche.
- una *coltre di alterazione* della formazione di substrato, di spessore variabile tra circa 2,0 e 6,0 m, con valori di  $V_P$  variabile tra circa 800 e 1660 m/s, dove le velocità delle onde sismiche aumentano con conseguente e probabile miglioramento delle caratteristiche fisico-meccaniche.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



- il substrato nella *formazione della Laga in associazione pelitico-arenacea*, con  $V_P$  variabile tra 2100 e 2600 m/s circa, e  $V_S$  quasi sempre superiore agli 800 m/s, che identifica il cosiddetto "substrato sismico" (così come definito negli Standards di Rappresentazione Cartografica e Archiviazione Informatica da parte del Gruppo di Lavoro per le Attività di Microzonazione Sismica della Regione Abruzzo); quasi perché in tre siti, il substrato si è presentato con velocità decisamente inferiori agli 800 m/s, come nei depositi di origine antropica (ant) ed in loc. Chiovano (in Figura 4.1 si riportano i modelli sismici monodimensionali), o di poco inferiore come in prossimità della Chiesa di S. Paolo a Colledara capoluogo.

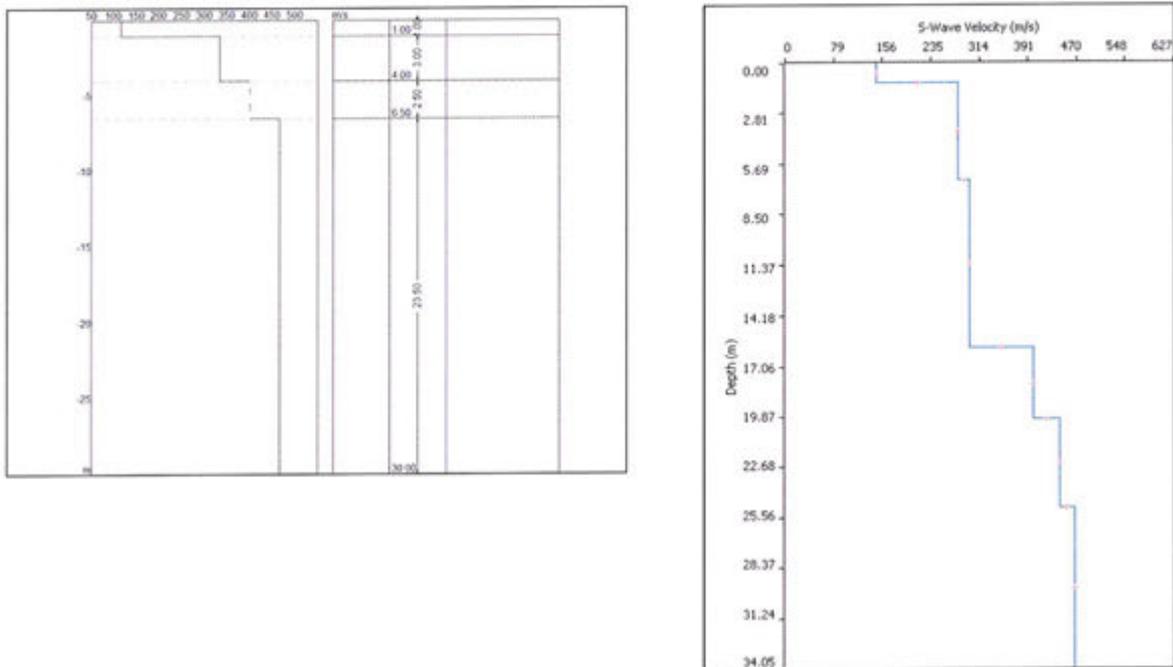


Fig. 4.1: Andamento velocità onde di taglio  $V_s$  con la profondità dalle indagini 067018L10 e 067018L11



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Nella ricostruzione del modello di sottosuolo, ci si è avvalsi delle informazioni stratigrafiche, e non, acquisite dalle indagini principalmente di tipo geognostico, realizzate sul territorio comunale di Colledara e riepilogate nell'allegata Carta delle Indagini redatta per ciascuna area urbanizzata e/o urbanizzabile.

Le diverse unità litologiche che, in generale, rappresentano i litotipi di base dell'intero territorio comunale, fanno riferimento in prevalenza ai vari membri di cui si compone la *Formazione della Laga* (Miocene sup. - Pleistocene inf.) affiancate e/o sovrapposte da unità litotecniche colluviali, alluvionali, di versante e di riporto antropico.

L'estensione del territorio comunale fa sì che le diverse aree urbanizzate e/o urbanizzabili oggetto dello studio di MZS siano rappresentate da diverse unità litologiche, variabili sia in senso areale che in profondità. Pertanto, al fine di meglio rappresentare l'assetto litostratigrafico locale, sono stati definiti modelli di sottosuolo all'interno di ciascuno dei quali sono confluiti due o più unità litologiche.

Tali modelli sono definiti per ciascun'area urbanizzata e/o urbanizzabile nel modo seguente:

### **Colledara Capoluogo**

Quest'area definita Capoluogo, comprende in realtà il Capoluogo e le frazioni di Collecastino, Chiovano e Villa Ilii.

Di questi, la zona Est del Capoluogo e la frazione di Collecastino, sono situati sulla cresta di una dorsale collinare che funge da spartiacque tra il F. Mavone e il T. Fiumetto, a quote variabili tra i 400 m e i 450 m s.l.m., in una morfologia generalmente dolce e regolare, dove non sono state individuate alcun tipo di forme di dissesto.

In quest'area troviamo esclusivamente i terreni pelitico-arenacei appartenenti al *membro di Teramo (Lag<sub>6</sub>)* della Formazione della Laga, i cui strati presentano immersione verso NE, hanno un angolo d'inclinazione compreso tra i 35° ed i 40° ed una  $V_s = 900$  m/s, coperti per la quasi totalità da una *coltre eluvio-colluviale* costituita da limi argillosi di bassa plasticità, con spessori compresi tra i 3 ed gli 8 metri e con una  $V_s$  tra i 200 e 400 m/s. Nel sottosuolo di questo territorio non dovrebbe trovarsi alcuna falda idrica in quanto i terreni di cui esso è formato sono praticamente impermeabili; una modesta circolazione può essere presente comunque all'interno dei terreni più superficiali, laddove i terreni eluvio-colluviali hanno maggiore spessore.

La parte Ovest del capoluogo e le frazioni di Chiovano e Villa Ilii, posti a quote che



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



variano tra i 420 m e i 460 m, sorgono su terreni pelitici, ed in subordine arenacei, del *membro gessarenitico (Lag<sub>5</sub>)* della Formazione della Laga. L'assetto strutturale di tali terreni non si discosta di molto dal generale andamento della formazione sedimentaria; si rileva infatti una direzione circa NNE-SSO inclinata ad oriente in media di 35° - 40°.

Non si rilevano in detta zona nessuna forma, deposito e processi dovuti all'azione gravitativa. Anche qui il substrato è in buona parte coperto da una *coltre eluvio-colluviale* quaternaria costituita da limi argillosi di bassa plasticità, con spessori compresi tra i 3 ed gli 8 metri (anche se nella frazione di Chiovano, il sondaggio 067018P44, spinto fino a 15 m di profondità, non ha intercettato il substrato) e con una  $V_s$  tra i 200 e 400 m/s. L'idrogeologia dell'area in esame appare alquanto monotona trattandosi infatti dello stesso litotipo praticamente impermeabile, o con ridotta permeabilità legata ai soli livelli arenacei.

#### **Castiglione della Valle**

Castiglione della Valle sorge su un lembo residuo di un terrazzo alluvionale di 2° ordine, avente potenza di pochi metri, posto alla confluenza tra il T. Fiumetto ed il Fosso della Salsa. Tali torrenti con la loro azione erosiva hanno generato profonde incisioni con ripide scarpate che circondano completamente la piccola frazione.

#### **Ornano Grande - Ornano Piccolo**

I nuclei abitativi di Ornano Grande, L'Abbazia e Mercato Vecchio, posti ad una altitudine compresa tra i 495 m ed i 520 m s.l.m., sono localizzati su di una dorsale sub-pianeggiante allungata in direzione N-S. Il substrato roccioso appartiene all'associazione pelitico-arenacea (*Lag<sub>5</sub>*) della Formazione della Laga, strutturalmente disposta con direzione NNO-SSE ed inclinazione ad est di circa 30°. Non sono state rilevate cospicue coperture di depositi eluvio-colluviali, ciò giustificato dalla posizione sommitale dei siti. Diverso è invece il materiale presente sotto l'abitato di Vico, costituito da un *deposito detritico (?)* o *alluvionale/fluvio-glaciale ghiaioso (all)*, accumulatosi probabilmente a più riprese ad opera prevalente delle acque del Fosso Scarpone. Le stesse acque che in tempi passati depositavano materiali sull'area ove ora sorge Vico, oggi scorrono ad un livello inferiore di circa 50 m (altezza riferita al di sotto dell'abitato in oggetto) creando, per effetto dell'erosione lineare delle acque, scarpate instabili per movimenti gravitativi sui bordi.

Poste all'estremità meridionale del territorio comunale, troviamo gli abitati di Casaterza, Cretara e S. Gabriele.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



L'abitato di Casaterza è situato sul dosso di un versante, ad acclività medio-alta, con esposizione meridionale, il cui substrato roccioso è costituito dall'associazione pelitico-arenacea (**Lag<sub>5</sub>**). Ad est ed a sud il versante è interrotto da una scarpata prodotta dalle acque di un fosso che ha inciso rapidamente il substrato.

Poco a nord è situata la frazione di Cretara; questa è edificata sul pianoro posto alla sommità di un versante che presenta media acclività. Il litotipo affiorante è sempre costituito da arenarie e marne, coperte in buona parte da una *coltre eluvio-colluviale* quaternaria costituita da limi argillosi, con spessori compresi tra i 5 ed gli 9 metri, e la sua disposizione spaziale varia di poco rispetto alle altre giaciture rilevate nelle vicinanze; l'inclinazione degli strati è in media intorno ai 45°. Non sono presenti fenomeni franosi in atto o potenziali, se non a valle dello stesso.

La frazione posta più a sud dell'intero territorio comunale è parte del Santuario di S. Gabriele. I terreni in essa presenti rispecchiano quanto già detto per le altre due frazioni. Da aggiungere che il Fosso Temperino che scorre appena a nord, ha inciso il substrato roccioso ed ha prodotto scarpate ripide in lento ma continuo arretramento.

L'area d'insediamento urbano di Ornano Piccolo sorge sulla sommità di una piccola dorsale allungata in direzione E-O, ad una quota di circa 490 m. La litologia in essa rilevata è data dalle alternanze di strati pelitici e livelli arenacei (**Lag<sub>5</sub>**) appartenenti, come le altre zone studiate, alla Formazione della Laga, che presentano velocità  $V_s > 800$  m/s, sottostanti una *coltre eluvio-colluviale* costituita da limi argillosi di bassa plasticità, con spessori che superano di poco i 3,0 m e con una  $V_s$  tra i 200 e 400 m/s. La giacitura presenta sempre una media inclinazione con immersione verso oriente. L'abitato è contornato da versanti abbastanza acclivi su cui non sono stati rilevati fenomeni di instabilità appariscenti, anche in virtù dell'assetto favorevole della stratificazione.

### **Bascianella**

Questa perimetrazione del territorio comunale racchiude gli abitati di Bascianella, Villa Perelle, Villa Sbarra e Villa Piana, situati a quota variabile tra i 350 m ed i 430 m s.l.m., e sono ubicati lungo un versante collinare esposto a sud-est e delimitato a valle dal T. Fiumetto.

Gli abitanti di Bascianella e Villa Sbarra sorgono sui terreni pelitico-arenacei del *membro di Teramo* (**Lag<sub>6</sub>**) della Formazione della Laga, che qui presenta una stratificazione immergente verso est con pendenza intorno ai 30° ed una  $V_s > 800$  m/s. Villa Perelle ha invece le sue fondamenta nei depositi eluvio-colluviali che in questo sito hanno uno



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



spessore intorno ai 4 – 5 m. La frazione di Villa Piana invece è posta su un terrazzo alluvionale classificato del 2° ordine.

L'azione erosiva dei fossi presenti ha generato profonde incisioni con scarpate aventi pendenze anche maggiori ai 50°, che comunque interessano solo marginalmente l'area studiata. Le scarpate sono le uniche forme geomorfologiche presenti, mentre non sono state rilevate particolari forme di dissesto all'interno dell'area in esame.

Nei terreni appartenenti alla Laga, essendo questa praticamente impermeabile, non si prevede circolazione idrica; vi potranno essere invece falde idriche sotterranee nei terreni costituenti i depositi alluvionali ed eluvio-colluviali, che saranno comunque di modesta entità data la scarsa estensione e potenza di questi depositi.

### **Piane Mavone**

In questa località è identificata la Zona Industriale, un'area sub-pianeggiante in sx idrografica del Fiume Mavone, ad una quota compresa tra i 290 m e 260 m s.l.m. I terreni affioranti sono quasi esclusivamente depositi alluvionali a composizione ghiaioso-sabbiosa aventi uno spessore dell'ordine di alcuni metri; la ghiaia, eterometrica, è di natura prevalentemente calcarea mentre la sabbia è medio grossa. Vengono rilevati in subordine lembi del substrato geologico della Formazione della Laga (**Lag<sub>6</sub>**) lungo un fosso che attraversa l'area e nella parte più occidentale della stessa. Si menziona, dal punto di vista geomorfologico, la presenza di alcuni fossi attualmente in fase erosiva, mentre non è stato rilevato alcun tipo di dissesto.

I depositi alluvionali presenti, data la loro composizione granulare, permettono una circolazione idrica sotterranea ed è quindi possibile il rinvenimento di una falda negli stessi.

### **Villa Petto - Villa Pizzicato**

L'abitato di Villa Petto è posto sulla sinistra idrografica del Fiume Mavone, ad una quota tra i 240 m ed i 220 m s.l.m. Nel territorio esaminato si rinvencono depositi ghiaiosi alluvionali del 3° e 4° ordine (**at3** e **at4**) e depositi eluvio-colluviali (**col**). A nord dell'abitato e lungo la SS n.491 affiorano in molti punti i terreni pelitico-arenacei della Formazione della Laga (**Lag<sub>6</sub>**).

Poco a nord del centro abitato esistente si è rilevato un fenomeno franoso di modesta entità che interessa parte della SS n. 491. Si segnalano inoltre fossi di erosione concentrata e scarpate di erosione fluviale localizzati in vari punti dell'area studiata.



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



L'abitato di Villa Pizzicato è ubicato lungo la SS n. 491 ad una quota compresa tra i 250 m ed i 220 m s.l.m., in sinistra idrografica del Fiume Mavone. L'area interessata dallo studio ha una superficie prevalentemente pianeggiante ed i terreni in essa sono costituiti da depositi alluvionali terrazzati del 3° ordine (*at3*) ed in subordine da depositi eluvio-colluviali (*col*).

Poco a sud dell'abitato e nella parte terminale dell'area si rilevano due fossi di erosione concentrata che con la loro azione hanno generato scarpate a forte acclività, ma non sono stati riscontrati fenomeni gravitativi in atto o potenziali.

Nella zona studiata è possibile distinguere due unità idrogeologiche principali: la prima rappresentata da depositi alluvionali a permeabilità elevata, e la seconda da depositi eluvio-colluviali a permeabilità media. Nei depositi alluvionali potranno trovarsi falde idriche di media importanza, mentre nei restanti, anche in considerazione dello spessore ridotto le eventuali falde saranno di scarsa importanza.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 6. INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

Nella realizzazione del presente studio di MZS è risultato subito evidente, all'interno del territorio comunale di Colledara, la poca disponibilità di indagini geognostiche e della pressoché totale assenza, se si escludono le registrazioni di microtremori, di indagini geofisiche, o meglio si evince una non omogenea distribuzione di queste. Vista la relativa semplicità del contesto geologico-geomorfologico, l'insufficienza di indagini geognostiche non costituisce un particolare elemento di incertezza, anche se è auspicabile, nella successiva fase di raggiungimento della fase finale di Microzonazione Sismica, l'acquisizione di ulteriori indagini, in particolare quelle realizzate o da realizzare nell'ambito dei progetti di riparazione degli edifici danneggiati dal sisma del 6 aprile 2009. Per quanto riguarda le indagini geofisiche, le incertezze sono maggiori ed in questo caso si ritiene necessario acquisire più dati puntuali per meglio caratterizzare la risposta sismica locale.

Le aree su cui concentrare maggiormente altre indagini nella fase 2 della microzonazione sono sicuramente le frazioni in cui non si è ritrovato alcun dato bibliografico o lo stesso è veramente minimo, e quelle in cui i dati bibliografici sono a volte discordanti tra loro. Qui di seguito vengono individuate quelle aree con criticità e/o incertezze meritevoli di approfondimento in una fase successiva (tali aree sono state indicate nella Carta delle Indagini con una retinatura):

- **Colledara capoluogo:** area residenziale ad elevata concentrazione con strutture strategiche, quali attuale sede Comunale - indagini pregresse modeste;
- **Villa Ilii:** area residenziale ad alta concentrazione - non sono state rilevate indagini pregresse;
- **Chiovano:** area residenziale ad elevata concentrazione - indagini rilevate molto modeste;
- **Colle Castino:** area residenziale concentrata - non sono state rilevate indagini pregresse;
- **Vico:** area residenziale - non sono state rilevate indagini pregresse;
- **Teramano:** area residenziale - non sono state rilevate indagini pregresse;
- **Ornano Grande:** area residenziale concentrata - indagini rilevate molto modeste;
- **Castiglione della Valle:** area residenziale - non sono state rilevate indagini pregresse;
- **Piane Mavone:** area di rapido sviluppo industriale, con insediamenti viari strategici;
- **Villa Petto:** area residenziale concentrata - indagini rilevate molto modeste;
- **Villa Pizzicato:** area residenziale - non sono state rilevate indagini pregresse;
- **Villa Sbarra e Villa Perelle:** area residenziale - non sono state rilevate indagini pregresse



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

## 7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Il metodo dei rapporti spettrali ("metodo di Nakamura" o metodo HVSR da Horizontal to Vertical Spectral Ratios) è basato sullo studio dei valori medi del rapporto di ampiezza fra le componenti del rumore sismico misurate sul piano orizzontale e verticale, ed in particolare la cosiddetta "funzione H/V" che rappresenta i rapporti spettrali medi in funzione della frequenza di vibrazione.

Sperimentalmente si osserva come in presenza di un campo d'onde diffuso, la forma della funzione (ed in particolare la posizione dei suoi valori massimi) risulta stabile nel tempo e fortemente legata alle caratteristiche del sottosuolo al di sotto del sito di misura: andando più nello specifico, in presenza di forti variazioni nel profilo di velocità delle onde S nel sottosuolo (legate ad esempio alla transizione fra sedimenti soffici e substrato rigido), la funzione H/V mostra dei massimi marcati in corrispondenza della frequenza di risonanza  $f_r$  relativa a quella configurazione strutturale (dove  $f_r$  viene calcolata mediante la formula  $V_s / 4H$ , con  $V_s$  velocità media delle onde S, ed H spessore dello strato litologico superiore e quindi profondità del salto di velocità).

Affinché la misura di rumore sia utilizzabile ai fini dell'applicazione della tecnica H/V a scopi geognostici, sono necessarie tre condizioni:

- la sensibilità dell'apparato di misura nel campo delle frequenze di interesse (0.5 – 20 Hz) sia adeguata alla bassa entità del segnale;
- venga garantito un campionamento statisticamente rappresentativo del campo medio del rumore;
- la misura sia effettuata in presenza di un campo di rumore diffuso.

Mentre la prima condizione è legata essenzialmente alla tipologia di strumentazione utilizzata, le altre due condizioni sono più specifiche e legate essenzialmente anche alle condizioni di ubicazione della strumentazione.

Dal punto di vista sperimentale, l'esecuzione delle misure di rumore è stata realizzata mediante un sistema di acquisizione tri-dimensionale, dotato di un apparato di registrazione a grande dinamica (dell'ordine dei 24 bit equivalenti), con basso rumore elettronico.

Per questo studio di Microzonazione del Comune di Colledara sono state realizzate n.14 registrazioni HVSR, nominate ed ubicate come segue:



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

- *HVSR1, Villa Ilii (067018P30)* (Lat. 42° 32' 02.24" N; Long. 13° 39' 56.91" E);
- *HVSR2, Villa Ilii 2 (067018P29)* (Lat. 42° 32' 02.24" N; Long. 13° 39' 56.91" E);
- *HVSR3, Chiovano (067018P31)* (Lat. 42° 32' 08.76" N; Long. 13° 40' 18.73" E);
- *HVSR4, Ornano Grande (067018P32)* (Lat. 42° 32' 01.23" N; Long. 13° 39' 06.90" E);
- *HVSR5, Ornano Piccolo (067018P33)* (Lat. 42° 32' 32.82" N; Long. 13° 39' 17.76" E);
- *HVSR6, Castiglione (067018P34)* (Lat. 42° 33' 04.80" N; Long. 13° 40' 36.59" E);
- *HVSR7, Collecastino (067018P35)* (Lat. 42° 32' 56.75" N; Long. 13° 41' 16.51" E);
- *HVSR8, Piane Mavone (067018P36)* (Lat. 42° 32' 24.24" N; Long. 13° 41' 50.97" E);
- *HVSR9, Bascianella (067018P37)* (Lat. 42° 33' 43.12" N; Long. 13° 41' 43.89" E);
- *HVSR10, Villa Petto (067018P38)* (Lat. 42° 34' 04.08" N; Long. 13° 43' 05.94" E);
- *HVSR11, Villa Pizzicato (067018P39)* (Lat. 42° 34' 49.98" N; Long. 13° 43' 15.39" E);
- *HVSR12, Colledara (067018P28)* (Lat. 42° 32' 23.80" N; Long. 13° 40' 19.85" E);
- *HVSR13, ex cava Piane Mavone (067018P40)* (Lat. 42°32'35" N; Long. 13°41'42" E);
- *HVSR14, ex cava Piane Mavone (067018P41)* (Lat. 42°32'39" N; Long. 13°41'45" E).

Tali indagini di sismica passiva sono state ubicate sulla base dei seguenti criteri:

- allineamento preferenziale lungo le sezioni geologiche realizzate;
- in differenti Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica;
- al centro, ove possibile con la logistica del caso, delle singole MOPS;
- in aree urbanizzate o che presentano criticità, come zone instabili (aree in frana, ecc).

Un elemento essenziale per questo tipo di analisi sismica è la realizzazione di un buon COUPLING, ovvero accoppiamento strumento – terreno: laddove le condizioni lo permettano, i sensori andrebbero saldamente ancorati (per infissione) al suolo dopo l'eliminazione di tutti i possibili elementi di disturbo (erba, ciottoli) tramite la rimozione di un primo sottile strato di terreno di circa 10 cm, mentre, in caso di registrazione su suolo rigido, la distanza tra sensori e terreno deve essere ridotta al minimo. Al fine di caratterizzare il campo d'onde diffuso, ed allo scopo di fornire una corretta interpretazione delle misure, che rappresentano il principale obiettivo del presente lavoro, per ognuna delle posizioni acquisite, oltre a fornire una valida documentazione fotografica, sono state annotate sia eventuali condizioni ambientali sfavorevoli (vento, pioggia), sia la presenza e l'effetto di eventuali sorgenti colorate capaci di generare segnali in una specifica banda di frequenza, posti nelle vicinanze del sito di misura (traffico veicolare più o meno sostenuto, passaggio di mezzi pesanti, presenza di attività industriali e/o commerciali). Tutto ciò al fine di poter eliminare dalla registrazione i picchi derivanti da queste fonti "anomale" e



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

lasciare il segnale del terreno indisturbato. Per ogni punto di acquisizione, la strumentazione è stata orientata secondo il Nord geografico, per orientare i sensori orizzontali secondo le direzioni dello spazio, al fine di identificare eventuali fenomeni direzionali (dovuti ad esempio alla presenza di sorgenti dominanti) capaci di condizionare la qualità della misura. Per quanto riguarda la creazione della funzione H/V a partire da misure sperimentali, solitamente il segnale misurato viene segmentato in una serie di finestre temporali di uguale durata e su ciascuna di esse viene stimato lo spettro di ampiezza nelle tre componenti, due orizzontali ed una verticale. La combinazione delle stime ottenute nelle varie finestre temporali viene poi utilizzata per costruire la curva H/V finale e stimare il relativo intervallo di confidenza: tale combinazione può avvenire o calcolando una media dei valori calcolati per ogni finestra temporale, oppure calcolandola a partire dal rapporto fra gli spettri ottenuti come media di quelli relativi alla sorgente. Nel corso della misurazione non sempre è possibile capire se le condizioni necessarie per ottenere una corretta registrazione si sono realizzate o meno e quindi, oltre alla stima della curva H/V, è risultato necessario valutare sia la stazionarietà, ovvero la stabilità nel tempo della curva H/V, sia la direzionalità, ovvero la presenza o meno di marcate eterogeneità azimutali e/o di variazioni temporali nelle caratteristiche del campo misurato. Di seguito si riporta la tabella riassuntiva (Tab. 7.1) relativa ai picchi ivi individuabili e a seguire i grafici H/V per ogni singola stazione:

Postazione	H/V	Frequenza	Durata di acquisizione
067018P30 - HVSR1	4.68	12.95	20 MINUTI
067018P29 - HVSR2	4.56	12.80	20 MINUTI
067018P31 - HVSR3	3.71	9.80	20 MINUTI
067018P32 - HVSR4	2.48	3.65	20 MINUTI
067018P33 - HVSR5	9.04	11.75	20 MINUTI
067018P34 - HVSR6	6.06	3.35	20 MINUTI
067018P35 - HVSR7	3.75	2.45	20 MINUTI
067018P36 - HVSR8	3.43	7.25	20 MINUTI
067018P37 - HVSR9	2.65	2.75	20 MINUTI
067018P38 - HVSR10	3.54	3.20	20 MINUTI
067018P39 - HVSR11	2.48	4.10	20 MINUTI
067018P28 - HVSR12	6.00	5.60	20 MINUTI
067018P40 - HVSR13	1.34	3.05	20 MINUTI
067018P41 - HVSR14	4.04	4.25	20 MINUTI

Tab. 7.1: valori delle H/V, frequenza e durata di ogni singola stazione



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## **067018P30 - HVSR1:**

### **Dati generali**

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Villa Ilii  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### **Finestre selezionate**

#### *Dati riepilogativi:*

Numero totale finestre selezionate: 24  
Numero finestre incluse nel calcolo: 24  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

#### *Tabella finestre:*

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	32.768	65.536	Inclusa
2	65.536	98.304	Inclusa
3	131.072	163.84	Inclusa
4	163.84	196.608	Inclusa
5	196.608	229.376	Inclusa
6	229.376	262.144	Inclusa
7	262.144	294.912	Inclusa
8	327.68	360.448	Inclusa
9	393.216	425.984	Inclusa
10	425.984	458.752	Inclusa
11	458.752	491.52	Inclusa
12	491.52	524.288	Inclusa
13	524.288	557.056	Inclusa
14	622.592	655.36	Inclusa
15	655.36	688.128	Inclusa
16	753.664	786.432	Inclusa
17	786.432	819.2	Inclusa
18	819.2	851.968	Inclusa
19	851.968	884.736	Inclusa
20	884.736	917.504	Inclusa
21	950.272	983.04	Inclusa
22	983.04	1015.808	Inclusa
23	1081.344	1114.112	Inclusa
24	1146.88	1179.648	Inclusa



Dott. Geol. Gaetano Crupi

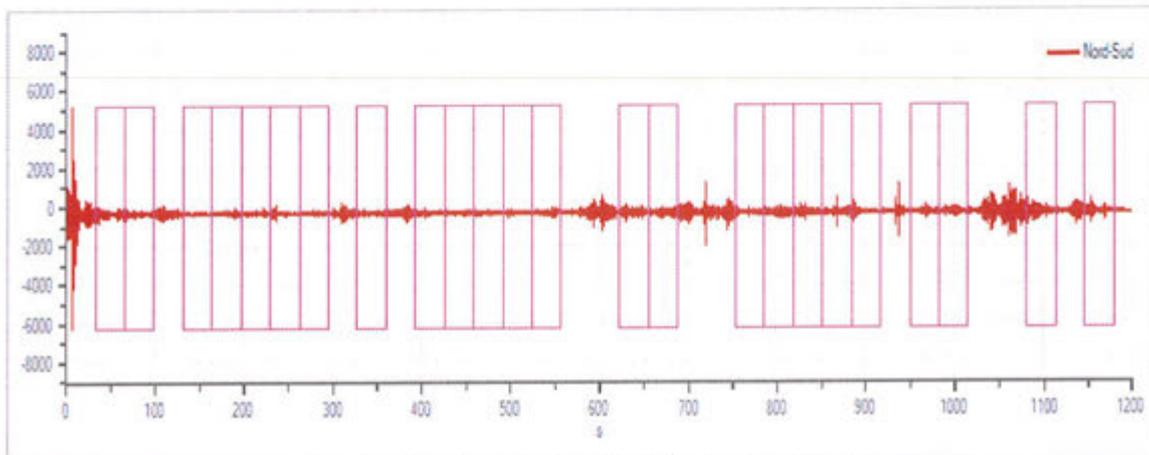
Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

