



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



REGIONE ABRUZZO

Comune di Pineto (TE)



Validazione del
Tavolo Tecnico MZS

Tecnico incaricato: Geol. Fiorangelo IEZZI

Data
Marzo 2015

INDICE

1. Introduzione	pag. 1
2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento	pag. 3
3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area	pag. 17
4. Dati geotecnici e geofisici	pag. 22
5. Modello del sottosuolo	pag. 26
6. Interpretazione e incertezze	pag. 29
7. Metodologie di elaborazione e risultati	pag. 35
8. Elaborati cartografici	pag. 58
8.1 Carta delle Indagini	pag. 58
8.2 Carta Geologico-Tecnica	pag. 59
8.3 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e delle Frequenze di Risonanza	pag. 72
9. Confronto con la distribuzione dei danni degli eventi passati	pag. 76
10. Bibliografia	pag. 79

ALLEGATI

-  Carta degli Affioramenti – scala 1: 10.000;
-  Carte delle Indagini – Tav. 1A, 1B, 1C - scala 1: 5.000;
-  Carte Geologico-Tecnica - Tav. 2A, 2B, 2C - scala 1: 5.000;
-  Carte delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e delle Frequenze di Risonanza -
Tav. 3A, 3B, 3C - scala 1: 5.000.

1. INTRODUZIONE

Per ottemperare a quanto disposto dall'Ordinanza n. 3907 del 13.11.2010 e D.G.R. 20 maggio 2011 n. 333, con cui si è avviato un programma pluriennale (2010-2016) in materia di prevenzione del rischio sismico, all'interno del quale rientrano gli studi di microzonazione sismica (MZS) da effettuarsi sul territorio regionale, è stato affidato allo scrivente da parte dell'Amministrazione Comunale di Pineto (TE), l'incarico professionale finalizzato alla redazione dello Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, 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 i principali centri abitati, localizzati nella fascia costiera e nella frazione di Mutignano (Fig. 1.1):

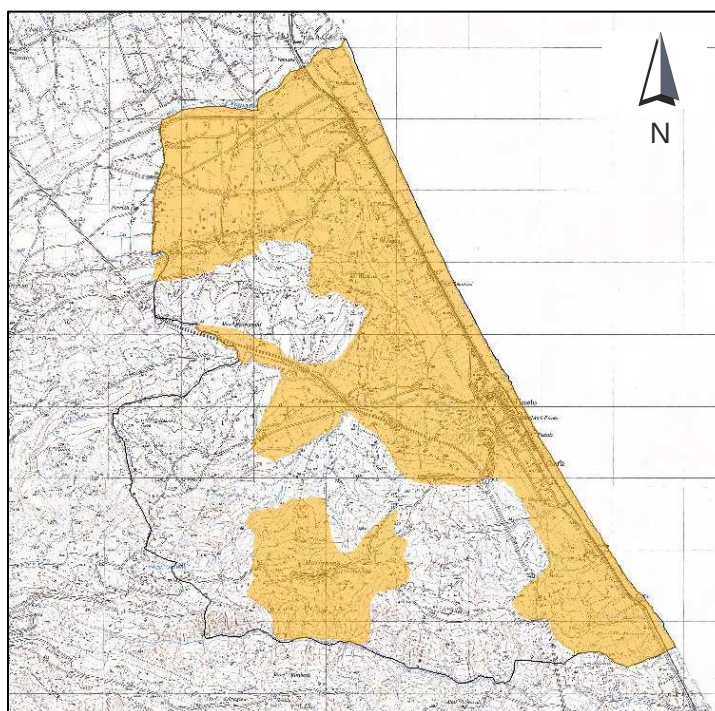


Fig.1.1 In arancione gli ambiti urbani oggetto di studio di MZS.

Lo studio di microzonazione sismica copre una superficie pari a circa 22,15 km² sui 38,11 km² della superficie territoriale comunale.

Con il presente studio, quindi, sono stati prodotti i seguenti elaborati cartografici:

- **Carta degli affioramenti, scala 1.10.000;**
- **Carta delle Indagini, in scala 1: 5.000;**
- **Carta Geologico-Tecnica, in scala 1: 5.000;**
- **Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica e delle Frequenze di Risonanza, in scala 1: 5.000.**

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Per una prima ricostruzione della sismicità storica del territorio comunale di Pineto, 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 Pineto, tutti gli eventi sismici riscontrati in quel periodo sono catalogati di seguito e per ognuno è riportata data e ora di occorrenza (tempo di origine), il valore dell'intensità sismica, la localizzazione e l'intensità epicentrale, la magnitudo momento.

CPTI04 - Risultato dell'interrogazione per parametri

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (42.614, 14.101) e raggio 50 km
con valore Io tra 1 e 11

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw
13	DI	101						S. Valentino in Ab.	CFTI	1	95	95		42.23	13.98	A	6.30	0.29
176	DI	1480						MONTEPRANDONE	DOM	4	75	75		42.919	13.835	A	5.37	0.30
841	CP	1841	10	18	10			POPOLI	POS85			60		42.25	13.917		4.83	0.26
1066	DI	1881	9	10	7			Abruzzo meridionale	CFTI	29	85	80		42.23	14.28	A	5.59	0.12
1074	DI	1882	2	12				CHIETI	DOM	8	70	70		42.29	14.347	A	5.26	0.23
1081	DI	1882	8	16				GROTTAMMARE	DOM	13	70	65		42.979	13.875	A	4.97	0.17
1092	DI	1884	1	10				ATRI	DOM	12	55	55		42.665	13.953	A	4.63	0.13
1140	CP	1888	7	8	16			BELLANTE	POS85			70		42.667	13.75		5.17	0.30
1324	CP	1900	1	29	4	22		SCAFA	POS85			60		42.3	13.967		4.83	0.26
1330	CP	1900	8	10	4	28	13	TERAMO OVEST	POS85			60		42.65	13.65		4.83	0.26
1335	CP	1901	1	15	14	30		CIVITAQUANA	POS85			60		42.267	13.9		4.83	0.26
1352	CP	1901	10	15	13	55	53	S.VALENTINO	POS85			60		42.233	13.983		4.83	0.26
1428	CP	1906	1	29	15	5	5	CASTEL TROSINO	POS85			55		42.767	13.533		4.63	0.13
1449	DI	1907	1	23		25		ADRIATICO CENTRALE	DOM	93	50	55		42.819	13.856	A	4.84	0.09
1503	CP	1909	3	16	15	14		PIETRACAMELA	POS85			55		42.55	13.5		4.63	0.13
2050	DI	1950	9	5	4	8		GRAN SASSO	DOM	137	80	80		42.516	13.657	A	5.73	0.04
2057	DI	1951	8	8	19	56		MONTI DELLA LAGA	DOM	33	75	70		42.704	13.546	A	5.28	0.06
2130	CP	1959	1	1	23	58	14	TERAMO OVEST	POS85			60		42.65	13.65		4.83	0.26
2272	CP	1969	9	26	23	40	39	MONTORIO	POS85			60		42.55	13.6		4.52	0.15

Numero di record estratti: 19

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
Se	tempo origine: secondo
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti
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

via Vitello d'Oro, 4 – MONTESILVANO (PE)
tel./fax 0854454024
Posta certificata: studioiezzi@pec.it
E-mail: info@studioiezzi.it

Lon localizzazione epicentrale: longitudine in gradi Datum: ED50
Tl codice di localizzazione
Maw Magnitudo momento
Daw Errore associato alla stima MAW

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 Pineto e raggio pari a 50 km. A seguire la descrizione dei codici di riferimento riportati nella tabella.

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/>).

I dati di sismicità storica relativi al catalogo CPTI11 per il territorio comunale di Pineto sono riportati nelle successive mappe, la prima che riporta gli eventi dal 1000 al 1899 (Fig. 2.1) e l'altra gli eventi dal 1900 al 2006 (Fig. 2.2).

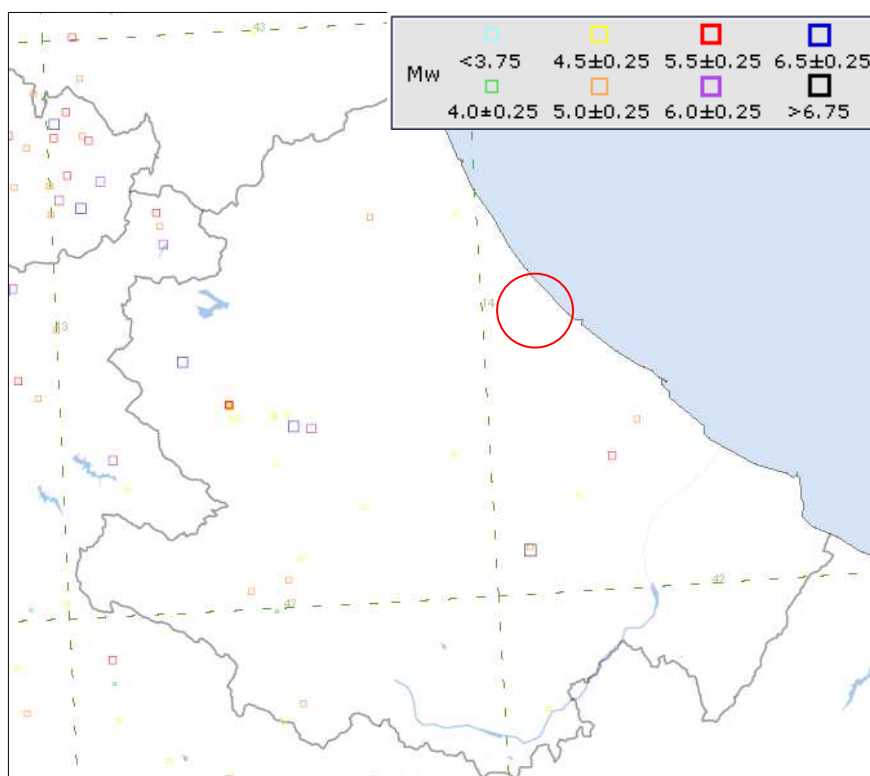


Fig. 2.1 Eventi sismici dal 1000 al 1899 tratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11 (fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>), e riportati sulla mappa interattiva.

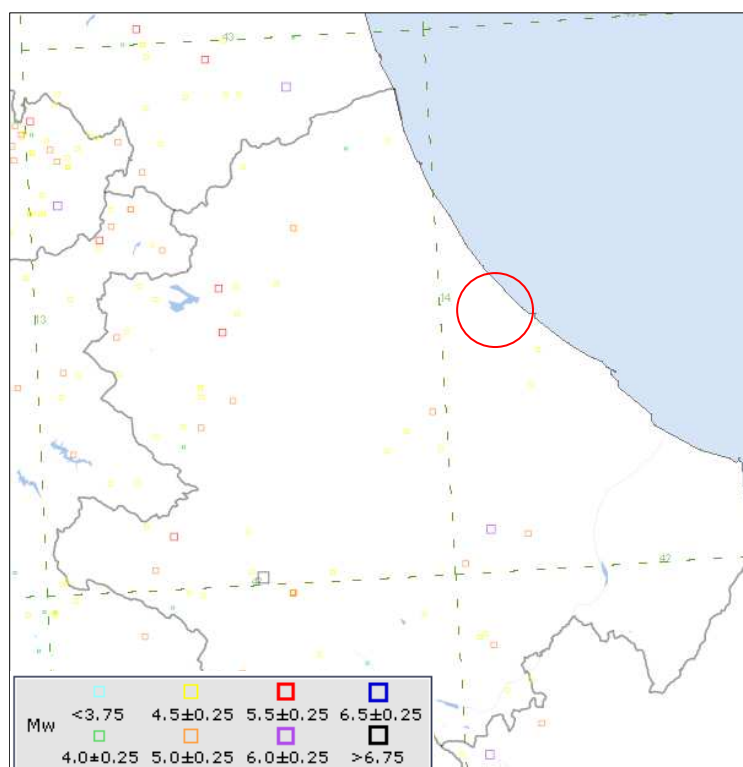


Fig. 2.2 Eventi sismici dal 1900 al 2006 tratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11 (fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>), e riportati sulla mappa interattiva.

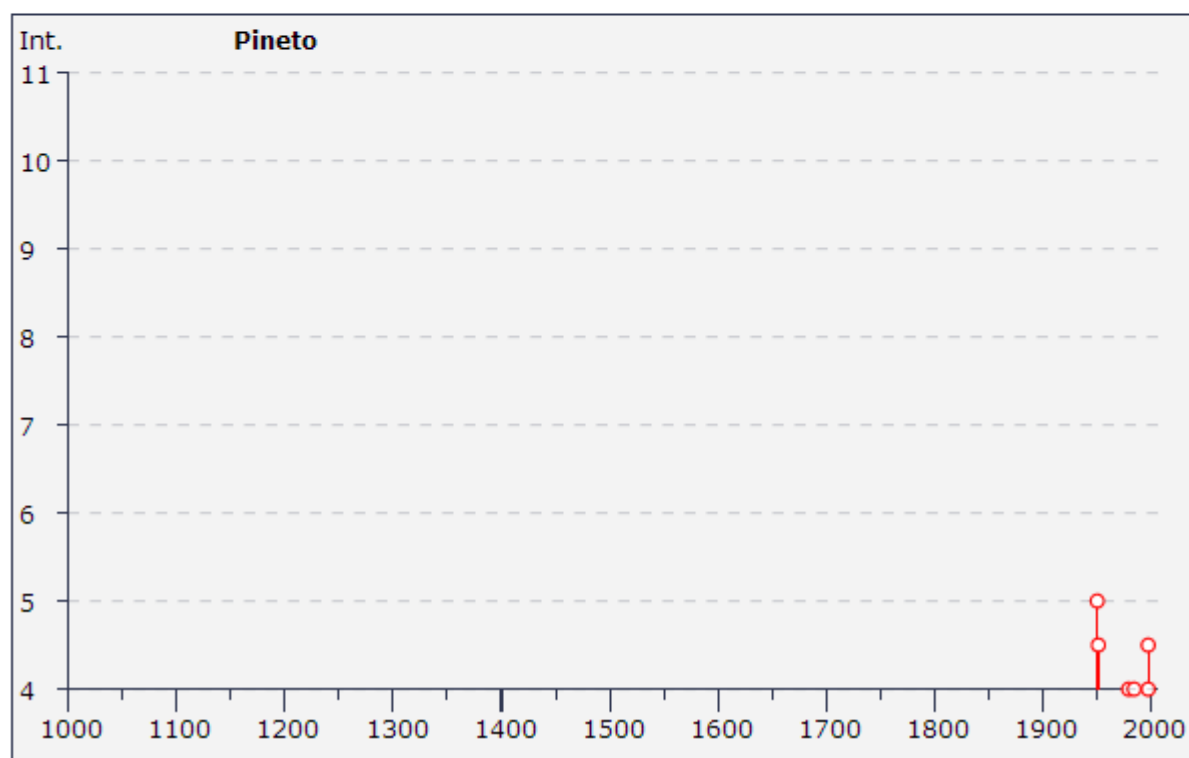
Dal collegamento tra i precedenti Cataloghi, e soprattutto in relazione al CPTI11, è stato realizzato il DBMI11, Database Macrosismico Italiano versione 2011, contenente i dati di intensità relativi a 1681 terremoti che fanno parte di CPTI11. Da questo database (fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>),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

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 e posti ad una distanza massima di 100 km da Pineto. Tra questi terremoti sono presenti quelli relativi allo sciame sismico aquilano del 2009; si osserva, infine, come tali eventi sono prevalentemente superficiali, con profondità epicentrali inferiori ai 20 km e con distanze per la maggior parte superiori agli 80-90 km dal territorio comunale in studio (Fig.2.3).

Storia sismica di Pineto [42.608, 14.067]

Numero di eventi: 9

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
5	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	386	8 5.68 ±0.07
4-5	1951 08 08 19:56	Gran Sasso	94	7 5.30 ±0.14
NF	1962 01 23 17:31	Adriatico	49	5 4.52 ±0.25
4	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9 5.86 ±0.09
4	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09
3-4	1990 05 05 07:21	Potentino	1374	5.80 ±0.09
4-5	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9 6.01 ±0.09
3	1997 10 03 08:55	Appennino umbro-marchigiano	490	5.25 ±0.09
4	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8 5.65 ±0.09

Tab. 2.2 Storia sismica di Pineto in tabella e in diagramma (fonte: <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>).

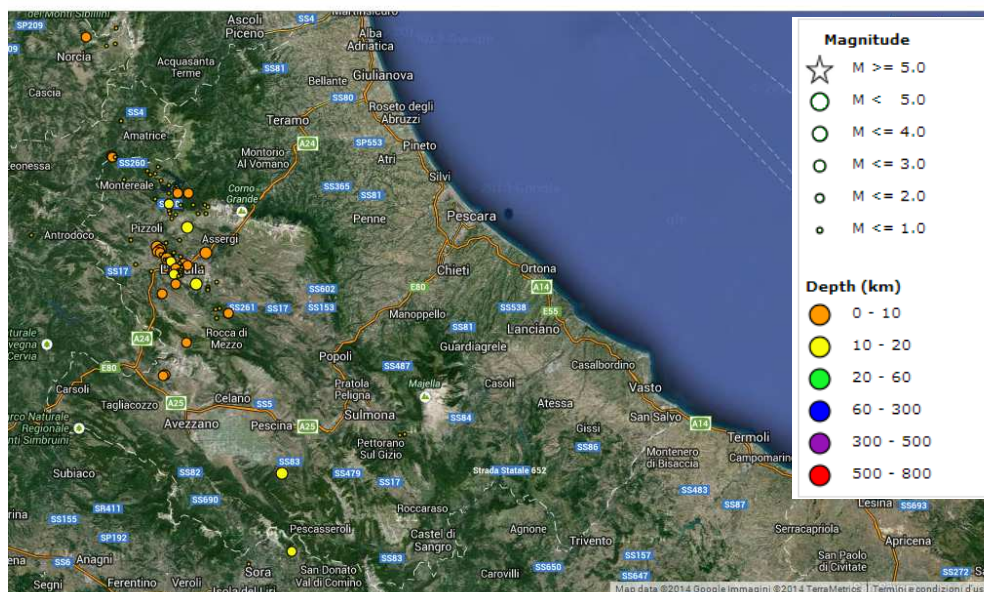


Fig. 2.3 Localizzazione eventi sismici dal 2007 ad oggi, con Magnitudo > 3.5 e distanza di 100 Km da Pineto, tratti dal catalogo di sismicità strumentale ISIDE (<http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>).

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 al diverso grado di severità, arrivando a classificare complessivamente 2.965 comuni italiani su di un totale di 8.102, corrispondenti al 45% della superficie del territorio italiano, nel quale risiede circa il 40% della popolazione.



Fig. 2.4 Classificazione sismica italiana 2012
(Fonte: www.protezionecivile.gov.it).

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.

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. 2.4):

- Zona 1 - è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti;
- 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 – $a_g = 0.35g$
- Zona 2 – $a_g = 0.25g$
- Zona 3 – $a_g = 0.15g$
- Zona 4 – $a_g = 0.05g$

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 (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle prima citate 4 zone sismiche:

- Zona 1 – $a_g > 0.25g$
- Zona 2 – $0.15 < a_g \leq 0.25g$
- Zona 3 – $0.05 < a_g \leq 0.15g$
- Zona 4 – $a_g \leq 0.05g$

Secondo tali criteri, alcune Regioni hanno classificato il loro territorio nelle quattro zone prima citate, mentre altre hanno usato una classificazione diversa, ad esempio adottando solamente tre zone (1,2,3) ed introducendo delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità¹.

Le attuali N.T.C. (Norme Tecniche per le Costruzioni), introdotte con il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008, hanno notevolmente modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: esse, in pratica, descrivono e suggeriscono un approccio di tipo prestazionale per la progettazione di edifici nuovi e per la verifica di quelli già esistenti, con fine di controllare il livello di danneggiamento delle costruzioni nei confronti di sollecitazioni sismiche di diversa intensità che possono verificarsi nella zona di riferimento.

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 lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” VR e la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” PVR.

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

¹ Fonte www.protezionecivile.org.it - Dipartimento di Protezione Civile – Presidenza del Consiglio dei Ministri

orizzontale (T_1), 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 si 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} si 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:

- in corrispondenza di punti di un reticolo di riferimento i cui nodi sono sufficientemente vicini tra loro, che distano al massimo 10 km,
- 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,
- 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;
- 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.

Nei confronti delle azioni sismiche, riferendosi alla costruzione nella sua complessità, quindi includendo elementi strutturali, non strutturali ed impianti, vengono identificati²:

✚ 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.

² Fonte NTC 2008 Norme Tecniche per la Costruzione Cap. 3.2 – Allegato A

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:

- ✚ *deterministico*: studio dei danni osservati in occasione di eventi sismici che hanno interessato storicamente un sito, ricostruendo gli scenari di danno per andare a stabilire la frequenza con cui si sono ripetute nel tempo scosse di uguale intensità;
- ✚ *probabilistico*: probabilità che in un dato intervallo di tempo si verifichi un evento con assegnate caratteristiche. Il metodo più utilizzato è quello di Cornell, che prevede vengano individuate nel territorio zone responsabili degli eventi sismici (zone sismogenetiche), sia quantificato il loro grado di attività sismica e si calcolino gli effetti provocati da tali zone sul territorio in relazione alla distanza dall'epicentro. La figura 2.5 mostra la carta della pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo, a partire da zone sismogenetiche note, che presentano valori di accelerazione maggiori³.

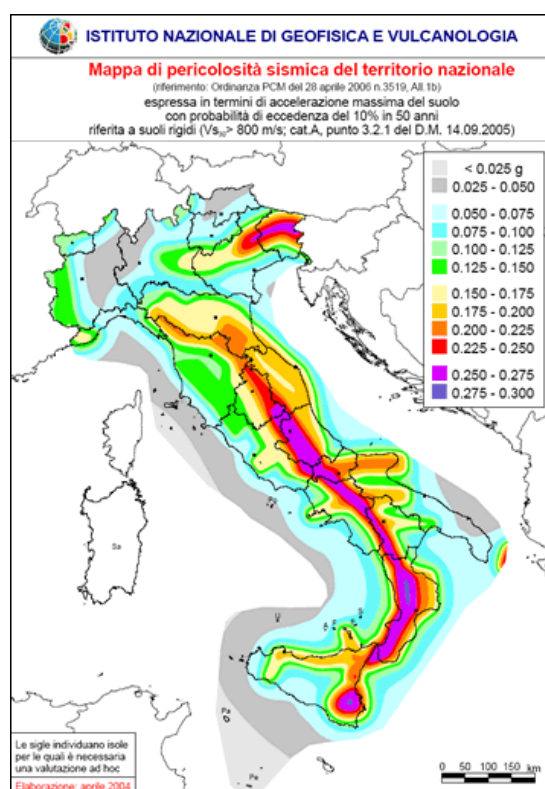


Fig. 2.5 Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale - Fonte www.ingv.it

³ Fonte: INGV Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia

Nel caso specifico, il Comune di Pineto rientra in “Zona 3” (*i comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti*), anche in base all’ultimo aggiornamento del 2014. La permanenza nella suddetta categoria è riepilogata nella tabella seguente.