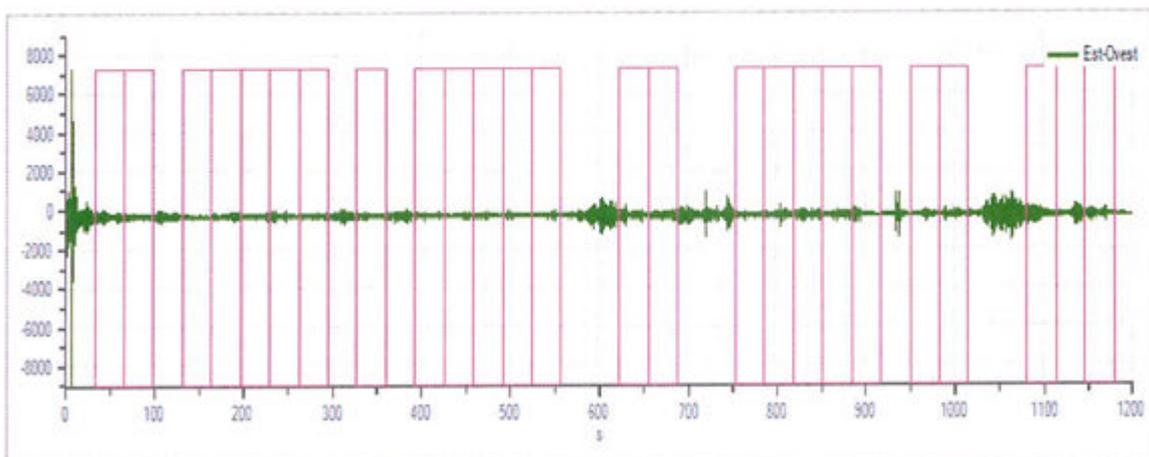
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



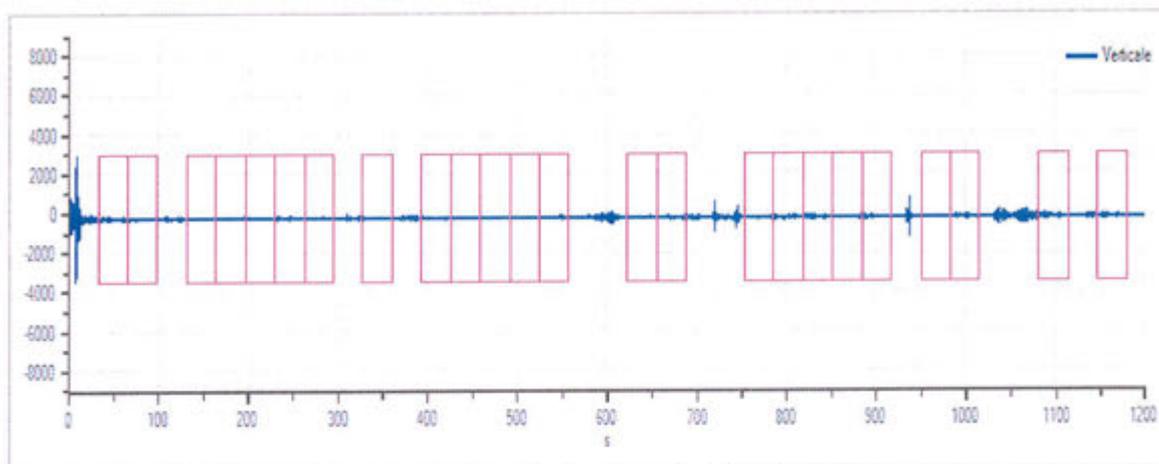
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



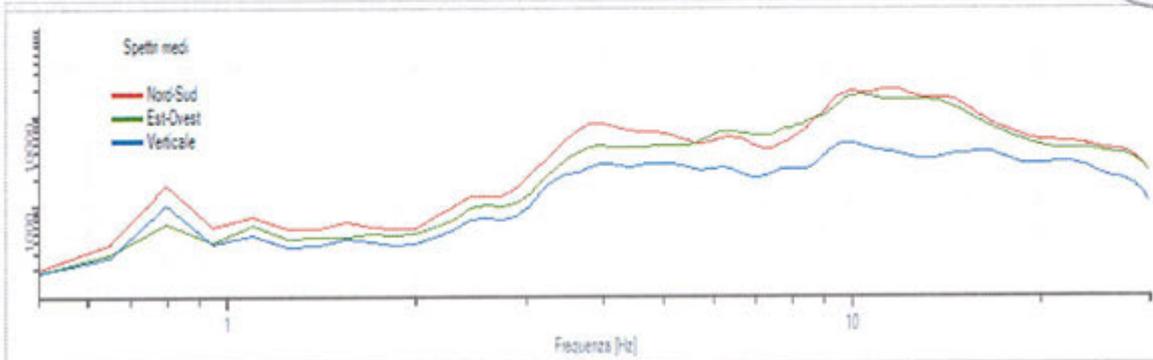
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

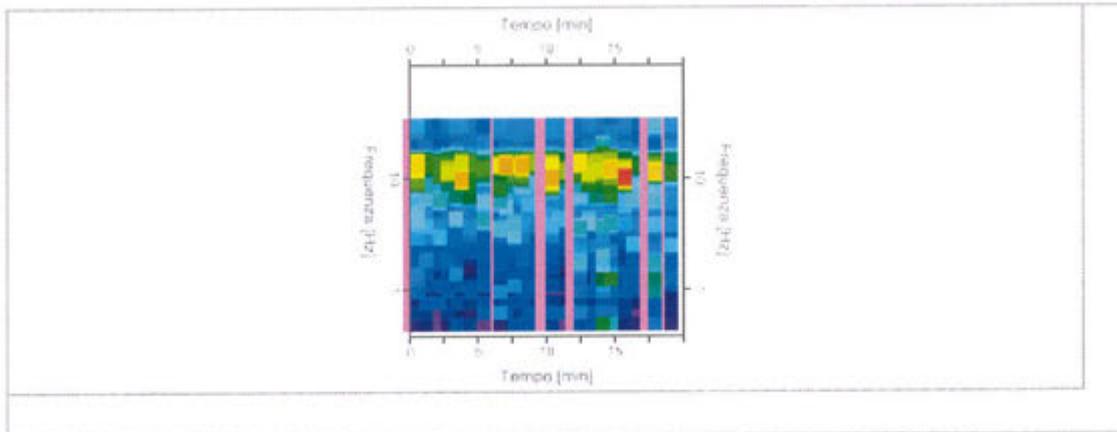
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

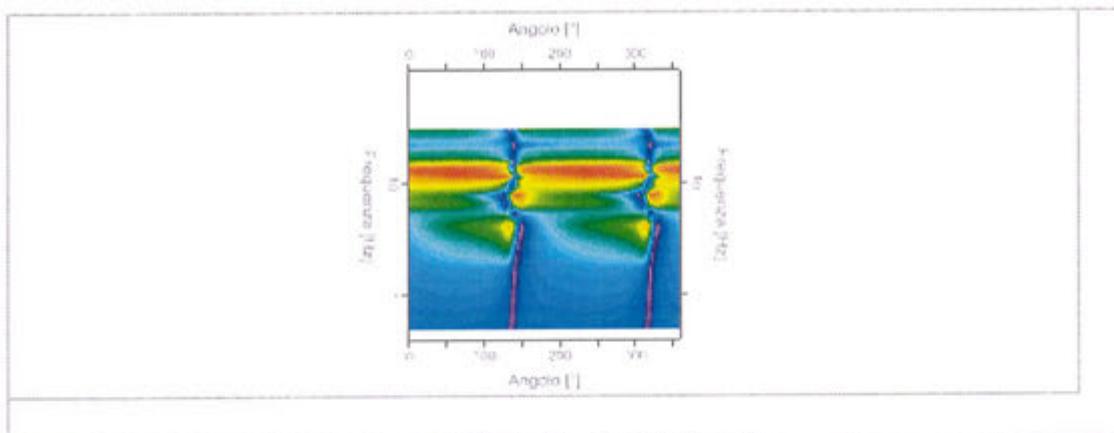
### Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### Rapporto spettrale H/V

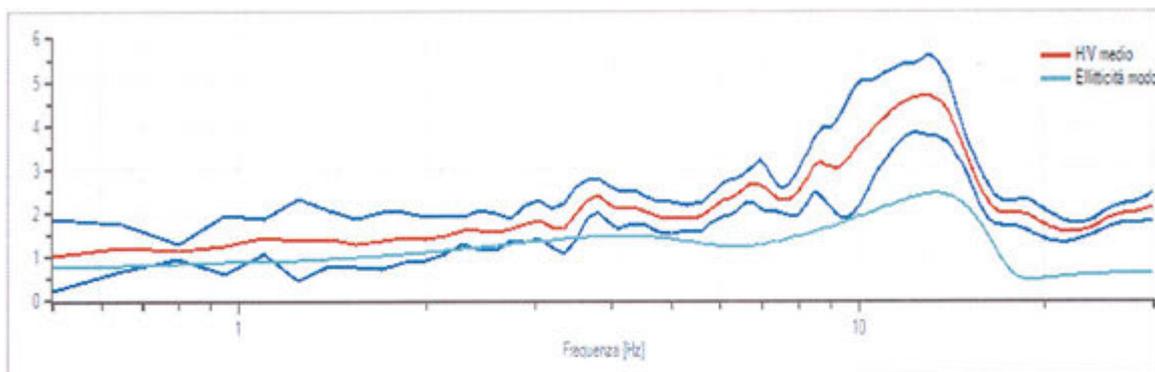
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 12.95 Hz ±0.20 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 067018P29 – HVSR2:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Villa Ilii  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### Finestre selezionate

#### *Dati riepilogativi:*

Numero totale finestre selezionate: 22  
Numero finestre incluse nel calcolo: 22  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

#### *Tabella finestre:*

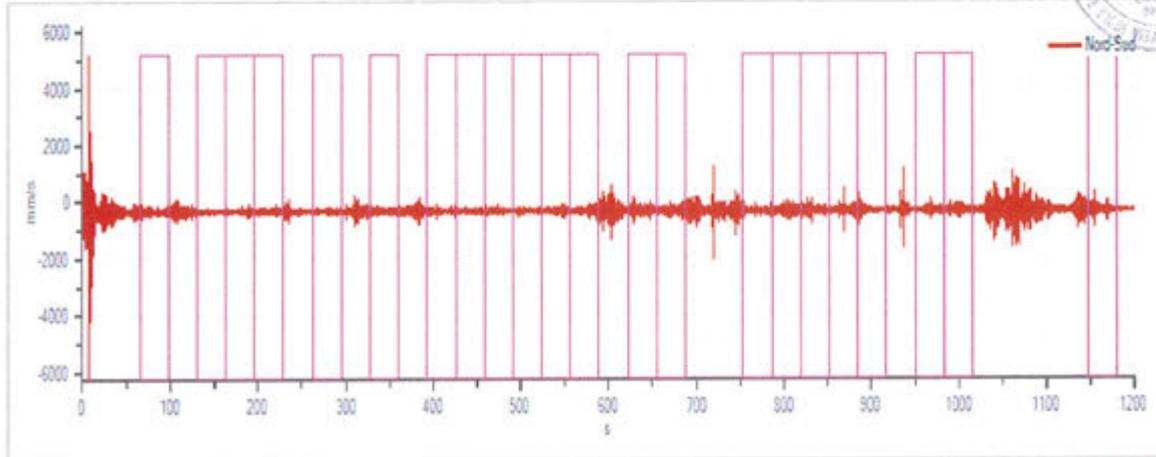
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	65.536	98.304	Inclusa
2	131.072	163.84	Inclusa
3	163.84	196.608	Inclusa
4	196.608	229.376	Inclusa
5	262.144	294.912	Inclusa
6	327.68	360.448	Inclusa
7	393.216	425.984	Inclusa
8	425.984	458.752	Inclusa
9	458.752	491.52	Inclusa
10	491.52	524.288	Inclusa
11	524.288	557.056	Inclusa
12	557.056	589.824	Inclusa
13	622.592	655.36	Inclusa
14	655.36	688.128	Inclusa
15	753.664	786.432	Inclusa
16	786.432	819.2	Inclusa
17	819.2	851.968	Inclusa
18	851.968	884.736	Inclusa
19	884.736	917.504	Inclusa
20	950.272	983.04	Inclusa
21	983.04	1015.808	Inclusa
22	1146.88	1179.648	Inclusa



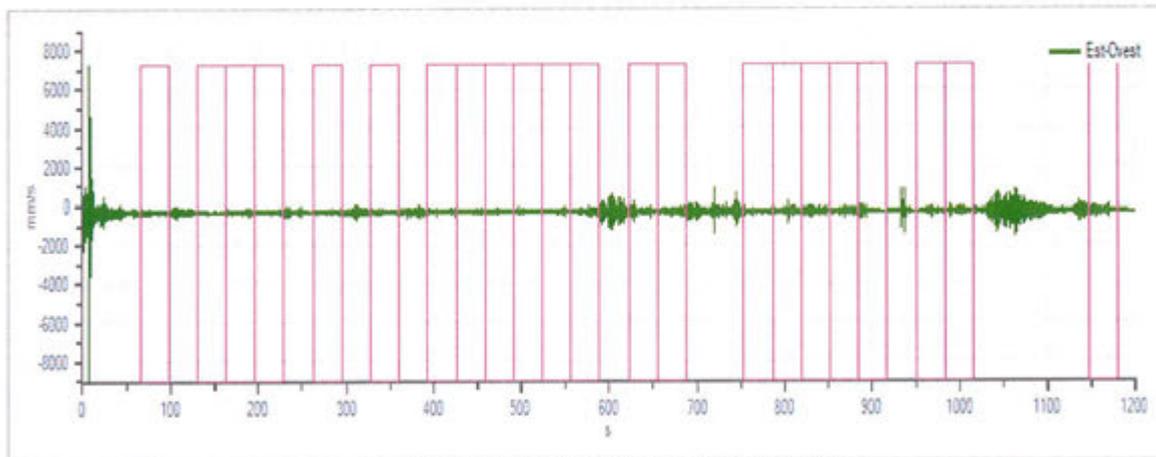
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

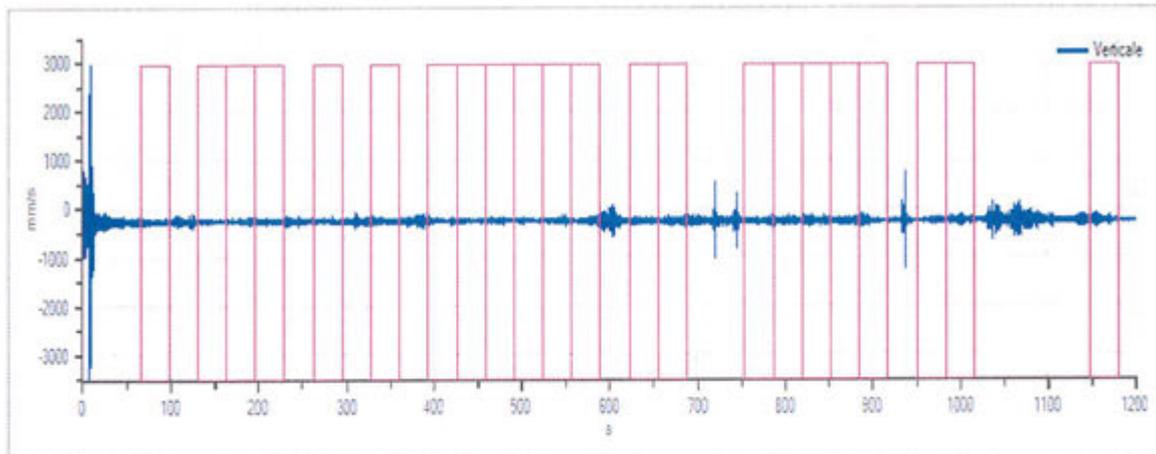
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

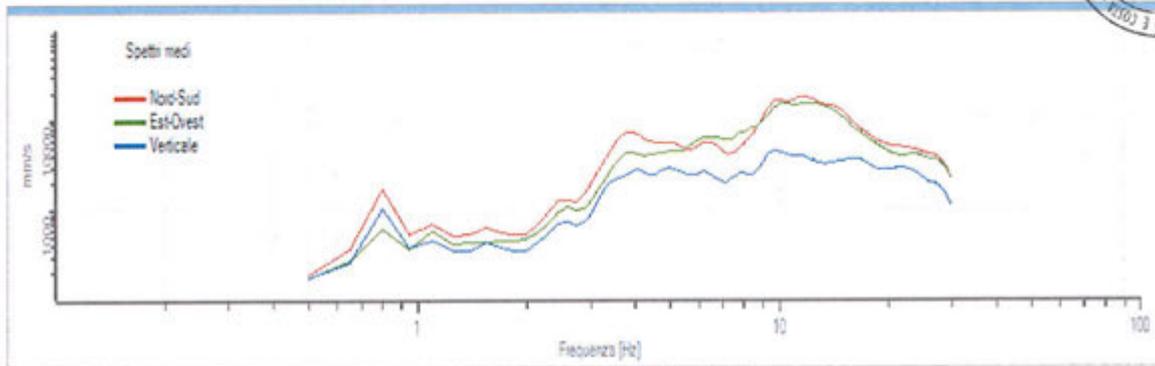


**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

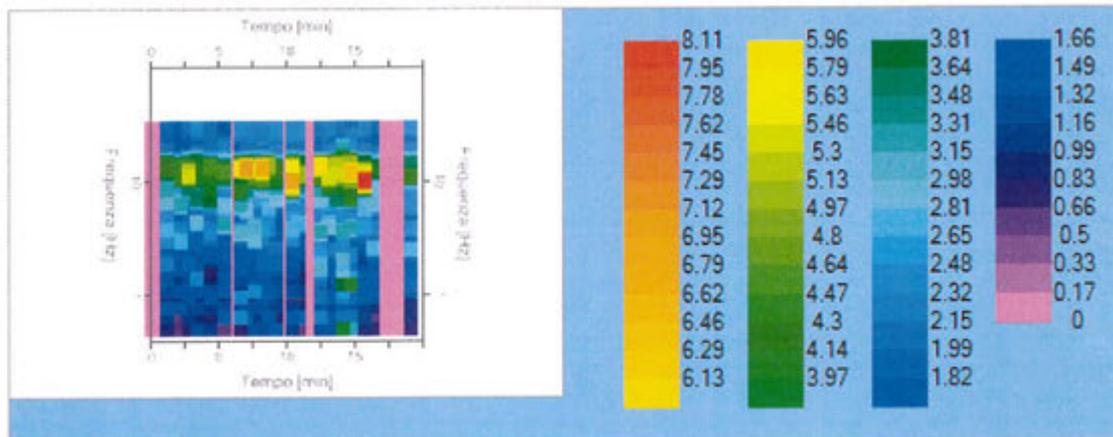
Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
 tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
 e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



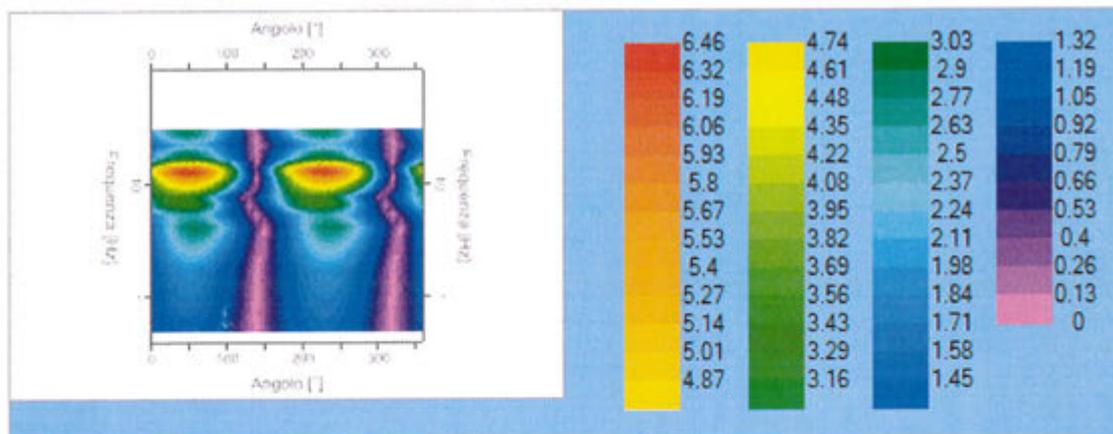
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### Rapporto spettrale H/V

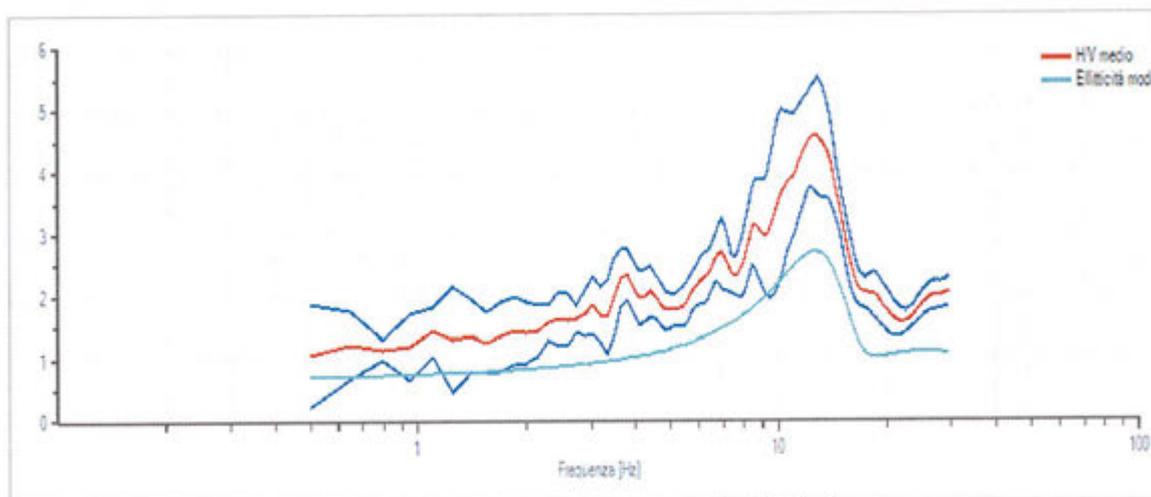
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 12.80 Hz  $\pm$ 0.20 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

## 067018P31 – HVSR3:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Chiovano  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 19/07/2012



### Finestre selezionate

#### Dati riepilogativi:

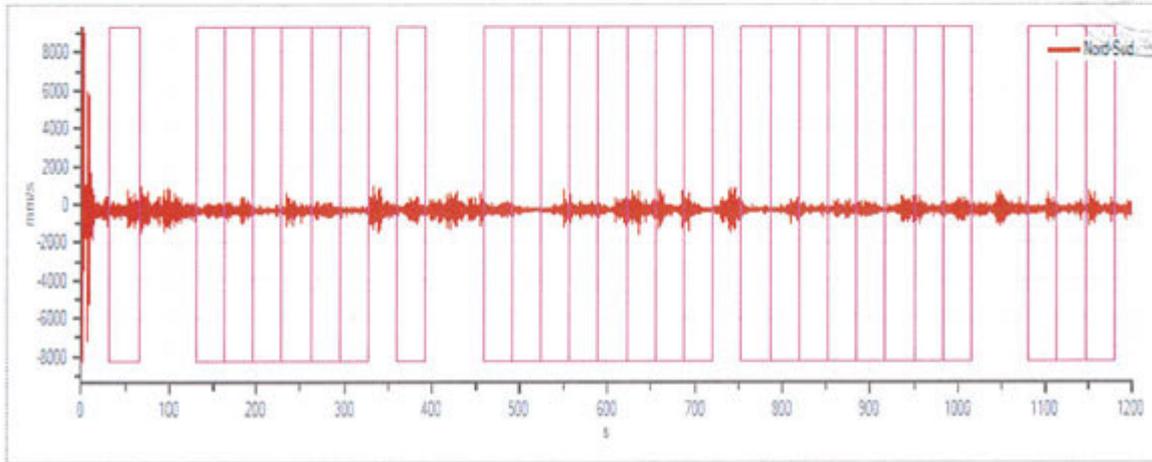
Numero totale finestre selezionate: 27  
Numero finestre incluse nel calcolo: 27  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

#### Tabella finestre:

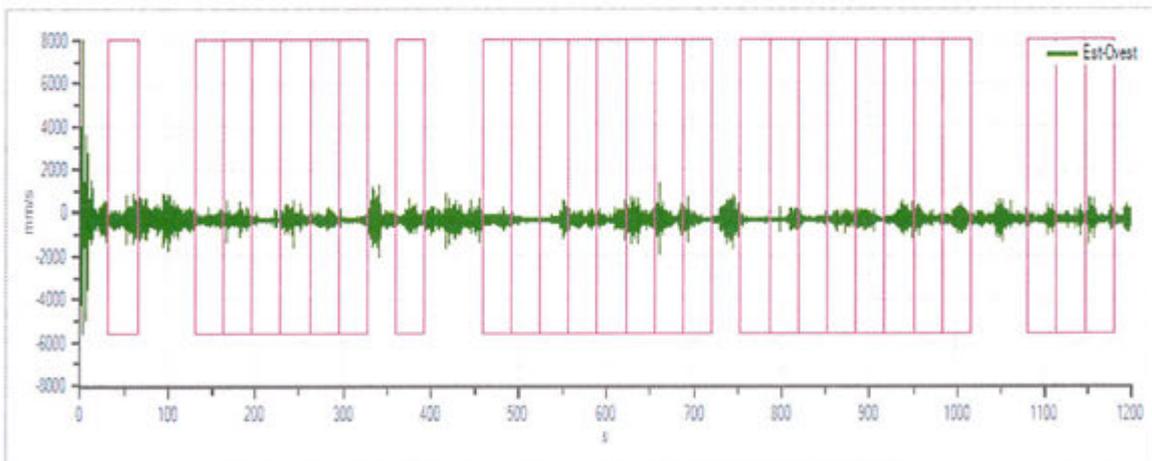
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	32.768	65.536	Inclusa
2	131.072	163.84	Inclusa
3	163.84	196.608	Inclusa
4	196.608	229.376	Inclusa
5	229.376	262.144	Inclusa
6	262.144	294.912	Inclusa
7	294.912	327.68	Inclusa
8	360.448	393.216	Inclusa
9	458.752	491.52	Inclusa
10	491.52	524.288	Inclusa
11	524.288	557.056	Inclusa
12	557.056	589.824	Inclusa
13	589.824	622.592	Inclusa
14	622.592	655.36	Inclusa
15	655.36	688.128	Inclusa
16	688.128	720.896	Inclusa
17	753.664	786.432	Inclusa
18	786.432	819.2	Inclusa
19	819.2	851.968	Inclusa
20	851.968	884.736	Inclusa
21	884.736	917.504	Inclusa
22	917.504	950.272	Inclusa
23	950.272	983.04	Inclusa
24	983.04	1015.808	Inclusa
25	1081.344	1114.112	Inclusa
26	1114.112	1146.88	Inclusa
27	1146.88	1179.648	Inclusa



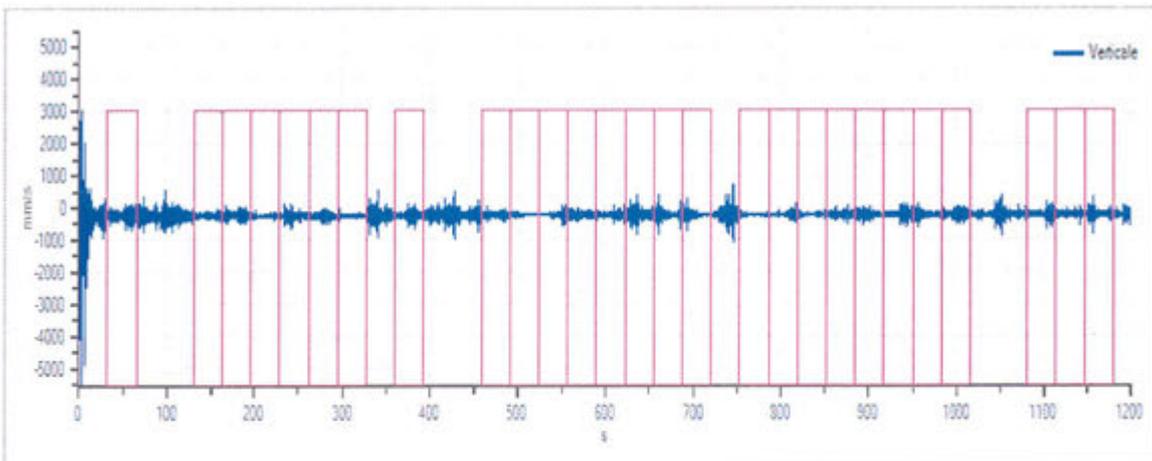
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

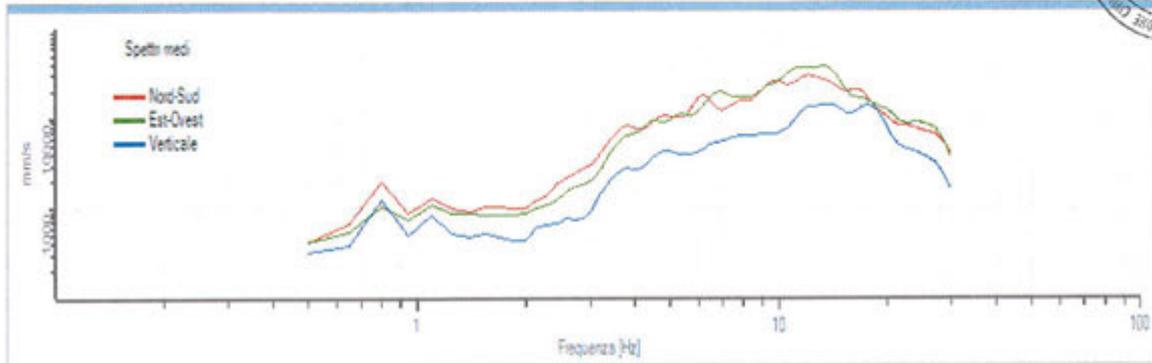


**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

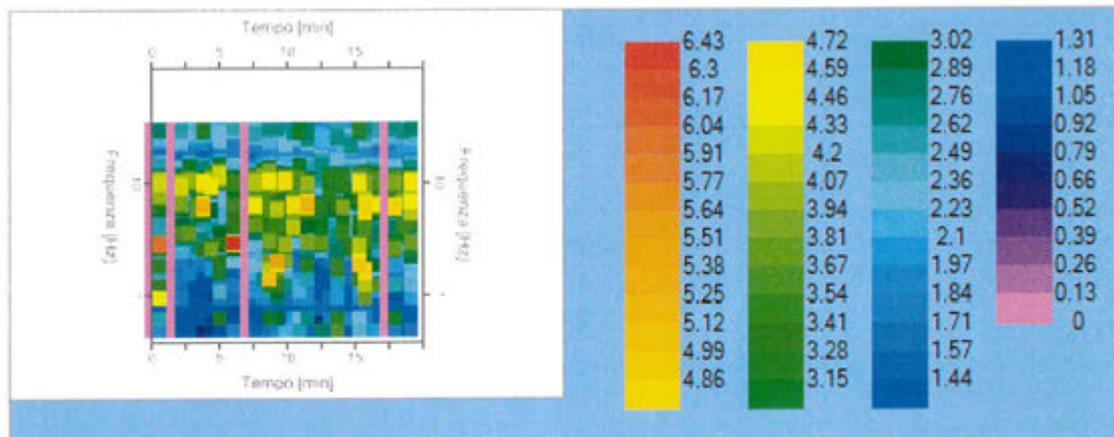
Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
 tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
 e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



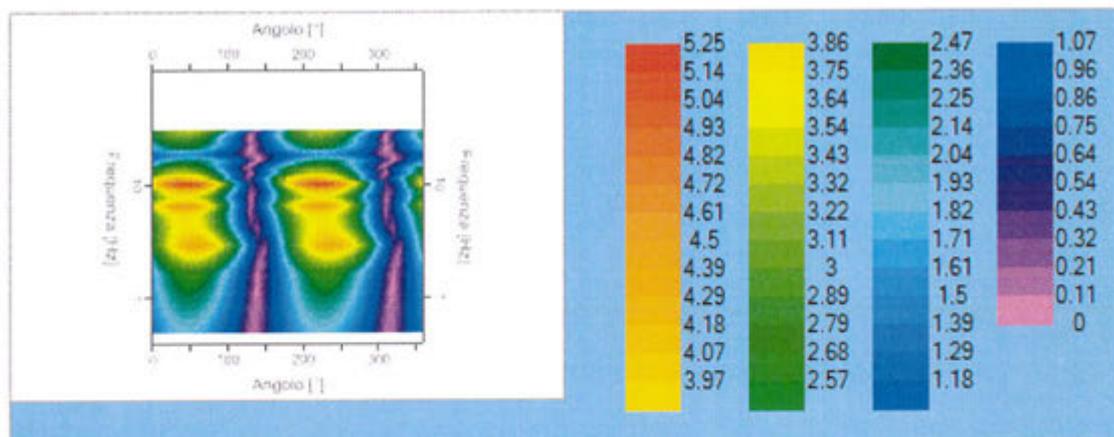
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### Rapporto spettrale H/V

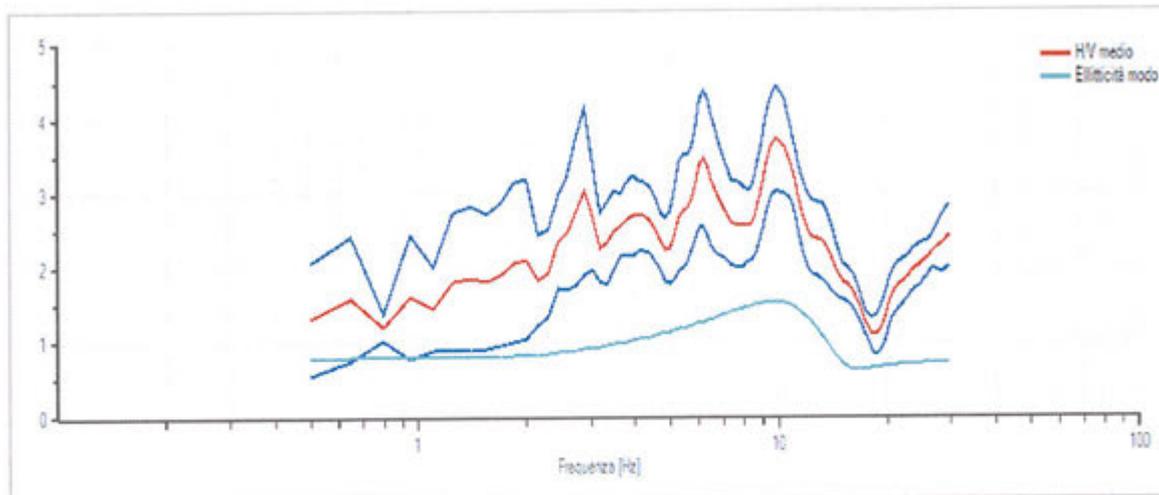
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	30.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenza:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 9.80 Hz ±0.19 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

## 067018P32 – HVSR4:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Ornano Grande  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### Finestre selezionate

#### *Dati riepilogativi:*

Numero totale finestre selezionate: 23  
Numero finestre incluse nel calcolo: 23  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

#### *Tabella finestre:*

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	32.768	65.536	Inclusa
2	65.536	98.304	Inclusa
3	98.304	131.072	Inclusa
4	163.84	196.608	Inclusa
5	294.912	327.68	Inclusa
6	327.68	360.448	Inclusa
7	360.448	393.216	Inclusa
8	458.752	491.52	Inclusa
9	491.52	524.288	Inclusa
10	524.288	557.056	Inclusa
11	557.056	589.824	Inclusa
12	589.824	622.592	Inclusa
13	622.592	655.36	Inclusa
14	655.36	688.128	Inclusa
15	688.128	720.896	Inclusa
16	720.896	753.664	Inclusa
17	786.432	819.2	Inclusa
18	884.736	917.504	Inclusa
19	917.504	950.272	Inclusa
20	950.272	983.04	Inclusa
21	1015.808	1048.576	Inclusa
22	1081.344	1114.112	Inclusa
23	1114.112	1146.88	Inclusa

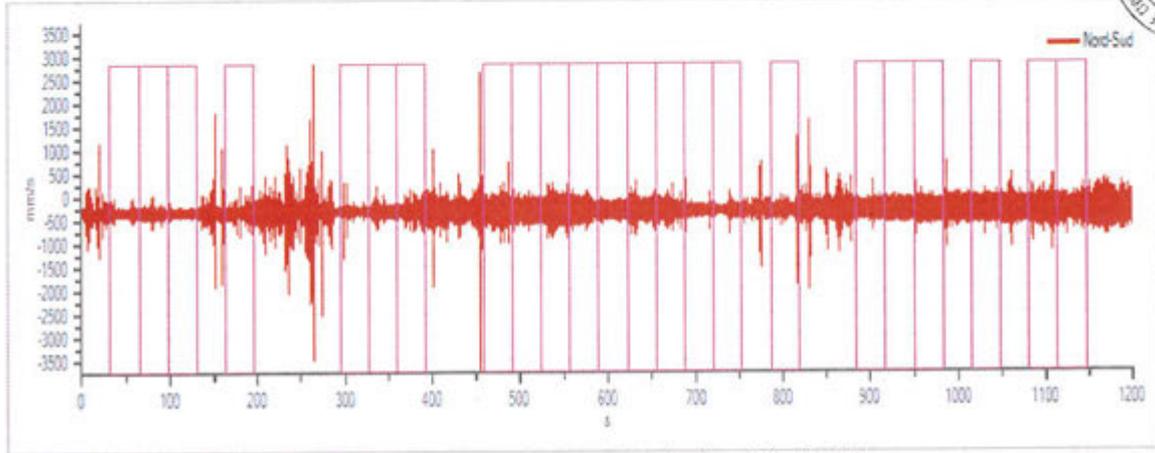


Dott. Geol. Gaetano Crupi

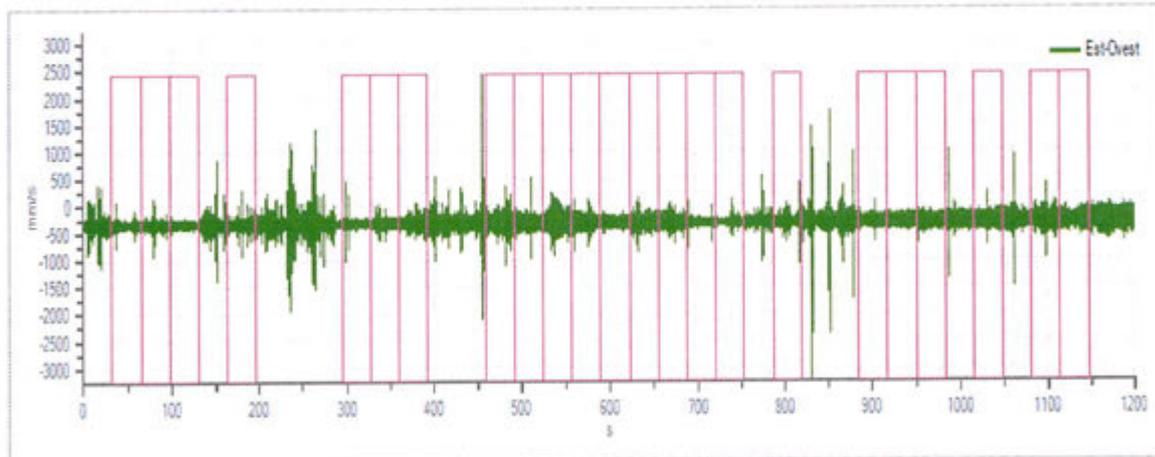
Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



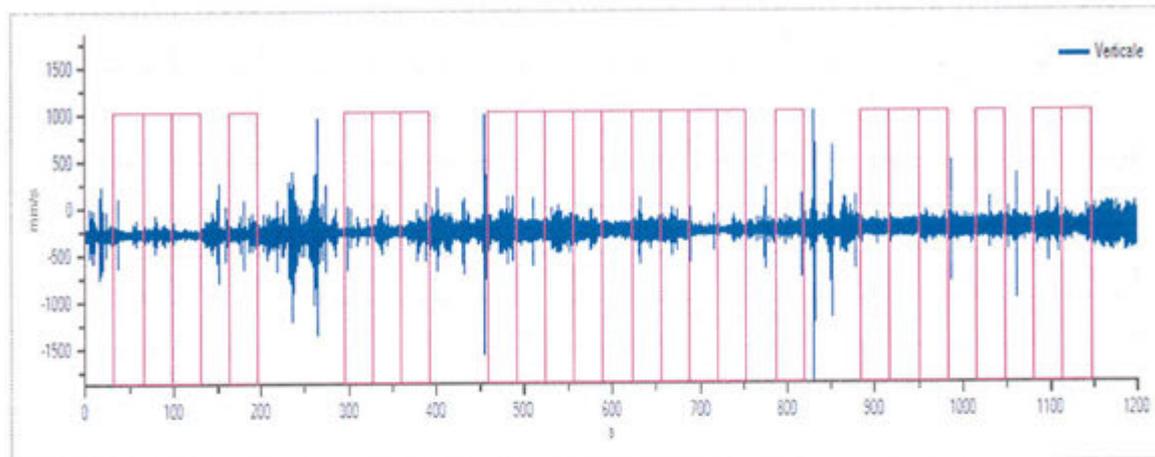
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



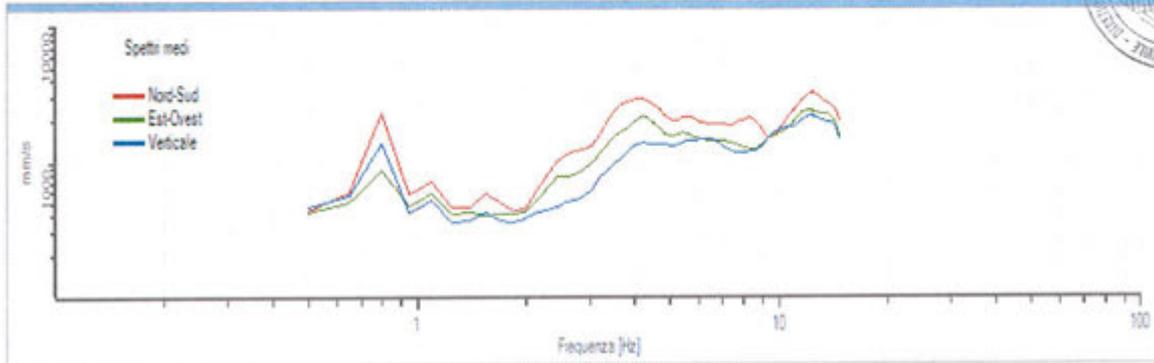
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



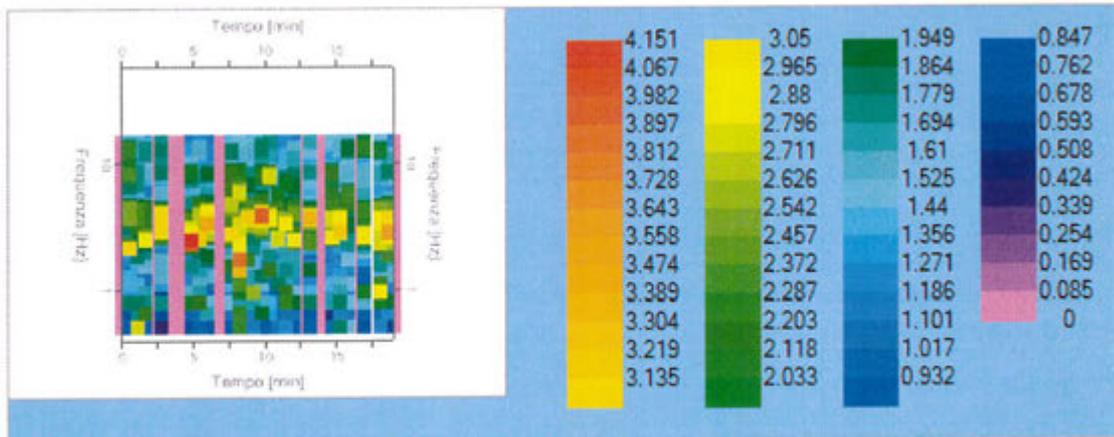
**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
 tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
 e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

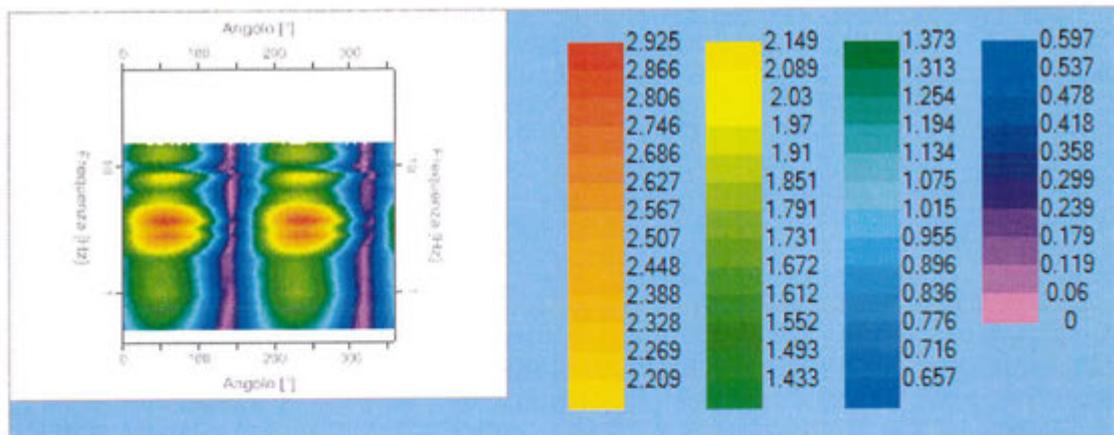
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

### Rapporto spettrale H/V

#### Dati riepilogativi:

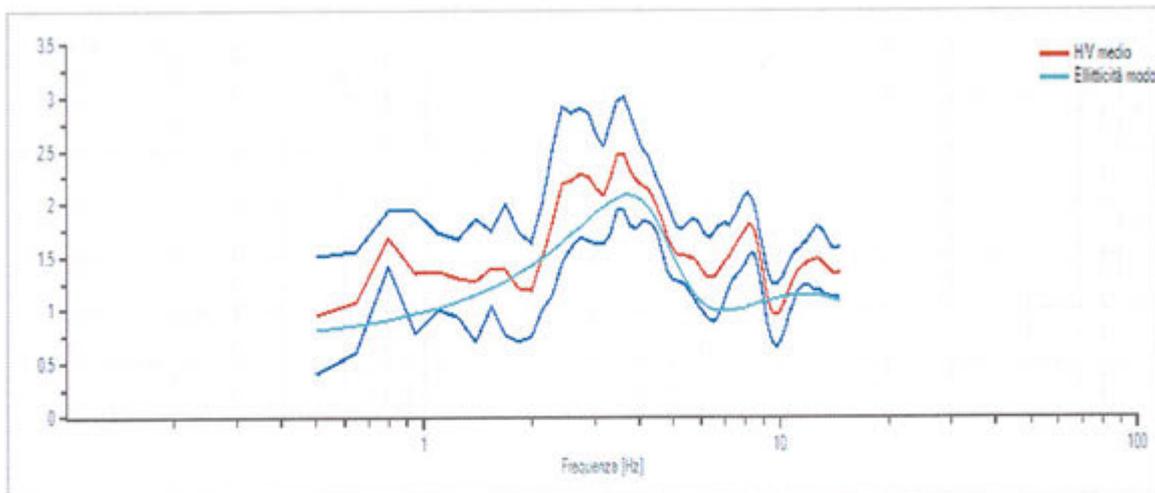
Frequenza massima:	15.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Nessuna (Direzione NS)



#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.65 Hz  $\pm$ 0.22 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

#### Verifiche SESAME:

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



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 067018P33 – HVSR5:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Ornano Piccolo  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### Finestre selezionate

#### *Dati riepilogativi:*

Numero totale finestre selezionate: 23  
Numero finestre incluse nel calcolo: 23  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

#### *Tabella finestre:*

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	98.304	131.072	Inclusa
2	196.608	229.376	Inclusa
3	262.144	294.912	Inclusa
4	393.216	425.984	Inclusa
5	425.984	458.752	Inclusa
6	458.752	491.52	Inclusa
7	491.52	524.288	Inclusa
8	524.288	557.056	Inclusa
9	557.056	589.824	Inclusa
10	589.824	622.592	Inclusa
11	622.592	655.36	Inclusa
12	688.128	720.896	Inclusa
13	720.896	753.664	Inclusa
14	753.664	786.432	Inclusa
15	786.432	819.2	Inclusa
16	851.968	884.736	Inclusa
17	884.736	917.504	Inclusa
18	917.504	950.272	Inclusa
19	950.272	983.04	Inclusa
20	983.04	1015.808	Inclusa
21	1015.808	1048.576	Inclusa
22	1048.576	1081.344	Inclusa
23	1081.344	1114.112	Inclusa



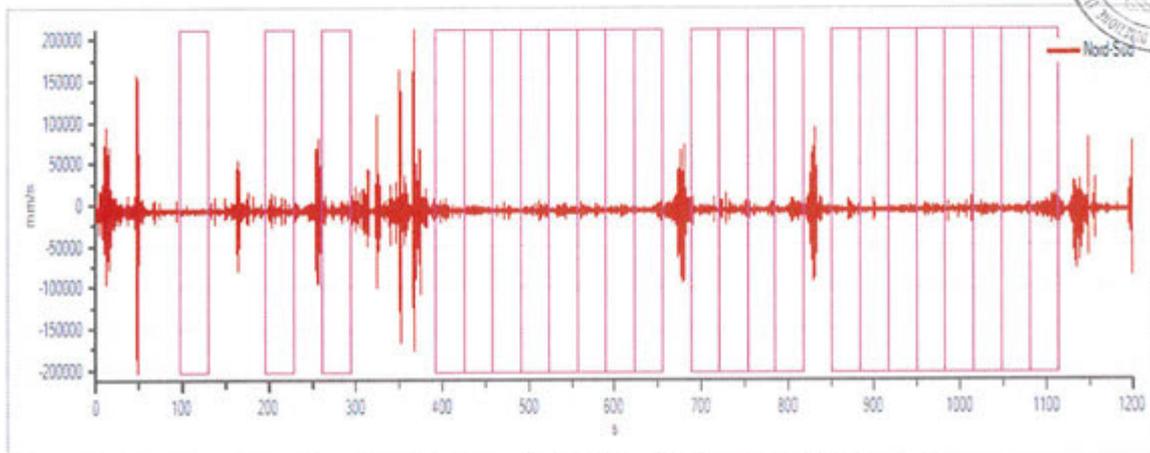
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

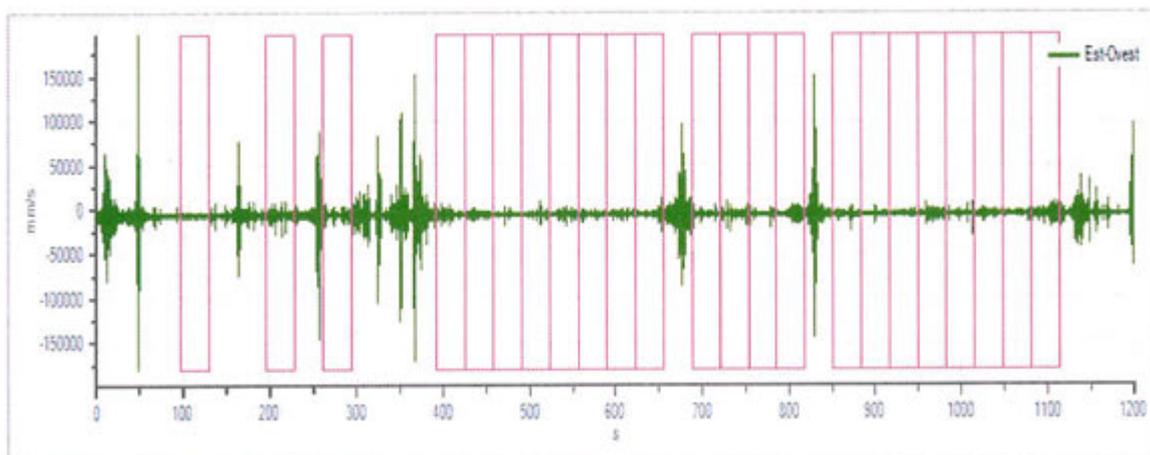
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

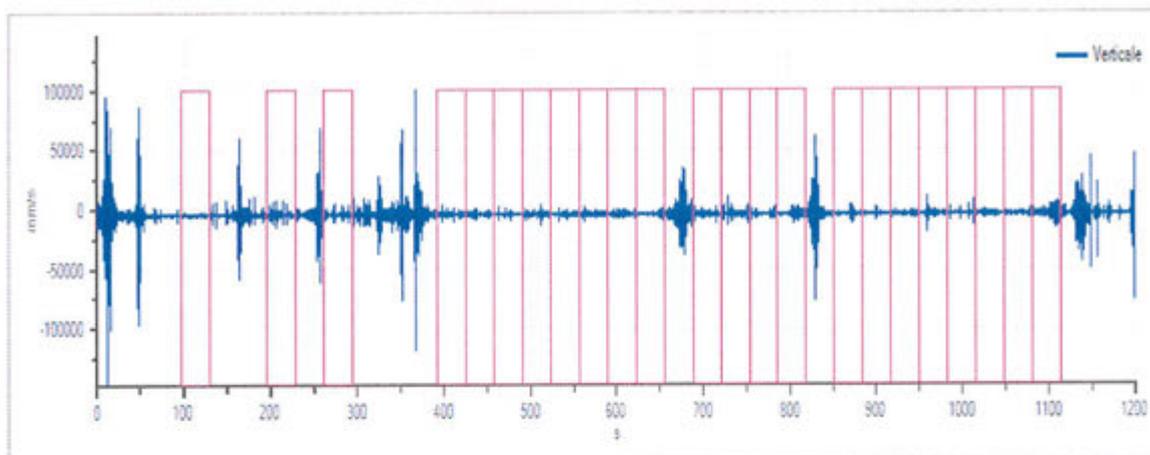
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



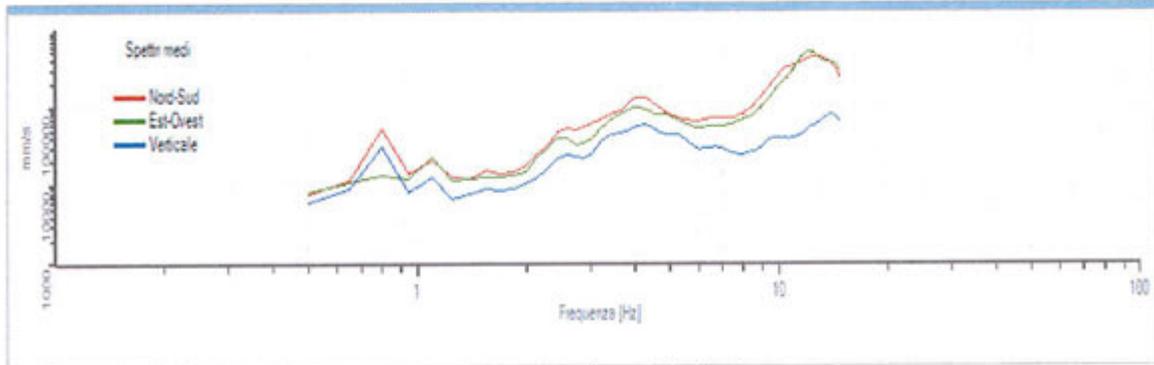
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



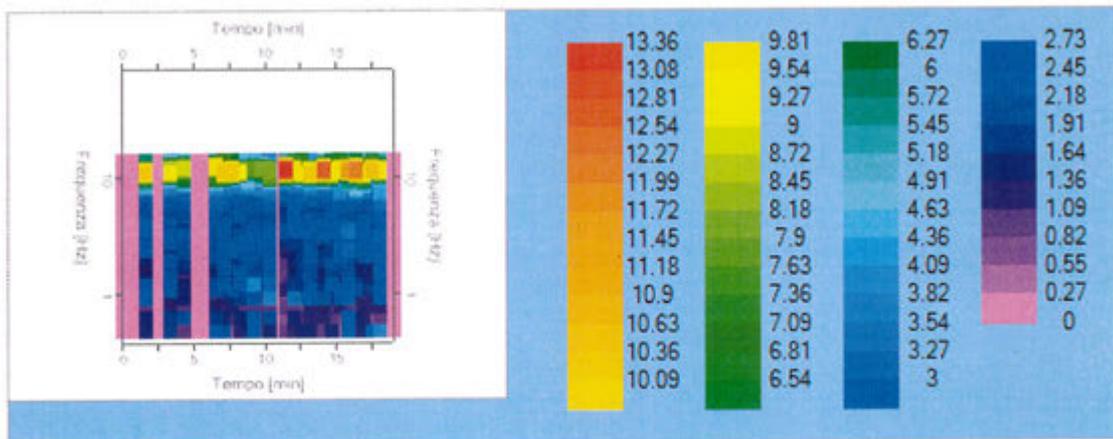
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



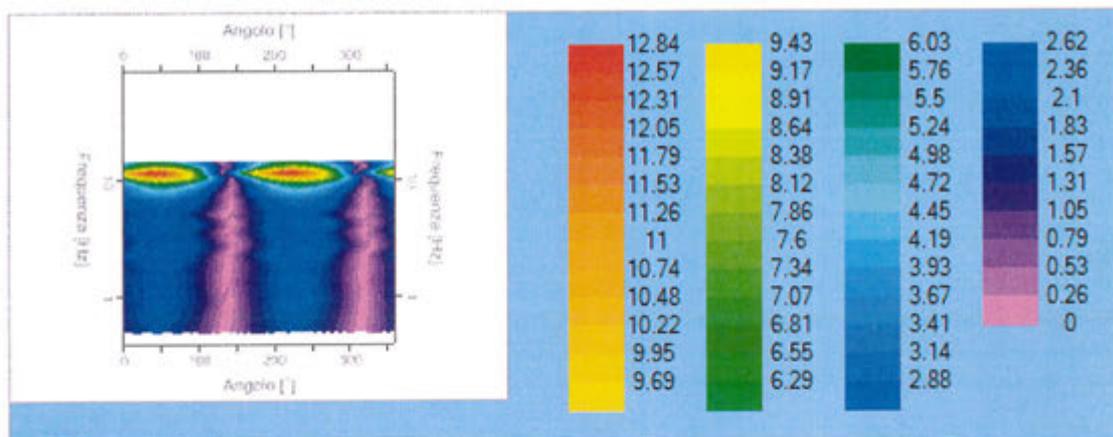
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### Rapporto spettrale H/V

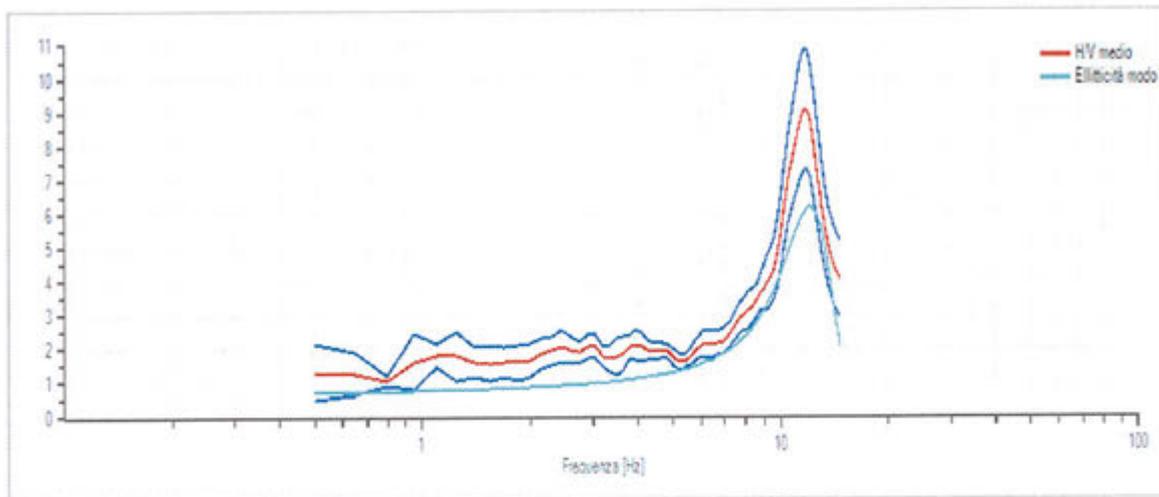
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	15.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 11.75 Hz ±0.20 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## **067018P34 – HVSR6:**