Codice ISTAT 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi dell’OPCM 3274 (2003)	Classificazione sismica comuni italiani (2014)
13067035	Pineto	N.C.	III	3	3

Il Gruppo di Lavoro per la redazione delle mappe di pericolosità sismica, I.N.G.V., in base all’O.P.C.M. 20.03.03 n. 3274, ha elaborato come riferimento per la maggior parte delle valutazioni di pericolosità sismica dell’area italiana, una mappa di zonazione sismogenetica aggiornata ZS9 (Fig. 2.6), basata sulle informazioni delle sorgenti sismogenetiche relative alle faglie attive italiane; a tale mappa vengono associate le probabilità di occorrenza dei terremoti per diverse magnitudo.

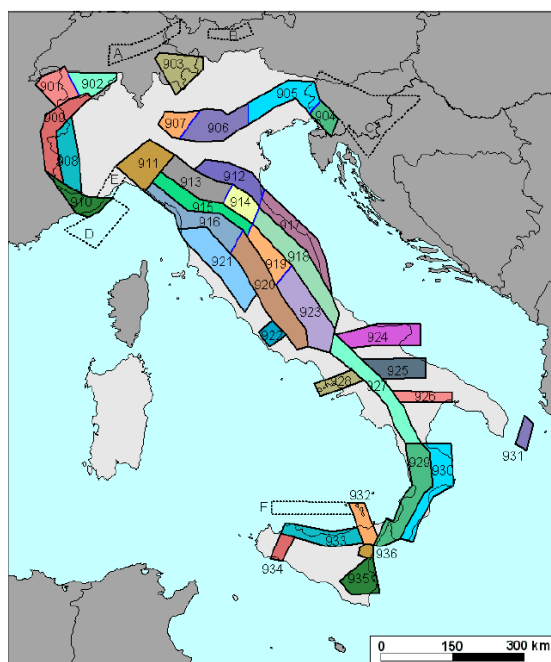


Fig. 2.6. Zonazione sismogenetica ZS9
(Fonte: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>)

Il territorio del Comune di Pineto ricade all’interno della **Zona Sismogenetica 918**, che presenta una magnitudo caratteristica Mw_{max} :

ZS Name	ZS9	Mw_{max}
Medio-Marchigiana/Abruzzese	918	6,37

Facendo riferimento al DISS (Database Of Individual Seismogenic Sources), database delle sorgenti sismogenetiche relative alle faglie attive italiane messo a disposizione dall'I.N.G.V. (versione 3.1, <http://diss.rm.ingv.it/diss/>), si osserva che l'area di Pineto è attraversata da due sorgenti composite (o zone sismogenetiche): zona ITCS020 Marche meridionali, che interessa il settore più orientale, e la zona ITCS027 Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga, che interessa il settore più occidentale (Fig. 2.7 e relative tabelle con i parametri di riferimento).

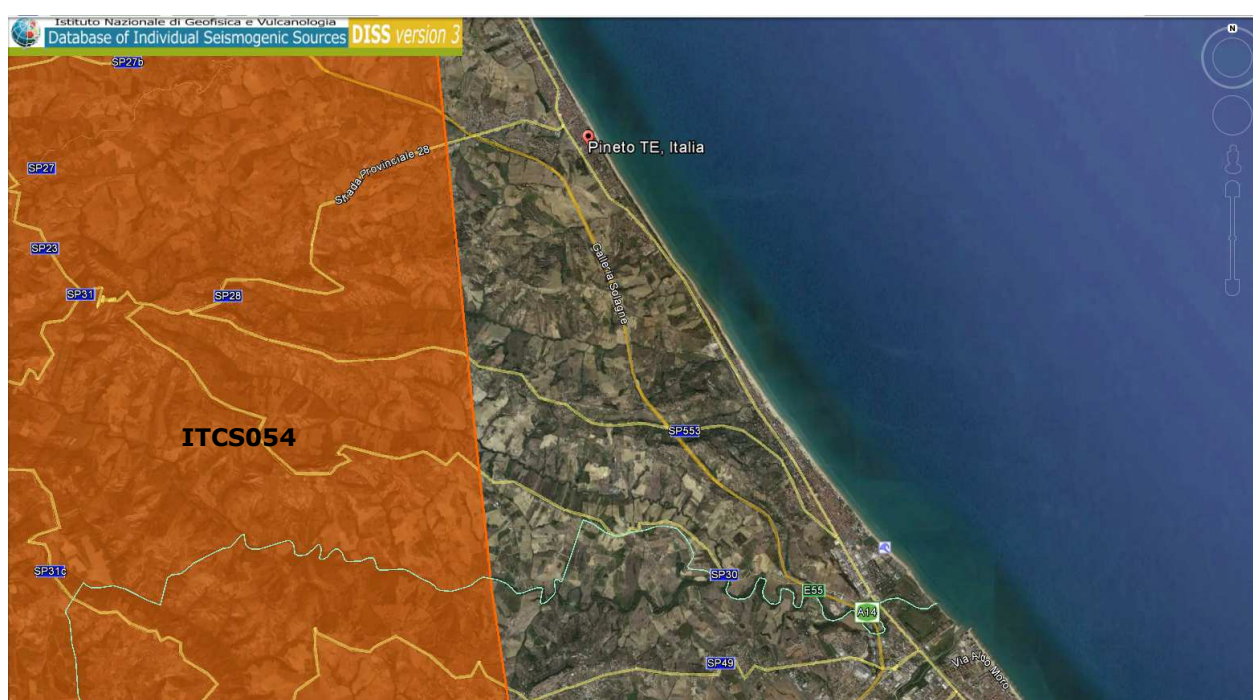


Fig. 2.7. dati tratti dal DISS versione 3.1; mappa estrapolata su Google Earth (Fonte: <http://diss.rm.ingv.it/diss/>)

Codice	ITIS054		
Nome	San Severo		
Compilato da	Vannoli, P.		
Ultimo aggiornamento	30/06/2004		
Profondità min (km)	6	EJ	Basato su osservazioni geologiche e sismo geologiche.
Max profondità (km)	20.8	EJ	Basato su osservazioni geologiche e sismo geologiche.
Strike (deg)	266	LD	Basato su osservazioni geologiche e sismo geologiche - Valensise et al. (2004).
Dip (deg)	80	LD	Basato su osservazioni geologiche e sismo geologiche - Valensise et al. (2004).
Rake (deg)	215	LD	Basato su osservazioni geologiche e sismo geologiche - Valensise et al. (2004).
Slip rate (mm/y)	0.1 - 0.5	EJ	Valori sconosciuti, assunti da vincoli geodinamici.
Max magnitudo (Mw)	6.7	OD	Valori adottati dal catalogo dei terremoti storici CPTI04

Parole chiave: LD = dati di letteratura; OD = dati originali; ER = relazione empirica; EJ = giudizio esperto

via Vitello d'Oro, 4 – MONTESILVANO (PE)
tel./fax 0854454024
Posta certificata: studioiezzi@pec.it
E-mail: info@studioiezzi.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 comunale di Pineto presenta valori di accelerazioni di picco orizzontali del suolo compreso tra $0,150 < a_g < 0,175g$, come mostrato nella Fig. 2.8.

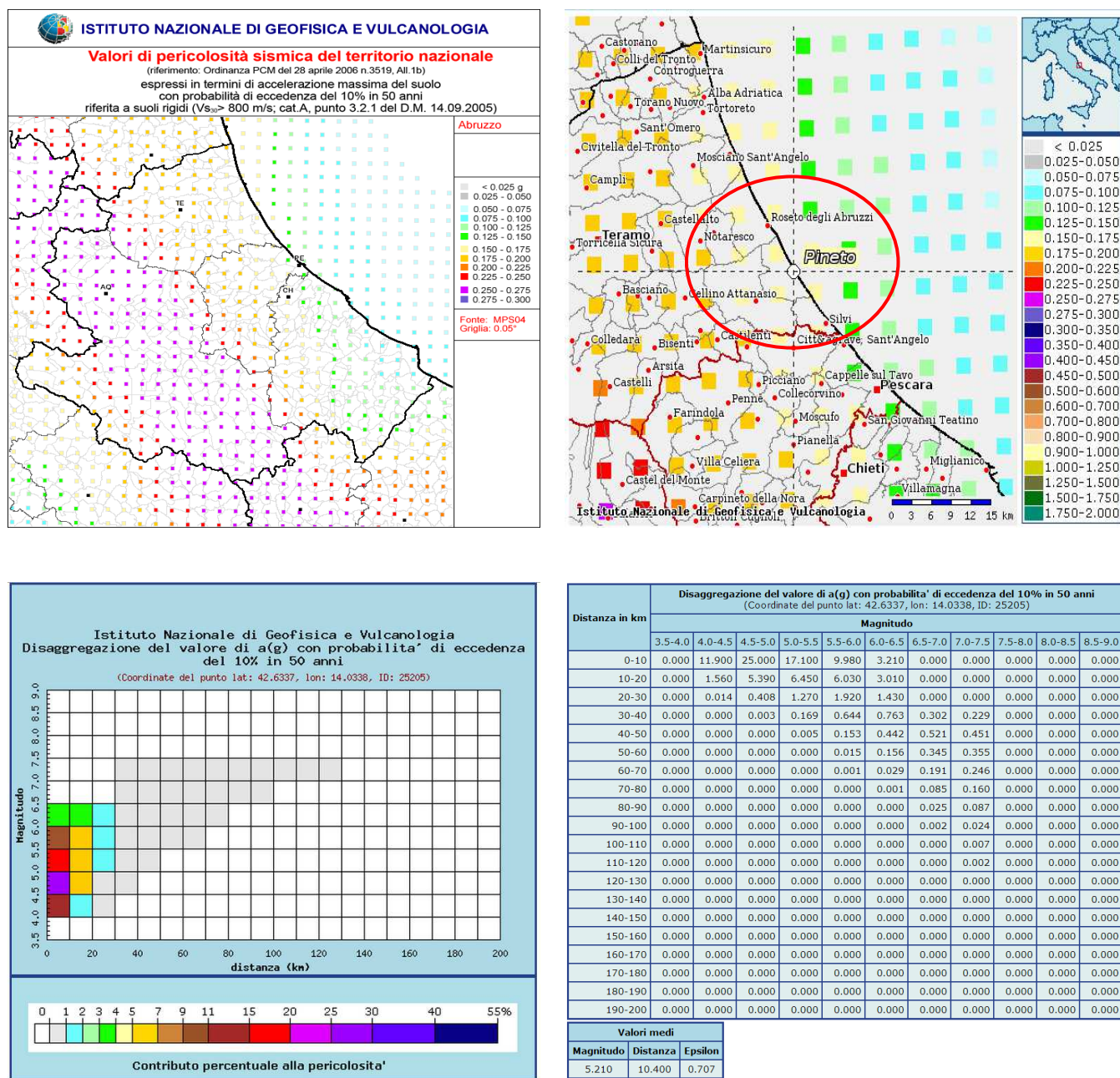


Fig. 2.8 Valori di pericolosità sismica espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi di Categoria A (riferimento O.P.C.M. 3519 del 2006, All. 1b) e valori di PGA su griglie di disaggregazione della pericolosità. Fonte: <http://esse1.mi.ingv.it/>.

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 ver 1.0.3” messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, per un generico sito nel Comune di Pineto:

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0,048	2,433	0,281
50	0,061	2,448	0,298
72	0,072	2,427	0,317
101	0,084	2,438	0,325
140	0,097	2,436	0,333
201	0,113	2,426	0,338
475	0,161	2,431	0,348
975	0,212	2,447	0,352
2475	0,298	2,470	0,357

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio comunale di Pineto, esteso per circa 38 Km², ricade all'interno della fascia costiera abruzzese, con quote variabili dai pochi metri s.l.m. ai 324 m s.l.m. raggiunti in prossimità della frazione di Mutignano. L'area è delimitata a Nord dal fiume Vomano ed a sud dal confine comunale con il territorio di Silvi. Il fiume Vomano, insieme al torrente Calvano, rappresentano i principali corsi d'acqua presenti nel territorio comunale.

L'area oggetto di studio rientra nel Foglio Est della Carta Geologica dell'Abruzzo di Vezzani e Ghisetti, scala 1: 100.000, nel foglio 141 "Pescara" del Servizio Geologico d'Italia, scala 1:100.000 e parzialmente nel Foglio 351 "Pescara" della Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG, scala 1:50.000. Si riporta uno stralcio del foglio Est della Carta Geologica dell'Abruzzo di Vezzani e Ghisetti, scala 1: 100.000 (Fig. 3.1).

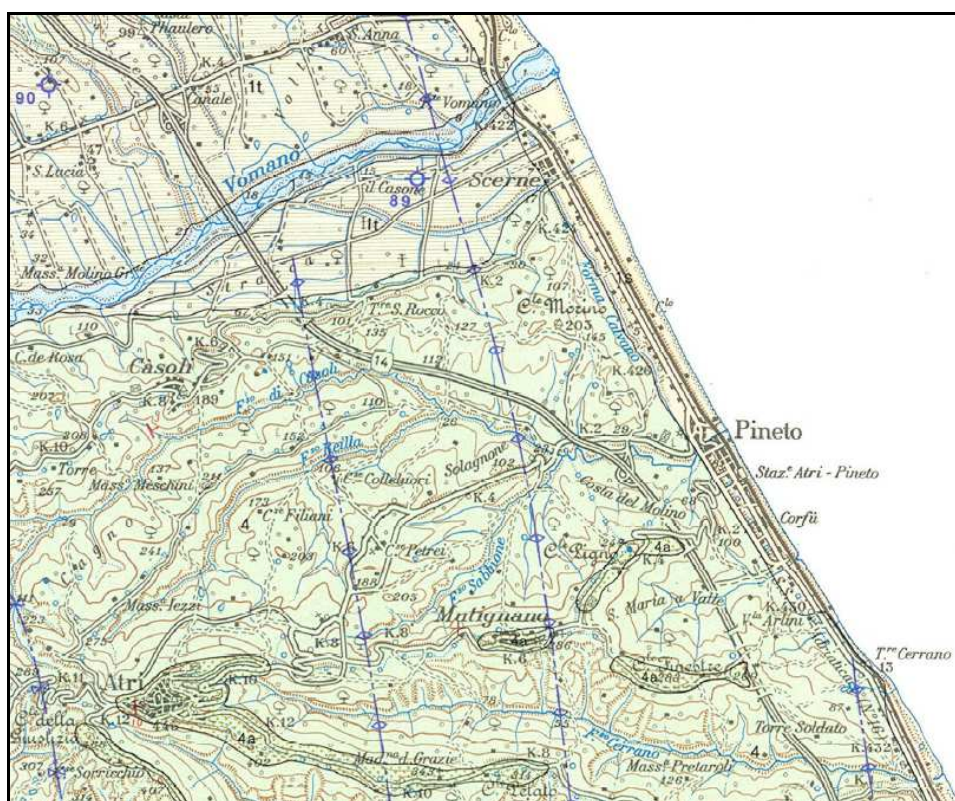


Fig. 3.1: Stralcio del foglio Est della Carta Geologica dell'Abruzzo di Vezzani e Ghisetti, scala 1: 100.000

La costruzione dell'Appennino Centrale si è prolungata fino a tempi molto recenti e la storia della sua tetto-genesi è schematizzabile, da fine Miocene al Pleistocene superiore, da una sorta di ciclo tettonico cui partecipano quattro principali unità: margine tirrenico, catena, avanfossa, avampaese. Questo è dovuto al fatto che la microplacca adriatica, in costante sprofondamento passivo, ha causato un arretramento verso est della zona di fessura creando nuovi spazi per la formazione della catena e della relativa avanfossa.

La costruzione della catena è avvenuta, quindi, per accavallamenti successivi a vergenza prevalentemente orientale attraverso piani di scivolamento a basso e bassissimo angolo. Sul lato occidentale della catena, invece, ampi settori sono stati interessati dalla distensione connessa all'apertura del bacino di retroarco tirrenico. La costante evoluzione neogenica con migrazione del sistema orogenico catena, avanfossa, avampaese è testimoniata anche dai sedimenti torbiditici e silicoclastici di avanfossa che hanno età più recenti spostandosi verso la fascia adriatica.

Con il termine avanfossa, si intende un bacino interposto tra una catena montuosa (gli Appennini nel nostro caso) e la piattaforma stabile dell'avampaese (il Mare Adriatico centrale) dove la subsidenza è meno elevata rispetto a quella dell'avanfossa (Ori et alii, ibidem). L'avanfossa pliocenica nella parte settentrionale dell'area abruzzese è rappresentata dalla successione silicoclastica della Formazione della Laga in posizione interna, mentre spostandoci in direzione adriatica si incontrano il Bacino del Cellino (Centamore et alii, 1992) e la Formazione di Mutignano, di bacino plio-pleistocenico, rappresentata da termini prevalentemente pelitici.

Il territorio in studio rientra nella fascia pede-appenninica più orientale e recente dell'edificio tettonico dell'Appennino centrale, costituita da rilievi collinari argilloso-marnosi e argilloso sabbiosi e dalla fascia costiera; tale settore, noto in letteratura come bacino periadriatico, si è impostato a partire dalla fine del Pliocene inferiore quando, con la strutturazione in catena del più occidentale ed antico bacino del Cellino, si è avuta la formazione di un "bacino satellite" lungo la fascia periadriatica e dell'avanfossa adriatica nel settore esterno più orientale.

Al di sopra delle torbiditi silicoclastiche di avanfossa della Formazione Cellino del Pliocene inferiore, pertanto, affiora in trasgressione e con una netta discordanza angolare, la Formazione Mutignano, depositatasi nel suddetto “bacino satellite” nell’intervallo Pliocene medio - Pleistocene basale. Il fondale di tale bacino era articolato sia per la presenza di due dorsali longitudinali (Bellante - Cellino Attanasio e Campomare - Montesilvano), localizzate sul fronte di altrettanti sovrascorrimenti originatisi durante l’acme della fase orogenica del Pliocene inferiore, sia per la presenza di sistemi di faglie trasversali ed oblique che frammentavano il bacino stesso in una serie di depressioni minori caratterizzate da subsidenza differenziata (CASNEDI, 1986; 1991; CASNEDI & SERAFINI, 1994; CENTAMORE et alii, 1990; 1993; 1997; ORI et alii, 1991).

Relativamente all’area più orientale del “bacino satellite”, cioè quella di stretto interesse per lo studio, il progressivo basculamento verso E-NE della fascia periadriatica ha condizionato non solo la fisiografia del bacino, ma anche la dinamica deposizionale, come sembrano confermare i dati del rilevamento geologico di campagna. La Formazione Mutignano, infatti, mostra al suo interno variazioni di facies e di spessore, discordanze angolari e lacune sedimentarie, legate essenzialmente alla tettonica sinsedimentaria.

La Formazione Mutignano è costituita da depositi basali sabbioso-conglomeratici di ambiente neritico, cui seguono superiormente peliti di piattaforma entro cui sono intercalati, a varie altezze stratigrafiche, orizzonti sabbiosi, talora a geometria lenticolare. I depositi di chiusura del ciclo sedimentario presenti al tetto della successione danno origine a corpi tabulari debolmente immergenti verso E-NE, e sono costituiti da sabbie e conglomerati riferibili ad un ambiente di transizione da marino a continentale (CANTALAMESSA et alii, 1986; BIGI et alii, 1995; 1996). Lo spessore varia fortemente da poche centinaia di metri fino ad un massimo di 3,5 km, stimati tramite interpretazione di linee sismiche a riflessione (CRESCENTI et alii, 2004). I depositi argilloso-sabbiosi dell’avanfossa plio-pleistocenica sono, inoltre, in parte ricoperti da sedimenti continentali quaternari costituiti, essenzialmente, da sedimenti alluvionali recenti e terrazzati antichi, depositi fluvio-deltizi attuali e depositi vari di copertura.

I lineamenti tettonici regionali, infine, sono caratterizzati da un generale assetto a monoclinale dei depositi della Formazione Mutignano, con blande immersioni ad est e nord-est, e costituiscono il risultato di eventi deformativi che si sono succeduti a partire dal Pliocene inferiore. Le deformazioni tettoniche, infatti, hanno portato prima alla costruzione delle catene montuose interne fino alla più orientale struttura costiera nota in letteratura come "Struttura Costiera Thrust Front", che si estende nel sottosuolo e rappresenta pertanto il fronte esterno della catena, e poi, particolarmente nel Pleistocene inferiore, al sollevamento ed al progressivo e continuo basculamento verso est della fascia periadriatica, ed allo sviluppo di sistemi di faglie che suddividono la fascia stessa in un insieme di blocchi caratterizzati da prevalenti movimenti verticali differenziati. Il sollevamento regionale del Quaternario (ed associati sistemi di faglie) è responsabile (BIGI et alii, 1996; 1997), dell'alto tasso di erosione dell'area periadriatica e del condizionamento dell'andamento del reticolo idrografico".

L'assetto geolitologico e tettonico sopra descritto si esplica, a livello locale, con la presenza di terreni di età plio-pleistocenica e quaternaria, che vengono distinti in Unità Geologiche Marine – UGM (depositi marini e di transizione) e Unità Geologiche Continentali – UGC (depositi continentali). Tra le Unità Geologiche Marine troviamo le associazioni che caratterizzano la Formazione di Mutignano (che saranno dettagliatamente descritte al Cap. 8.3), rappresentate a partire dalla più antica dalla:

- Associazione pelitico-sabbiosa (FMTa);
- Associazione sabbioso-pelitica (FMTc);
- Associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd).

Tra le Unità Geologiche Quaternarie sono presenti:

- Depositi antropici (ant);
- Depositi alluvionali (all);
- Depositi alluvionali terrazzati (at);
- Depositi di spiaggia (spi);
- Coltre eluvio-colluviale (col);
- Depositi di frana (fra).

Dal punto di vista morfologico, il territorio pinetese può essere suddiviso in due grandi aree:

- *la fascia costiera*, praticamente pianeggiante, ampia fino alla linea di spiaggia, con quote di poco superiori all'attuale livello del mare, caratterizzata da una forte urbanizzazione, con attività antropiche che hanno verosimilmente modificato il territorio attraverso opere ingegneristiche ed urbanistiche;
- *la fascia collinare*, sulle cui sommità sorgono il centro abitato di Mutignano, a quota circa 280 m s.l.m. e altre frazioni, contraddistinta da versanti modellati dall'azione erosiva delle acque superficiali che, dopo l'emersione ed il sollevamento tettonico pleistocenico dei depositi marini, favorita da una certa energia del rilievo e da condizioni climatiche più umide rispetto a quelle precedenti più aride, ha iniziato a modellare gli originari rilievi collinari pelitico-sabbiosi e conglomeratici dando luogo, nel tempo, alle attuali forme del paesaggio.