### **Dati generali**

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Castiglione della Valle  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### **Finestre selezionate**

#### *Dati riepilogativi:*

Numero totale finestre selezionate: 26  
Numero finestre incluse nel calcolo: 26  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamiento: 10.00 %

#### *Tabella finestre:*

<b>Numero finestra</b>	<b>Istante iniziale</b>	<b>Istante finale</b>	<b>Selezione</b>
1	65.536	98.304	Inclusa
2	98.304	131.072	Inclusa
3	131.072	163.84	Inclusa
4	163.84	196.608	Inclusa
5	196.608	229.376	Inclusa
6	229.376	262.144	Inclusa
7	262.144	294.912	Inclusa
8	294.912	327.68	Inclusa
9	360.448	393.216	Inclusa
10	393.216	425.984	Inclusa
11	425.984	458.752	Inclusa
12	458.752	491.52	Inclusa
13	491.52	524.288	Inclusa
14	524.288	557.056	Inclusa
15	557.056	589.824	Inclusa
16	622.592	655.36	Inclusa
17	655.36	688.128	Inclusa
18	753.664	786.432	Inclusa
19	786.432	819.2	Inclusa
20	851.968	884.736	Inclusa
21	884.736	917.504	Inclusa
22	950.272	983.04	Inclusa
23	983.04	1015.808	Inclusa
24	1015.808	1048.576	Inclusa
25	1114.112	1146.88	Inclusa
26	1146.88	1179.648	Inclusa



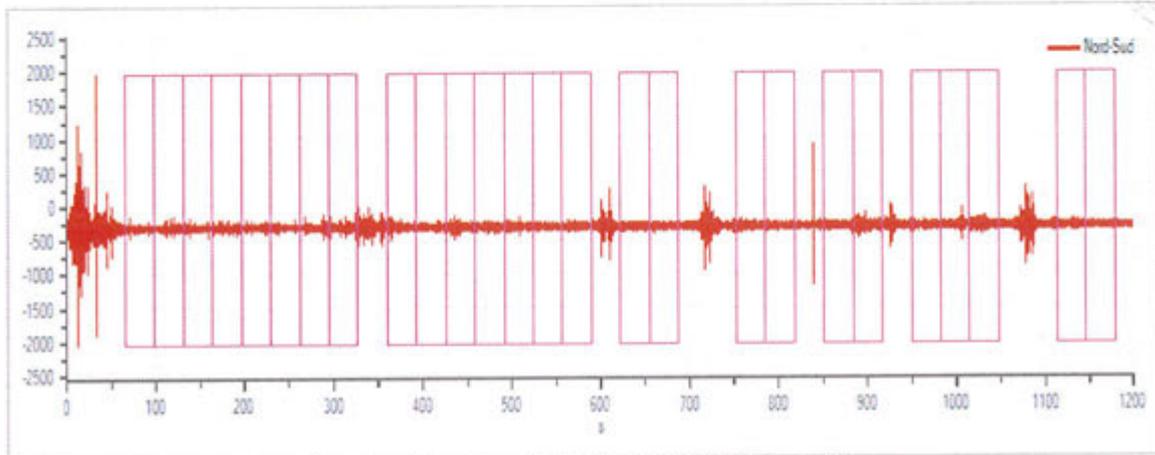
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

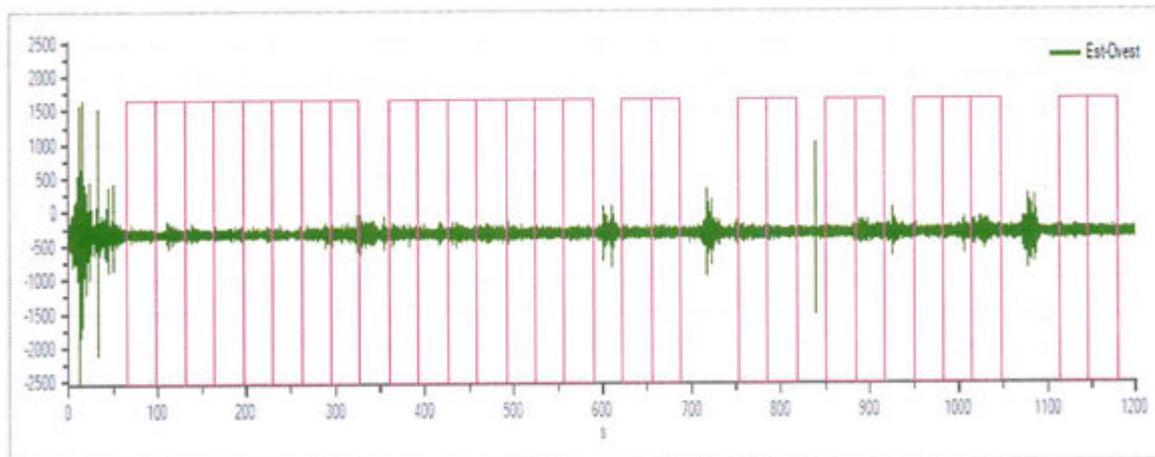
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

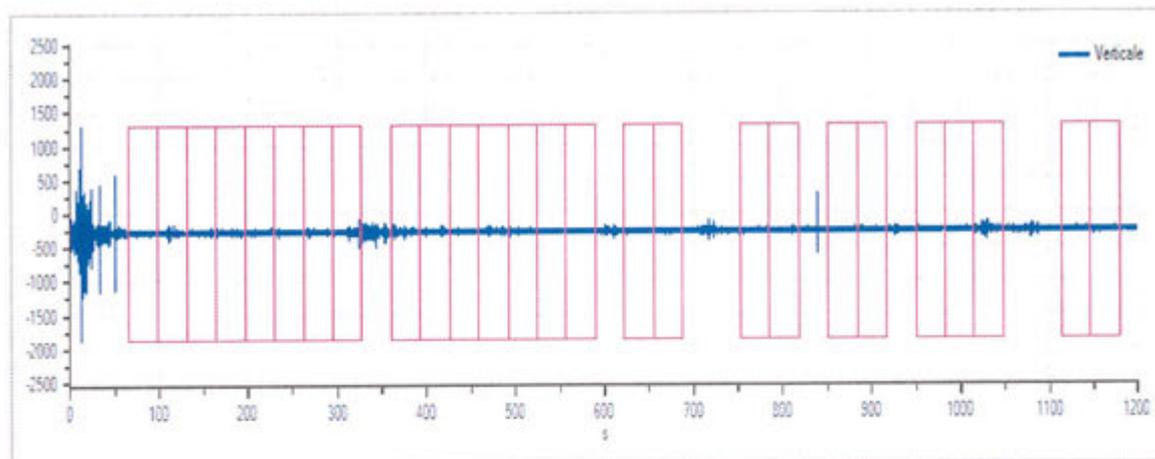
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



Dott. Geol. Gaetano Crupi

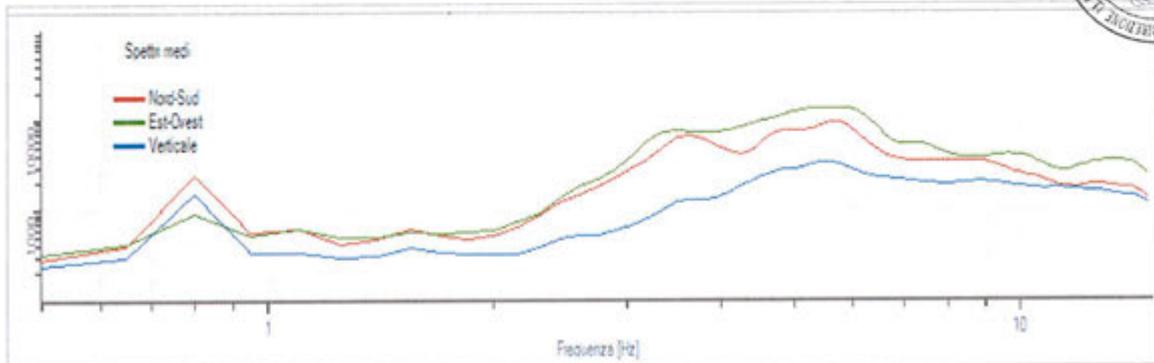
Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

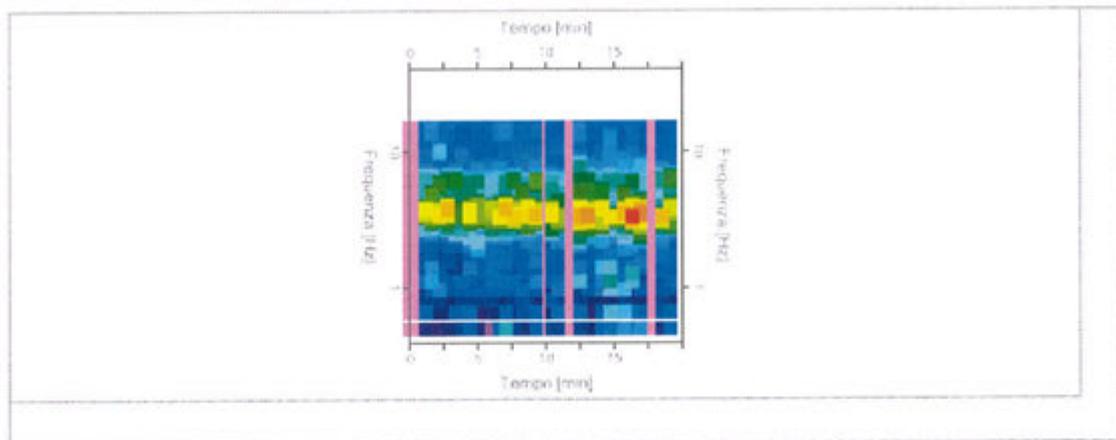
e-mail: crupigeo@yahoo.it



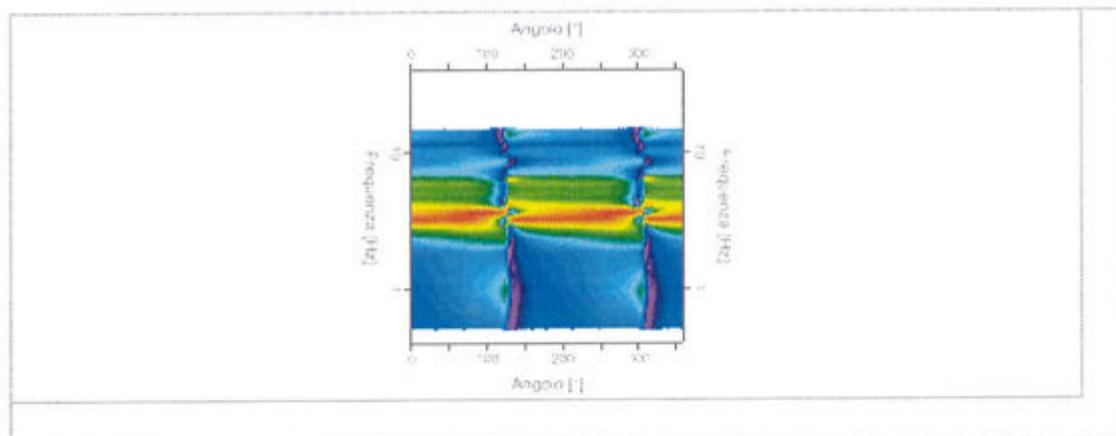
### Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### Rapporto spettrale H/V

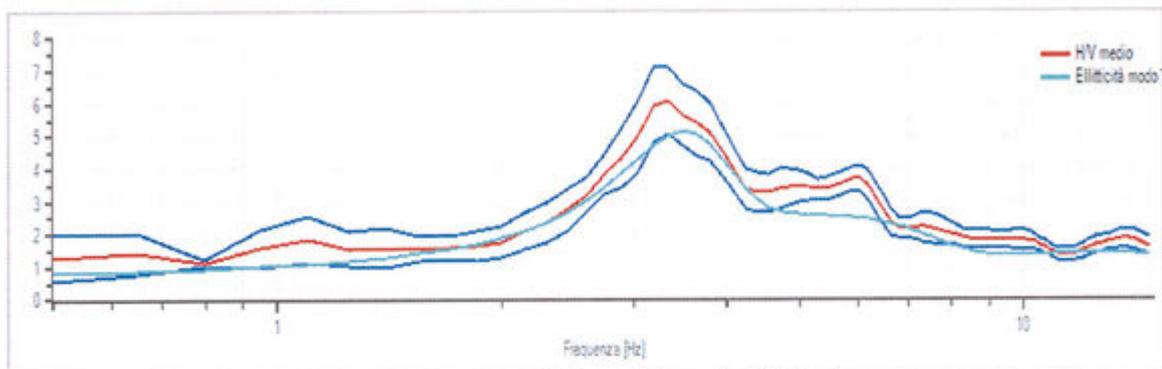
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	15.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.35 Hz  $\pm$  0.17 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

#### Verifiche SESAME:

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



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 067018P35 – HVS7:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Collecastino  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### Finestre selezionate

*Dati riepilogativi:*

Numero totale finestre selezionate: 30  
Numero finestre incluse nel calcolo: 30  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

*Tabella finestre:*

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	98.304	131.072	Inclusa
2	229.376	262.144	Inclusa
3	262.144	294.912	Inclusa
4	294.912	327.68	Inclusa
5	327.68	360.448	Inclusa
6	360.448	393.216	Inclusa
7	393.216	425.984	Inclusa
8	425.984	458.752	Inclusa
9	458.752	491.52	Inclusa
10	491.52	524.288	Inclusa
11	524.288	557.056	Inclusa
12	557.056	589.824	Inclusa
13	589.824	622.592	Inclusa
14	622.592	655.36	Inclusa
15	655.36	688.128	Inclusa
16	688.128	720.896	Inclusa
17	720.896	753.664	Inclusa
18	753.664	786.432	Inclusa
19	786.432	819.2	Inclusa
20	819.2	851.968	Inclusa
21	851.968	884.736	Inclusa
22	884.736	917.504	Inclusa
23	917.504	950.272	Inclusa
24	950.272	983.04	Inclusa
25	983.04	1015.808	Inclusa
26	1015.808	1048.576	Inclusa
27	1048.576	1081.344	Inclusa
28	1081.344	1114.112	Inclusa
29	1114.112	1146.88	Inclusa
30	1146.88	1179.648	Inclusa



Dott. Geol. Gaetano Crupi

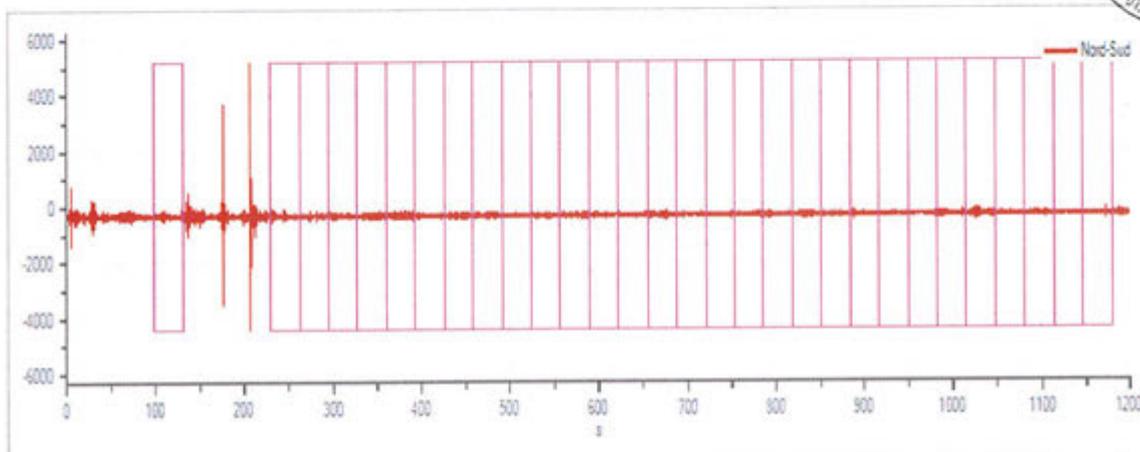
Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

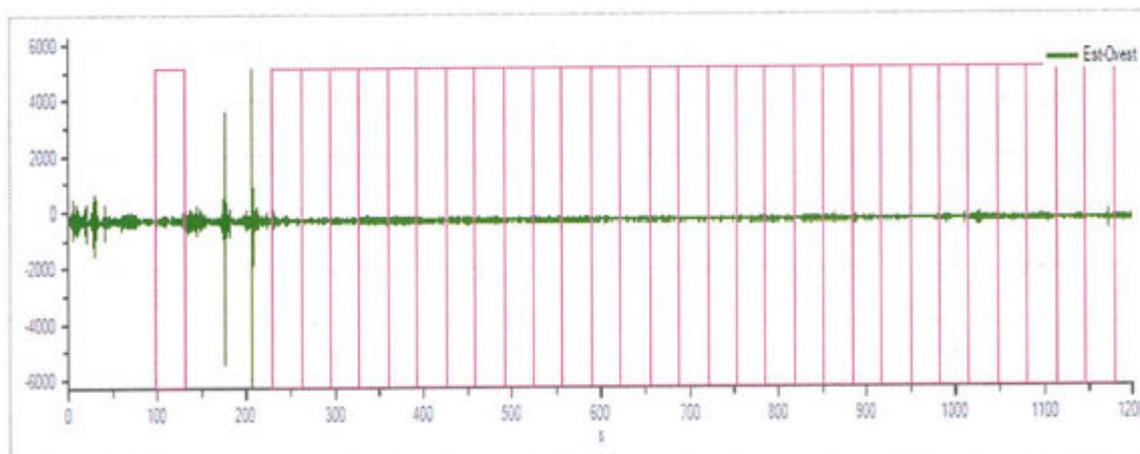
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



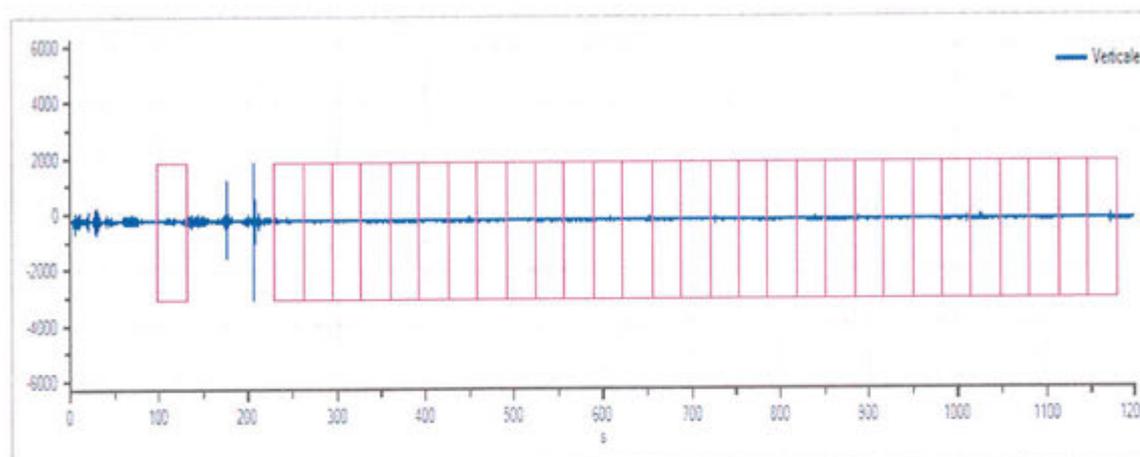
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

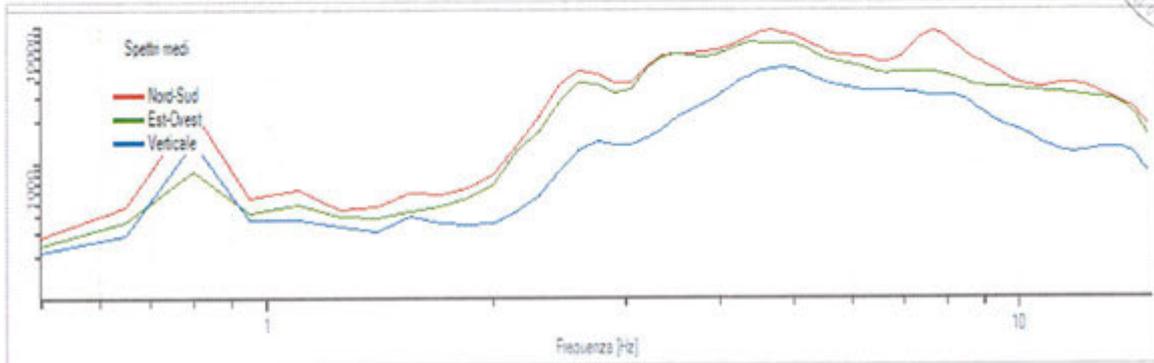


Dott. Geol. Gaetano Crupi

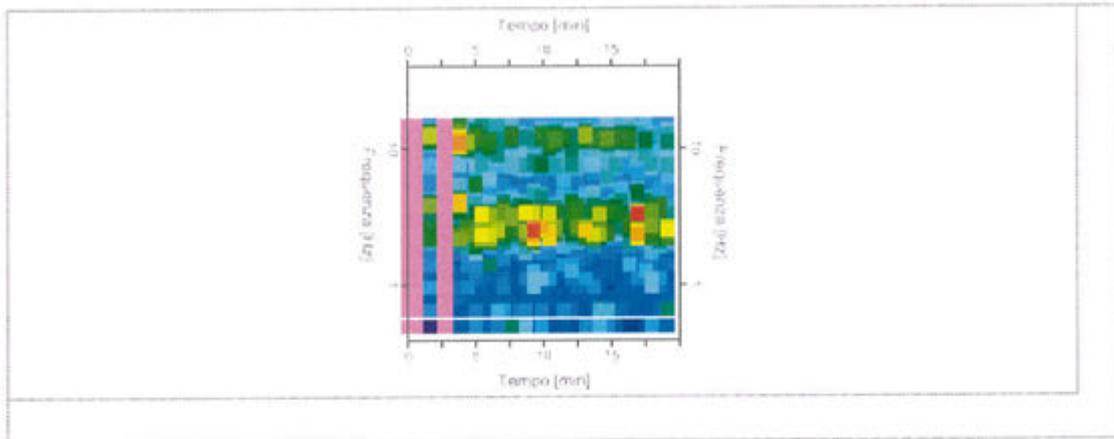
Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



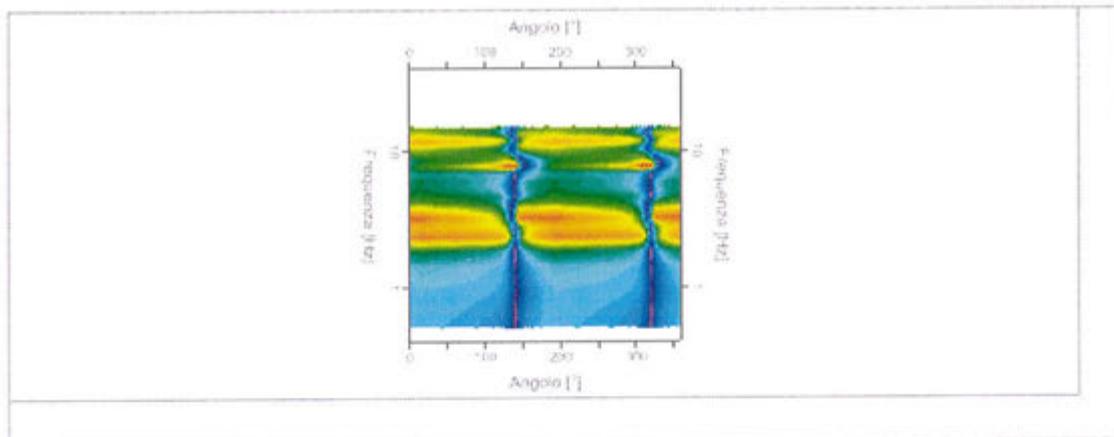
Grafici degli spettri:



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### Rapporto spettrale H/V

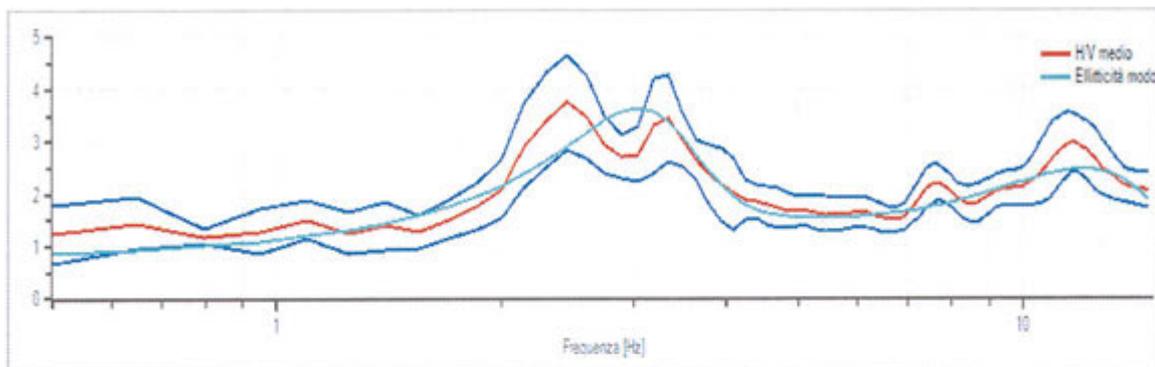
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	15.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.45 Hz ±0.24 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 067018P36 – HVSUR8:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Piane Mavone  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### Finestre selezionate

#### *Dati riepilogativi:*

Numero totale finestre selezionate: 17  
Numero finestre incluse nel calcolo: 17  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

#### *Tabella finestre:*

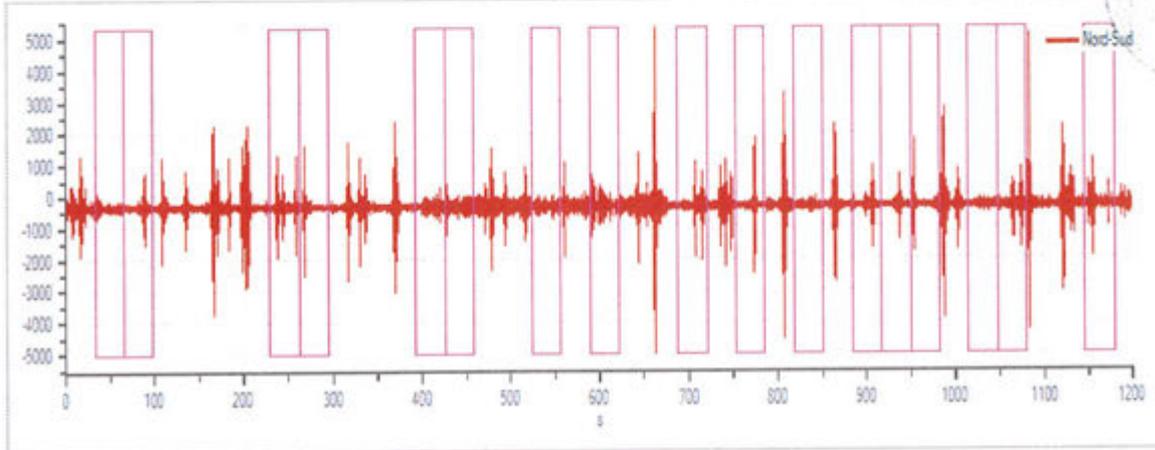
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	32.768	65.536	Inclusa
2	65.536	98.304	Inclusa
3	229.376	262.144	Inclusa
4	262.144	294.912	Inclusa
5	393.216	425.984	Inclusa
6	425.984	458.752	Inclusa
7	524.288	557.056	Inclusa
8	589.824	622.592	Inclusa
9	688.128	720.896	Inclusa
10	753.664	786.432	Inclusa
11	819.2	851.968	Inclusa
12	884.736	917.504	Inclusa
13	917.504	950.272	Inclusa
14	950.272	983.04	Inclusa
15	1015.808	1048.576	Inclusa
16	1048.576	1081.344	Inclusa
17	1146.88	1179.648	Inclusa



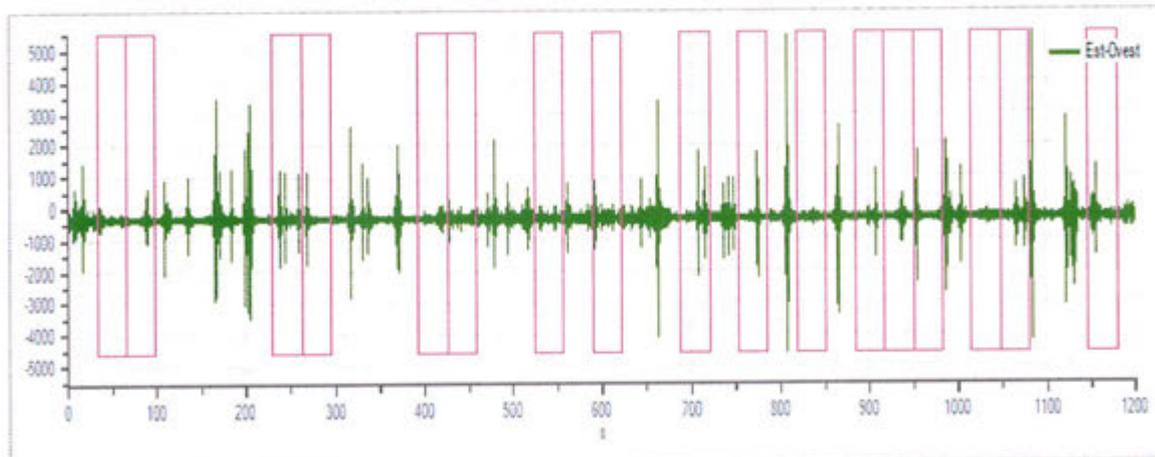
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

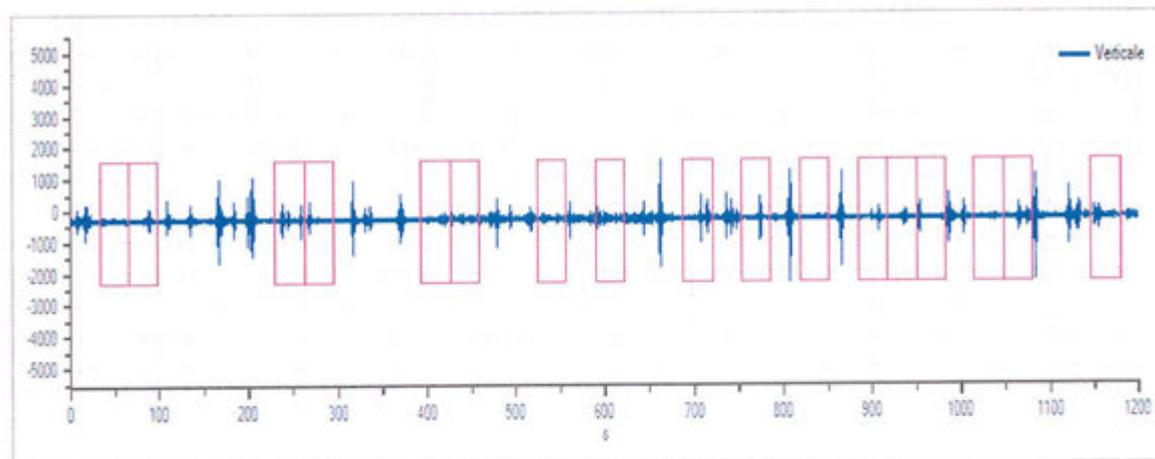
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



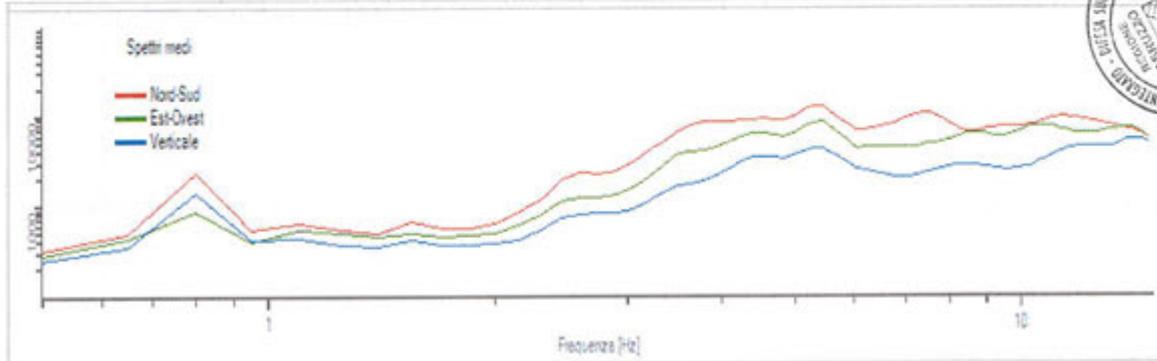
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



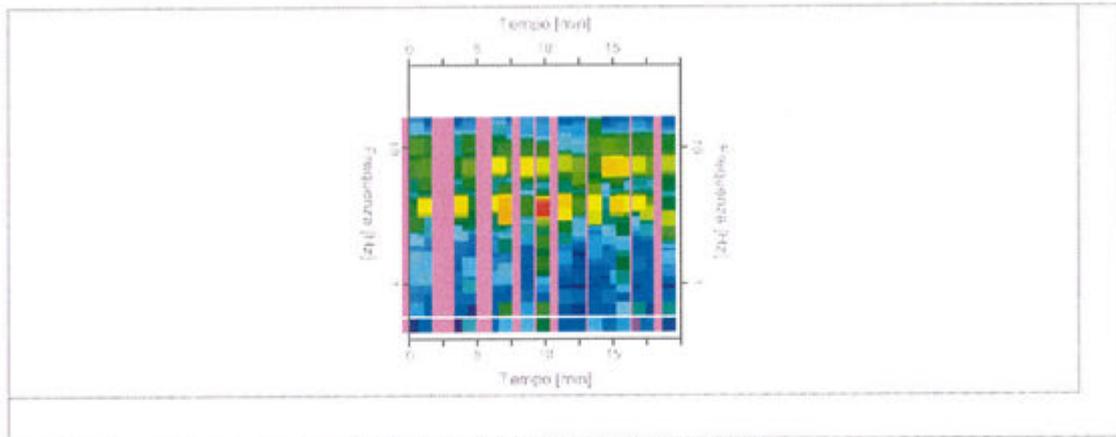
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

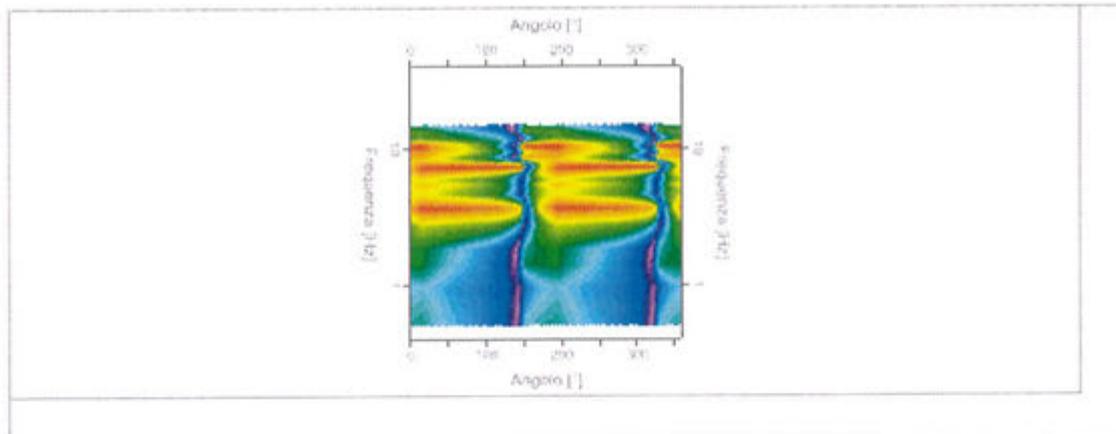
### Grafici degli spettri:



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

### Rapporto spettrale H/V

#### Dati riepilogativi:

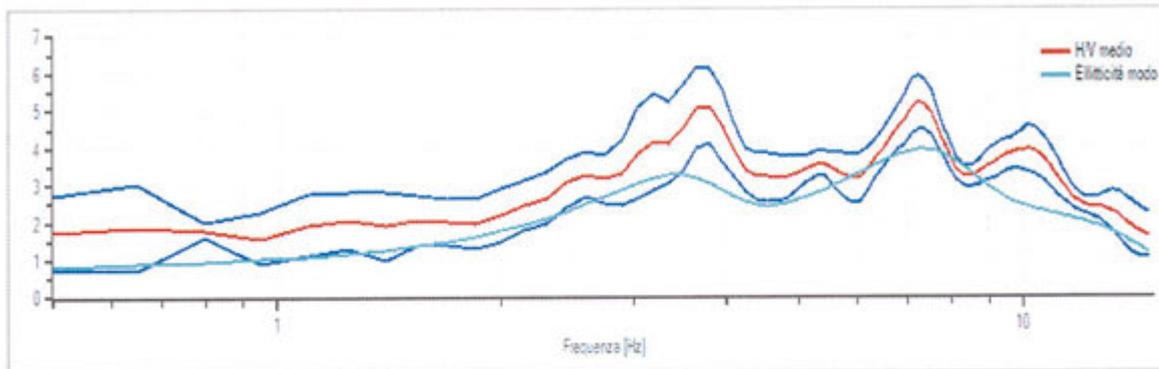
Frequenza massima:	15.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica



#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 7.25 Hz ±0.14 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

#### Verifiche SESAME:

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



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

## 067018P37 – HVSR9:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Bascianella  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### Finestre selezionate

#### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 31  
Numero finestre incluse nel calcolo: 31  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamiento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamiento: 20.00 %

#### Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	65.536	98.304	Inclusa
2	98.304	131.072	Inclusa
3	131.072	163.84	Inclusa
4	163.84	196.608	Inclusa
5	196.608	229.376	Inclusa
6	229.376	262.144	Inclusa
7	262.144	294.912	Inclusa
8	294.912	327.68	Inclusa
9	327.68	360.448	Inclusa
10	360.448	393.216	Inclusa
11	393.216	425.984	Inclusa
12	425.984	458.752	Inclusa
13	458.752	491.52	Inclusa
14	491.52	524.288	Inclusa
15	524.288	557.056	Inclusa
16	557.056	589.824	Inclusa
17	622.592	655.36	Inclusa
18	655.36	688.128	Inclusa
19	688.128	720.896	Inclusa
20	720.896	753.664	Inclusa
21	753.664	786.432	Inclusa
22	786.432	819.2	Inclusa
23	819.2	851.968	Inclusa
24	851.968	884.736	Inclusa
25	950.272	983.04	Inclusa
26	983.04	1015.808	Inclusa
27	1015.808	1048.576	Inclusa
28	1048.576	1081.344	Inclusa
29	1081.344	1114.112	Inclusa
30	1114.112	1146.88	Inclusa
31	1146.88	1179.648	Inclusa



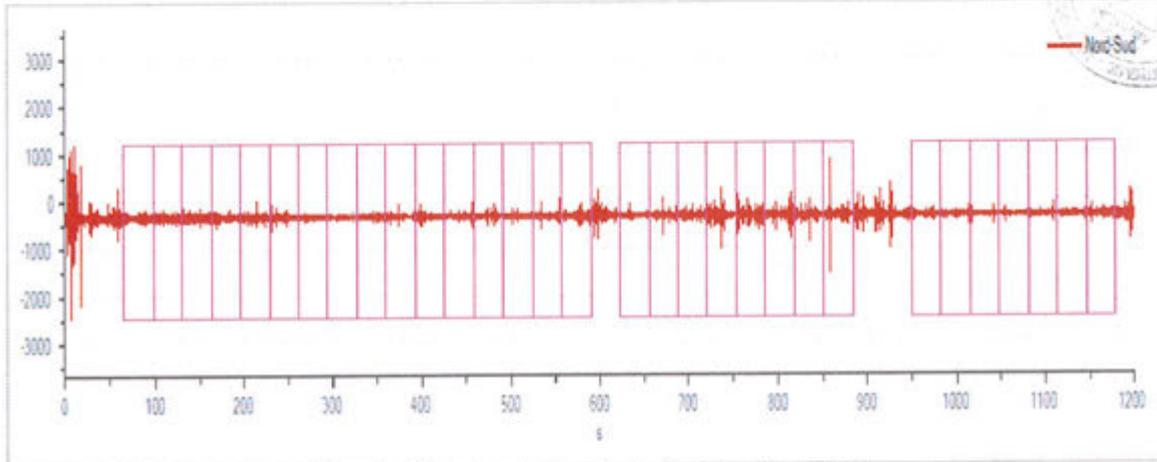
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

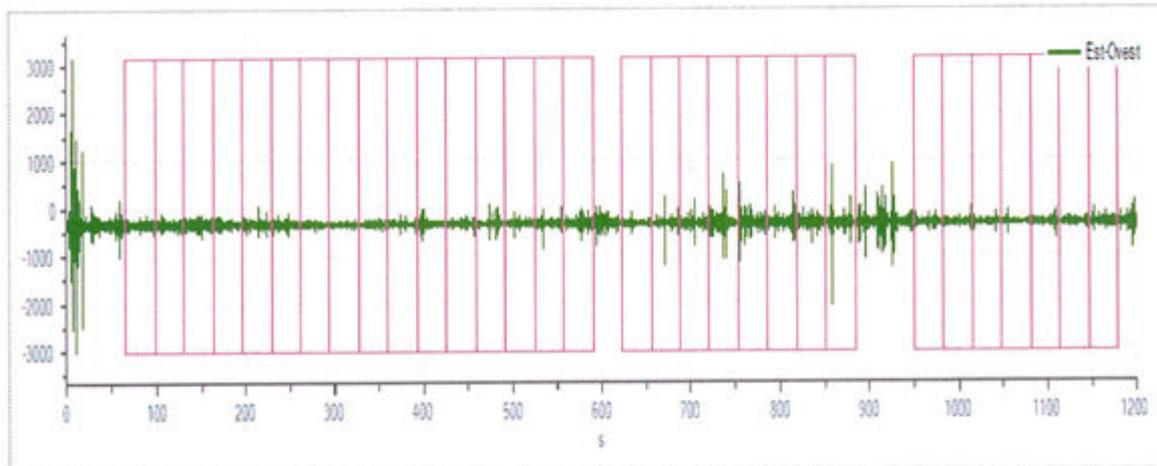
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

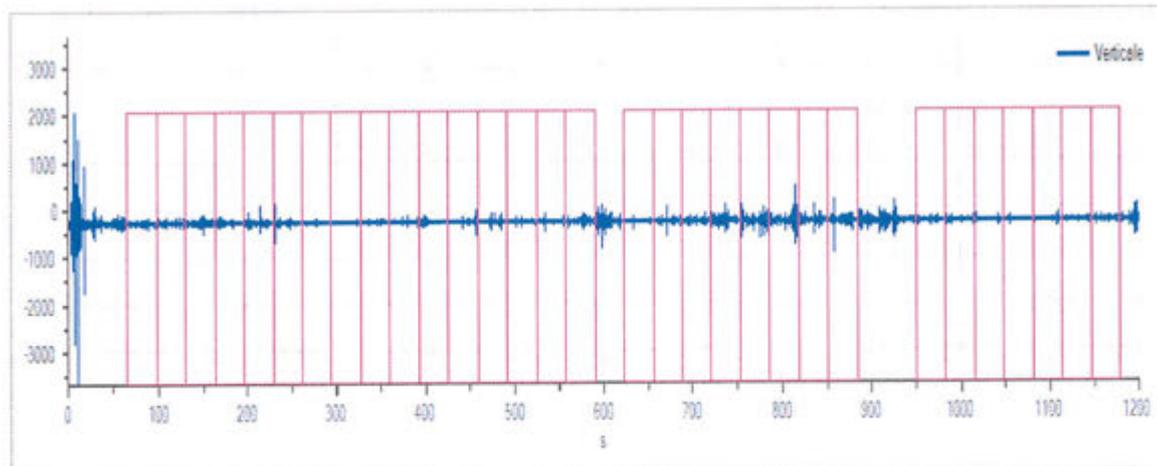
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



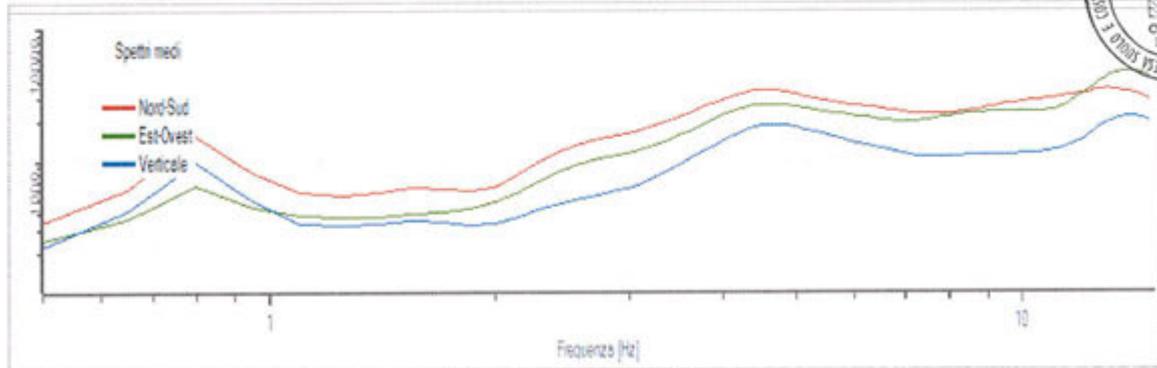
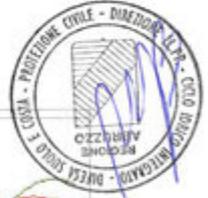
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



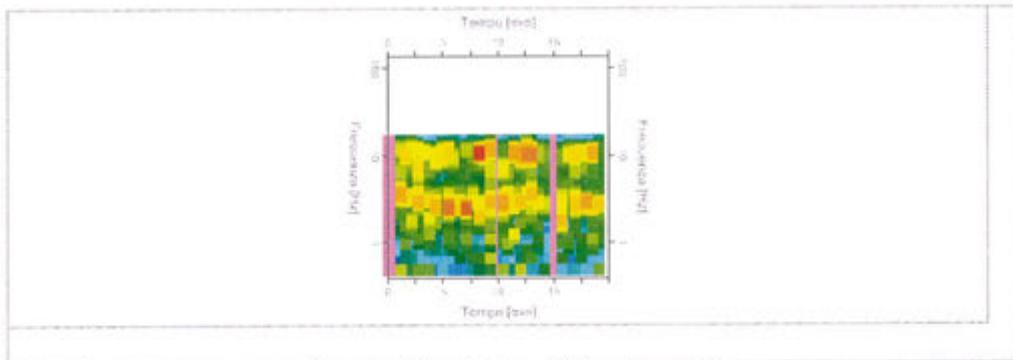
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

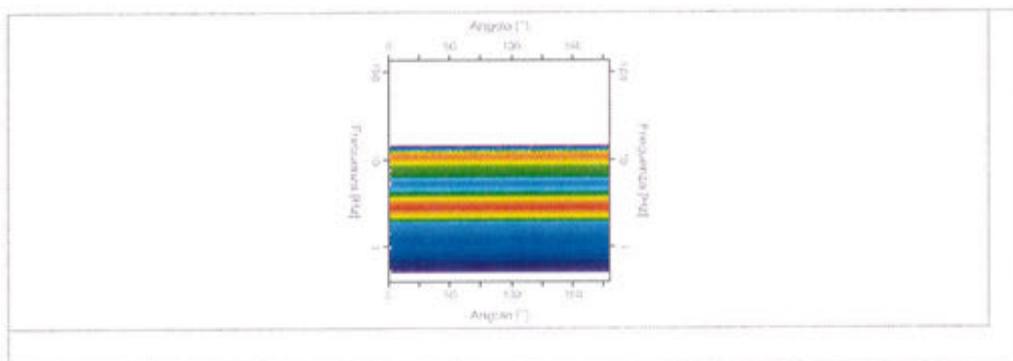
Grafici degli spettri:



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
 tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
 e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

### Rapporto spettrale H/V

**Dati riepilogativi:**

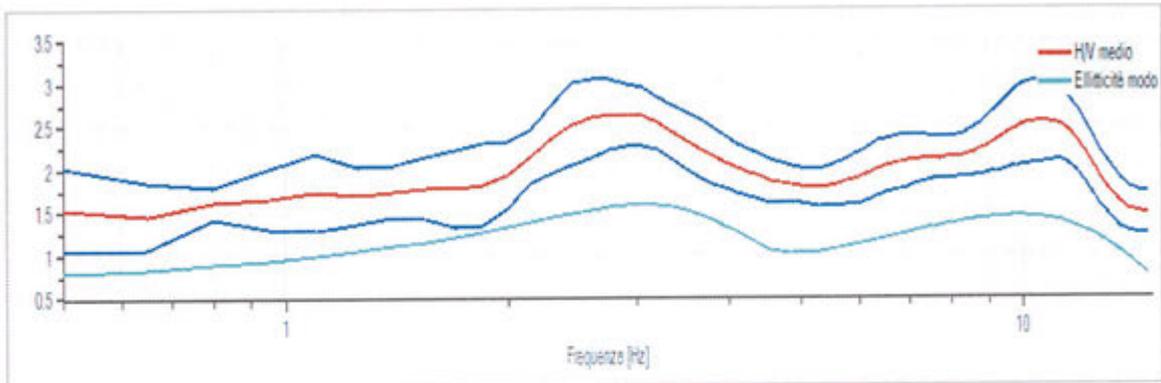
Frequenza massima:	15.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	20.00 %
Tipo di somma direzionale:	Nessuna (Direzione NS)



**Risultati:**

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.75 Hz ±0.16 Hz

**Grafico rapporto spettrale H/V**



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

**Verifiche SESAME:**

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



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

## 067018P38 – HVSR10:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Villa Petto  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### Finestre selezionate

#### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 32  
Numero finestre incluse nel calcolo: 32  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

#### Tabella finestre:

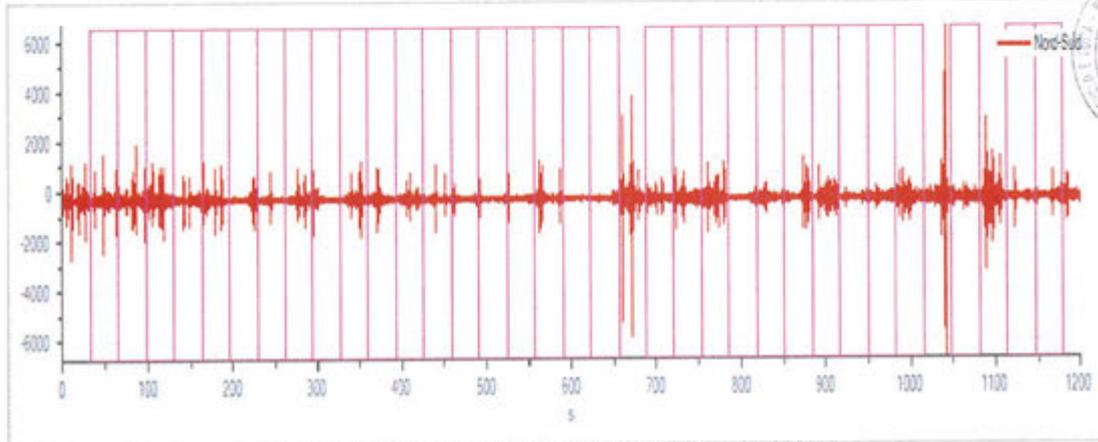
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	32.768	65.536	Inclusa
2	65.536	98.304	Inclusa
3	98.304	131.072	Inclusa
4	131.072	163.84	Inclusa
5	163.84	196.608	Inclusa
6	196.608	229.376	Inclusa
7	229.376	262.144	Inclusa
8	262.144	294.912	Inclusa
9	294.912	327.68	Inclusa
10	327.68	360.448	Inclusa
11	360.448	393.216	Inclusa
12	393.216	425.984	Inclusa
13	425.984	458.752	Inclusa
14	458.752	491.52	Inclusa
15	491.52	524.288	Inclusa
16	524.288	557.056	Inclusa
17	557.056	589.824	Inclusa
18	589.824	622.592	Inclusa
19	622.592	655.36	Inclusa
20	688.128	720.896	Inclusa
21	720.896	753.664	Inclusa
22	753.664	786.432	Inclusa
23	786.432	819.2	Inclusa
24	819.2	851.968	Inclusa
25	851.968	884.736	Inclusa
26	884.736	917.504	Inclusa
27	917.504	950.272	Inclusa
28	950.272	983.04	Inclusa
29	983.04	1015.808	Inclusa
30	1048.576	1081.344	Inclusa
31	1114.112	1146.88	Inclusa
32	1146.88	1179.648	Inclusa



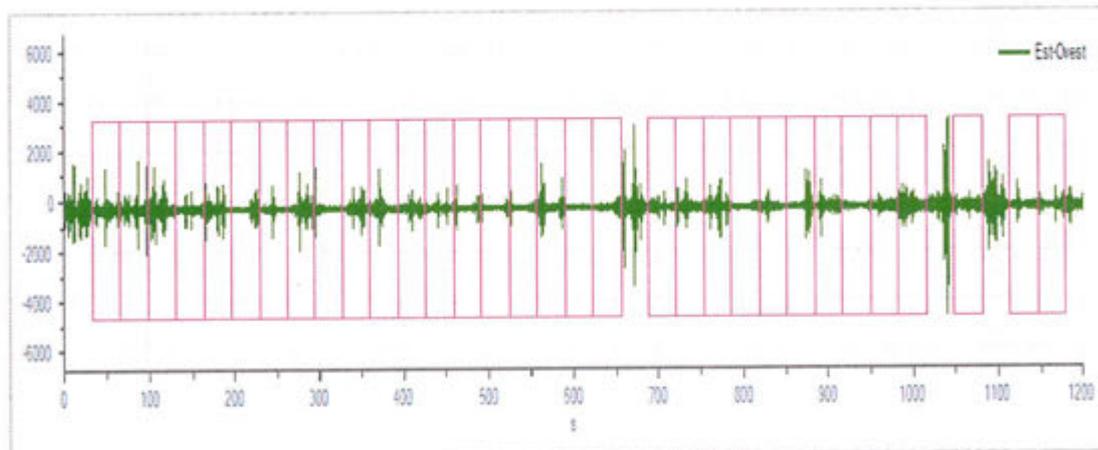
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

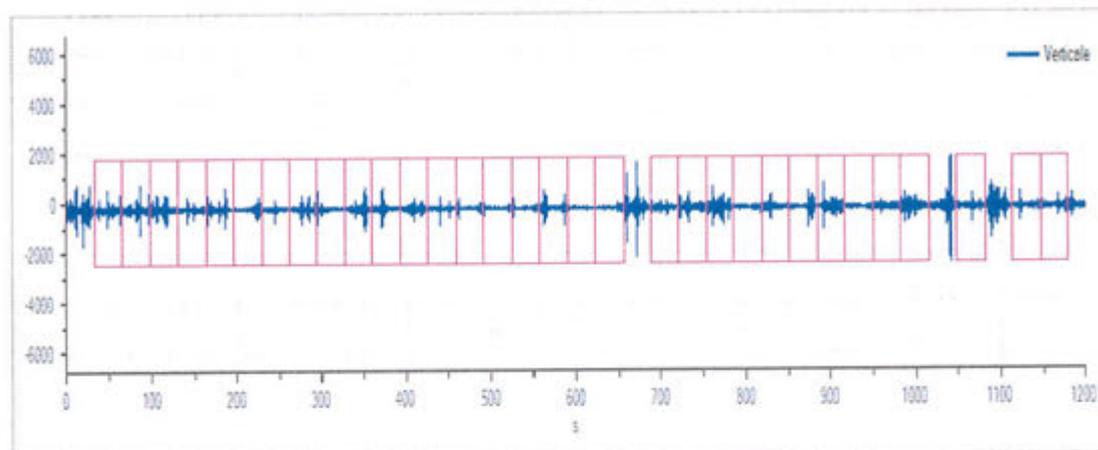
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



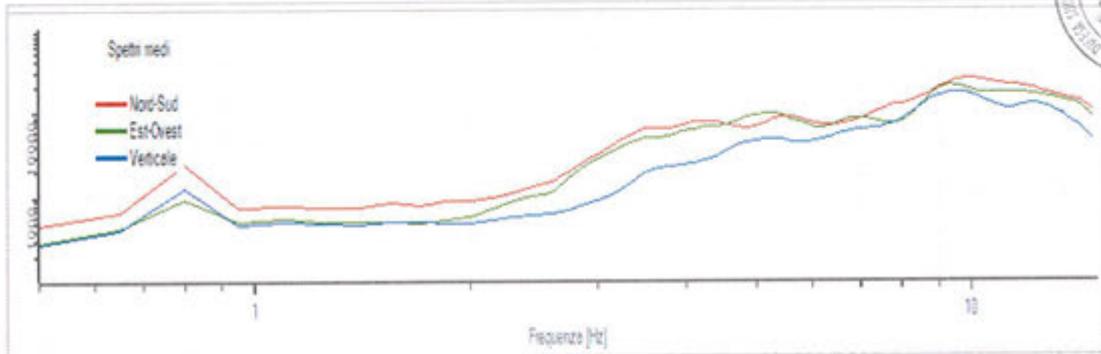
Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



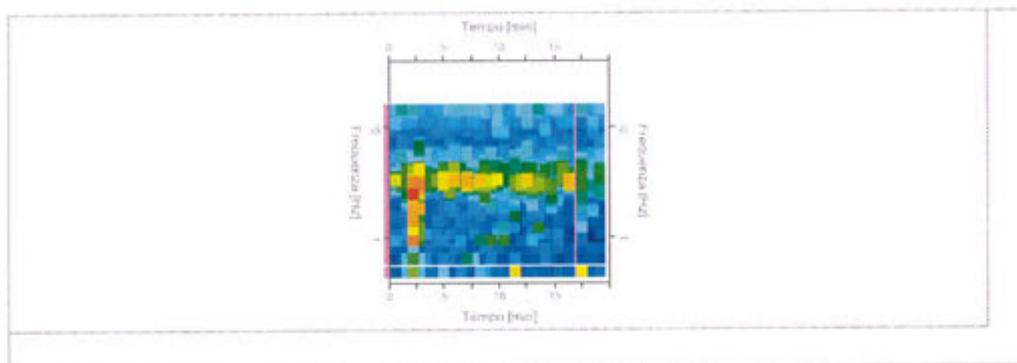
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