Non minore importanza sembrano aver avuto i fenomeni gravitativi nel modellare le attuali forme del paesaggio; gran parte dei versanti che definiscono il territorio di Pineto sono interessati, infatti, da estesi movimenti gravitativi, con nicchie di distacco anche multiple che, sovente impostati a partire in prossimità delle creste sabbioso - pelitiche, hanno coinvolto coltri eluvio-colluviali e coperture in genere e, in alcuni casi, anche parte del substrato soprattutto appartenenti all'associazione sabbioso – pelitica della formazione di Mutignano, dando origine prevalentemente a fenomeni roto-traslativi.

Le principali forme di instabilità geomorfologica di natura gravitativa presenti nel territorio di Pineto (dettagliatamente descritte al Cap. 8.3), sono le seguenti:

- ✓ frane di scorrimento rotazionale (in stato attivo, quiescente, non attivo);
- ✓ frane da colamento (in stato attivo);
- ✓ deformazioni superficiali lente (in stato attivo, quiescente);
- ✓ frane complesse (in stato attivo, quiescente).

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

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:

- prove penetrometriche statiche CPT;
- prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH;
- prove dinamiche in foro tipo SPT;
- 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 Pineto. 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.

UNITA' GEOLOGICHE CONTINENTALI	Depositi antropici (ant)	Depositi alluvionali terrazzati (at)	Depositi di spiaggia (spi)	Coltre eluvio-colluviale (col)
Peso di volume naturale del terreno (t/m^3)	1,7 - 1,8	1,85 – 2,00	1,90 -2,00	1,9 – 1,95
Angolo di resistenza al taglio (°)	19 – 22	26 – 35	27 – 32	22 – 27
Coesione drenata (kg/cm^2)	0,0 - 0,02	0,0 – 0,05	0,00	0,02 – 0,05
Coesione non drenata (kg/cm^2)	0,4 – 0,6	-	-	0,6 – 1,2
Densità relativa (%)	-	-	30 – 85	-
Numero colpi SPT	4 - 10	15 - 30	35 - >100	25 - 35

UNITA' GEOLOGICHE MARINE	Associaz. sabbioso conglomeratica (FMTd)	Associaz. sabbioso pelitica (FMTc)	Associaz. pelitico sabbiosa (FMTa)
Peso di volume naturale del terreno (t/m^3)	1,95 – 2,00	2,00 – 2,05	2,00 – 2,15
Angolo di resistenza al taglio (°)	28 – 38	25 – 28	25 - 26
Coesione drenata (kg/cm^2)	0	0,07 – 0,15	0,1 – 0,3
Coesione non drenata (kg/cm^2)	-	1,5 – 3,00	2,5 – 5,00
Densità relativa (%)	70 - 90	-	-
Numero colpi SPT	20 - > 100	-	-

Sulla base dei dati relativi alle indagini disponibili e dalla correlazione con i dati geotecnici, si riesce a schematizzare la seguente stratigrafia geologico-tecnica rappresentativa del territorio comunale di Pineto.

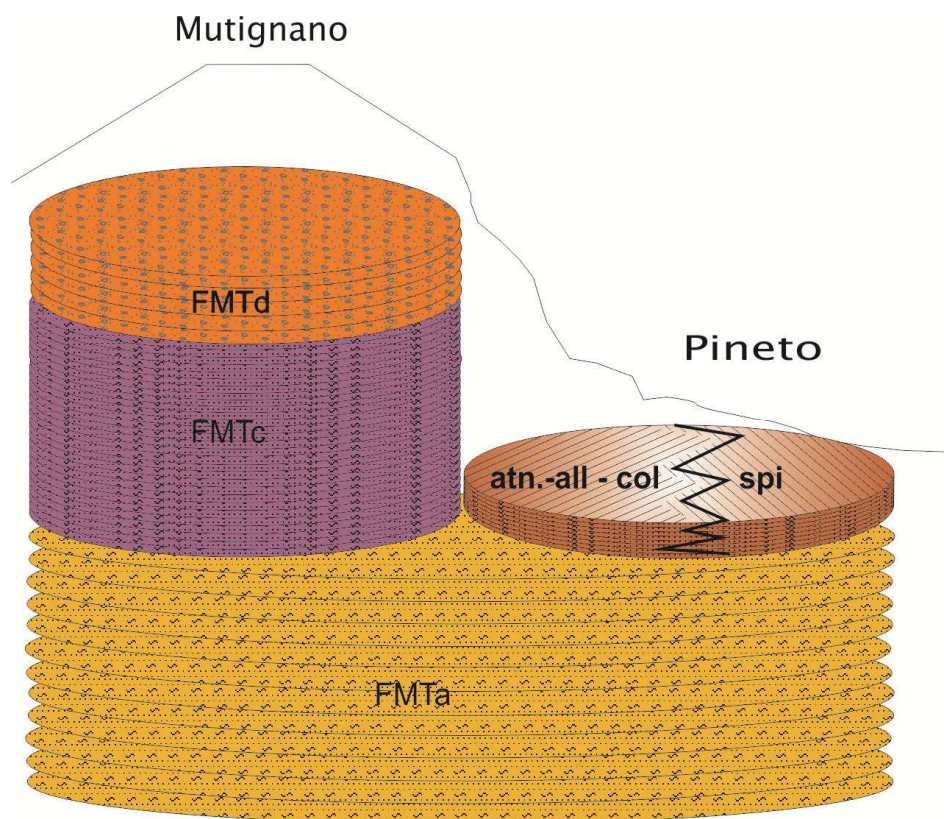


Fig. 4.1. Rappresentazione schematica della stratigrafia geologico-tecnica del territorio comunale di Pineto.

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

- n. 3 stendimenti di Tomografia Elettrica;
- n. 5 registrazioni H.V.S.R. (riportate in dettaglio al Cap. 7).

Le indagini di tomografia elettrica, realizzate perpendicolarmente alla linea di costa, in prossimità dell'abitato di Scerne di Pineto sono state effettuate allo scopo di definire le caratteristiche stratigrafiche delle formazioni litostratigrafiche, figura (Fig. 4.2).

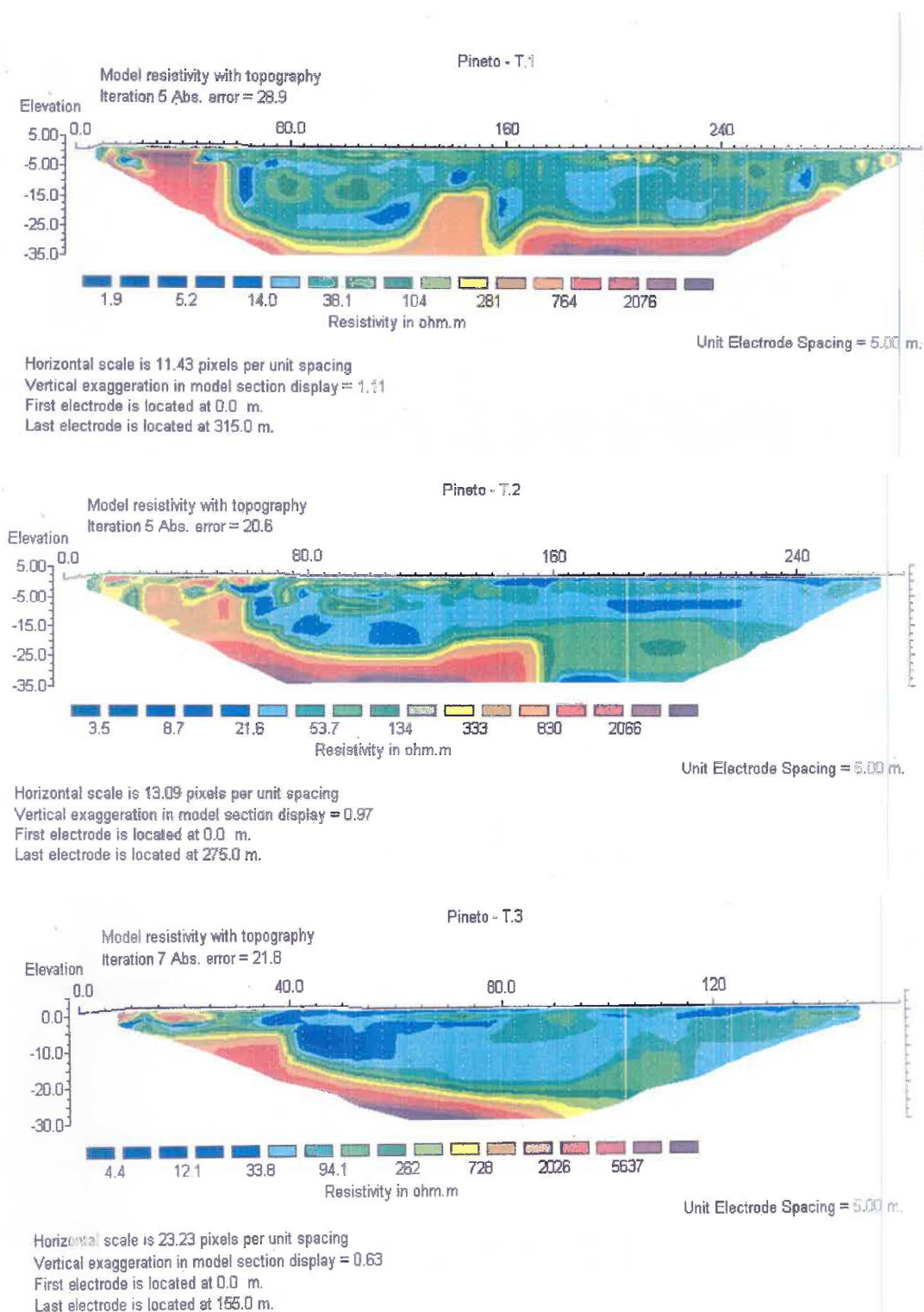


Fig. 4.2. Sezioni tomografiche perpendicolari alla linea di costa, in prossimità di Scerne di Pineto.

I risultati mostrano in tutte e tre le sezioni, un forte contrasto di resistività. Questo contrasto è stato interpretato come il passaggio tra i depositi alluvionali recenti del F. Vomano e l'associazione pelitico sabbiosa (FMTa).

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 Pineto 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 Mutignano (Pliocene medio – Pleistocene inferiore) affiancate e/o sovrapposte da unità litotecniche alluvionali, colluviali, di versante e finanche 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, che tenesse conto della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione, della loro degradabilità e della geometria e caratteristiche delle superfici di discontinuità, sono stati definiti diversi modelli di sottosuolo all'interno di ciascuno dei quali sono confluite due o più unità litologiche.

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

Fraz.ne Mutignano. In quest'area, tra le principali di quelle urbanizzate, l'assetto litostratigrafico è sintetizzabile nel seguente modello, che ritroviamo anche in altre aree collinari del territorio comunale:

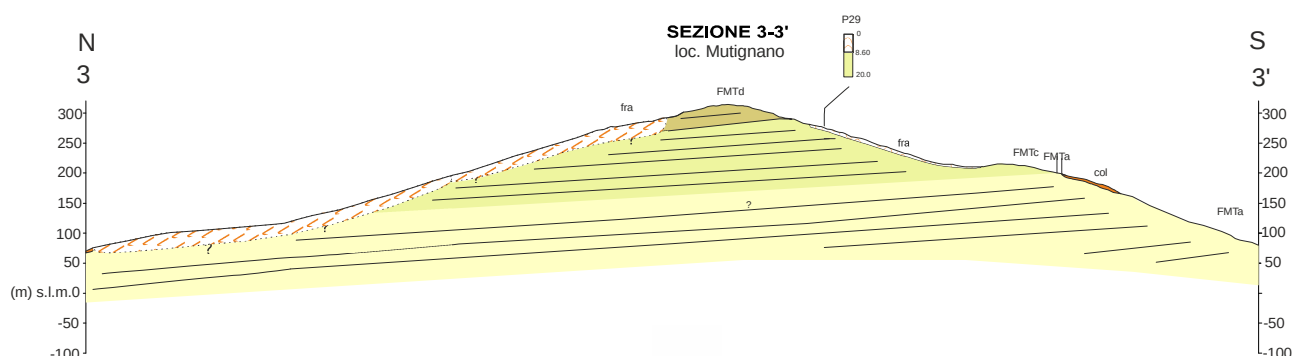


Fig. 5.1. Tratto sezione geologica-tecnica 3-3' – Mutignano – Mod. A (fonte: Tav. Carta Geologica – Tecnica).

- **Modello di sottosuolo A** caratterizzato da: associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd), associazione sabbioso-pelitica (FMTc), e associazione pelitico-sabbiosa (FMTa), appartenenti alla Formazione di Mutignano, in assetto giaciturale debolmente immergente verso NE. In esso si assiste alla sovrapposizione di materiali di copertura in prevalenza derivanti dai movimenti roto-traslativi che interessano entrambi i versanti che delimitano, a N e S, il centro abitato, dovuto allo scivolamento di porzioni del membro superiore della Mutignano su quello inferiore. Nei versanti esposti a Sud, si riscontrano scarpate di origine calanchiva. Lo spessore che caratterizza i depositi di frana sono alquanto variabili; per quanto riguarda il versante esposto a nord gli spessori variano da alcuni metri ad oltre 10 m, mentre per quanto riguarda il versante opposto, esposto a sud, gli spessori sono presumibilmente inferiori ai 10 m. Lo spessore che caratterizza il membro sabbioso-conglomeratico varia dai 10 m fino ad un massimo di 25 m, mentre quello sabbioso-pelitico è di circa 90-100 m.

Loc.tà Villa Fumosa e Cerrano: In queste aree l'assetto litostratigrafico locale è riconducibile al seguente modello di sottosuolo:



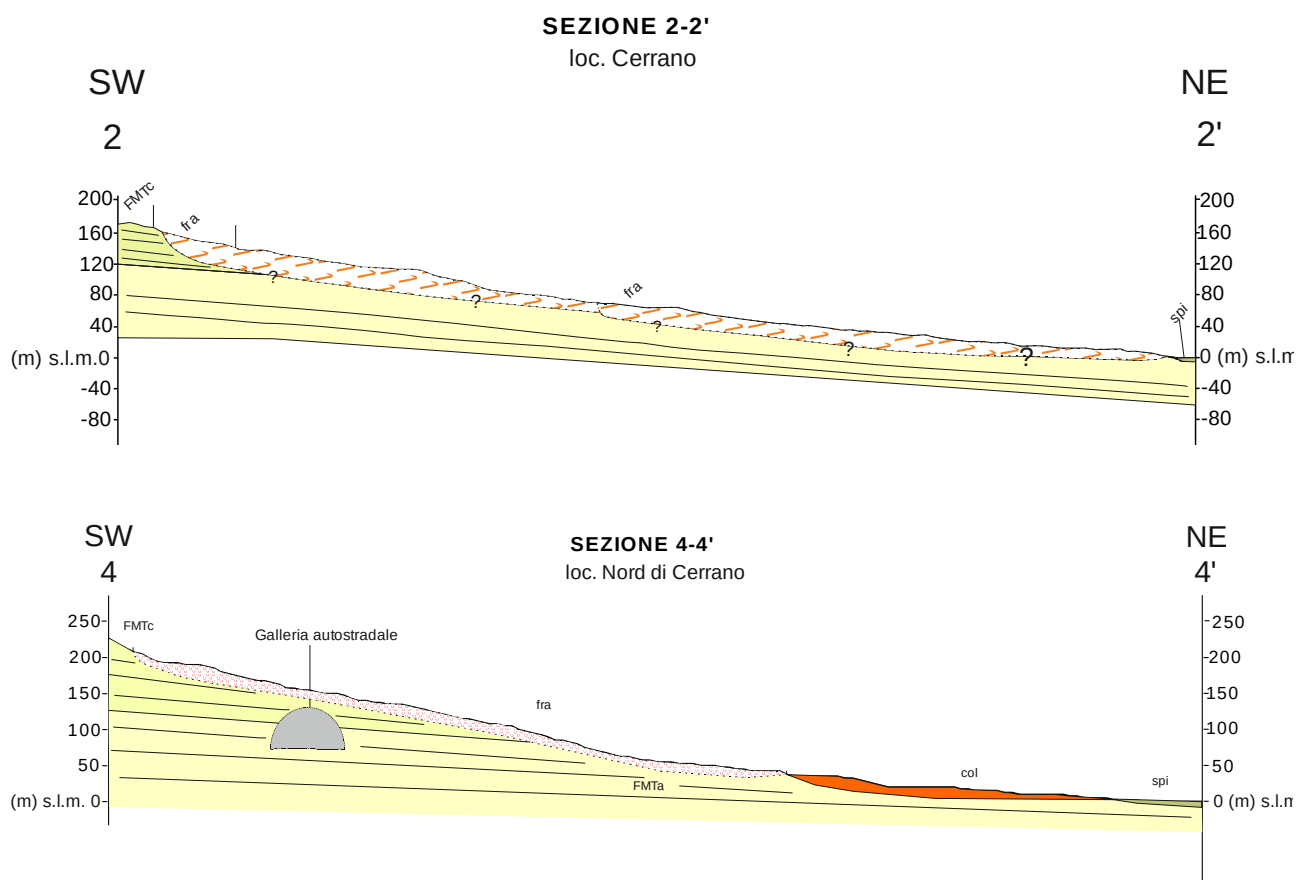


Fig. 5.2. Tratto sezione geologica-tecnica 1-1' – Località Villa Fumosa – e sezione geologico tecnica 2-2' e 4-4' loc. Cerrano
Mod. B (fonte: Tav. Carta Geologico – Tecnica).

- **Modello di sottosuolo B** caratterizzato al tetto da FMTc, e a seguire il membro pelito-sabbioso FMTa della Formazione Mutignano. Lungo i versanti esposti a Nord-Est, sono presenti movimenti gravitativi riconducibili prevalentemente a scorrimenti rotazionali in stato quiescente e a corpi di frana di genesi complessa in stato attivo o quiescente, come nel caso dell'area a Nord di Cerrano e di Loc. Villa Fumosa. La parte bassa dei versanti è colmata dalle coltri colluviali, caratterizzati da limi sabbiosi debolmente argillosi, consistenti, i cui spessori non superano i 10 m.

6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Nella realizzazione delle varie cartografie di cui si compone il presente studio di MZS è risultato subito evidente la presenza, all'interno del territorio comunale di Pineto, di svariati ed estesi movimenti gravitativi i quali, per lo più, interessano la fascia collinare prospiciente la stretta fascia costiera adriatica.

Tra queste aree almeno tre, a parere dello scrivente, meritano un livello più alto di attenzione:

- la frana di scorrimento rotazionale quiescente che coinvolge la Torre di Cerrano;
- la frana complessa quiescente che interessa Villa Fumosa, poco a sud dell'abitato di Scerne;
- la frana di scorrimento rotazionale quiescente e quella di deformazione superficiale lenta attiva, il cui orlo di scarpata lambisce il tratto settentrionale della frazione di Mutignano.

La possibilità di riattivazione e/o estensione cosismica dell'instabilità di tali zone, suggerisce approfondimenti, anche dal punto di vista scientifico (primo e secondo caso) che vadano: nel primo caso, a riscontrare l'effettiva presenza lungo il versante esposto ad est, all'ingresso del comune di Pineto, di frane di scorrimento rotazionale a superfici multiple che vanno a coinvolgere, secondo uno studio riferito a tale area (*"Evoluzione morfodinamica e fenomeni franosi nel settore periadriatico dell'Abruzzo settentrionale"*, 1997 – Autori: Centamore E, Nisio S., Prestininzi A. Scarascia Mugnozza G.), direttamente il substrato pelitico della Formazione Mutignano facendola addirittura sub-affiorare in prossimità della costa; nel secondo caso a definire i limiti del vasto movimento gravitativo che, per un determinato tratto, viene addirittura interpretato dalle cartografie del P.A.I., come deformazione gravitativa profonda; nell'ultimo caso a riscontrare l'evoluzione degli orli di scarpata sottesi a movimenti gravitativi che interessano e insidiano gran parte del versante settentrionale della frazione Mutignano.

Tale situazione, non riscontrata nel presente studio attraverso i dati disponibili, fa ritenere quindi utile definire i limiti relativi all'estensione di tali processi gravitativi, la loro estensione areale e, soprattutto, gli spessori che li contraddistinguono, attraverso la definizione di campagne di indagini e di monitoraggi da ubicare, preferibilmente, nei tratti di maggiore valenza ai fini della prevenzione del rischio sismico (v. ubicazione delle aree che necessitano di ulteriore approfondimento contenute nella Carta delle Indagini).

Infine altra criticità da segnalare, non ultima certamente per importanza e connessa alla carenza di maggiori informazioni, è riferita alla estesa fascia costiera che delimita, ad est, il territorio comunale di Pineto. Qui le incertezze sono due: la prima riguarda il limite tra i depositi di spiaggia e i depositi alluvionali del fiume Vomano che, nella porzione più settentrionale dell'area sottoposta a MZS disegna un limite incerto tracciato, in parte sulla base di alcuni sondaggi geognostici ivi effettuati, per la restante sulla base di proprie considerazioni di ordine sedimentologico. La seconda, e ben più importante, riguarda l'intera fascia costiera individuata come "Zona di attenzione per la liquefazione di tipo 1". Il pericolo di liquefazione, infatti, deve essere accertato allorquando concorrano fattori scatenanti, imputabili alle caratteristiche dei terremoti attesi, e fattori predisponenti, dovuti alle caratteristiche dei terreni presenti. La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione può essere bassa o nulla, secondo quanto riportato nella normativa di settore (NTC 2008 e s.m.i.) e negli indirizzi e criteri per redigere gli studi di MZS pubblicati dal Dipartimento della Protezione Civile (v. Bibliografia), nel caso in cui si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo $M < 5$;
2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field $< 0,1 \text{ g}$;
3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field $< 0,15 \text{ g}$ e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - Frazione di fine FC superiore al 20%, con indice di plasticità $PI < 10$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N1)_{60} > 25$.

4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nei due grafici sotto riportati valide, nel caso di materiale con coefficienti di uniformità $U_c < 3,5$ (per terreni a granulometria uniforme) e $U_c > 3,5$ (per terreni a granulometria estesa).
5. Profondità media stagionale della falda acquifera $>$ di 15 m dal piano campagna.