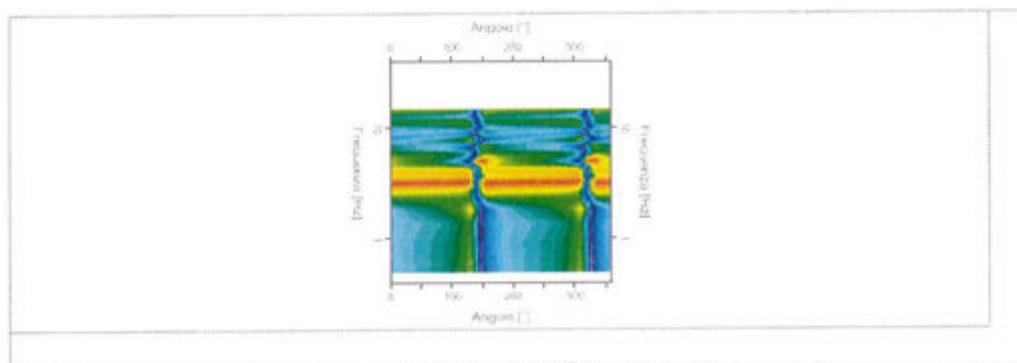
Grafici degli spettri:



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

### Rapporto spettrale H/V

*Dati riepilogativi:*

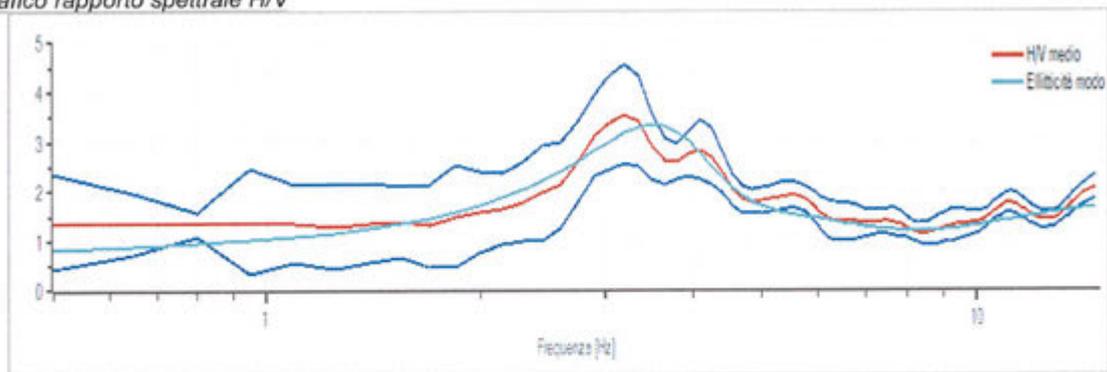
Frequenza massima:	15.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica



*Risultati:*

Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.20 Hz ±0.28 Hz

*Grafico rapporto spettrale H/V*



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

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



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

## 067018P39 – HVSR11:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Villa Pizzicato  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 29/08/2012



### Finestre selezionate

#### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 21  
Numero finestre incluse nel calcolo: 21  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

#### Tabella finestre:

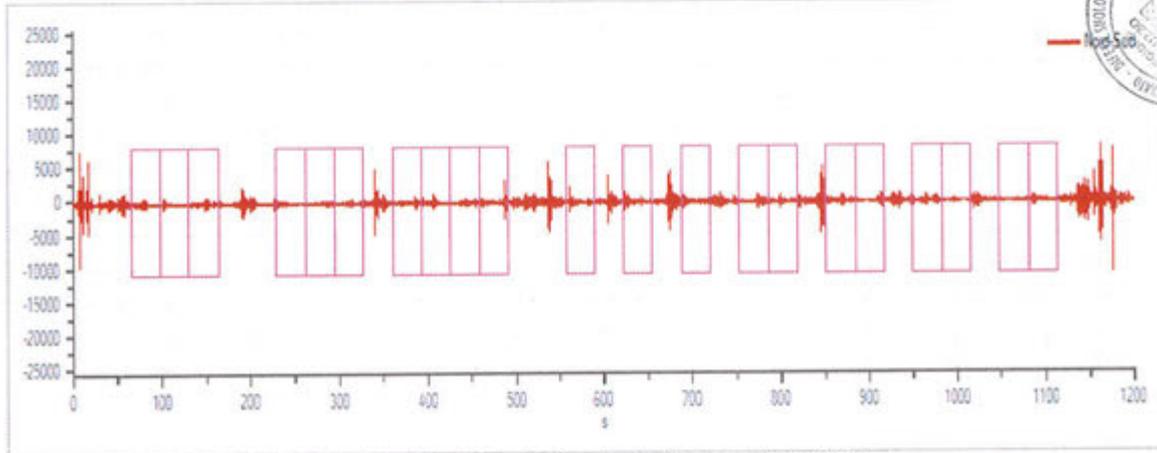
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	65.536	98.304	Inclusa
2	98.304	131.072	Inclusa
3	131.072	163.84	Inclusa
4	229.376	262.144	Inclusa
5	262.144	294.912	Inclusa
6	294.912	327.68	Inclusa
7	360.448	393.216	Inclusa
8	393.216	425.984	Inclusa
9	425.984	458.752	Inclusa
10	458.752	491.52	Inclusa
11	557.056	589.824	Inclusa
12	622.592	655.36	Inclusa
13	688.128	720.896	Inclusa
14	753.664	786.432	Inclusa
15	786.432	819.2	Inclusa
16	851.968	884.736	Inclusa
17	884.736	917.504	Inclusa
18	950.272	983.04	Inclusa
19	983.04	1015.808	Inclusa
20	1048.576	1081.344	Inclusa
21	1081.344	1114.112	Inclusa



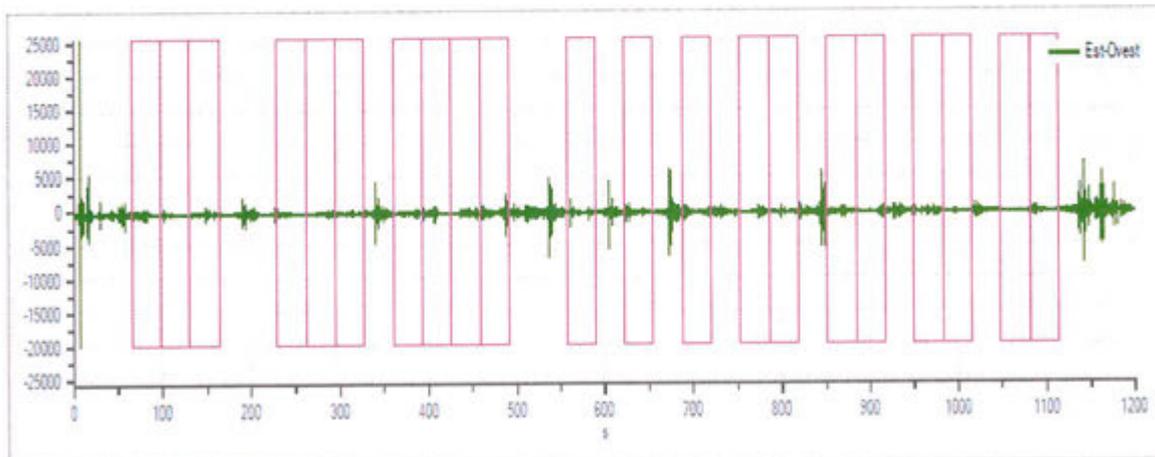
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

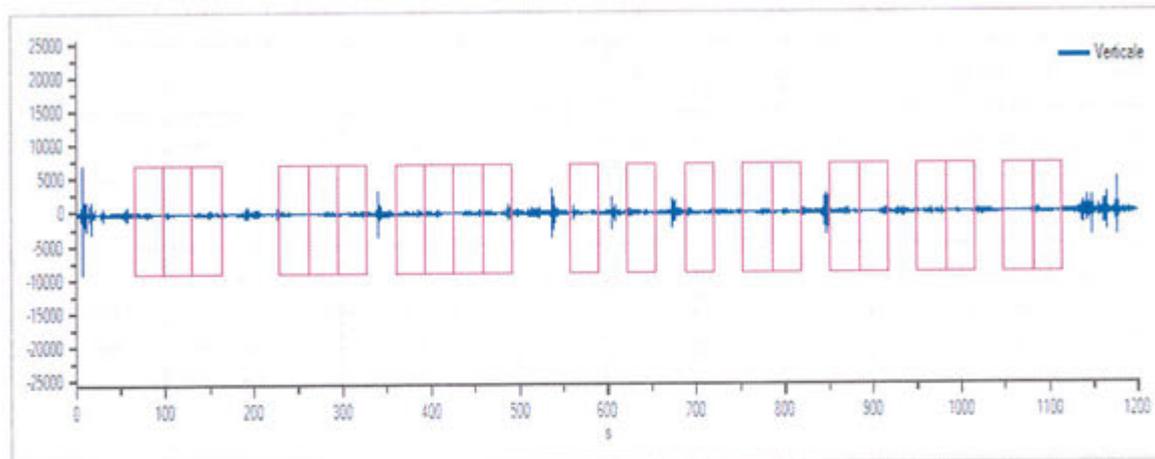
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



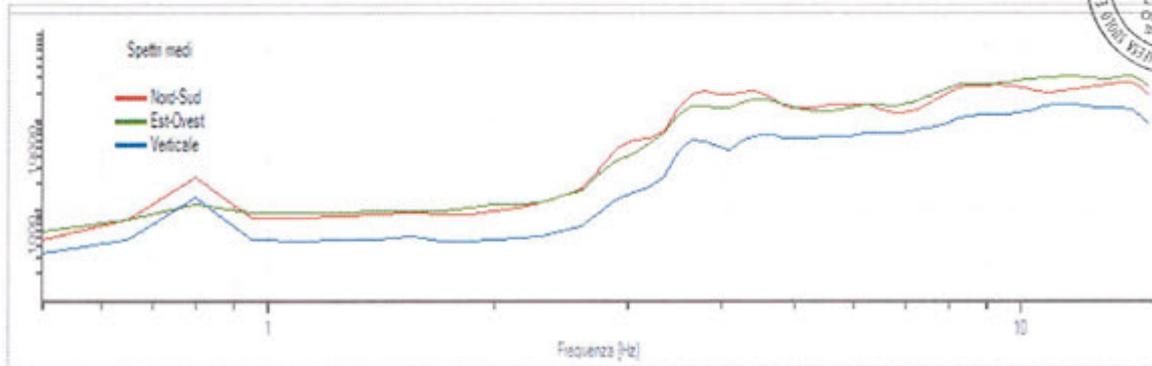
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

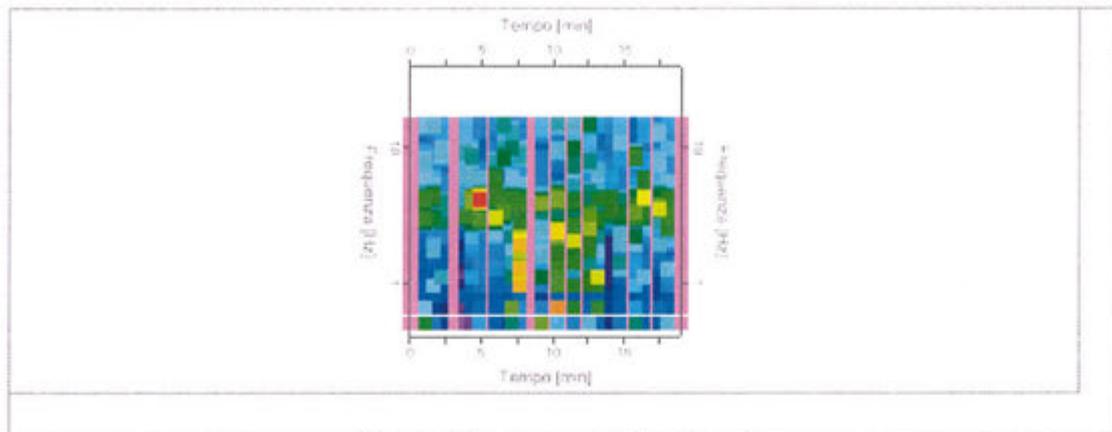
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

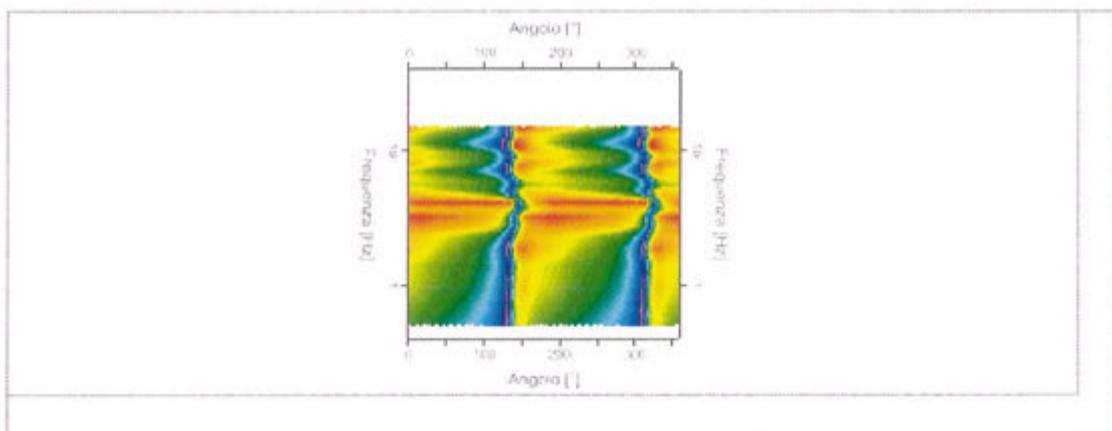
Grafici degli spettri:



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
 tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
 e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### Rapporto spettrale H/V

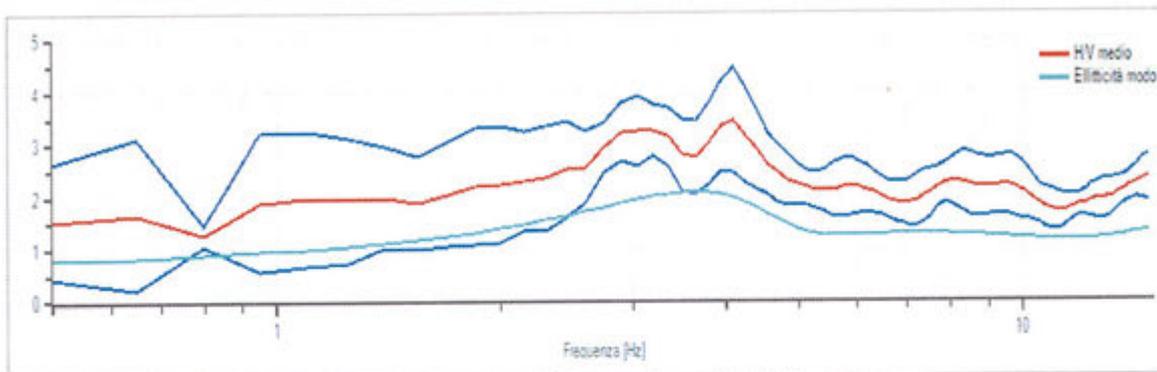
**Dati riepilogativi:**

Frequenza massima: 15.00 Hz  
 Frequenza minima: 0.50 Hz  
 Passo frequenze: 0.15 Hz  
 Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
 Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
 Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

**Risultati:**

Frequenza del picco del rapporto H/V: 4.10 Hz ±0.29 Hz

**Grafico rapporto spettrale H/V**



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

**Verifiche SESAME:**

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



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

## 067018P28 – HVSR12:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: Chiesa San Paolo - Colledara  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 14/07/2012



### Finestre selezionate

#### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 29  
Numero finestre incluse nel calcolo: 29  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

#### Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	65.536	98.304	Inclusa
2	98.304	131.072	Inclusa
3	163.84	196.608	Inclusa
4	196.608	229.376	Inclusa
5	229.376	262.144	Inclusa
6	262.144	294.912	Inclusa
7	294.912	327.68	Inclusa
8	327.68	360.448	Inclusa
9	393.216	425.984	Inclusa
10	458.752	491.52	Inclusa
11	491.52	524.288	Inclusa
12	524.288	557.056	Inclusa
13	557.056	589.824	Inclusa
14	589.824	622.592	Inclusa
15	622.592	655.36	Inclusa
16	655.36	688.128	Inclusa
17	688.128	720.896	Inclusa
18	720.896	753.664	Inclusa
19	753.664	786.432	Inclusa
20	786.432	819.2	Inclusa
21	819.2	851.968	Inclusa
22	851.968	884.736	Inclusa
23	884.736	917.504	Inclusa
24	917.504	950.272	Inclusa
25	950.272	983.04	Inclusa
26	983.04	1015.808	Inclusa
27	1015.808	1048.576	Inclusa
28	1048.576	1081.344	Inclusa
29	1081.344	1114.112	Inclusa



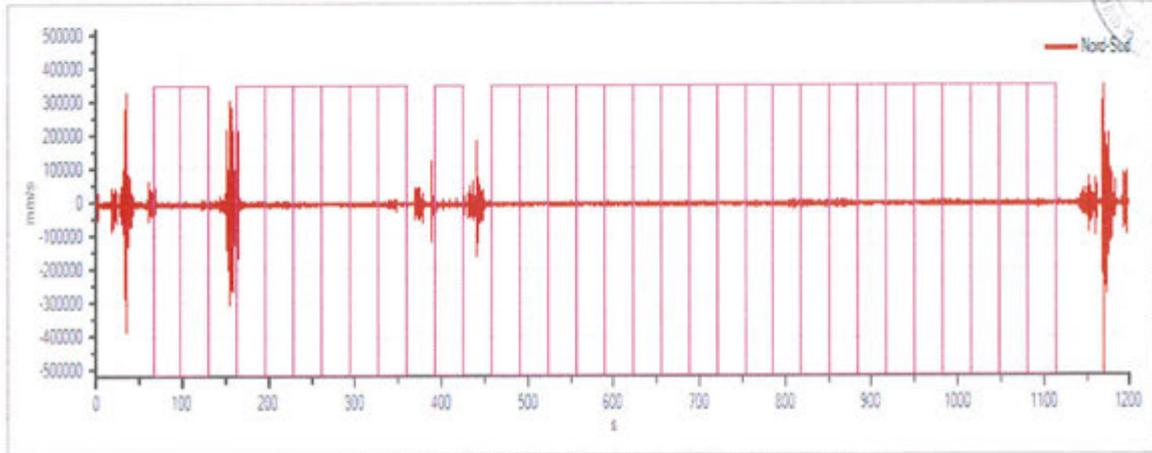
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

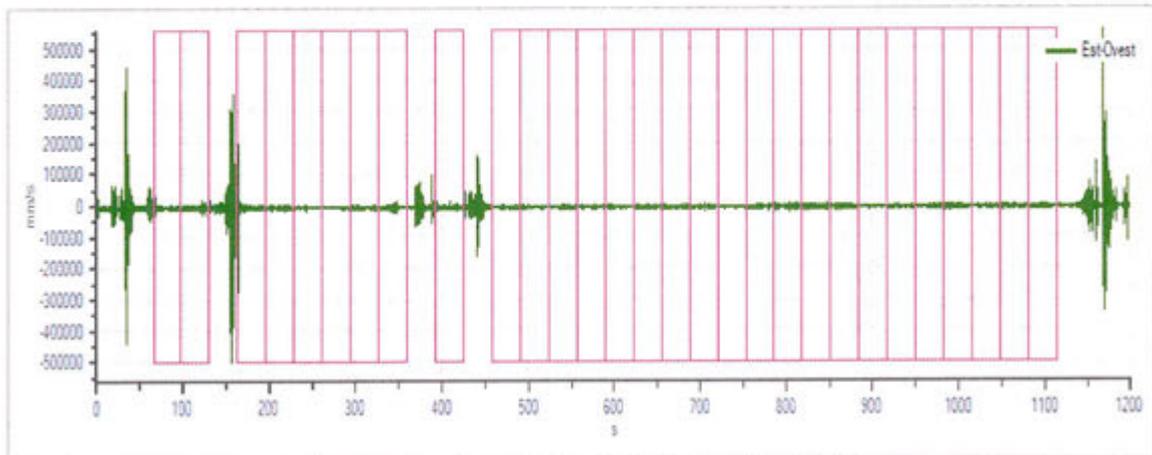
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

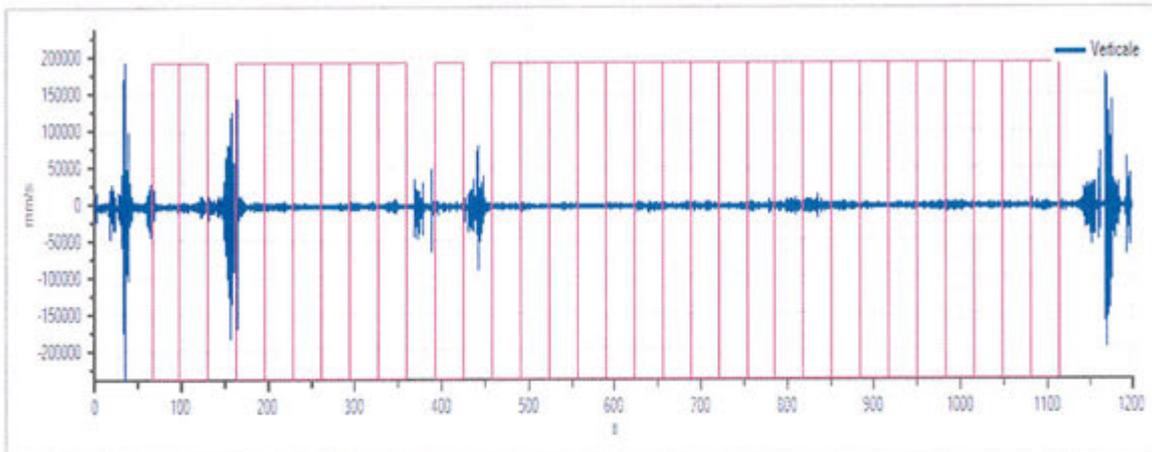
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

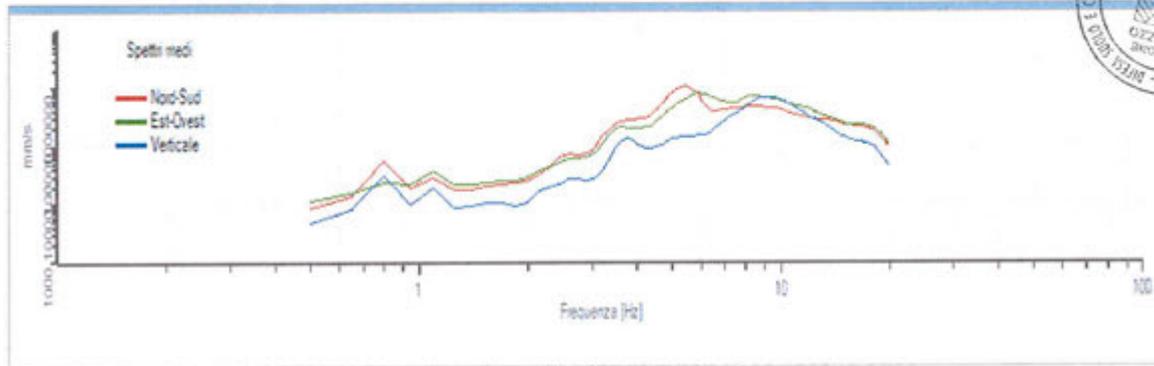


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

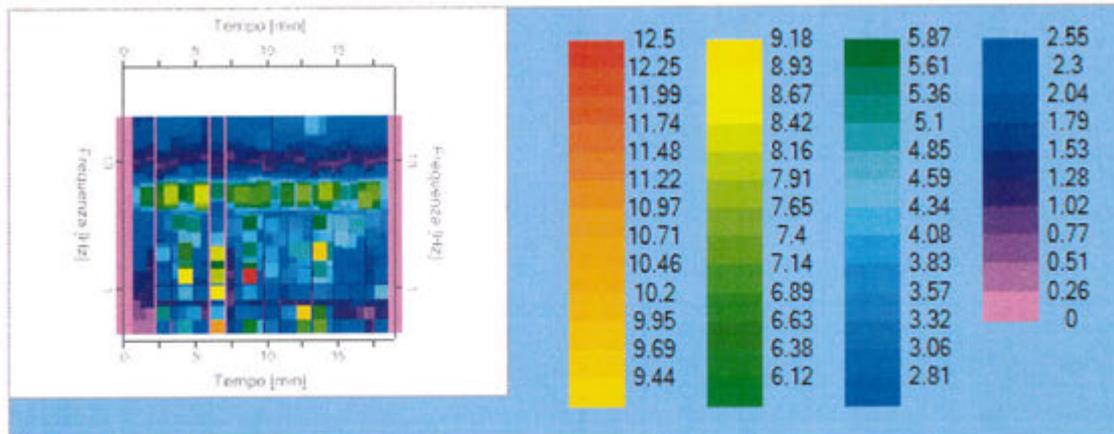


**Dott. Geol. Gaetano Crupi**  
 Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
 tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
 e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

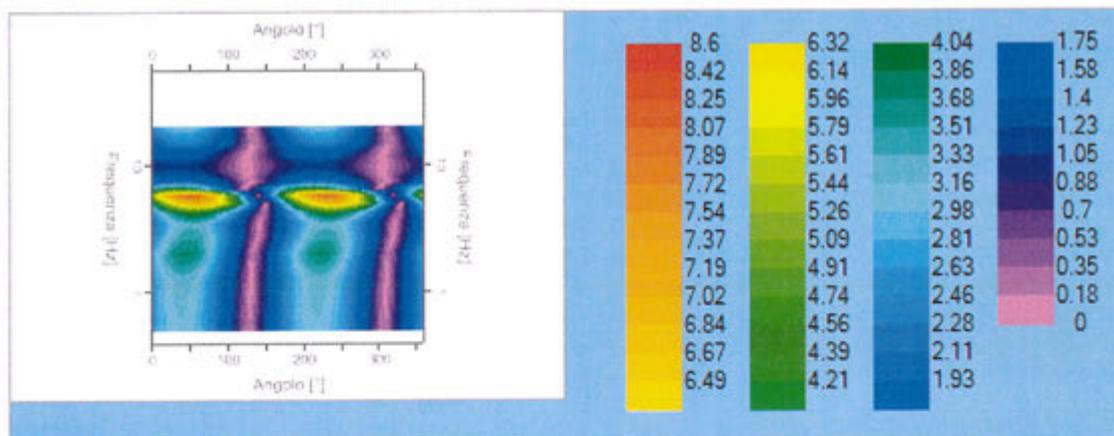
Grafici degli spettri:



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

**Rapporto spettrale H/V**



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

**Dati riepilogativi:**

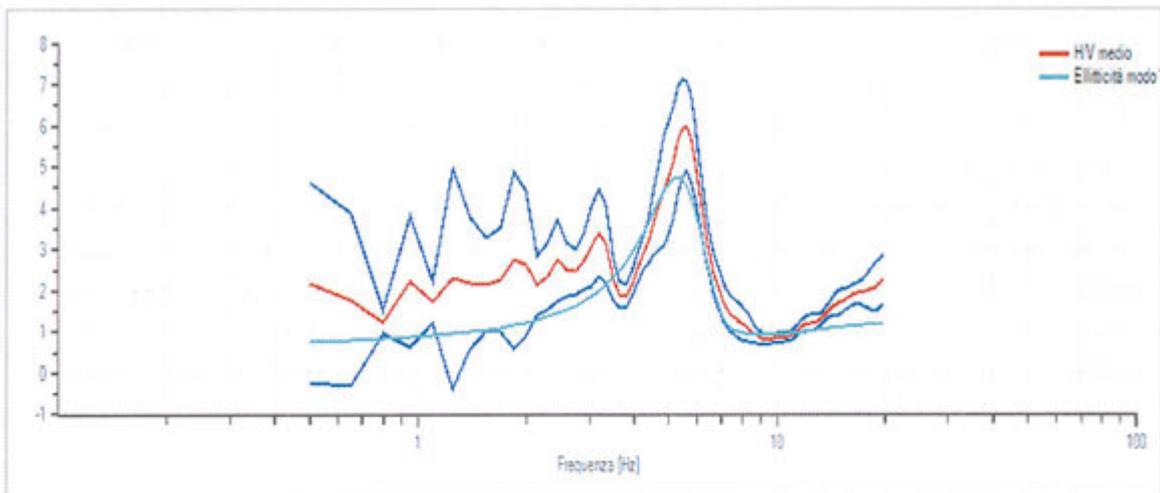
Frequenza massima: 20.00 Hz  
Frequenza minima: 0.50 Hz  
Passo frequenze: 0.15 Hz  
Tipo lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %  
Tipo di somma direzionale: Media aritmetica



**Risultati:**

Frequenza del picco del rapporto H/V: 5.60 Hz  $\pm$  0.18 Hz

**Grafico rapporto spettrale H/V**



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

**Verifiche SESAME:**

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



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## **067018P40 – HVSR13:**

### **Dati generali**

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: ex cava Piane Mavone  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 01/11/2012



### **Finestre selezionate**

#### *Dati riepilogativi:*

Numero totale finestre selezionate: 26  
Numero finestre incluse nel calcolo: 25  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamento: Media mobile  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

#### *Tabella finestre:*

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	32.768	65.536	Inclusa
2	65.536	98.304	Inclusa
3	98.304	131.072	Inclusa
4	131.072	163.84	Inclusa
5	163.84	196.608	Inclusa
6	196.608	229.376	Inclusa
7	229.376	262.144	Inclusa
8	262.144	294.912	Inclusa
9	294.912	327.68	Inclusa
10	360.448	393.216	Inclusa
11	393.216	425.984	Inclusa
12	458.752	491.52	Inclusa
13	491.52	524.288	Inclusa
14	524.288	557.056	Inclusa
15	557.056	589.824	Inclusa
16	589.824	622.592	Inclusa
17	720.896	753.664	Esclusa
18	753.664	786.432	Inclusa
19	786.432	819.2	Inclusa
20	819.2	851.968	Inclusa
21	851.968	884.736	Inclusa
22	884.736	917.504	Inclusa
23	917.504	950.272	Inclusa
24	950.272	983.04	Inclusa
25	1048.576	1081.344	Inclusa
26	1146.88	1179.648	Inclusa