$L'(N1)60$ rappresenta il valore della resistenza penetrometrica della prova SPT normalizzato ad una pressione effettiva di confinamento, approssimativamente di 100 kPa, e un fattore di rendimento energetico di 0,6 nell'esecuzione della prova. Nel caso in studio, pertanto, è possibile affermare che molte delle suddette condizioni trovano riscontro in quanto:

- la magnitudo M è > 5 in quanto il territorio comunale di Pineto rientra nella zona sismogenetica 918 della Mappa di Pericolosità Sismica di base del Gruppo di Lavoro INGV (v. Bibliografia), cui è stata assegnato un valore di $MW_{MAX} = 6.37$ (si assume in accordo con indicazioni DPC $M = MW_{MAX}$);
- la profondità stagionale della falda è di molto inferiore ai 15 m;
- l'accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field risulta $> 0,15g$.

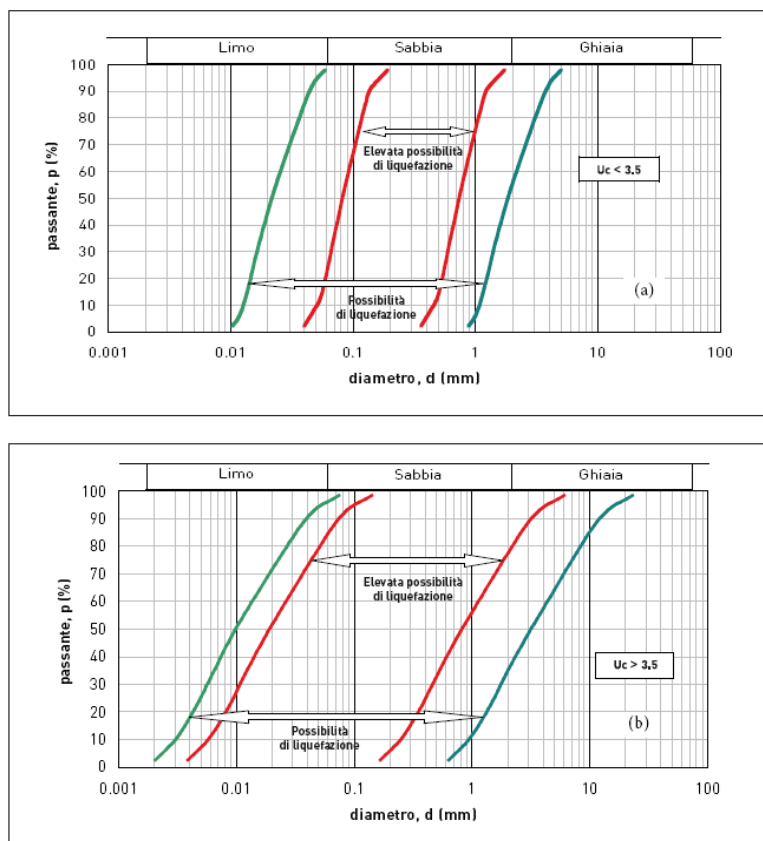


Figura 2.7-1- Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da AGI, 2005).

In ragione, quindi, dei dati stratigrafici e geotecnici in possesso, è possibile affermare che tra i fattori predisponenti l'occorrenza della liquefazione ci sono quelli scatenanti (riferibili alle caratteristiche dei terremoti attesi), mentre per quel che riguarda l'incidenza dei fattori predisponenti (dovuti alla suscettibilità dei terreni ed alla presenza della falda) mancano dati analitici ed omogeneamente diffusi sulla granulometria dei materiali sabbiosi interessati; più in particolare quelli relativi al coefficiente di uniformità (U_c) del deposito, in base a cui poter affermare che la distribuzione granulometrica sia esterna alle fasce di "possibilità di liquefazione" e "elevata possibilità di liquefazione" contenute nei grafici di cui sopra (AGI, 2005).

Pertanto, sulla base di quelli che sono gli indirizzi ed i criteri stabiliti per gli studi di MZS di Livello 1 ed in considerazione del fatto che:

- ✓ le condizioni per cui poter escludere l'occorrenza di fenomeni di liquefazione sono circoscritte alla definizione della granulometria del deposito, ovvero alla percentuale di fine;
- ✓ in ogni caso si tratta di materiali prevalentemente sabbiosi, sabbioso-limosi o sabbioso-ghiaiosi e con superficie della falda freatica e delle eventuali falde in pressione posta ad una profondità < 15 m dal piano campagna,

per tali ragioni l'area relativa alla fascia costiera del territorio comunale di Pineto è stata inserita tra quelle di Attenzione per liquefazione di tipo1.

Pertanto, al fine di avere una stima delle capacità amplificative dei depositi, comunque utile per un'eventuale esclusione dall'occorrenza di fenomeni di liquefazione degli stessi, si suggerisce un approfondimento relativo ai fattori predisponenti (suscettibilità dei terreni), atteso che all'interno della fascia costiera gravitano la maggior parte della popolazione pinetese e le principali strutture con funzione pubblica e strategica (scuole, asili, sedi comunali, palestre, caserma carabinieri, stazione ferroviaria, ...).

Per quel che riguarda, invece, le aree rappresentate da alluvioni attuali (all) e terrazzate (at n) della piana alluvionale del fiume Vomano e di quelle alluvionali (all) relative al torrente Calvano, la lettura delle stratigrafie dei sondaggi effettuati in area dai colleghi e riportati in archivio bibliografico (vedi Tav. 1A Carta delle Indagini), evidenziano la presenza nel primo sottosuolo di

alternanze di limi e limi sabbiosi superficiali, seguiti da ghiaie con ciottoli per spessori superiori ai 15-20 m. Tuttavia, considerate:

- la scarsità di dette indagini, ovvero, la notevole difficoltà nel recuperare dati che consentano di ricostruire la geometria dei terreni sabbiosi la cui attitudine a sviluppare processi di liquefazione è stata riscontrata a seguito dell'evento sismico del 06 aprile 2009 nella piana alluvionale del fiume Aterno (AQ);

- la complessità geologica-geomorfologica delle suddette aree alluvionali e dei rapporti stratigrafici e sedimentarie che possano contemplare localmente lenti ed orizzonti sabbiosi in falda intercalati nella profondità di interesse,

tali aree alluvionali del fiume Vomano e del torrente Calvano vengono classificate, a scopo precauzionale e sulla base della Nota Integrativa approvata dal TTMZS in data 31.03.2015, come "aree con possibili importanti variazioni tridimensionali alla scala di sito delle caratteristiche geotecniche e dei materiali fini alluvionali (es. torbe e argille organiche), che potrebbero determinare fenomeni di cedimenti e con possibili lenti discontinue di materiale granulare potenzialmente liquefacibili".

Per tali aree, pertanto, sono fortemente raccomandati l'esecuzioni di indagini geognostiche seguite da analisi granulometriche di laboratorio, al fine di definire tali possibili elementi di instabilità.

In conclusione, lo scrivente suggerisce all'amministrazione comunale di Pineto ed agli Uffici preposti, l'opportunità di prescrivere al soggetto proponente interventi edilizi e/o di trasformazione del territorio, al fine del rilascio del permesso di costruire o equipollente, di:

- ☒ fornire i dati stratigrafici e/o sismici eventualmente contenuti nella relazione geologica e di modellazione sismica (anche mediante semplice estrapolazione su supporto magnetico, se tale elaborato non fosse richiesto dall'ente comunale);
- ☒ implementare gli studi che afferiscono ad interventi previsti in presenza dei depositi sabbiosi costieri, con indagini sismiche e geotecniche di dettaglio e analisi granulometriche specifiche, in grado di accertare o meno la reale presenza di fattori predisponenti (susceptibilità di tali depositi) il pericolo di liquefazione e, nel caso, definire l'andamento

con la profondità del fattore di sicurezza ed il relativo indice potenziale, secondo quanto riportato nelle normative di settore; studi, questi, che si ritiene debbano essere realizzati anche per tutti quegli edifici a valenza pubblica e strategica afferenti l'areale considerato (v. ubicazione aree di ulteriore approfondimento contenute nella Carte delle Indagini).

Tali informazioni saranno, quindi, fatti confluire in una sorta di banca dati consultabile on-line ed utilizzabili, successivamente, per intraprendere studi di MZS di livello superiore al presente.

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 stato realizzato 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 Sismica del Comune di Pineto sono state acquisite n. 5 registrazioni HVSR presenti in archivio bibliografico:

1-2 - P13 e P14, Loc. Scerne di Pineto.

3 – P33, Loc. Cimitero di Pineto.

4 – P38, Loc. Scerne di Pineto.

5 – P40, via Roma, Pineto.

Le prime 2 acquisizioni hanno fornito le seguenti curve H/V:

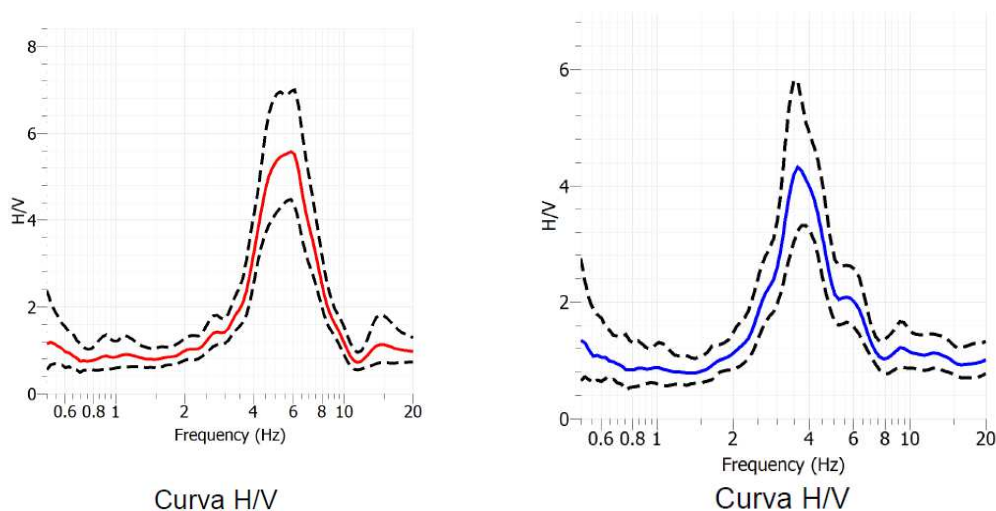


Figura 7.1 - Curve H/V, rispettivamente, di P13 e P14.

Nei primi due diagrammi dei rapporti spettrali H/V, acquisiti in località Scerne di Pineto, si evidenziano due picchi, per il primo HVSR, una frequenza di circa 6 Hz, per il secondo una frequenza di circa 4 Hz.

Nella terza acquisizione (P33), realizzata in località cimitero di Pineto, si è ottenuto il seguente rapporto spettrale che non mostra nessun picco significativo:

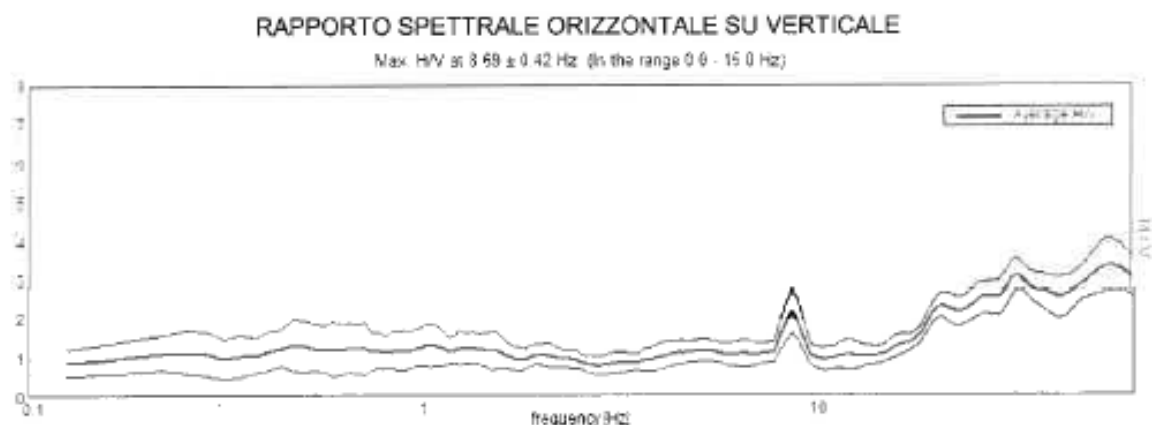


Figura 7.2 - Curva H/V di P33.

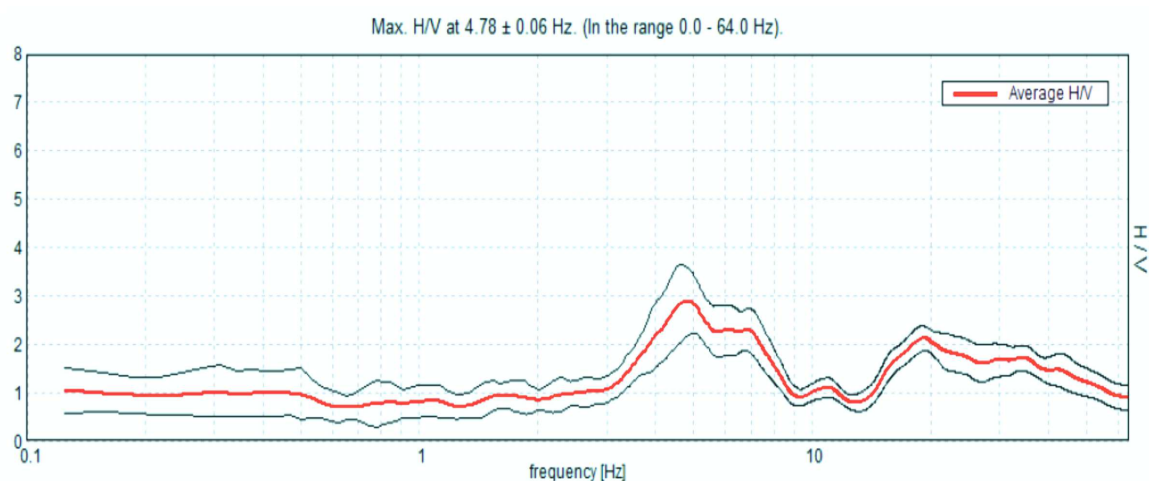


Figura 7.4 - Curva H/V di P38.

La frequenza fondamentale di vibrazione per il quarto tromino (P38), acquisito in località Scerne di Pineto, è di 4,8.

L'ultimo HVSR (P40), registrato in Via Roma, non ha mostrato nessun picco significativo (figura 7.5).

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

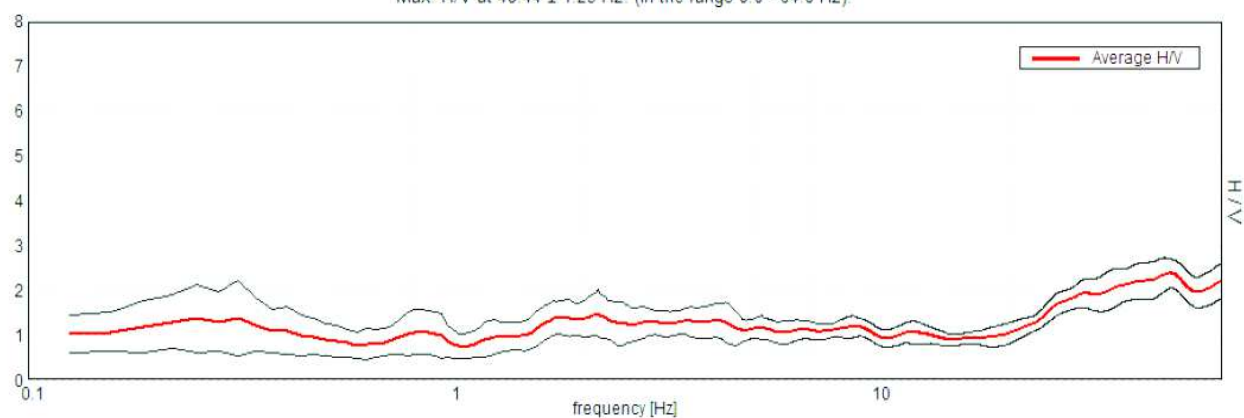
Max H/V at 48.44 ± 1.25 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

Figura 7.5 - Curva H/V di P40.

Oltre queste registrazioni pregresse, sono state realizzate n. 16 registrazioni HVSR, nominate ed ubicate come segue:

Codice	Latitudine	Longitudine	Postazione
P64	42°35'18.08"N	14° 2'2.88"E	Corso Umberto I
P65	42°35'6.54"N	14° 1'57.15"E	Strada Provinciale 28a
P66	42°37'30.65"N	14° 2'18.70"E	Strada Provinciale 27
P67	42°37'45.97"N	14° 3'9.22"E	Strada Statale 16
P68	42°38'2.15"N	14° 2'0.15"E	Strada Provinciale 27
P69	42°38'10.98"N	14° 1'7.84"E	Via Giove
P70	42°36'44.64"N	14° 2'57.26"E	Via Scarlatti
P71	42°36'56.45"N	14° 2'27.14"E	Via Marchesi
P72	42°36'36.15"N	14° 3'38.22"E	Strada Provinciale 28
P73	42°34'57.52"N	14° 5'4.74"E	Strada Statale 16
P74	42°35'34.03"N	14° 4'40.51"E	Via Cuba
P75	42°35'13.24"N	14° 5'12.27"E	Strada Statale 16
P76	42°37'22.43"N	14° 3'15.85"E	Strada Statale 16
P77	42°37'21.38"N	14° 2'37.03"E	Strada Provinciale 27
P78	42°39'8.24"N	14° 2'14.36"E	Via Vomano Vecchio
P79	42°37'58.80"N	14° 2'18.91"E	Contrada Capitolo

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;
-  in aree urbanizzate o che presentano criticità, come zone instabili (aree in frana e suscettibili di liquefazione).

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 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 riportano la tabella riassuntiva relativa ai picchi ivi individuabili e a seguire i grafici H/V per ogni singola stazione:

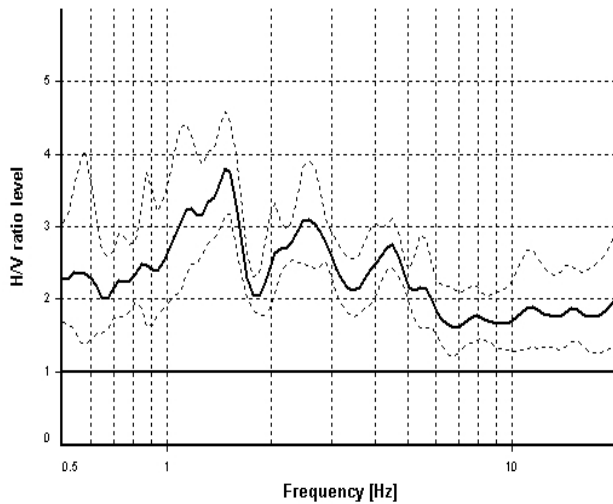
<i>Codice</i>	<i>Frequenza fondamentale (F0)</i>	<i>Ampiezza del picco H/V (A0)</i>	<i>Secondo picco (F1)</i>	<i>Secondo picco (A1)</i>	<i>MOPS interessata</i>
P64	1.47	3.80	2.57	3.10	Z3
P65	1.71	3.06	-	-	ZA_fr_Q
P66	1.84	2.69	-	-	ZA_fr_Q
P67	0.50	5.67	-	-	Z10
P68	1.84	2.71	4.85	2.49	Z4
P69	6.07	7.83	15.99	2.84	Z4
P70	0.87	2.72	-	-	Z4
P71	1.91	2.96	-	-	Z1
P72	0.84	2.44	1.58	2.34	Z6
P73	1.47	3.71	-	-	ZA_fr_Q
P74	1.58	3.31	12.78	3.14	Z5
P75	0.64	5.02	-	-	Z10
P76	2.57	2.45	-	-	Z5
P77	3.34	3.04	-	-	Z2
P78	8.17	1.80	19.8	3.39	Z7
P79	1.71	2.65	-	-	ZA_fr_I

In linea di massima osserviamo che molte delle registrazioni effettuate evidenziano picchi poco pronunciati, sia in presenza di terreni di copertura, sia in presenza di bedrock “geologico” locale,

rappresentato dalle associazioni della Formazione Mutignano. Il picco più evidente è quello relativo al P69 interessante terreni in corrispondenza delle alluvioni recenti in destra idrografica del fiume Vomano, probabilmente il valore così elevato, del parametro H/V è correlabile alla presenza di un vecchio paleo alveo.

Le stazioni P40, P67, P75, posizionate lungo la fascia costiera sui depositi di spiaggia, rilevano valori di frequenze piuttosto bassi, sotto gli 1.0 Hz, con valori di ampiezza intorno ai 5; questi risultati sono probabilmente associabili a contrasti di impedenza che hanno origine a profondità rilevanti.

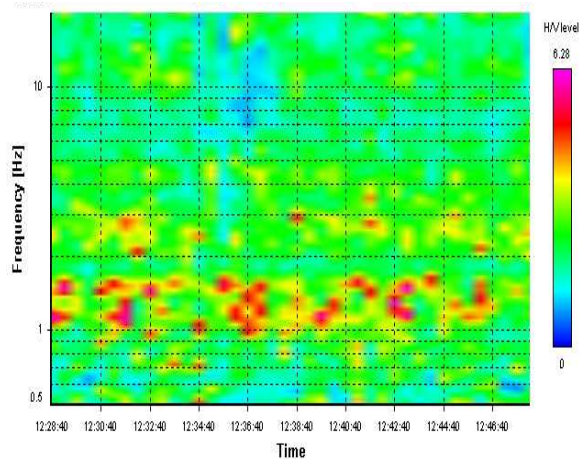
P64



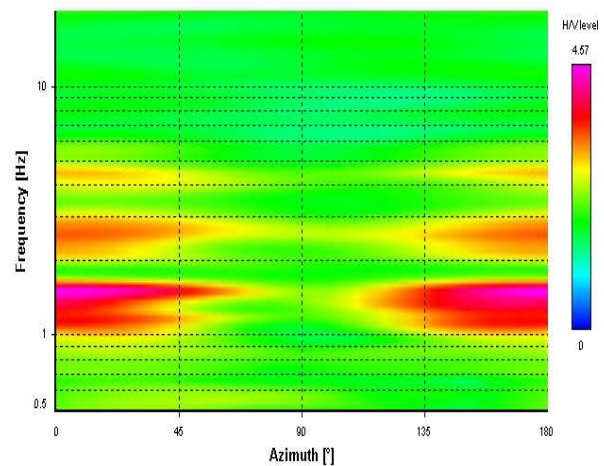
Curva H/V



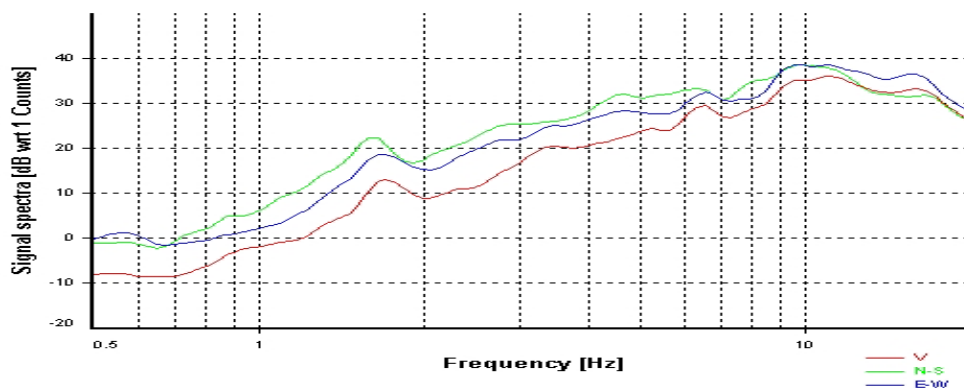
Postazione



Stazionarietà

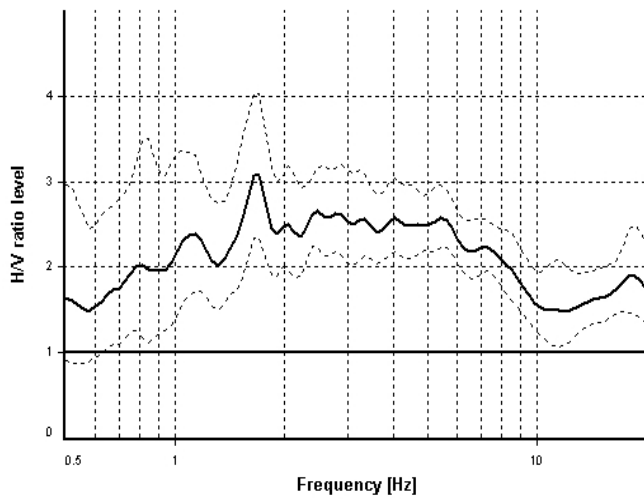


Direzionalità



Andamenti degli spettri di ampiezza delle 3 componenti (1 verticale e 2 orizzontali).

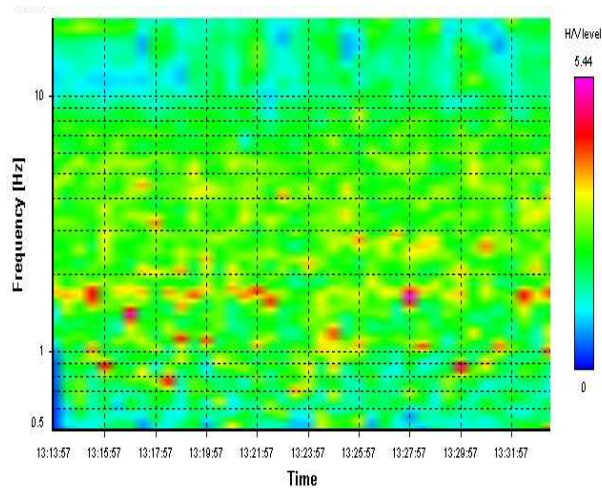
P65



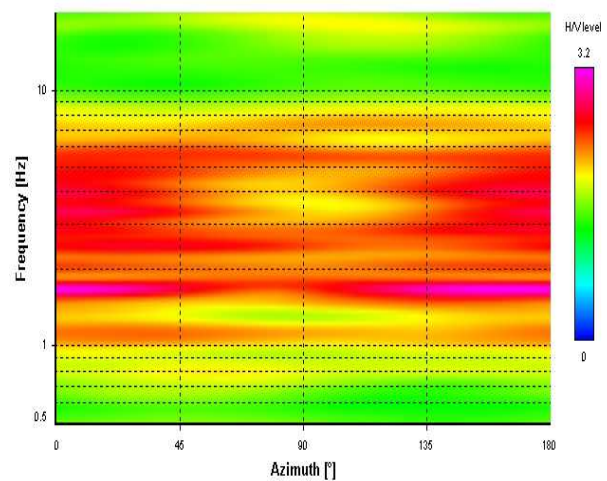
Curva H/V



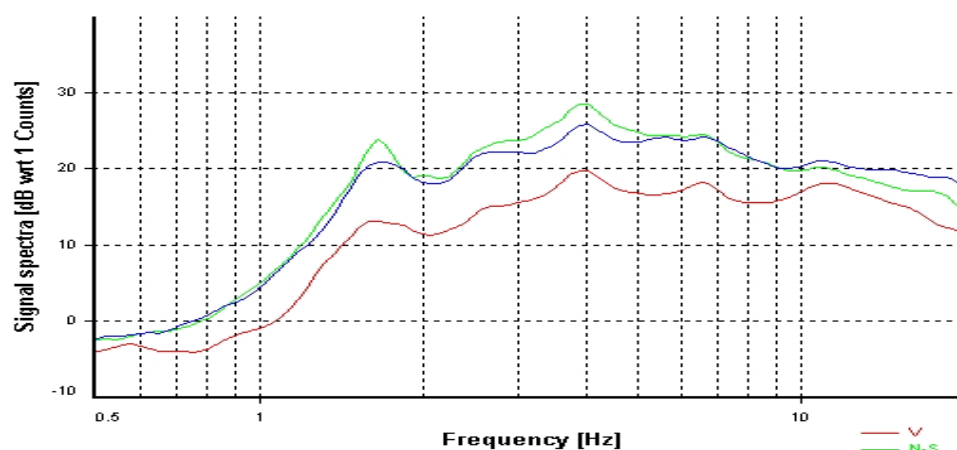
Postazione



Stazionarietà

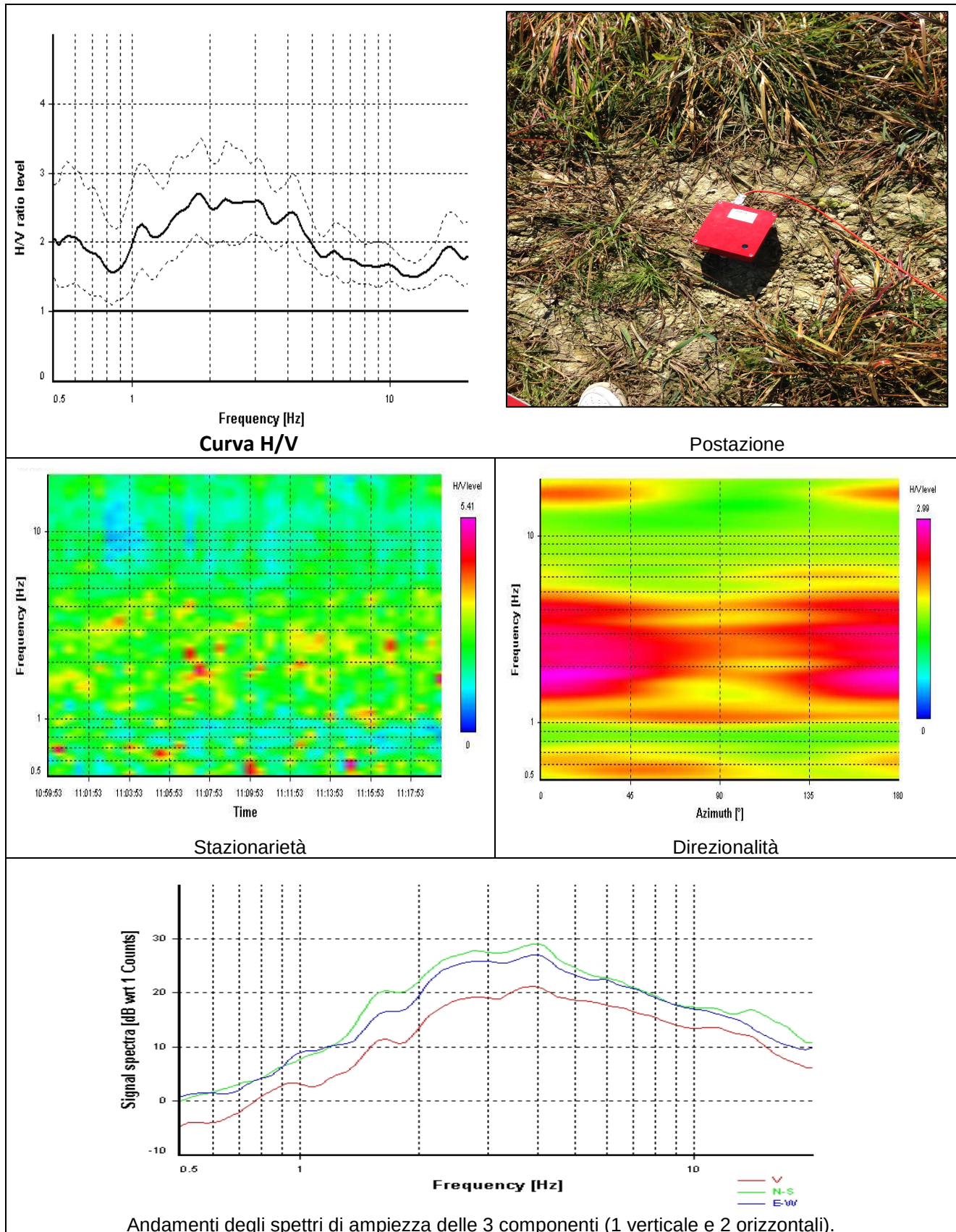


Direzionalità

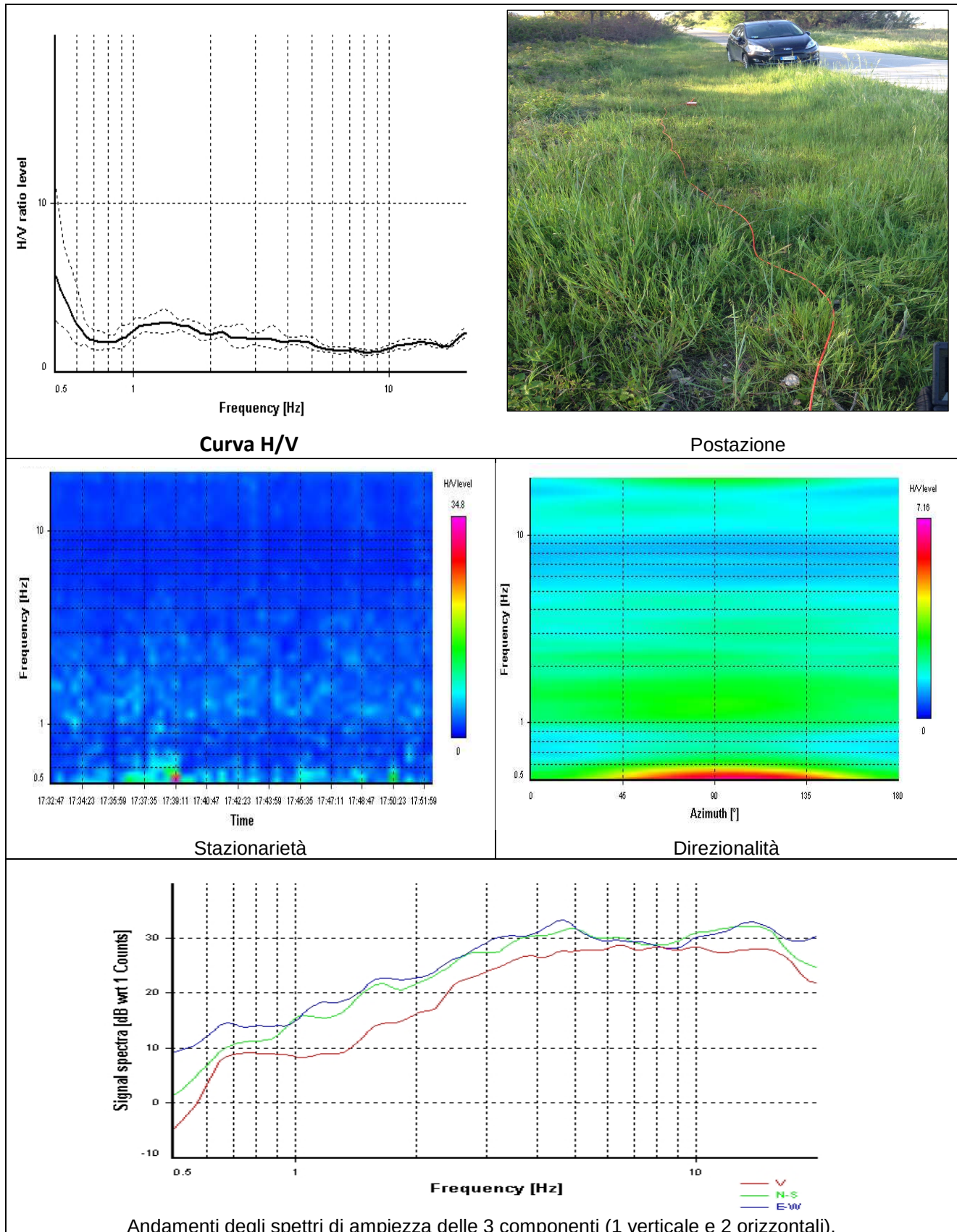


Andamenti degli spettri di ampiezza delle 3 componenti (1 verticale e 2 orizzontali).