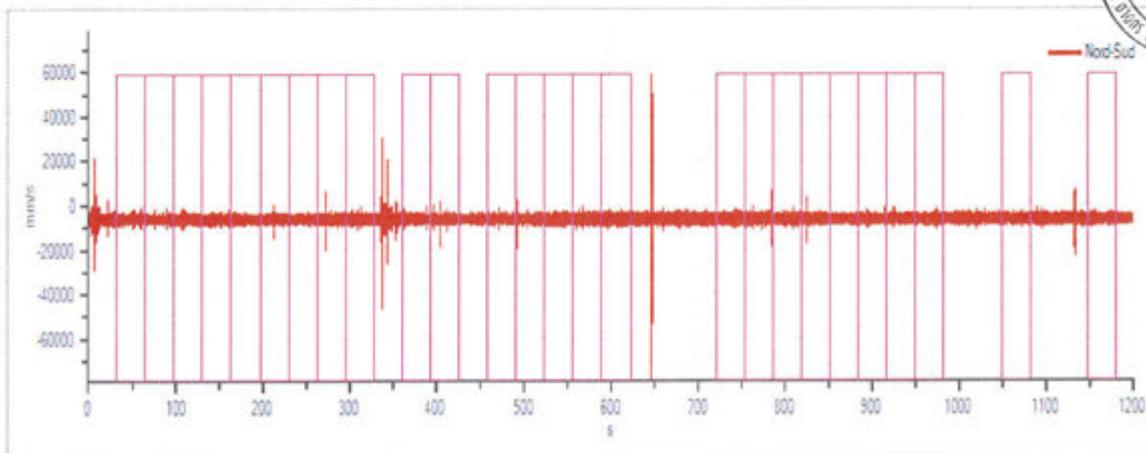
Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

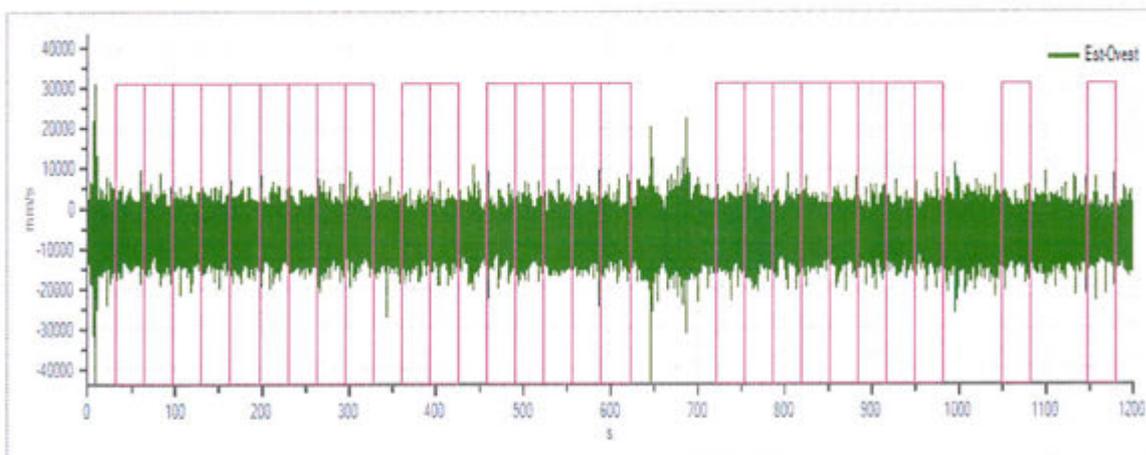
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: crupigeo@yahoo.it

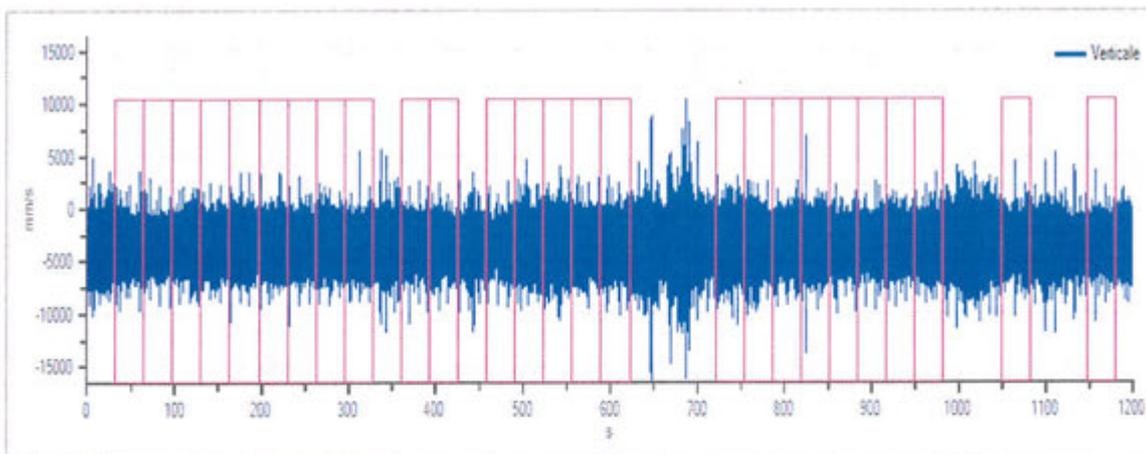
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



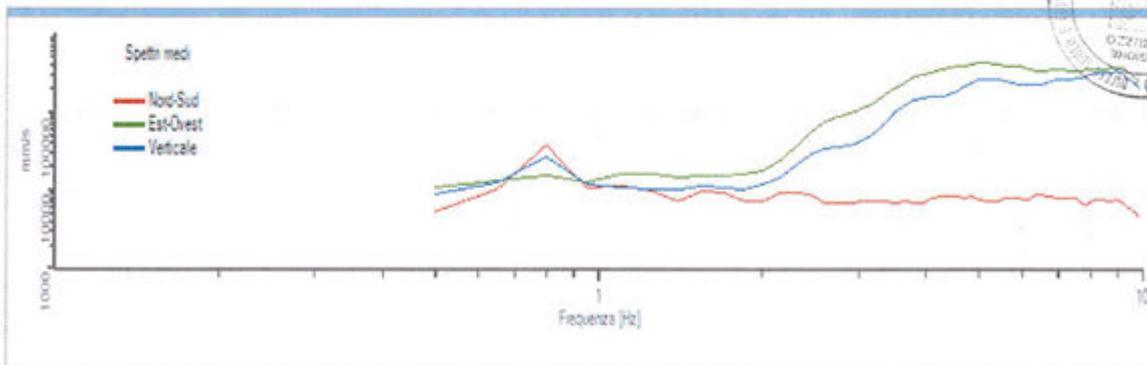
**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

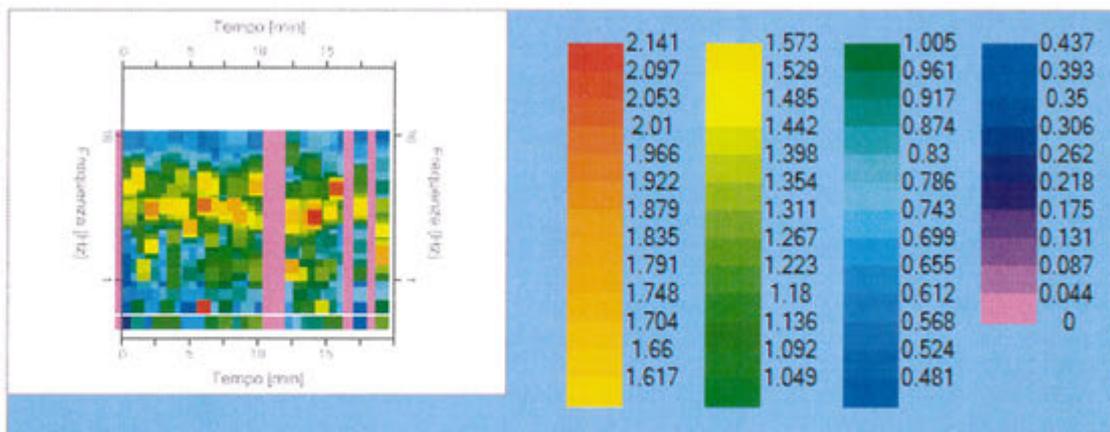
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

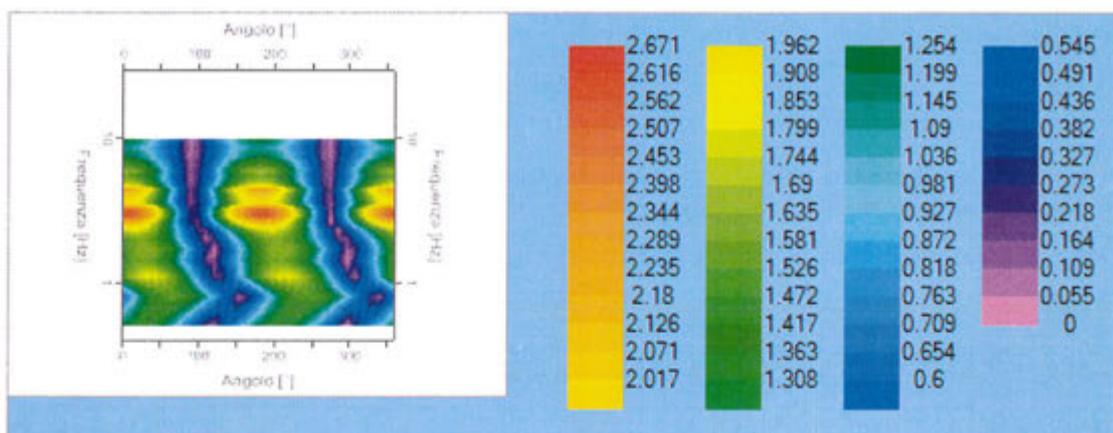
Grafici degli spettri:



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



### Rapporto spettrale H/V

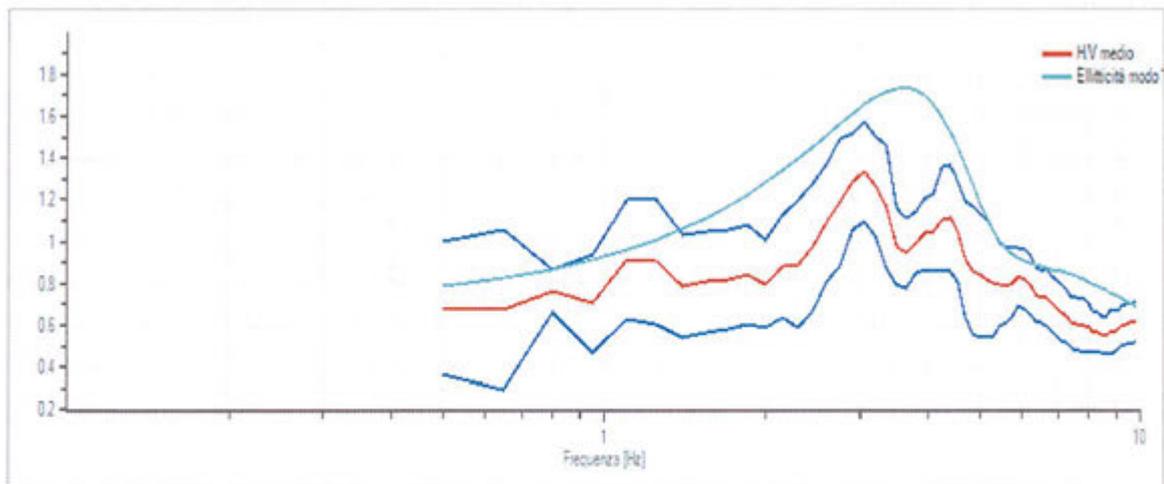
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	10.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Media mobile
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media quadratica

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.05 Hz  $\pm$  0.18 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

#### Verifiche SESAME:

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



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

*Handwritten signature and stamp.*

## 067018P41 – HVSR14:

### Dati generali

Nome progetto: MZS Colledara(TE)  
Committente: Dott. Geol. Gaetano Crupi  
Località: ex cava Piane Mavone  
Operatore: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Responsabile: Dott. Geol. Stefano Tucci  
Data: 31/10/2012



### Finestre selezionate

#### Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 24  
Numero finestre incluse nel calcolo: 24  
Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale  
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

#### Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	98.304	131.072	Inclusa
2	131.072	163.84	Inclusa
3	163.84	196.608	Inclusa
4	196.608	229.376	Inclusa
5	262.144	294.912	Inclusa
6	294.912	327.68	Inclusa
7	360.448	393.216	Inclusa
8	393.216	425.984	Inclusa
9	425.984	458.752	Inclusa
10	458.752	491.52	Inclusa
11	491.52	524.288	Inclusa
12	524.288	557.056	Inclusa
13	557.056	589.824	Inclusa
14	589.824	622.592	Inclusa
15	622.592	655.36	Inclusa
16	655.36	688.128	Inclusa
17	720.896	753.664	Inclusa
18	753.664	786.432	Inclusa
19	786.432	819.2	Inclusa
20	819.2	851.968	Inclusa
21	884.736	917.504	Inclusa
22	917.504	950.272	Inclusa
23	950.272	983.04	Inclusa
24	983.04	1015.808	Inclusa



Dott. Geol. Gaetano Crupi

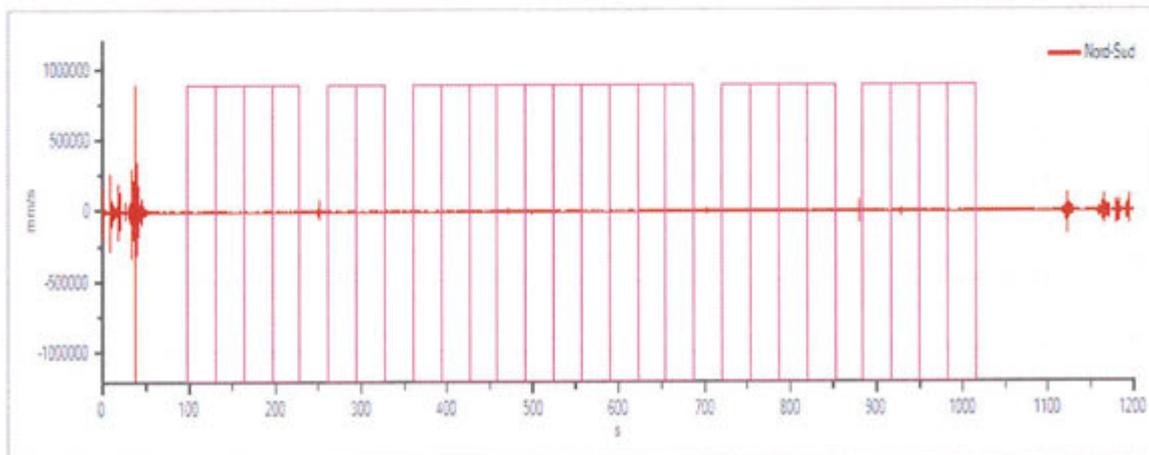
Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

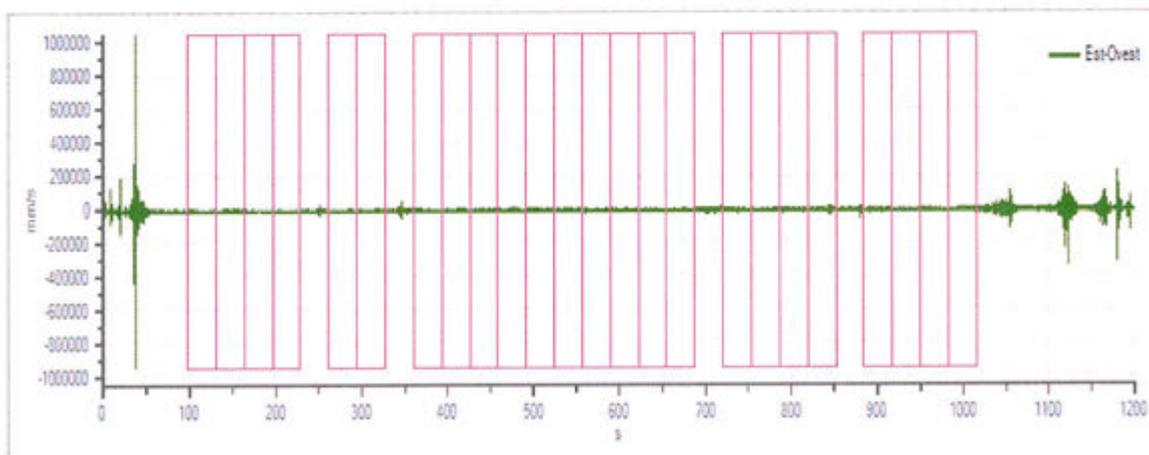
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



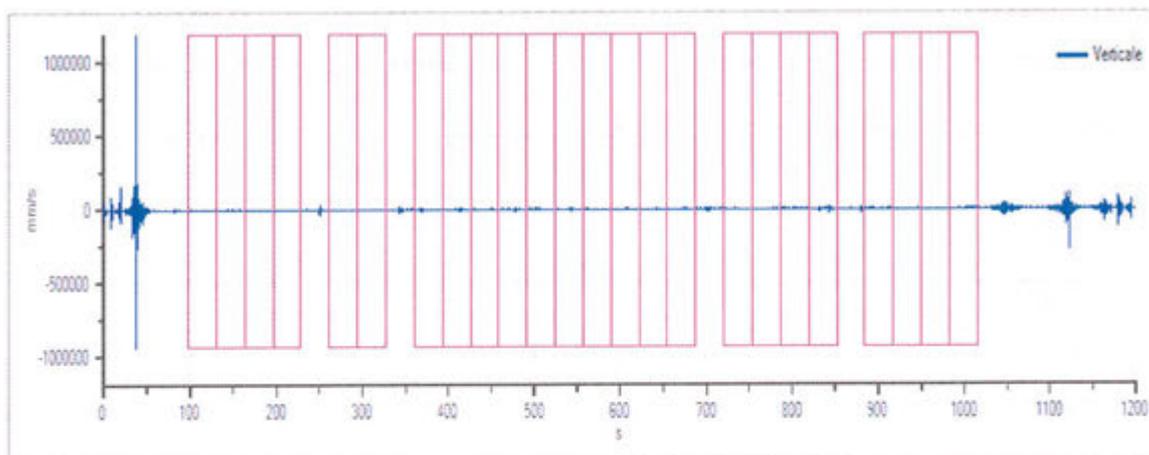
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

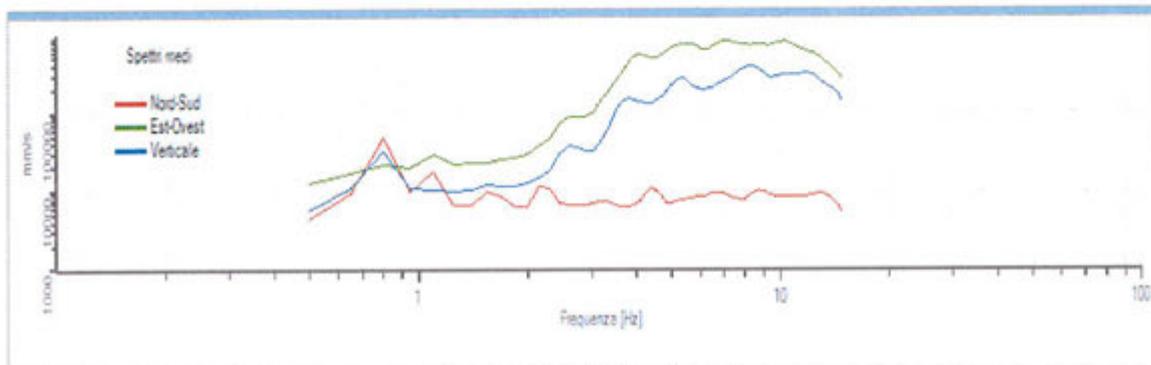


**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

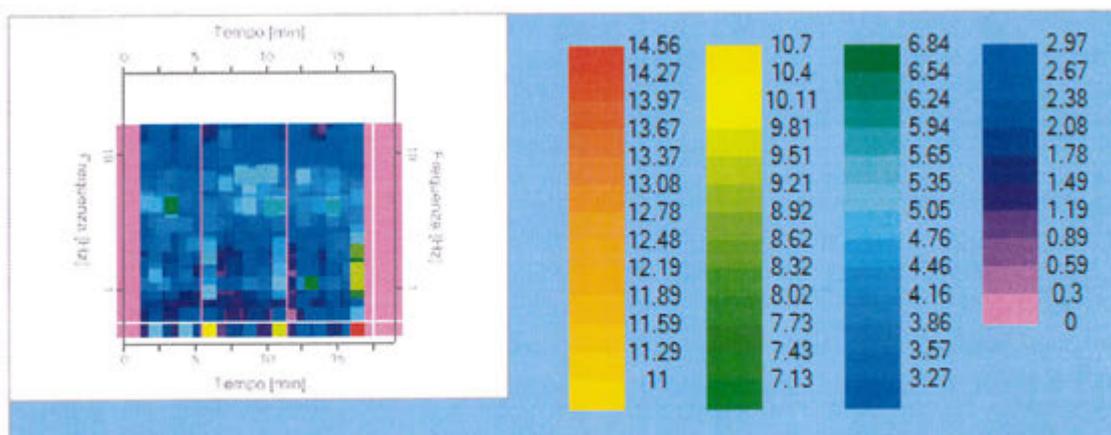
Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
 tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
 e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



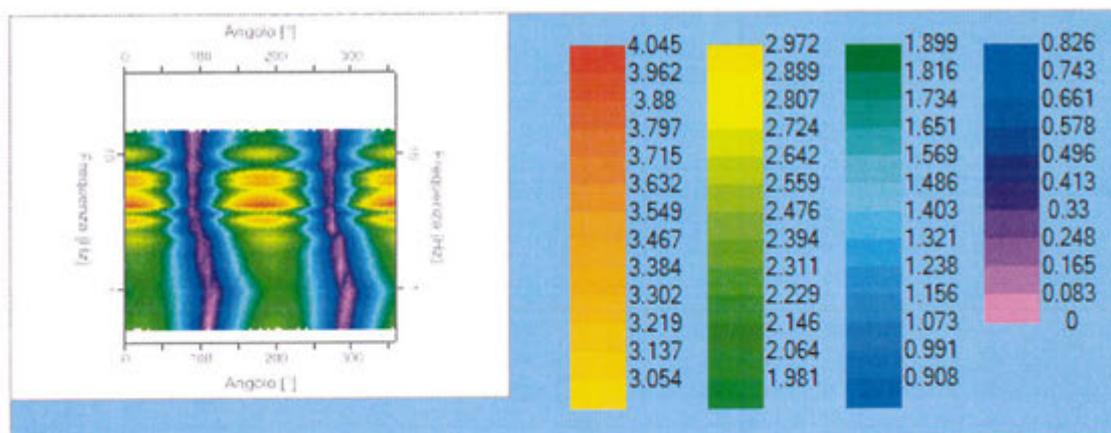
Grafici degli spettri:



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: crupigeo@yahoo.it



### Rapporto spettrale H/V

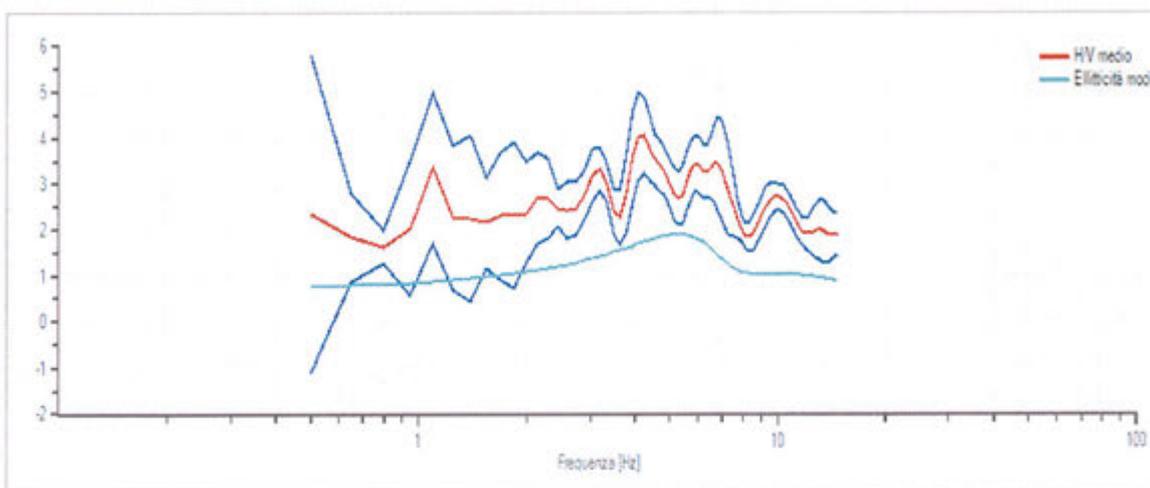
#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	15.00 Hz
Frequenza minima:	0.50 Hz
Passo frequenze:	0.15 Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10.00 %
Tipo di somma direzionale:	Media geometrica

#### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 4.25 Hz ±0.21 Hz

#### Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

#### Verifiche SESAME:

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



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Nel presente capitolo vengono definiti i criteri con i quali si è proceduto nella elaborazione delle diverse cartografie e commentate le singolarità emerse. Le carte redatte sono le seguenti:

- *Carta delle Indagini;*
- *Carta Geologico-Tecnica;*
- *Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva Sismica;*

### 8.1 CARTA DELLE INDAGINI

La Carta delle Indagini, realizzata in scala 1: 5.000, deriva dalla raccolta, archiviazione e rappresentazione cartografica di tutte le indagini geognostiche, geotecniche, idrogeologiche e geofisiche preesistenti eseguite nel territorio di interesse, in parte messe a disposizione dall'Amministrazione comunale ed in parte derivanti da indagini eseguite da altri colleghi e dallo scrivente.

In prevalenza le indagini pregresse sono costituite da prove penetrometriche dinamiche DPSH e prove penetrometriche statiche CPT, ed anche alcune di tipo sismico come indagini di sismica a rifrazione, stendimenti M.A.S.W., indagini sismiche H.V.S.R. sia preesistenti che realizzate ex-novo per la stesura della Carta delle frequenze fondamentali di vibrazione.

Sono state riportate sulla Carta anche n. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo; per ognuno è stata riportata sulla carta la quota in m s.l.m. del foro di sondaggio in superficie, la profondità raggiunta dal p.c., la profondità del substrato dal p.c. e la profondità dal p.c. della falda, dove rilevate. Essi risultano caratterizzati anche da altre tipologie d'indagine, come prove S.P.T. in foro, prelievo di campioni indisturbati per analisi di laboratorio, installazione di piezometri, prove sismiche tipo down-hole; per rappresentarli sulla stessa verticale è stato utilizzato il simbolo per le indagini multiple, riportando la rispettiva sigla in alto a destra del simbolo del sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 8.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA

Nella stesura della Carta Geologico – Tecnica, realizzata in scala 1: 5.000, sono state rappresentate le informazioni geologiche e litotecniche attraverso l'utilizzo di due livelli sovrapposti: le UNITA' GEOLOGICHE (U.G.), rappresentative del substrato rigido, non rigido e dei terreni di copertura, e le UNITA' LITOTECNICHE (U.L.), rappresentative delle caratteristiche meccaniche dei terreni presenti; a queste unità sono stati sovrapposti gli elementi tettonico-strutturali e geomorfologici.

### UNITÀ GEOLOGICHE (U.G.)

Le unità geologiche sono state distinte a loro volta in Unità Geologiche Marine (U.G.M.), corrispondenti al substrato geologico rigido, e Unità Geologiche Continentali (U.G.C.), corrispondenti ai depositi continentali Quaternari, ovvero ai terreni di copertura. Le Unità Geologiche Marine rilevate nel territorio in studio sono rappresentate dalle associazioni che caratterizzano la *Formazione della Laga*. Le U.G.C. presenti corrispondono alle coltri eluvio-colluviali (col), ai depositi antropici (ant), alluvionali (all), alluvionali terrazzati (atn), e ai diversi depositi di frana (fra).

Di seguito vengono rappresentate e descritte dettagliatamente le singole unità che compongono la Carta Geologico – Tecnica:

### UNITÀ GEOLOGICHE MARINE – UGM (DEPOSITI MARINI):

*Unità pelitico-arenacea (Miocene sup.)*, nota in letteratura come *Formazione della Laga (Lag)*, è presente in affioramento con i soli due membri superiori denominati *membro gessarenitico (Lag<sub>5b</sub>)* e *membro di Teramo (Lag<sub>6c</sub>)*:

#### ***membro di Teramo (Lag<sub>6c</sub>):***

prevalenti marne argillose grigio plumbee con subordinati letti arenitici, per lo più a granulometria fine e caratterizzati da sequenza di Bouma incompleta. A varie altezze, intervalli arenaceo-pelitici spessi da alcuni metri ad oltre 100 m. Le intercalazioni di spessore più modesto (dell'ordine dei 10-15 metri) sono state mappate come strati.