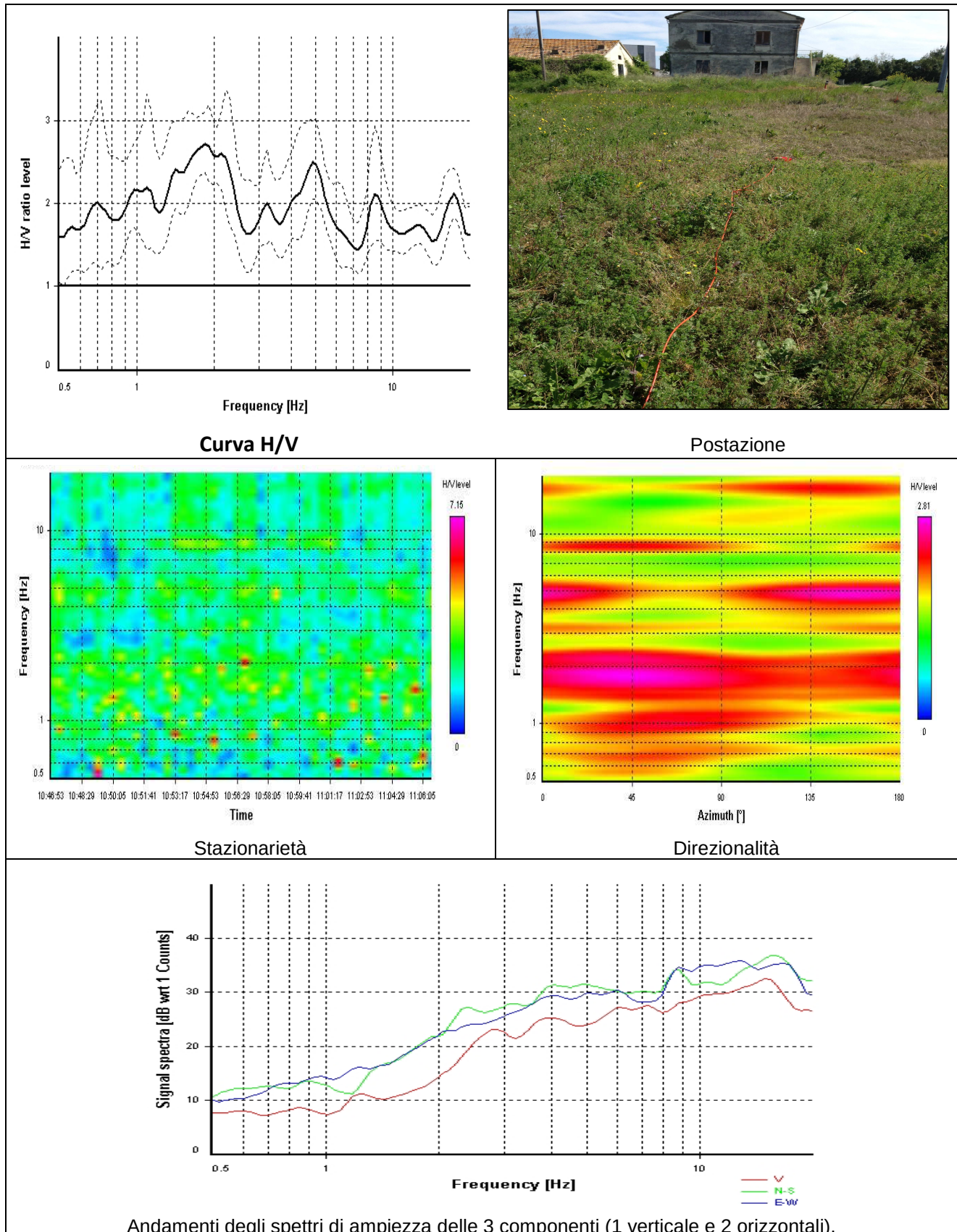
P66



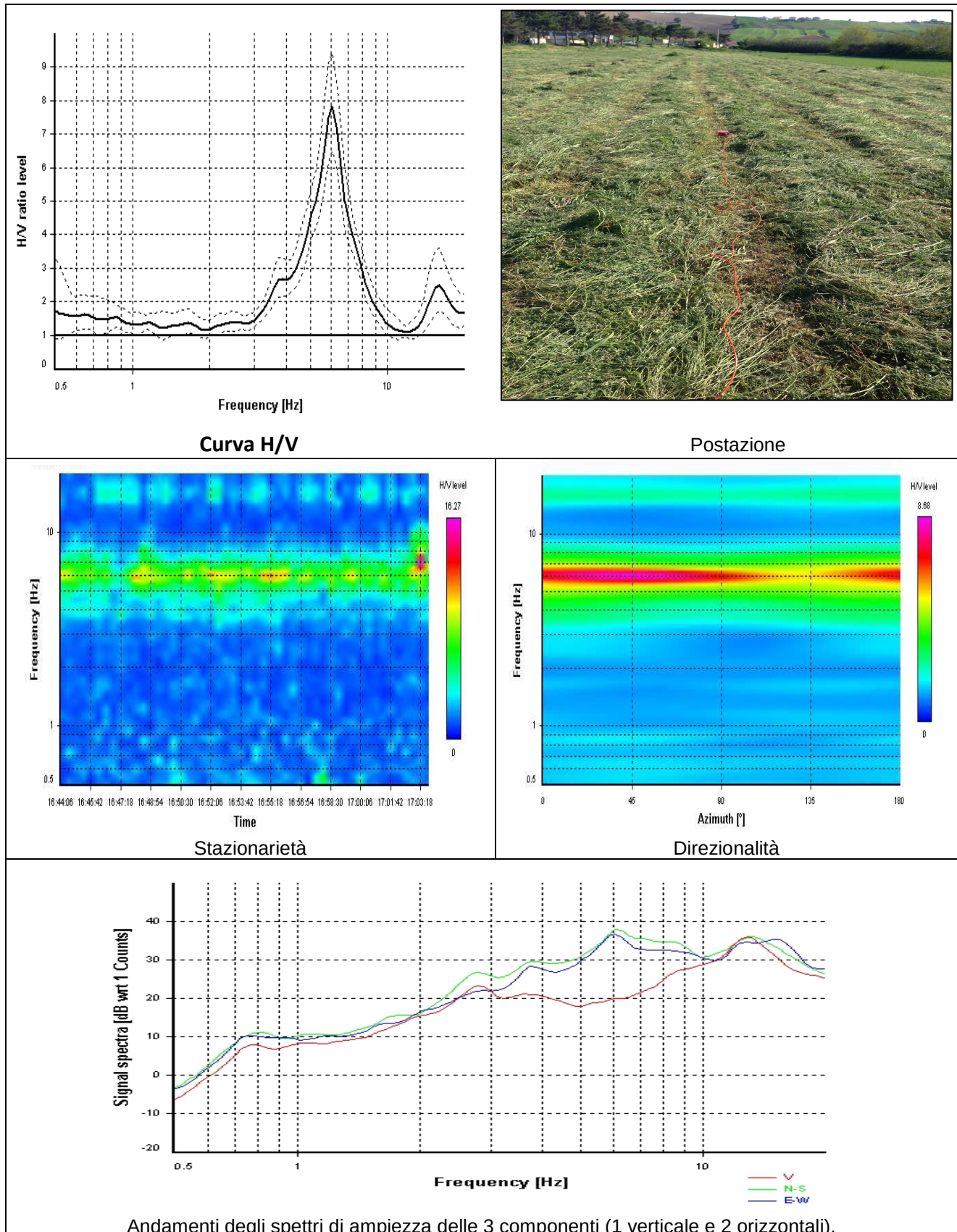
P67



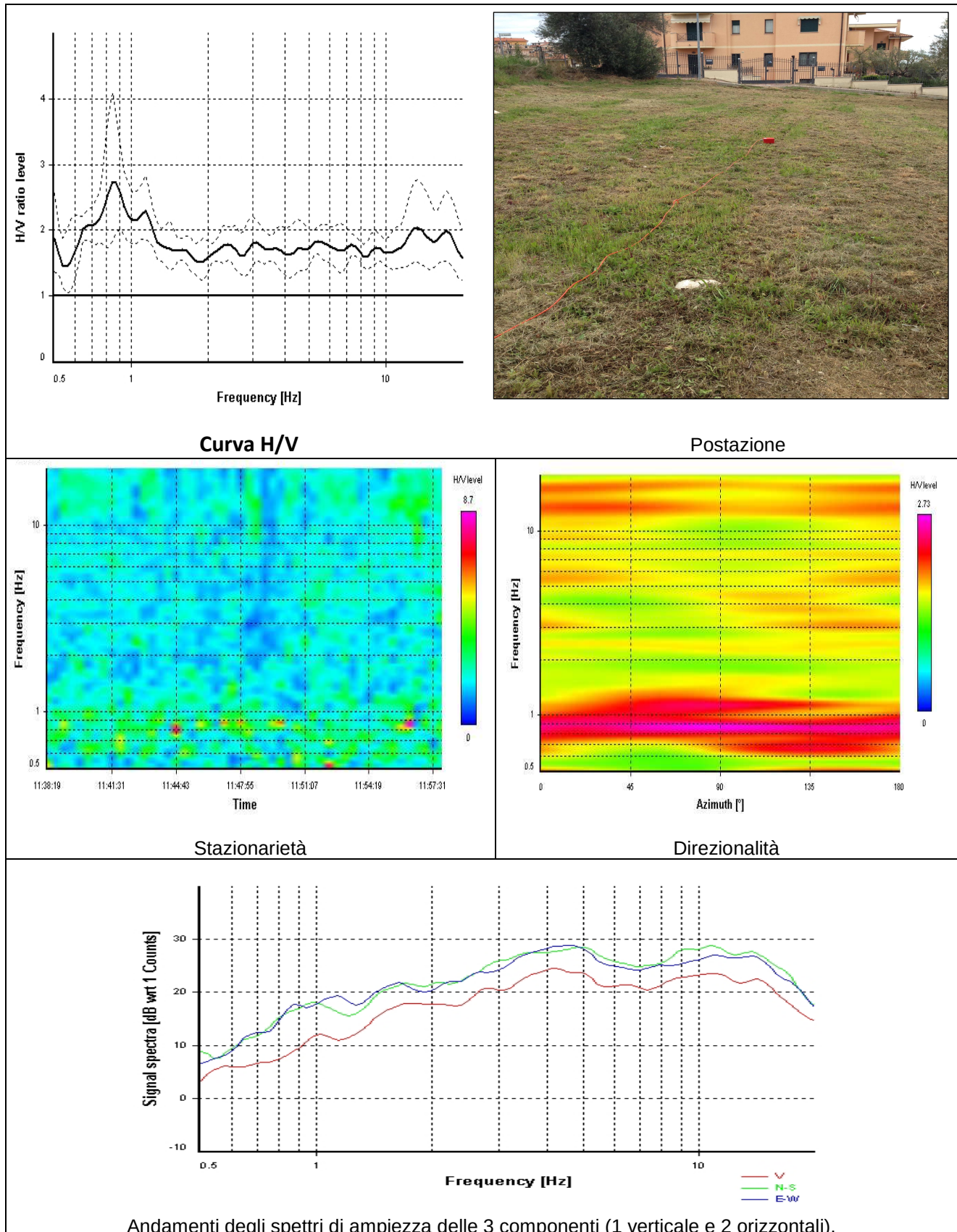
P68



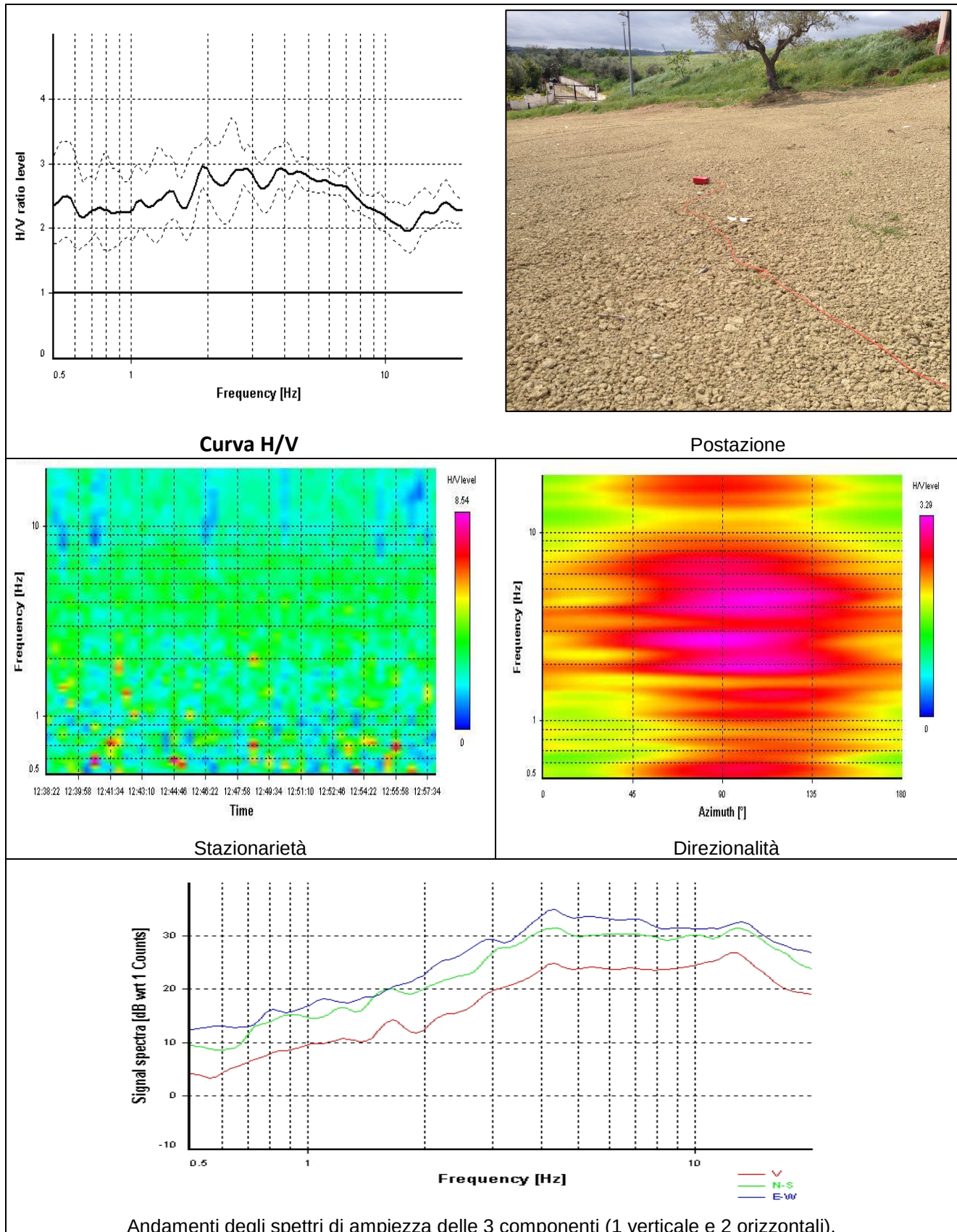
P69



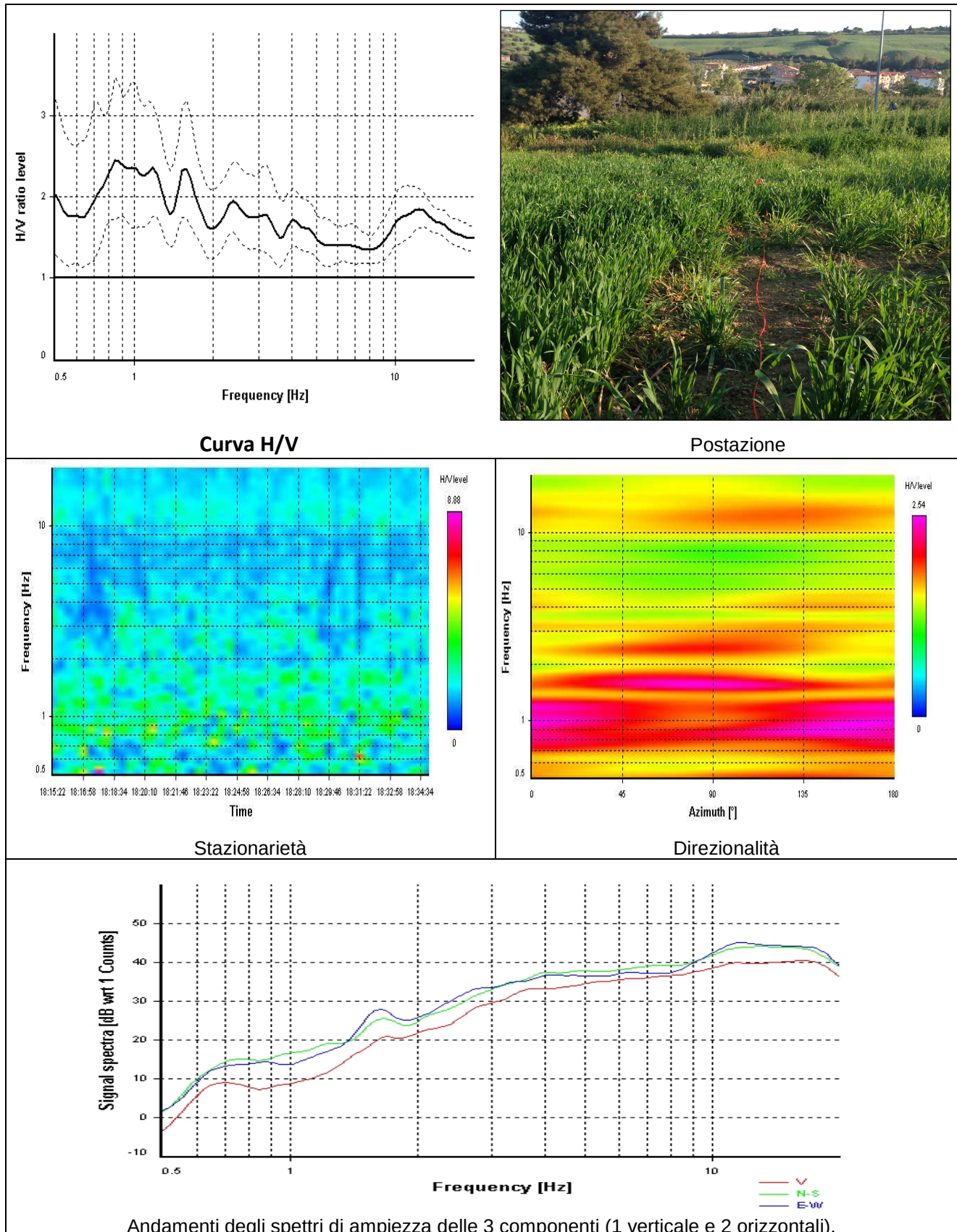
P70



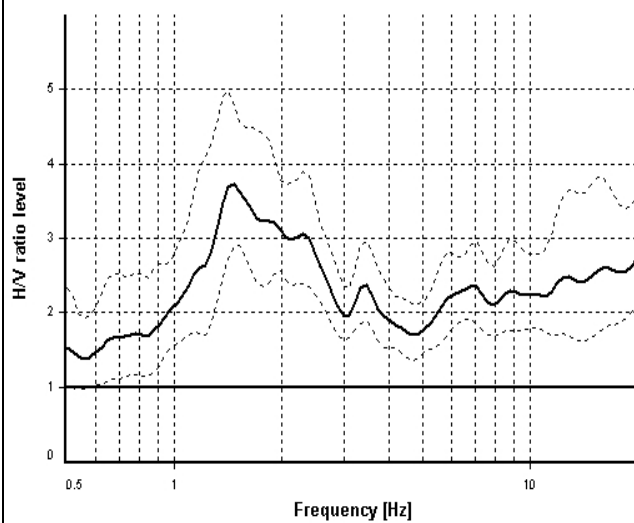
P71



P72



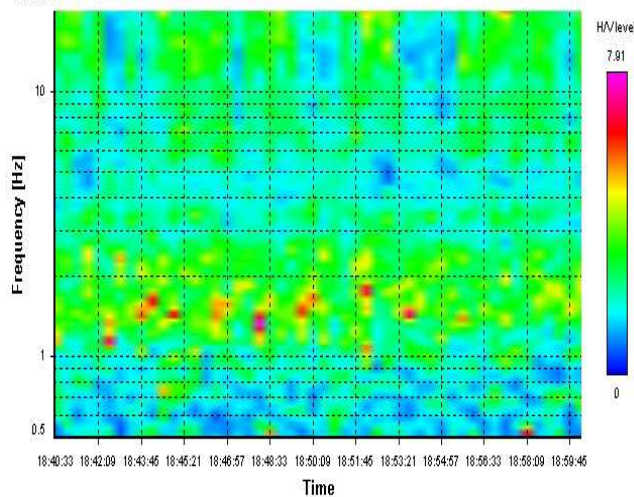
P73



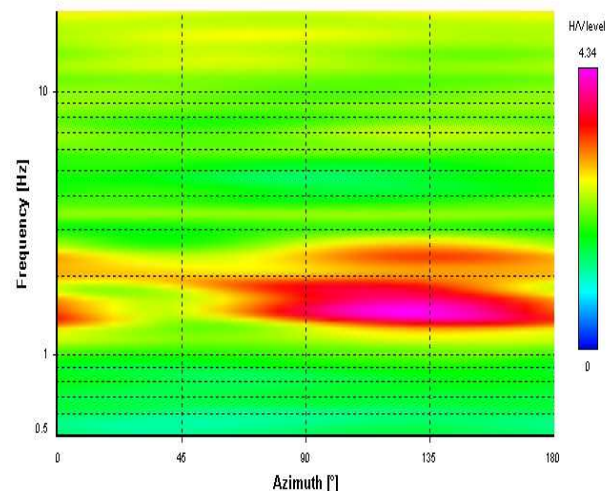
Curva H/V



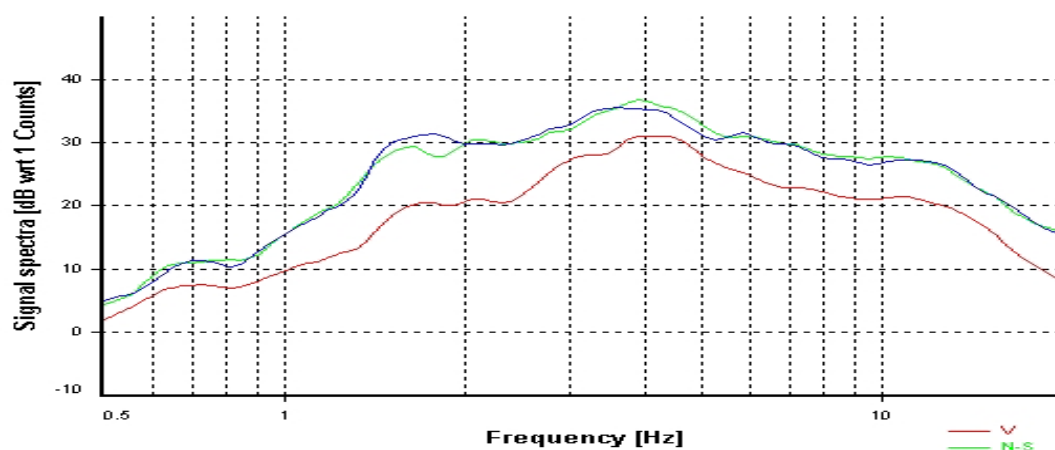
Postazione



Stazionarietà

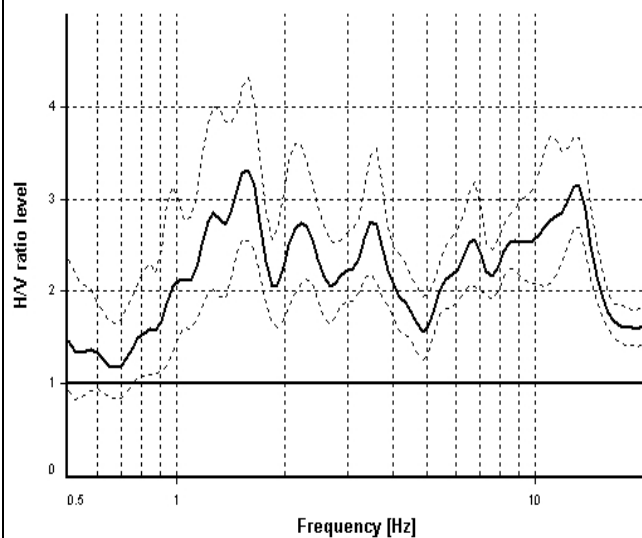


Direzionalità



Andamenti degli spettri di ampiezza delle 3 componenti (1 verticale e 2 orizzontali).

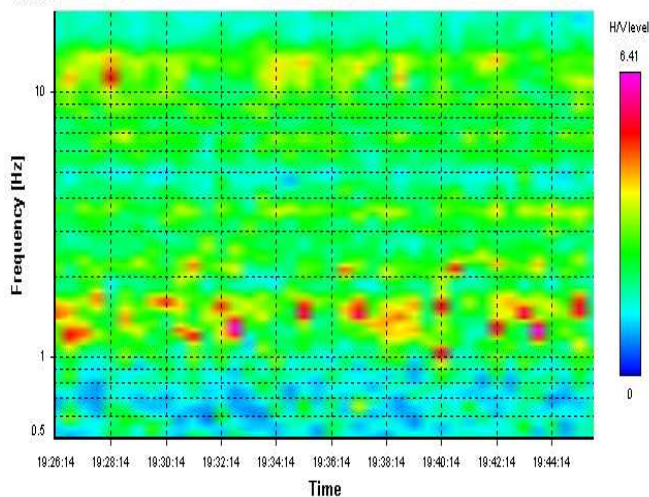
P74



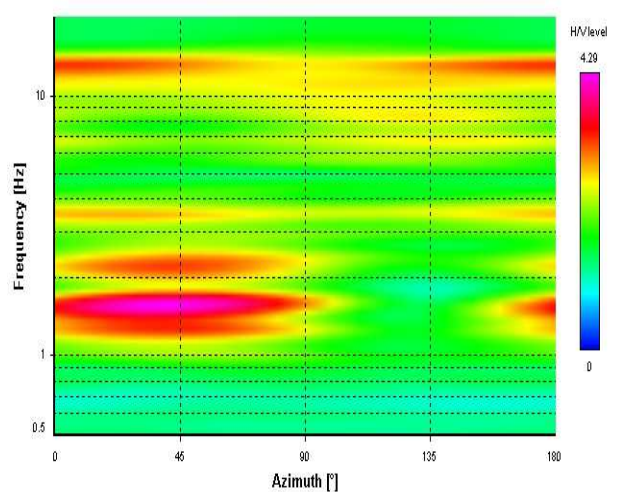
Curva H/V



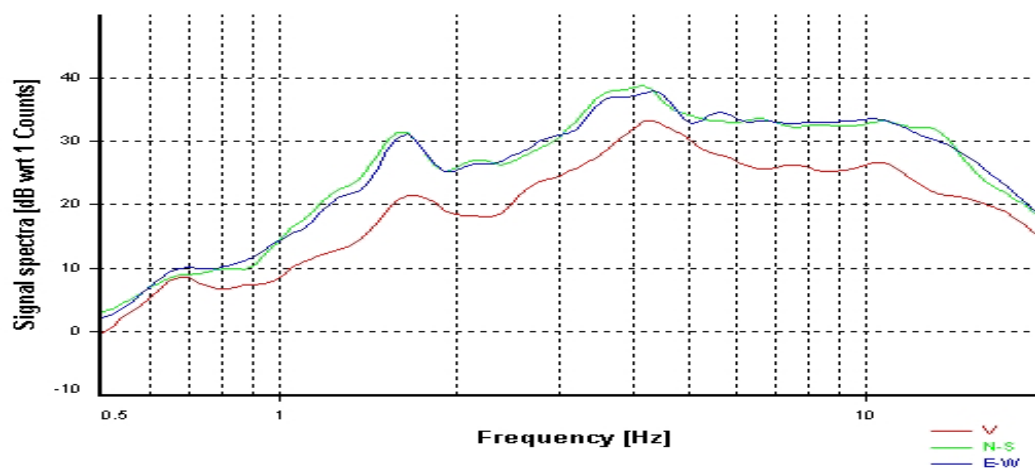
Postazione



Stazionarietà

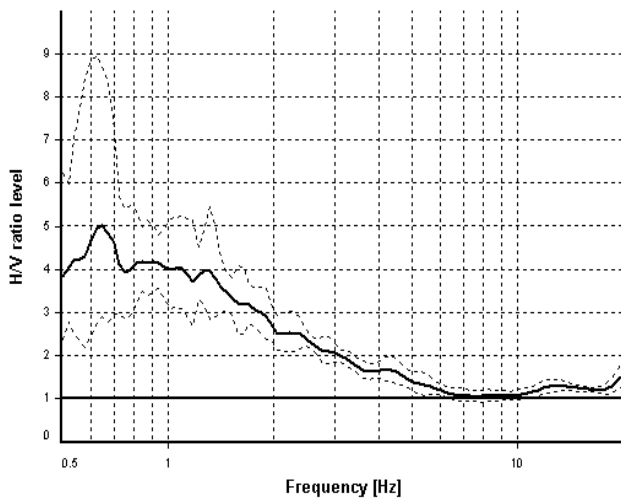


Direzionalità



Andamenti degli spettri di ampiezza delle 3 componenti (1 verticale e 2 orizzontali).

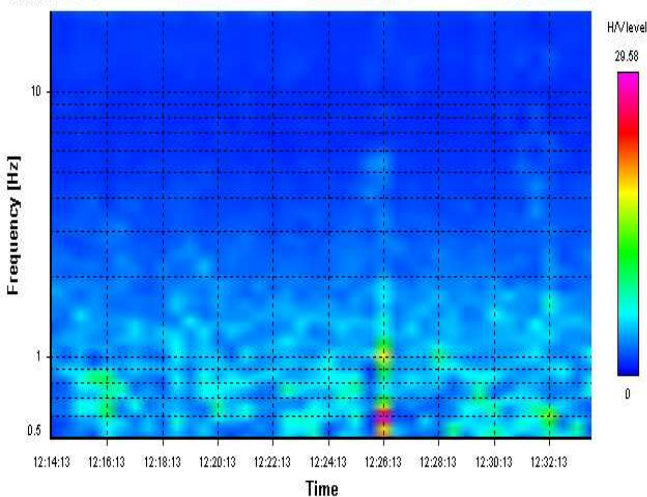
P75



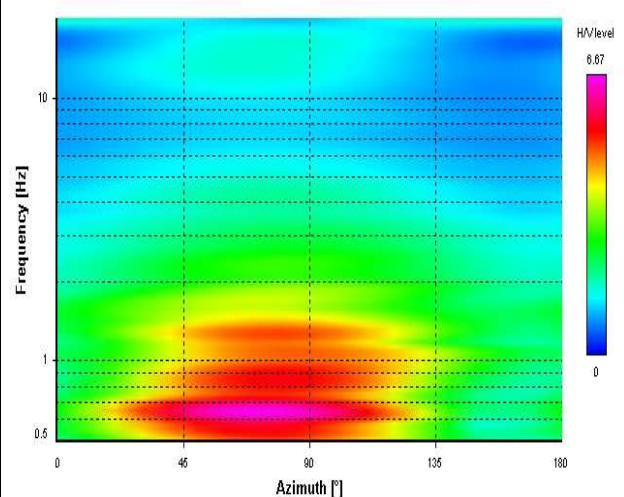
Curva H/V



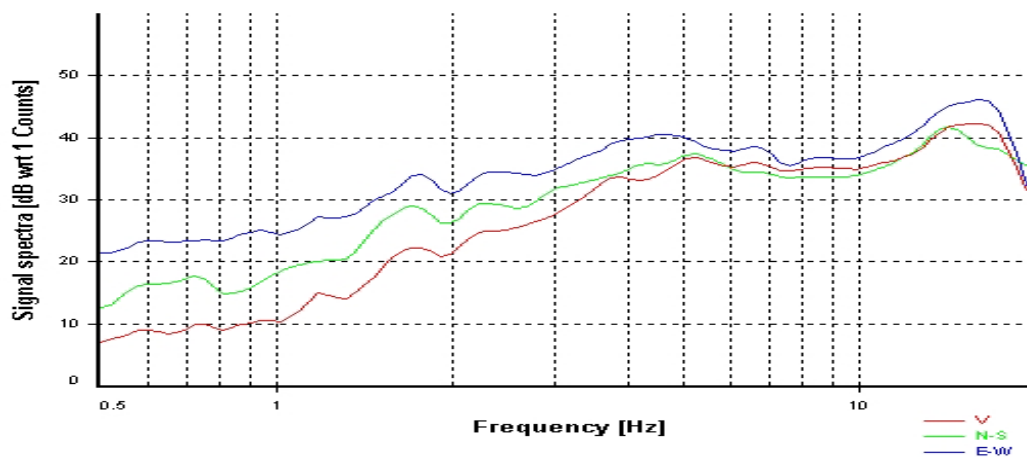
Postazione



Stazionarietà

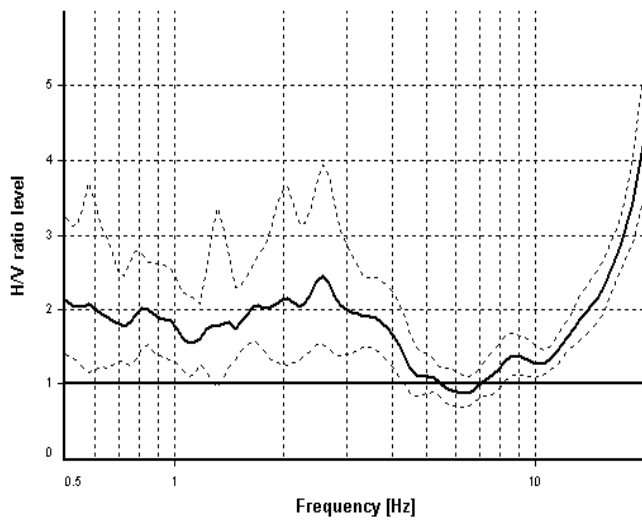


Direzionalità



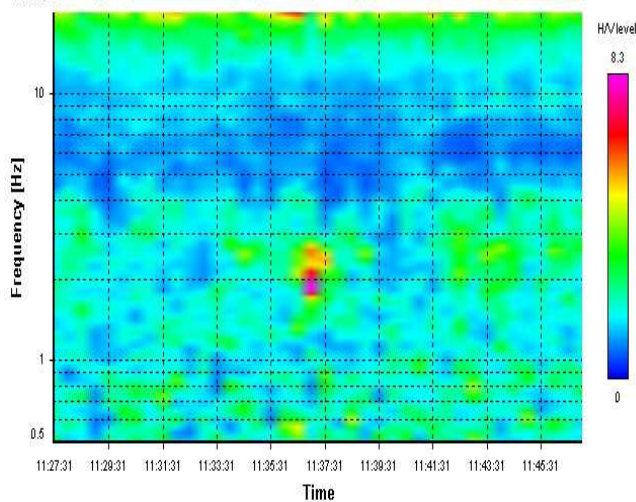
Andamenti degli spettri di ampiezza delle 3 componenti (1 verticale e 2 orizzontali).

P76

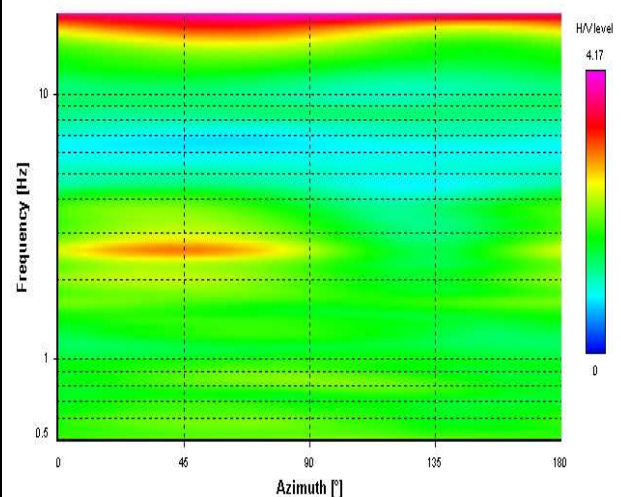


Curva H/V

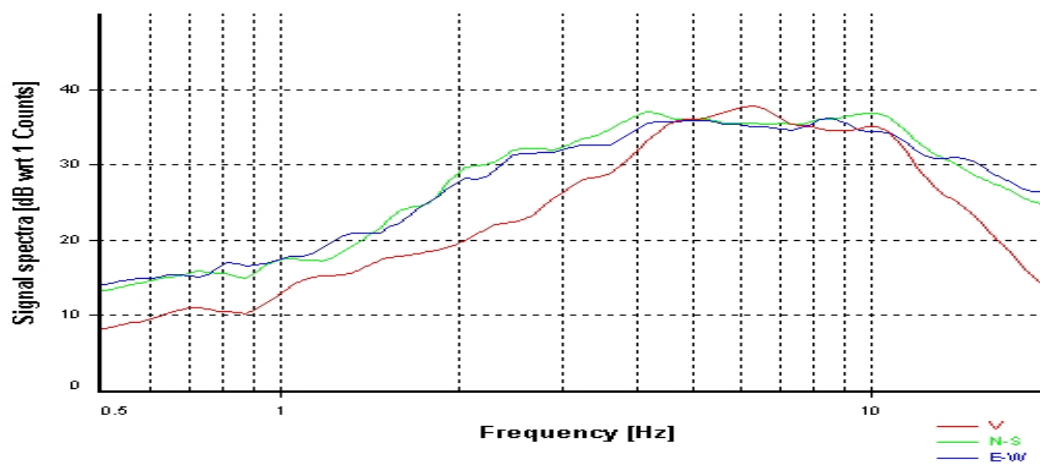
Postazione



Stazionarietà

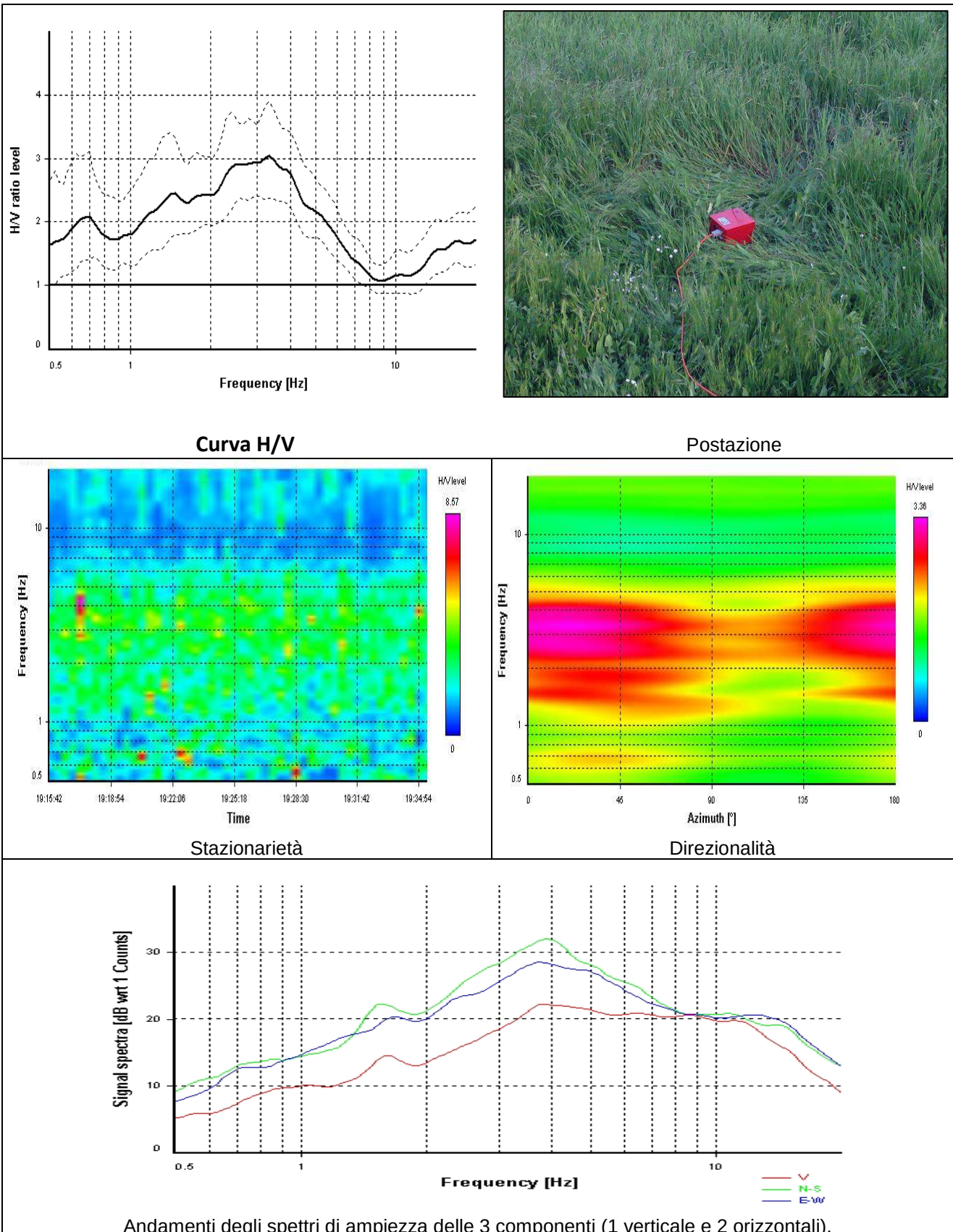


Direzionalità

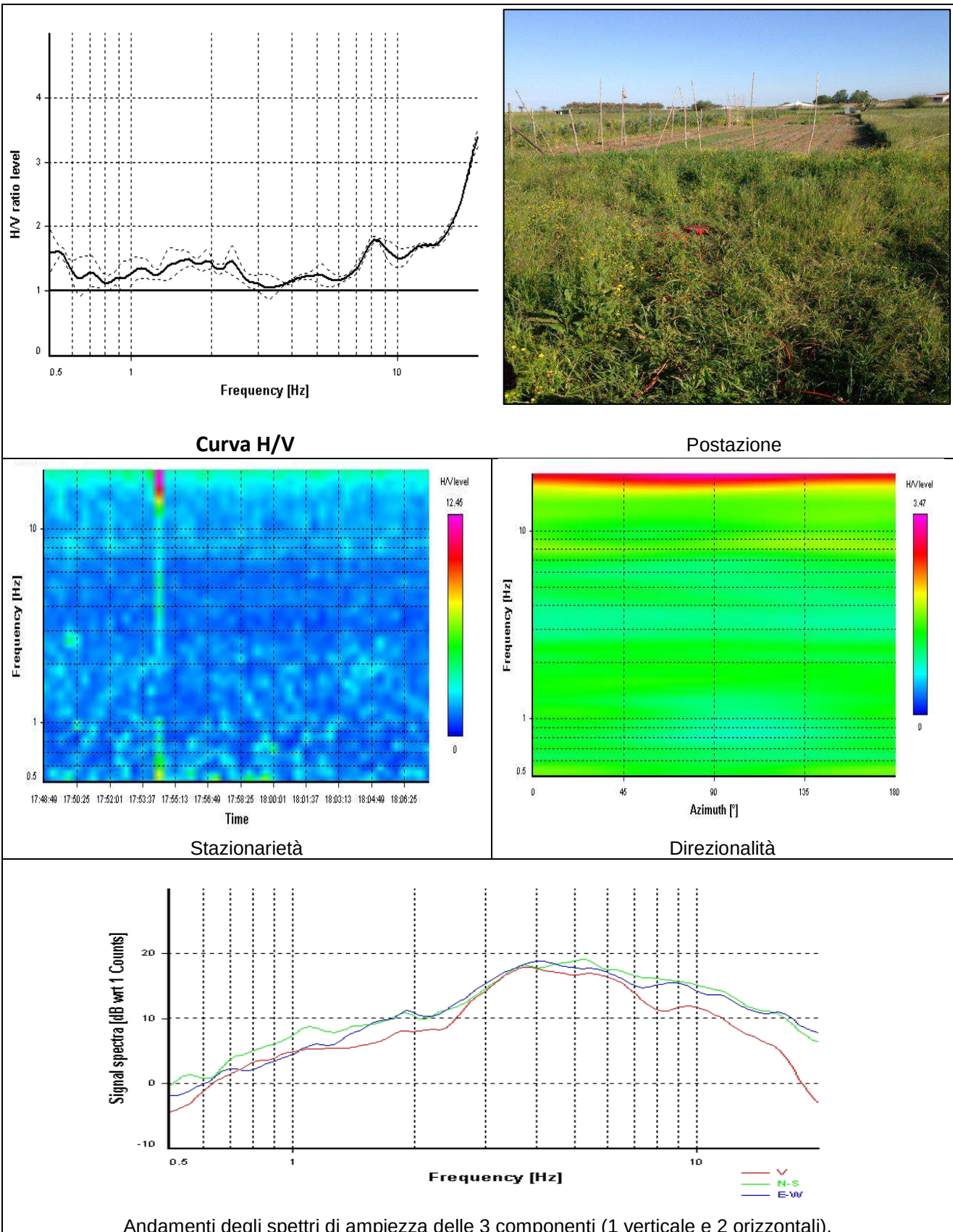


Andamenti degli spettri di ampiezza delle 3 componenti (1 verticale e 2 orizzontali).

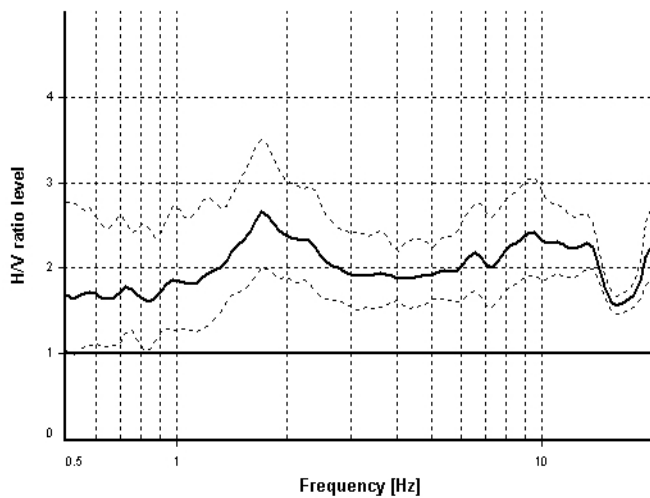
P77



P78

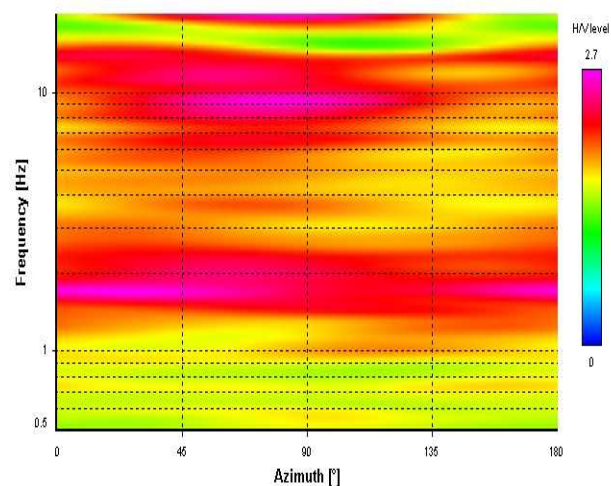
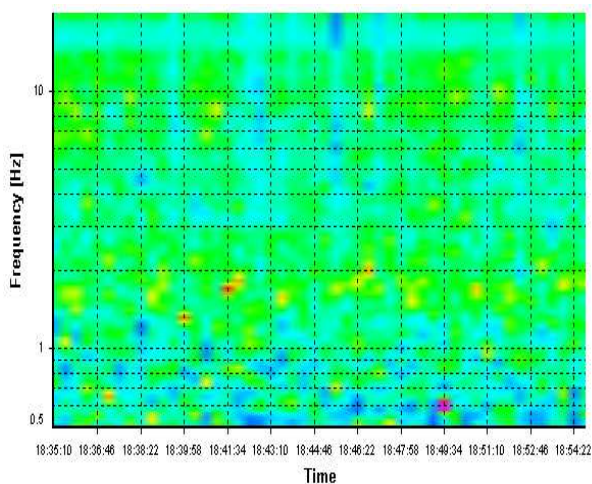


P79



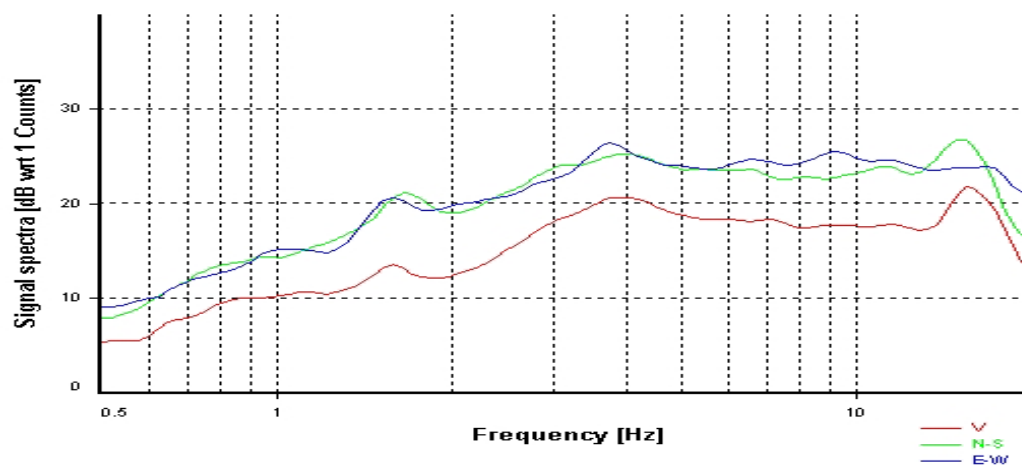
Curva H/V

Postazione



Stazionarietà

Direzionalità



Andamenti degli spettri di ampiezza delle 3 componenti (1 verticale e 2 orizzontali).

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 e delle Frequenze di Risonanza.**

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 sondaggi geognostici a carotaggio continuo; per ognuno è stata riportata sulla carta 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; 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 geologico.

Tutti i sondaggi a disposizione, numerati in modo progressivo in riferimento all'archivio originario, intercettano il substrato e la loro ubicazione non presenta margini di incertezza. Sono state riportate sulla Carta anche altre indagini, come prove penetrometriche dinamiche DPSH e prove penetrometriche statiche CPT, stendi menti di tomografia elettrica, indagini sismiche H.V.S.R. sia pre-esistenti che realizzate ex-novo per la stesura della Carta delle Frequenze Fondamentali di Vibrazione. Infine nella Carta delle Indagini sono stati cartografati dei poligoni che delimitano le aree da sottoporre a ulteriore approfondimento e analizzate nel cap. 6.

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.

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 caratterizzate dalle associazioni che caratterizzano la Formazione di Mutignano. Le U.G.C. presenti corrispondono alle coltri eluvio-colluviali (col), ai depositi antropici (ant), alluvionali (all), alluvionali terrazzati (atn), di spiaggia (spi), 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 (U.G.M.) (Fonte: Progetto CARG)

FORMAZIONE MUTIGNANO

Associazione pelitico-sabbiosa (FMTa) - Ben evidente lungo le incisioni calanchive a Sud di Mutignano (Foto 1-2), e nelle porzioni medio-basali dei versanti; presenta una stratificazione spesso indistinta. La litofacies è caratterizzata da argille ed argille marnose di colore grigio, con intercalazioni, sempre più frequenti verso l'alto, di sottili livelli sabbioso-limosi e sabbiosi, talora fossiliferi (bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi), a granulometria fine e media. Il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Lo spessore minimo è di circa 50 m fino a valori superiori a 100-200 m (da letteratura). L'età è riferibile alla parte alta del Pliocene superiore (biozona a *G. inflata*) - Pleistocene inferiore p.p. (biozona a *Globigerina cariacensis*).



Figura 8.1: (Foto 1) Panoramica Loc. Mutignano – vista da Sud verso Nord



Figura 8.2: (Foto 2) Panoramica Loc. Mutignano – vista da Sud verso Nord



Figura 8.3 (Foto 16) - Depositi argillosi e argilloso-sabbiosi di origine marina acrivibili al membro FMTa (Pliocene Sup. - Pleistocene) della Formazione Mutignano. Affioramento visibile in corrispondenza dell'Autostrada Bologna-Bari presso il viadotto Santa Maria.

Associazione sabbioso-pelitica (FMTc) - E' caratterizzata da alternanze di sabbie e sabbie siltose, a diverso grado di cementazione, con argille ed argille siltose grigiastre, ben stratificate ed internamente laminate. Il progressivo aumento del tenore di sabbia e silt verso l'alto è marcato da una variazione cromatica dal grigio al beige al giallo-ocra. Il rapporto sabbia/argilla è all'incirca pari ad 1 ed il contenuto macrofossilifero è rappresentato essenzialmente da una ricca macrofauna a bivalvi e gasteropodi. Spessore variabile da 30 m a 70 m. L'età dell'associazione è riferibile al Pliocene superiore - Pleistocene inferiore p.p. (Foto 3 - 15).



Figura 8.4: (Foto 3): Affioramento FMTc in forma di calanco a Est di Mutignano – direzione scatto da Sud verso Nord



Figura 8.5 (Foto 15) - Affioramento depositi marini pelitico-sabbiosi ascrivibili al membro FMTc (Pliocene Sup. - Pleistocene) della formazione Mutignano.

Associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd) - Costituiscono i depositi di chiusura del ciclo sedimentario marino, con una facies variabile da litorale a fluvio-deltizia. Tali depositi sono stati smantellati dai più recenti processi di modellamento del paesaggio e costituiscono i lembi residui presenti sui crinali, fra i quali la placca sommitale sulla quale sorge l'abitato di Mutignano, dove presentano uno spessore medio di circa 25-30 metri. La litofacies sabbioso-conglomeratica presenta una stratificazione sub-orizzontale e giace a tetto della successione sabbioso-pelitico con contatto erosivo e discordante. Alla base prevalgono arenarie e sabbie gialle medio-fini, in strati medi e sottili e laminazioni incrociate a basso angolo frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli lentiformi di ghiaie. Verso l'alto prevalgono i conglomerati debolmente o ben cementati costituiti da ciottoli ben arrotondati, talora appiattiti, di natura calcarea e subordinatamente arenacea, fortemente eterometrici (da 0,5 a 70-80 cm), poco organizzati ed immersi in un'abbondante matrice fine sabbiosa di colore giallastro. Talora i conglomerati presentano una scarsa matrice fine e risultano più cementati. Lo spessore varia da 5-10 m fino ad un massimo di 70 m. L'età è riferibile al Pleistocene inferiore p.p. (biozona a *Globigerina cariacensis*).



Figura 8.6: (Foto 14) - Sabbie e arenarie di origine marina, con geometrie cuneiformi a basso angolo; i depositi sono ascrivibili al membro FMTd (Pleistocene Inf.) secondo la cartografia CARG. I depositi sono in affioramento in Località Mutignano.