#### ***membro gessarenitico (Lag<sub>5b</sub>):***

consiste prevalentemente di strati spessi o molto spessi di marne argillose, alternati a strati torbiditici pelitico-arenacei sottili o medi ( $A/P < 1$ ) per lo più caratterizzati da intervalli incompleti della sequenza di Bouma; occasionalmente è la presenza di strati spessi arenaceo-pelitici ( $1 < A/P < 3$ ) organizzati in intervalli di alcuni metri.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



#### **UNITÀ GEOLOGICHE CONTINENTALI – UGC (DEPOSITI QUATERNARI):**

##### ***Sedimenti alluvionali terrazzati (atn) (Pleistocene sup. – medio):***

Quest'unità è costituita da strati e lenti (sono individuati tre ordini di terrazzo, nello specifico dal più antico al più recente) variamente associati di ghiaie, sabbie e limi. Essa costituisce il corpo dei terrazzi fluviali presenti nell'area lungo i versanti delle principali incisioni fluviali. La giacitura è generalmente concordante con l'andamento dei corsi d'acqua. Gli spessori complessivi variano tra qualche metro e qualche decina di metri.

##### ***Depositi alluvionali recenti (all) (Olocene – Pleistocene sup.):***

Questi terreni costituiscono le piane di fondovalle dei corsi d'acqua presenti nell'area e rappresentano i più recenti depositi qui sedimentatisi. La loro origine è da attribuirsi all'azione degli stessi corsi d'acqua, che hanno depositato materiali erosi dal substrato di origine marina successivamente trasportati a valle. Dal punto di vista litologico sono costituiti da ghiaie, sabbie, sabbie limose ed argille sabbiose alternantisi in strati sub-orizzontali di diverso spessore. Possibili sono anche passaggi laterali fra le diverse litologie. Gli spessori complessivi non sono superiori alla decina di metri.

##### ***Depositi di conoide alluvionale o fluvioglaciale (all) (Olocene):***

Sono tra i depositi più recenti dell'area considerata e si rinvencono ai piedi dei rilievi montuosi. Sono costituiti da brecce in matrice sabbioso-limosa alternate a sabbie limose o sabbie limoso-argillose con clasti. La stratificazione presenta giacitura all'incirca parallela al pendio. Gli spessori complessivi raramente sono superiori a qualche metro.

##### ***Depositi di frana (fra) e coltri eluvio-colluviali (col) (Attuale – Olocene):***

La loro genesi è legata a processi di degradazione del substrato litoide ed in particolare delle unità marnoso-arenacee; essi sono diffusi in tutto il territorio di Colledara, in particolare alla base dei versanti. I depositi di frana sono costituiti da ghiaie, sabbie, limi ed argille fortemente rimaneggiate ed associate in maniera caotica; formano corpi circoscritti, di varie dimensioni e spessore. Le coltri eluvio-colluviali sono costituite da accumuli di sabbie limose, limi ed argille variamente associate che ammantano i rilievi con spessori generalmente crescenti muovendosi da monte verso valle. Gli spessori complessivi raramente sono superiori alla decina di metri.

##### ***Depositi antropici (ant) (Attuale):***

Deposito di materiale conseguente ad una qualsiasi attività umana, ad esempio discariche di cava e di miniera, depositi di rifiuti solidi urbani, industriali o di materiale inerte, materiale, per lo più di riporto, utilizzato per la realizzazione di sbarramenti artificiali di



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

piccoli bacini, fiumi, canali; sbarramenti di laghetti artificiali, massicciate di importanti opere varie.



### **UNITÀ LITOTECNICHE (U.L.)**

Nelle Linee Guida viene richiesto di indicare con un soprassegno specifico i caratteri litotecnici dei terreni affioranti, distinti per granulometria (e quindi per tipologia di comportamento, che sia esso prevalentemente "coesivo" o "granulare") e per stati di addensamento o consistenza; nei terreni granulari, una sigla apposita indicherà i caratteri intermedi, a seguito della presenza, ad esempio, di clasti più grossolani, o di matrice più fine.

Le U.L. sono state distinte in due categorie: "Substrato geologico rigido o non rigido" (per substrato non rigido si intende quello caratterizzato da  $V_s \leq 800$  m/s) e "Terreni di copertura".

#### **UNITÀ LITOTECNICHE DI SUBSTRATO**

Ad entrambe i membri dell'unità pelitico-arenacea della *Formazione della Laga* sopra descritte, che costituiscono il *substrato geologico rigido* delle zone in oggetto, dal punto di vista litotecnico è stata associata la definizione di:

**B5 – Unità litotecnica lapidea stratificata:** Rocce stratificate costituite da alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici (con contrasto di competenza) dove la componente pelitica è > 75%.

Tali terreni rappresentano il substrato geologico locale e, poiché raggiungono una  $V_s \geq 800$  m/s, nella Carta delle MOPS, le aree relative, con pendenza < 15°, saranno classificate come "aree stabili", mentre quelle con pendenza > 15°, come "aree stabili suscettibili di amplificazione locale".

#### **UNITÀ LITOTECNICHE DI COPERTURA**

I terreni di copertura sono stati classificati con le seguenti categorie:

##### ***Terreni granulari non cementati o poco cementati:***

**E1 - Ciottoli e blocchi.**

**E2 - Ghiaie.**

**E3 - Ghiaia sabbiosa.**

**E5 - Sabbia ghiaiosa.**



**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

I terreni di copertura granulari sono caratterizzati da valori di *addensamento* pari a:

*II – Moderatamente addensato*

*III – Poco addensato*

*IV – Sciolto*

**Terreni coesivi:**

*F3 - Limo argilloso.*

*F4 - Argilla limosa.*

I terreni di copertura coesivi sono caratterizzati da valori di *consistenza* pari a:

*IV – Moderatamente consistente.*

**Terreni contenenti resti ed attività antropiche:**

*G – Terreni di origine antropica (riporti) con diverso grado di addensamento.*

In definitiva per ogni unità litotecnica è stata adottata una sigla come la seguente:

<b>Col</b>	-	<b>E7</b>	-	<b>III</b>	<b>c</b>
Unità geologica di appartenenza		Suddivisione granulometrica		Stato di addensamento/consistenza	Tipologia inclusioni

In cui la lettera in fondo indica la tipologia delle inclusioni, come da seguente classificazione:

- a Frammenti lapidei di dimensioni maggiori;*
- b Frazione fine interstiziale non coesiva;*
- c Frazione fine interstiziale coesiva, ma non sufficiente ad alterare il carattere granulare*

Nella Carta Geologico-Tecnica sono indicati i seguenti ulteriori elementi geomorfologici e strutturali:

- Scarpare morfologiche: vengono distinte con simbologia differente le scarpate morfologiche o da terrazzo fluviale con altezze differenti:  
H<10 m, 10 m<H<20 m e H>20 m;





**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

- Scarpate di frana: vengono distinte con simbologia differente in base all'attività della scarpata e del movimento franoso;
- Giaciture: vengono indicate le giaciture misurate in fase di rilevamento e riportate nella Carta Geologico-Tecnica allegata allo studio.





Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

### **8.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS) E DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI DI VIBRAZIONE**

Nella Carte delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) sono state distinte diverse aree all'interno delle quali si ritiene che sia omogeneo il comportamento in termini di risposta sismica, alla luce delle caratteristiche geologico-geomorfologiche di superficie, della geologia di sottosuolo, ricostruita dalle sezioni geologiche, e dai dati sia geofisici che di sondaggio a disposizione, oltre che dei risultati emersi dalle misurazioni strumentali di nuova acquisizione (HVSR).

Sono state quindi distinte all'interno del territorio comunale di Colledara le seguenti zone:

#### **8.3.1 ZONE STABILI.**

**ALS** (codice 1041) - Sono le aree codificate sulla base del substrato rigido (un'alternanza di litotipi), ovvero le zone dove affiorano o sono coperte da una coltre eluvio-colluviale minore di 3 m, le *unità della Formazione della Laga* ( $Lag_{6c}$  e  $Lag_{5b}$ ) che raggiungono valori delle velocità di propagazione delle onde S pari o superiori ai 800 m/s ( $V_S \geq 800$  m/s), necessarie a individuare secondo le Linee Guida, le zone stabili prive di amplificazione dello scuotimento sismico, e che presentano pendenze  $\leq 15^\circ$ .

Ritengo opportuno precisare che, visto l'esiguo numero di indagini sismiche (MASW), in questa fase di livello 1, è stato considerato un unico substrato rigido con valori che oscillano tra 800-1100 m/s. Tali dati sono stati estrapolati da relazioni geologiche redatte in passato: (loc. Bascianella: rif. Di Felice – Lucenti (2010) indagini P7, P8 e L3), (loc. Bascianella: rif. Di Pietrangelo – Lucenti (2010) indagini P9 e L4), (loc. Ornano Grande: rif. Di Giacobbe – Lorè (2011) indagini P10, P11 e L5), e Geol. Catalogna (1993) - Studio geologico geomorfologico ed idrogeologico per il Piano Regolatore Esecutivo del Comune di Colledara.

#### **8.3.2 ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI.**

Nelle *zone stabili suscettibili di amplificazioni locali* sono attese amplificazioni del moto sismico di input legate alla situazione litostratigrafica e/o morfologica locale. Sostanzialmente si tratta delle zone di affioramento di terreni di copertura quali depositi alluvionali a morfologia terrazzata, coltri eluvio-colluviali e depositi antropici. Gli spessori dei terreni di copertura sono sempre  $> 3$  m e presentano una  $V_S < 800$  m/s.

Sono state individuate ben 10 zone suscettibili di amplificazioni locali e nello specifico sono:



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



- **Zona 1** (codice 2001) - Tale zona è considerata *stabile, ma suscettibili di amplificazione locali per effetti topografici e morfologici*, infatti comprende le aree in cui il substrato rigido (le unità della *Formazione della Laga*:  $Lag_{6c}$  e  $Lag_{5b}$ ) affiora o è coperto da una coltre eluvio-colluviale di spessore  $<$  di 3 m, che raggiunge sì, valori delle velocità di propagazione delle onde S pari o superiori ai 800 m/s ( $V_S \geq 800$  m/s), ma che presenta pendenze  $>$   $15^\circ$ .
- **Zona 2** (codice 2002) - Comprende le aree caratterizzate da **limi-argillosi da poco consistenti a mediamente consistenti**, che costituiscono le coltri di copertura a carattere coesivo, con spessori che possono variare da 3 a 8 m ed una  $V_S$  compresa tra i 200 e 400 m/s, sovrastanti il substrato rigido pelitico-arenaceo della *Formazione della Laga*, che presenta una  $V_S \approx 900$  m/s.
- **Zona 3** (codice 2003) - Comprende le aree caratterizzate da **argille-limose moderatamente consistenti**, che costituiscono le coltri di copertura a carattere coesivo, con spessori che possono variare da 4 a 6 m ed una  $V_S \approx 180$  m/s, sovrastanti un livello di alluvioni ciottolose con conglomerati cementati spesso circa 1-3 m ed una  $V_S \approx 190$  m/s, in discordanza sul substrato rigido pelitico-arenaceo della *Formazione della Laga*, che presenta una  $V_S \approx 800$  m/s.
- **Zona 4** (codice 2004) - Racchiude le aree caratterizzate da una **miscela di sabbia e ghiaie con granulometria poco assortita**, in corrispondenza di depositi alluvionali terrazzati, con spessori che variano da 1 a 5 m, poggianti sul substrato rigido pelitico-arenaceo della *Formazione della Laga*.
- **Zona 5** (codice 2005) - Intende le aree caratterizzate da **riporto antropico**, ovvero terreni contenenti resti di attività antropica (o di origine antropica), costituito da sabbie limose ed argille sabbiose con diverso grado di addensamento, con spessori che possono variare dai 5 ai 10 m ed una  $V_S$  compresa tra i 150 e 350 m/s; al disotto substrato rigido alterato.
- **Zona 6** (codice 2006) - Comprende le aree caratterizzate da una coltre eluvio-colluviale costituita da **sabbie-argillose moderatamente addensate**, con spessori che variano da 2 a 4 m ed una  $V_S$  compresa tra i 200 e 300 m/s, sovrastanti il substrato rigido pelitico-arenaceo della *Formazione della Laga*, che presenta una  $V_S$  compresa tra gli 800 e 1100 m/s.
- **Zona 7** (codice 2007) - Contiene aree caratterizzate da sedimenti di conoide alluvionale/fluvio-glaciale (?), costituiti da una **miscela di ghiaia e sabbia** con spessori



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



che possono variare dai 5 ai 10 m, con ghiaie a granulometria ben assortita, sovrastanti il substrato rigido pelitico-arenaceo della *Formazione della Laga*, che presenta una  $V_s$  compresa tra i 600 e 1200 m/s.

- **Zona 8** (codice 2008) - Racchiude le aree caratterizzate da una **miscela di ghiaie, sabbia e limo** dello spessore variabile tra i 4 e 8 m, in corrispondenza di depositi alluvionali terrazzati, poggianti sul substrato rigido pelitico-arenaceo.
- **Zona 9** (codice 2009) - Comprende le aree in corrispondenza di depositi alluvionali terrazzati costituiti da **sabbie ghiaiose** con spessori tra i 15 e 20 m, poggianti sul substrato rigido pelitico-arenaceo.
- **Zona 10** (codice 2010) - Contiene le aree costituite da una **miscela di sabbia e ghiaie con granulometria ben assortita**, in corrispondenza di depositi alluvionali terrazzati, poggianti sul substrato rigido pelitico-arenaceo.

### 8.3.3 ZONE SUSCETTIBILI D'INSTABILITÀ

Tra le *zone suscettibili di instabilità* vengono ricomprese tutte le zone in frana individuate nella Carta Geologico-Tecnica, con stato di attività attivo, quiescente o non attivo.

La tipologia del dissesto (frana rotazionale, deformazioni superficiali lente, ecc.) non viene indicata in questa mappa, ma rimandata alla consultazione della suddetta cartografia tematica.

### 8.3.4 FORME DI SUPERFICIE

Tra gli altri elementi individuati, vengono rappresentate le zone di scarpata morfologica e gli orli di terrazzo fluviale, con apposita simbologia differenziata in base alle classi delle sole altezze  $10m < H < 20m$  e  $H > 20m$ ; tali fasce rappresentano zone in cui si possono verificare fenomeni di amplificazione topografica del moto sismico.

Di seguito si riporta il quadro riassuntivo relativo alle diverse M.O.P.S. individuate all'interno del territorio comunale di Colledara (Fig. 8.3.1).



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: crupigeo@yahoo.it

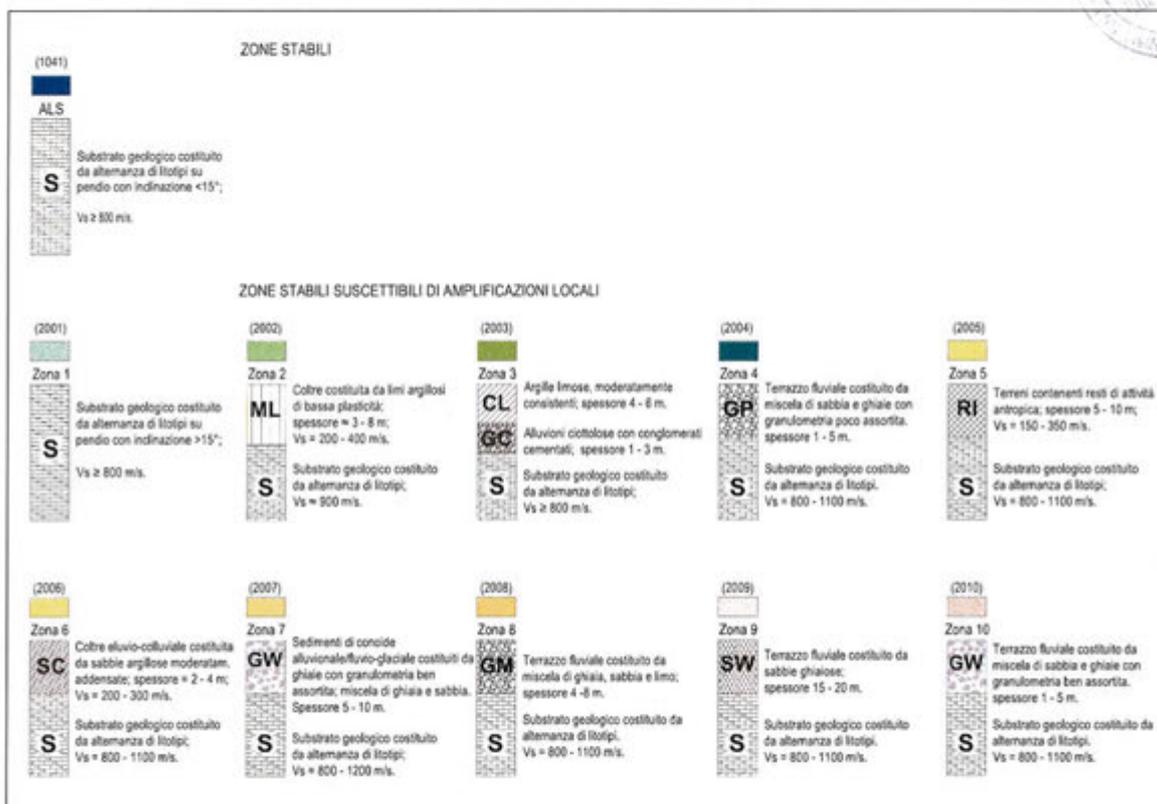


Fig. 8.3.1: quadro riassuntivo delle Microzone omogenee individuate sul territorio di Colledara.

Sulla Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica è stata aggiunta la *carta delle frequenze di risonanza*, sulla quale sono riportati i valori di frequenza di risonanza fondamentale ( $F_0$ ) e di ampiezza di picco H/V ( $A_0$ ) sia delle indagini HVSR presenti in bibliografia sia di quelle eseguite in questa fase di studio.

La simbologia, che è funzione dei valori  $F_0$  (frequenza di risonanza) ed  $A_0$  (ampiezza di risonanza), è costituita da un cerchio con riempimento a colore pieno; il colore di riempimento indica il range all'interno del quale si colloca la frequenza di risonanza e la dimensione del cerchio indica l'ampiezza del picco di risonanza, secondo la legenda riportata nelle Linee Guida. Nel nostro caso sono stati rilevati anche secondi picchi significativi, per cui la carta presenta valori  $F_1$  ed  $A_1$  i quali sono stati rappresentati con lo stesso meccanismo, ma con un simbolo diverso (quadrato). Le indagini HVSR presenti in bibliografia e quelle eseguite in questa fase di campagna coprono tutte le MOPS delle zone suscettibili di amplificazioni locali individuate.

Le misure HVSR, realizzate in numero che è funzione dell'estensione dell'area e delle situazioni geologiche presenti e comunque non meno di una misura di buona qualità per ogni microzona, sono riportate nel relativo Cap. 7, con descrizione della metodologia e delle elaborazioni finali.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## 9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

La storia sismica del territorio comunale di Colledara è stata illustrata nel capitolo 2, dove in tabella 2.2 e nella successiva figura 2.1 a pagina 6, sono riportati i principali eventi sismici che lo hanno interessato, e si evidenzia come l'archivio riporti unicamente terremoti recenti, successivi al 1933. Il catalogo risulta visibilmente incompleto in quanto contempla unicamente terremoti recenti, sono infatti assenti terremoti per i quali in altri comuni dell'area del Gran Sasso sono state riportate intensità significative, come nel caso, ad esempio, del terremoto di Avezzano del 1915. Ciò è dovuto principalmente alla mancanza di fonti storiche generalmente legate all'importanza politica ed economica del luogo.

Dalla tabella 2.2 si evince che l'evento tellurico più importante fu quello di Isola del Gran Sasso del 5 settembre 1950, che a Colledara determinò danni attribuibili all'intensità macrosismica 8 della scala MCS.

L'unico evento sismico di cui si hanno dati archiviati fanno riferimento all'ultimo terremoto del 6 Aprile 2009 con epicentro nella zona Aquilana. Da tali dati si evince che il maggior numero di danni, edifici inagibili (Cat. E), edifici parzialmente inagibili (Cat. C) ed edifici temporaneamente inagibili (Cat. B), sono collocati all'interno degli abitati delle frazioni di Castiglione della Valle, Villa Petto, Villa Illi e Cretara; danni minori si presentano presso le frazioni di Chiovano e Ornano.

Nella figure a seguire, sono riportati stralci della carta con l'esito dell'agibilità degli edifici relativi ad alcune frazioni, dove sono stati rilevati i maggiori danni a seguito dell'evento sismico.

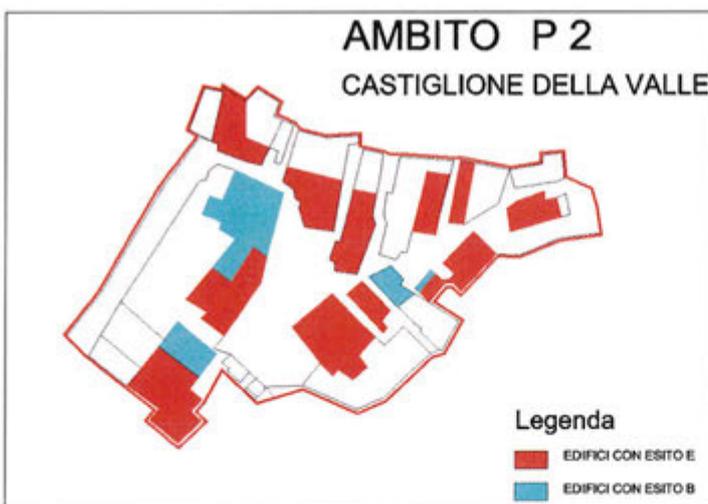


Fig. 9.1: edifici danneggiati nella frazione di Castiglione della Valle.

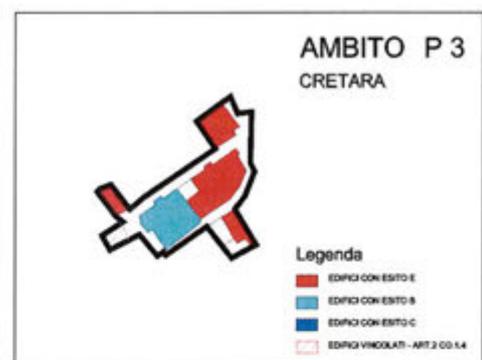


Fig. 9.2: situazione dei danni nella frazione di Cretara.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)

tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334

e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)

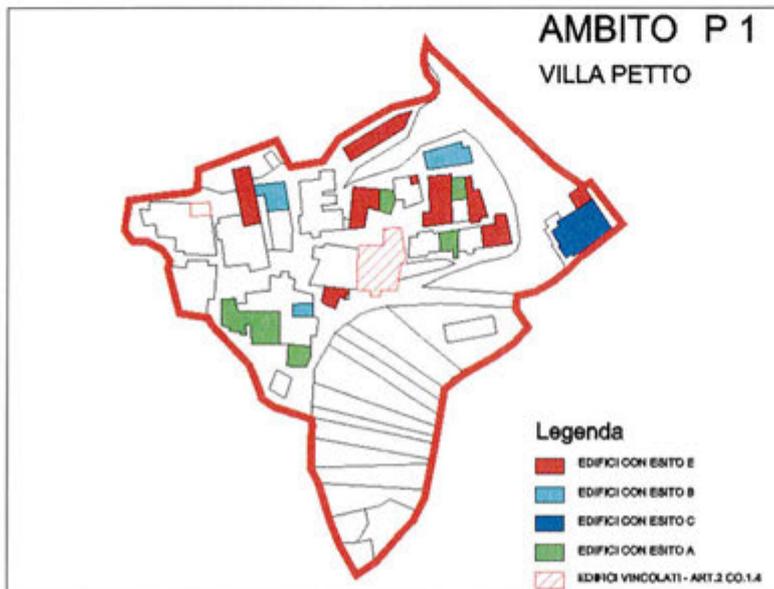


Fig. 9.3: distribuzione dei danni nella frazione di Villa Petto.

La sovrapposizione della carta degli esiti di agibilità con la "carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica" consente, anche se in via assolutamente preliminare, di constatare che gli edifici con esito E sono concentrati nelle aree identificate come *stabili ma suscettibili di amplificazione locale*;

Si tratta, come detto, di considerazioni preliminari che vanno attentamente valutate in relazione alla vulnerabilità del patrimonio edilizio coinvolto; tuttavia forniscono un primo parziale riscontro alla bontà delle perimetrazioni emerse dal presente studio.

Risulta comunque evidente come non sia presente una zona, caratterizzata da una ben definita unità geologico tecnica, maggiormente colpita rispetto ad altre. Questo può essere spiegato dalla presenza in alcune di queste zone di un minore/maggiore numero di centri abitati e, allo stesso tempo, dalla migliore/peggiore qualità costruttiva dei fabbricati che li costituiscono.

TERAMO, AGOSTO 2016

IL PROFESSIONISTA INCARICATO  
DOTT. GEOL. GAETANO CRUPI





**Dott. Geol. Gaetano Crupi**

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



## BIBLIOGRAFIA

- *Castellaro S. (2008)* – L'uso dei microtremiti per la valutazione della risposta di sito.
- *Castellaro S., Mulargia F. (2007)* – Stime di Vs30 a stazione singola tramite misure HVSR vincolate. GNGTS.
- *Catalogna M. (1993)* – Studio geologico geomorfologico ed idrogeologico per il Piano Regolatore Esecutivo del Comune di Colledara.
- *Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica: Microzonazione Sismica* – standard di rappresentazione e archiviazione informatica Vers. 2.0. Giugno 2012.
- *Crupi G. (2013)* – Relazione geologica e caratterizzazione sismica e geotecnica per costruzione edificio pubblico adibito a "Museo delle arti contadine" in Colledara (TE) – rif. Comune di Colledara.
- Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome (2008) – Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica.
- D. Lgs. 112/1998 e D.P.R. n. 380/2001 - Testo Unico delle Norme per l'Edilizia.
- D. Lgs. 14/2008 □ Norme Tecniche per le Costruzioni.
- 
- *Esposito G. (2011)* – Intervento di consolidamento e risanamento idrogeologico in loc. Villa Petto, Colledara (TE).
- *ISPRA* – Foglio 349 "Isola del Gran Sasso" della Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG – scala 1: 50.000.
- *ISPRA* – Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia).
- *Lorè A. (2011)* – Relazione geologica, geotecnica sui materiali e sismica per ampliamento fabbricato in loc. Carancia, Colledara (TE) – rif. Cantalupo R.
- *Lorè A. (2011)* – Relazione geologica, geotecnica sui materiali e sismica per realizzazione fabbricato in loc. Ornano Grande, Colledara (TE) – rif. Di Stefano P. e Felici N.
- *Lorè A. (2009)* – Relazione geologica, geotecnica sui materiali e sismica per realizzazione fabbricato in Colledara (TE) – rif. Pallotta G.
- *Lorè A. (2011)* – Relazione geologica, geotecnica sui materiali e sismica per caratterizzazione terreni di fondazione di fabbricato in loc. Ornano Grande, Colledara (TE) – rif. Di Giacobbe O.
- *Lucenti L. (2010)* – Relazione geologica e geotecnica per edificio in loc. Bascianella, Colledara (TE) – rif. Di Felice A. M.
- *Lucenti L. (2010)* – Relazione geologica e geotecnica per edificio in loc. Bascianella, Colledara (TE) – rif. Di Pietrangelo T.
- *Marrone G. (2010)* – Relazione geologica, geotecnica e sismica per caratterizzazione dei terreni di fondazione di un fabbricato in loc. Cretara, Colledara (TE) – rif. Lucianetti T.
- Nuova Normativa Antisismica – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica – Gazzetta Ufficiale, serie generale n. 105 dell'08 Maggio 2003, Suppl. Ordinario n. 72 (O.P.C.M.



Dott. Geol. Gaetano Crupi

Via dei Melograni, 4 – 64100 Teramo (TE)  
tel./fax: 0861 240408 cell.: 347 7140334  
e-mail: [crupigeo@yahoo.it](mailto:crupigeo@yahoo.it)



n. 3274/2003).

- Pericolosità sismica di riferimento per il territorio Nazionale - Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone – Gazzetta Ufficiale n. 108 dell'11 Maggio 2006 (O.P.C.M. n. 3519/2006).
- *Stangone S. (2011)* – Relazione geologica e sulle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche per edificio in loc. Ornano Piccolo, Colledara (TE) – rif. Fusco A.
- *Stangone S. (2011)* – Relazione geologica e sulle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche per edificio in loc. Ornano Piccolo, Colledara (TE) – rif. Mancini T.
- *Stangone S. (2011)* – Relazione geologica e sulle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche per edificio in via S. Paolo, Colledara (TE) – rif. Alonzo M.
- *Regione Abruzzo* – Fogli 349 E e 350 O Carta Geomorfologica P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico Regione Abruzzo) – scala 1: 25.000.
- *Regione Abruzzo* – Standard di Rappresentazione Cartografica e Archiviazione Informatica – Specifiche tecniche per la redazione degli elaborati cartografici ed informatici relativi al primo livello delle attività di Microzonazione Sismica – Regione Abruzzo Gruppo di Lavoro per le attività di Microzonazione Sismica (Art. 5 comma 3 O.P.C.M. n. 3907/2010 e Art. 6 comma 1 O.P.C.M. n. 4007/2012) – versione 1.2 – L'Aquila, 30 luglio 2012. LINEE GUIDA.
- *Tucci S. (2012)* – Relazione geologica-idrogeologica, con relazione sismica per progetto di impianto fotovoltaico "Bucci" in loc. Piane Mavone, Colledara (TE) – rif. Green Alternative srl
- *Tucci S. (2012)* – Relazione geologica-idrogeologica, con relazione sismica per progetto di impianto fotovoltaico "Colledara 2" in loc. Piane Mavone, Colledara (TE) – rif. Green Alternative srl
- *Vezzani L. & Ghisetti F.* – Foglio "Est" – Carta Geologica d'Abruzzo – scala 1: 100.000.

#### SITI WEB:

- <http://esse1.mi.ingv.it> (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia);
- <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>;
- <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>;
- <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>;
- <http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>;
- <http://www.cslp.it/cslp/>;
- [www.protezionecivile.gov.it](http://www.protezionecivile.gov.it) (Protezione Civile).