Unità Geologiche Continentali (U.G.C.)

PLEISTOCENE CONTINENTALE

Deposito alluvionale terrazzato (at n) - Depositi alluvionali terrazzati presenti maggiormente lungo il torrente Calvano, in maniera subordinata in destra idrografica del Fiume Vomano. La litologia del deposito è caratterizzata da prevalente limi sabbiosi (Foto 12) con presenza di episodi ghiaiosi (Foto 13), a stratificazione incrociata a basso angolo o piano parallela. La numerazione indicata al posto della lettera “n” indica l’ordine di terrazzamento, dal più antico al più recente. Lo spessore varia da 5 a 15 m.



Figura 8.7 (Foto 12) - Depositi alluvionali terrazzati con litologie limoso-sabbiose ascrivibili ai depositi At1; questo affioramento è presente a monte del Cimitero Comunale.



Figura 8.8 (Foto 13): Conglomerati di origine alluvionale (At2). La morfologia terrazzata che contraddistingue tali depositi è stata in parte perduta a causa dell’attività antropica. Tali depositi si possono osservare in corrispondenza del Cimitero Comunale.

OLOCENE

Coltre eluvio-colluviale (Col) - materiale detritico a sedimentazione gravitativa e/o da ruscellamento diffuso e/o concentrato; si riscontrano lungo le linee di impluvio o alla base dei versanti interessati. La litologia è estremamente variabile in base alla tipologia del substrato che ha generato il detrito. Essa può spaziare da limi argillosi e sabbiosi a sabbie limose, di colore da avana a bruno che, a luoghi, possono inglobare ghiaie e ciottolotti e ciottolotti centimetrici calcarei ed arenacei del substrato o sabbie ghiaiose. Spessore estremamente variabile da 3 m a 10 m.

Deposito alluvionale (all) - Si tratta di alluvioni recenti che colmano i fondovalle del torrente Calvano e del fiume Vomano. Sono litologicamente costituiti da prevalenti ghiaie con ciottoli eterometrici di natura calcarea ed arenacea, tra i quali s'interpone una frazione più fina a grana sabbiosa e/o sabbioso-limosa per quanto concerne i depositi alluvionali attuali (Foto 6). I depositi alluvionali recenti, sono invece costituiti da limi sabbiosi (Foto 5). Lo spessore ipotizzato è compreso tra 3 e 10 m.



Figura 8.9 (Foto 5):Panoramica su foce torrente Calvano scattata in direzione da sud-ovest verso nordest.



Figura 8.10 (Foto 6): Alluvioni recenti presso il torrente Calvano.

Deposito di spiaggia (spi) – I depositi di spiaggia sono caratterizzati da sabbie a granulometria medio-fine, sciolte o mediamente addensate, con presenza episodica di ghiaie, con ciottoli eterometrici arrotondati. Lo spessore del deposito è compreso tra 3 e 8 m.

Deposito antropico (ant) – Materiale derivante dall'attività antropica, caratterizzata prevalentemente da terreni di riporto. Le perimetrazioni possono contenere localmente alcuni metri di materiale colluviale alla base. Lo spessore rilevato dai sondaggi è compreso tra 3 e 8 m.

Tra i **depositi di frana (fra)** per i quali si è fatto ricorso alla nomenclatura del P.A.I., sono presenti:

Scorrimenti rotazionali - Si tratta di movimenti franosi piuttosto diffusi e generalmente abbastanza estesi, a luoghi evolventi, verso il basso, a piccole colate di fango. I fenomeni di scorrimento rotazionale (rock-slump) consistono in movimenti rotazionali lungo superfici di forma arcuata e con la concavità rivolta verso l'alto. Si manifestano con la retrogressione di un singolo fenomeno e si compongono di più blocchi caratterizzati da superfici di scorrimento, curve e concave verso l'alto, raccordanti in profondità. Risultano prevalentemente quiescenti e diffusi in gran parte dei versanti prospicienti soprattutto verso Est (Foto da n. 4 - 9 – 10 - 11).



Figura 8.11 (Foto 4) - Frana rototraslativa lungo la SS16.



Figura 8.12 (Foto 10) - Frana Colle Morino, visuale dalla SS16 verso SW



Figura 8.13 (Foto 9) - Frana Colle Morino, visuale verso NE



Figura 8.14 (Foto 11) - Frana Colle Morino, visuale dalla scarpata di frana verso NE

Lungo il versante sud-orientale dell'abitato di Pineto, al confine con il territorio di Silvi, è presente un'area deformativa interessata dalla presenza di n. 2 corpi di frana roto-traslative in stato quiescente. Seppure con modalità, geometrie ed estensioni differenti, gli stessi dissesti sono stati citati in letteratura da Centamore et alii. (1997); frane della stessa tipologia e con le stesse modalità di movimento, interessano la porzione sud del territorio studiato.

Colamento – Tale fenomenologia è stata rinvenuta limitatamente al versante orientale di Mutignano e in località Faggeta Santa Maria.



Figura 8.15 (Foto 7) - Panoramica verso Sud località Foggeta-Santa Maria, in primo piano frana da colamento

Deformazioni Superficiali Lente (DSL)

Si tratta di movimenti gravitativi lenti e continui (creep o soliflusso) che coinvolgono le coltri di copertura e di alterazione superficiali, laddove tali coperture presentino spessori più importanti, per effetto della saturazione in acqua; sono state rilevate su porzioni limitate del territorio comunale. Interessa versanti e pendii anche poco acclivi con inclinazioni minime $i < 5^\circ$, per profondità variabili da un minimo di 2-3m ad un massimo di 10-15m, quando generato su coltri prevalentemente eluvio-colluviali, entro la zona di maggiore imbibimento di acqua.

Frane complesse

Alcuni fenomeni franosi si presentano contraddistinti da movimenti gravitativi di diversa natura, spostandosi dalla parte monte verso quella valle dello stesso versante. Vista la difficoltà nel distinguere in maniera netta il limite tra le diverse tipologie di dissesto, esse sono state raggruppate in un'unica campitura indicata come "Frana Complessa attiva". Tale fenomenologia è stata riscontrata, nel presente studio, limitatamente all'area meridionale del territorio pinetese, lungo un versante esposto ai quadranti orientali soprastante la Torre di Cerrano.



Figura 8.16 (Foto 15) - Panoramica verso Ovest, in primo piano l'orlo e il corpo di frana.

L'intera zona risulta contraddistinta dalla presenza di più movimenti gravitativi composti da deformazioni superficiali lente e da frane rototraslative, delimitate da un evidente orlo di scarpata dalla forma arcuata e ben definita, specie nel tratto occidentale ed in quello meridionale (vedi Fig. 8.16). La situazione geomorfologica e lo stato di attività si palesano attraverso chiari indizi geomorfici quali: gibbosità, pronunciate contropendenze del terreno (vedi Fig. 8.16), fratture di trazione recenti e curvature del fusto degli alberi (vedi Fig. 8.17).



Figura 8.17 (Foto 16) - Panoramica verso Est, il corpo di frana.

Unità Litotecniche

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.

Unità Litotecniche di Substrato

Alle unità geologiche di substrato sopra descritte sono state associate le seguenti unità litotecniche:

Associazione Pelitica e Associazione Pelitico-Sabbiosa	D - Argille marnose, argille e limi sovraconsolidati
Associazione Sabbioso-Pelitica	D1 - Limi
Associazione Sabbioso-Conglomeratica	C3 – Sabbie cementate ed arenarie deboli C2 – Conglomerati e brecce matrice sostenuti

Tali terreni rappresentano il substrato geologico locale ma, poiché non raggiungono $V_s=800$ m/s, per ragioni di cautela nella Carta delle MOPS, le aree relative sono state classificate come “aree suscettibili di amplificazione locale”. All’associazione sabbioso-pelitica si è preferito assegnare un comportamento prevalentemente coesivo, nonostante la presenza della componente sabbiosa al suo interno.

Unità Litotecniche di Copertura

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

Terreni granulari

E2 - Ghiaie

E4 - Sabbie

E5 - Sabbia ghiaiosa

E7 - Limo sabbioso

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

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

III – Consistente

Vengono inoltre riportate con la simbologia corrispondente i terreni di riporto:

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:

Col	-	E7	-	III	c
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 (forme di superficie lineari e areali, elementi tettonico-strutturali, elementi di sottosuolo e altri elementi areali sepolti) e idrogeologici tra cui:

- Scarpate morfologiche Vengono distinte con simbologia differente le scarpate morfologiche o da terrazzo fluviale con altezze differenti: $H < 10\text{m}$, $10\text{m} < H < 20\text{m}$ e $H > 20\text{m}$;
- Scarpate di frana Vengono distinte con simbologia differente in base all'attività della scarpata e del movimento franoso;
- Conoide alluvionale
- Forme calanchive Vengono indicate le scarpate relative alla presenza di calanchi, che individuano situazioni di pericolo, dovuto alla particolare instabilità del fronte (elevata probabilità di arretramento della scarpata in fase cosismica), problemi di detensionamento, e potenziale cedimento, dei terreni limitrofi al fronte stesso;
- Zone di cresta Si tratta di rilievi allungati, con i versanti adiacenti che presentano elevate pendenze topografiche;
- Giaciture vengono indicate le giaciture misurate in fase di rilevamento e riportate nella Carta Geologico-Tecnica allegata allo studio;
- Falda è indicata la vasta area costiera dove la falda è a profondità $< 15\text{m}$ dal p.c..

8.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

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

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

- ☒ zone stabili suscettibili di amplificazione locale;
- ☒ zone di attenzione per le instabilità.

Non sono state individuate “zone stabili”, neanche in prossimità di substrato geologico locale affiorante (f.ne Mutignano), in quanto solitamente detto substrato non raggiunge valori delle velocità di propagazione delle onde S pari a $V_s = 800$ m/s, necessarie a individuare secondo le Linee Guida, le zone stabili prive di amplificazione allo scuotimento sismico.

Di seguito si riporta una rassegna di tutte le zone individuate:

Zone stabili suscettibili di amplificazione locale su bed-rock geologico

Ricadono in questo gruppo 3 zone, numerate allo stesso modo in tutte le carte delle MOPS:

-  **Zona 1** - Comprende le aree in cui affiorano terreni argillosi e argilloso-marnosi sovraconsolidati con rare intercalazioni sabbiose, appartenenti all'associazione pelitico-sabbiosa della f.ne Mutignano (FMTa), a volte comprensivi di piccoli spessori di terreno di riporto;
-  **Zona 2** - Comprende le aree in cui affiorano terreni sabbioso-argillosi, appartenenti all'associazione sabbioso-pelitica della f.ne Mutignano (FMTc) sovrastante l'associazione pelitico-sabbiosa (FMTa); substrato geologico a carattere coesivo e granulare con spessore medio di 40 m, variabile da 30 a 70 m, sovrastante la sottostante associazione a carattere prevalentemente pelitico;

- 🚧 **Zona 3** - Comprende le aree in cui affiorano i depositi sabbioso-conglomeratici, appartenenti all'associazione sabbioso-conglomeratica della f.ne Mutignano (FMTd) sovrastante l'associazione sabbioso-pelitica (FMTc); substrato geologico a carattere granulare, con spessore medio di 30 m variabile da 10 a 50 m, sovrastanti la sottostante associazione a carattere sabbioso-pelitica.

Zone stabili suscettibili di amplificazione locale

Tutte le restanti microaree sono state tracciate in zone ove affiorano, superficialmente, terreni di copertura con spessori variabili sempre >3m.

Per una medesima litologia affiorante in superficie sono state distinte microaree differenti in base al tipo di substrato sepolto; in tal modo accade che un medesimo corpo sedimentario, spazialmente omogeneo dal punto di vista litologico e granulometrico, possa dar vita a 2 o più microaree MOPS a causa di un cambio litologico in profondità.

Per semplicità, la descrizione delle microaree di seguito riportata viene fatta raggruppando per carattere litologico della copertura affiorante:

- 🚧 **Zona 4 - Argille-limose e limi-argillosi da poco consistenti a mediamente consistenti**, che caratterizzano le coltri di copertura a carattere coesivo, alla base dei versanti, sovrastanti un substrato anch'esso coesivo, l'associazione pelitico-sabbiosa (FMTa), per spessori che possono variare da 3 a 20 m; la stessa zona è stata utilizzata anche per i terrazzi con la stessa litologia.
- 🚧 **Zona 5 - Argille-limose e limi-argillosi da poco consistenti a mediamente consistenti**, che caratterizzano le coltri di copertura a carattere coesivo, alla base dei versanti, sovrastanti un substrato coesivo granulare, l'associazione sabbioso-pelitica (FMTc), per spessori che possono variare da 3 a 15 m; la stessa zona è stata utilizzata anche per i terrazzi con la stessa litologia.
- 🚧 **Zona 6 - Limi sabbiosi e limi, localmente argillosi, generalmente poco addensati**, si rinvencono in poche aree, alla base dei versanti, prospicienti verso la costa, sovrastanti un

substrato coesivo, l'associazione pelitico-sabbiosa (FMTa), per spessori che possono variare da 3 a 20 m;

- ✚ **Zona 7 – Sabbie ghiaiose**, si rinvencono solo in corrispondenza dei depositi alluvionali terrazzati riconducibili alla sedimentazione del torrente Calvano; presentano spessori di 3-15 m e sono sovrastanti il substrato coesivo, l'associazione pelitico-sabbiosa (FMTa);
- ✚ **Zona 8 – Riporto antropico, costituito da materiali estremamente eterogenei**, caratterizza le zone dove lo spessore dei riporti è elevato, può variare tra i 7 e 15 m, prima di intercettare litotipi come in zona 4.
- ✚ **Zona 9 – Riporto antropico, costituito da materiali estremamente eterogenei**, caratterizza le zone dove lo spessore dei riporti è elevato, può variare tra i 7 e 15 m, prima di intercettare litotipi come in zona 6.
- ✚ **Zona 10 – Riporto antropico, costituito da materiali estremamente eterogenei**, caratterizza le zone dove lo spessore dei riporti è elevato, può variare tra i 7 e 15 m, prima di intercettare l'associazione sabbioso-pelitica (FMTc).
- ✚ **Zona 11 – Ghiaie e ghiaie sabbiose**, caratterizzano le alluvioni attuali dei principali corsi d'acqua.
- ✚ **Zona 12 – Sabbie, sabbie recenti e sabbie attuali**, caratterizzano i depositi marini di spiaggia attuale e recente, con spessori da pochi metri a circa 10 m. A questa zona è sovrapposto il retino quadrettato della Zona di Attenzione per Liquefazione di Tipo 1.

Zone di attenzione per le instabilità ed altri elementi

Tra le zone di attenzione per le instabilità vengono ricomprese tutte le zone in frana individuate nella Carta Geologico-Tecnica, con stato di attività attivo, quiescente o inattivo. La tipologia del dissesto (frana rotazionale, deformazioni superficiali, ...) non viene indicata in questa mappa, ma è rimandata alla consultazione della suddetta cartografia tematica.

Inoltre nelle zone di attenzione per instabilità di versante attiva sono state inserite le aree a calanchi con il relativo orlo di scarpata. L'ampiezza della fascia a monte delle scarpate è stata desunta da osservazioni di campagna eseguite su alcune delle zone calanchive accessibili, e successivamente ricondotte per analogia a tutte le restanti.

Le aree che caratterizzano la fascia costiera pinetese e quelle rappresentate dalle alluvioni attuali e terrazze della piana alluvionale del fiume Vomano e di quelle alluvionali del torrente Calvano, sono rappresentate anche come **Zone di attenzione per liquefazioni tipo 1**, per la compresenza di eventuali lenti ed orizzonti sabbiosi, di falda a profondità inferiore ai 15 m dal p.c., di M_w attesa al sito > 5 e di accelerazioni massime in superficie (pga) > 0.1 g. Il fenomeno della liquefazione si può sviluppare in seguito ad un forte scuotimento, come quello derivante da un evento sismico di magnitudo superiore o uguale a 5.0 della scala Richter, che comporta nei depositi incoerenti saturi d'acqua un aumento delle pressioni interstiziali fino ad eguagliare la tensione soprastante, annullando la resistenza al taglio del terreno secondo il principio delle pressioni efficaci di Terzaghi; si assiste, così, a un fenomeno di fluidificazione del suolo. L'argomento, considerate le incertezze relative per lo più alla mancanza di dati granulometrici specifici e geotecnici più estesi (soprattutto per le aree alluvionali), ed all'importanza della zona di che trattasi sulla quale insiste la maggior parte della popolazione del Comune di Pineto, viene trattato nel Cap. 6.

Inoltre, si individuano aree con **sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti**, nelle quali si assiste, nello specifico, alla sovrapposizione di depositi di frana e/o di coltri eluvio-colluviali su depositi di spiaggia e/o zone con cedimenti differenziali dovuto a calanchi con frane.

Tra gli altri elementi individuati, vengono rappresentate le zone di scarpata morfologica, 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.

La Carta delle Frequenze di Risonanza è realizzata sulla base della Carta delle MOPS, introducendo i punti di misura HVSR con una simbologia che è funzione dei valori f_0 ed A_0 , secondo la legenda riportata nelle Linee Guida.

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.

9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

La lettura di dati storici relativi al territorio comunale di Pineto, ben conservati nella Biblioteca comunale, raccontano abbastanza sorprendentemente, le vicissitudini occorse a porzioni del territorio comunale che ne hanno condizionato le attività ivi presenti.

La città di Pineto, intesa come insieme delle aree urbane caratterizzate dall'insediamento consolidato, è caratterizzata da due centri abitati principali: uno posto sulla sommità di un colle, Mutignano e l'altro localizzato lungo la fascia costiera, sede Comunale e denominato Pineto.

Pineto deve il suo nome alla rigogliosa pineta a ridosso del mare fatta piantare agli inizi del novecento dalla famiglia Filiani di Atri su suolo demaniale ottenuto in concessione. Fino a tutti gli anni venti appartenne, sotto tale denominazione, prima al Comune di Atri, poi a quello di Mutignano. Nell'immediato primo dopoguerra si sviluppò notevolmente, tanto da divenire, con delibera podestarile del 30 maggio 1930, capoluogo del Municipio di appartenenza mutando il proprio nome in Pineto. Nel 1934 il comune di Pineto incorporò un ampio territorio appartenente alla limitrofa Atri e comprendente le località di Calvano e Scerne.

Il borgo di Mutignano, ha subito, soprattutto negli ultimi decenni, la stessa sorte di altri centri abitati, ovvero il progressivo depauperamento economico e sociale, a vantaggio del centro costiero, che ha compiuto balzi in avanti in ogni settore turistico, commerciale ed industriale. Questa caratteristica, non locale, ma collegata ad un fenomeno nazionale e mondiale, ebbe, in questo caso, un particolare anno distintivo, nel 1930, quando l'agglomerato urbano costiero ottenne il riconoscimento unanime di città insignita dalla potestà comunale, assumendo il nome appunto Pineto.

La storia dell'insediamento di Pineto e di Mutignano, e delle loro vicende è legata a quelle della vicina Città di Atri. La Città di Pineto insieme con la vicina Atri ha assunto, infatti, sin dalla sua origine, un ruolo strategico come avamposto e luogo di transito commerciale del territorio urbanizzato della fascia collinare prospiciente la costa adriatica, nel tratto tra il fosso Cerrano ed il fiume Vomano. La diatriba tra Atri e Pineto ha radici antiche, anche per la titolarità del territorio di Scerne. Infatti nella storia di Pineto raccontata da Michele Marano si legge che: (...) *Nel 1934 con R.D. L.8/7/1934 n.1112 furono aggregati al Comune di Pineto i territori di Calvano e Scerne, già frazioni di Atri. Nel 1946, subito dopo la guerra del '40-'43, il Comune di Atri, dopo una lunga campagna di preparazione sul Gazzettino Atriano, rivendicava la restituzione dei territori di Calvano e Scerne, usurpati da Pineto, e a tal uopo, avanzava domanda al Prefetto. Dall'amministrazione comunale di Pineto dell'epoca, tuttavia, con Sindaco Elio Della Loggia e segretario comunale Michele Marano, appunto, la minaccia fu tenuta sotto controllo, predisponendo documenti ed un'opposizione motivata. Il comune di Pineto in un primo momento si era astenuto dal contrastare la richiesta di Atri in attesa che si normalizzassero i tempi e le istituzioni, in quanto vi era la tendenza generale a distruggere quanto definito durante il fascismo. Trascorse così un biennio di attesa e quando l'amministrazione comunale di Atri decise di produrre domanda per la restituzione dei territori di Calvano e Scerne, l'amministrazione comunale di Pineto mise in atto il processo di opposizione studiato e predisposto. (...) Dal 1950 gradualmente si cominciò a potenziare i servizi generali... e la creazione nelle frazioni di Mutignano, Scerne e Calvano delle opere destinate ai pubblici servizi, come le opere igieniche, la rete fognante, la viabilità, le strade e le piazze... la pubblica illuminazione... (...).*

Riassumendo le fasi degli insediamenti della città di Pineto, legate a ai territori vicini di Silvi, Roseto ed Atri, si distinguono:

1. Fase preromana e romana corrispondente al passaggio dagli insediamenti sparsi alla fondazione della colonia romana; i reperti archeologici più antichi risalgono infatti all'età romana e si tratta di resti di insediamento romani, i cui abitanti provenivano dall'antichissimo "municipium" di Atri, fondato nel 289 a.C.; Sempre in periodo dell'Impero Romano, si sviluppa Macrino e il relativo porto sul Piomba, comune di Silvi.

2. Fase Medioevale. Con il declino dell'Impero romano ebbe fine la lunga pace romana, portando al decadimento di Macrino, e del relativo porto sul Piomba, quest'ultimo **scompare probabilmente per movimenti tettonici**, il ritiro lento del mare, l'insabbiarsi del fondale, l'erosione delle sponde e gli **slittamenti franosi**, e più verosimilmente anche per l'infelice e misero servaggio del declino romano. Nel Medioevo non sono riportate fonti storiche, la fase di decadenza portò alla popolazione periodi di assoluto avvilimento e servitù. Passarono lungo la costa schiere di Eruli, Goti, Ostrogoti, Longobardi, Franchi e Normanni.
3. Fase dal XI al XIII secolo. Si ha in queste zone lo sviluppo dei grandi Ordini monastici che radunarono sotto di loro numerose città e villaggi.
4. Fase dal XV al XIX secolo . Verso i primi del '500 iniziano i primi problemi per il porto, per l'abbassamento del fondale e perché andava scemando l'importanza commerciale del porto. **Scompare il porto di Cerrano**, scompare anche l'abitato di Castelluccio a Silvi, **a seguito del terremoto del 30 luglio del 1627**. Vengono riportate inoltre memorie storiche di come il **fondovalle del Cerrano fosse sottoposto a frequenti smottamenti e franamenti del terreno lungo i versanti prospicienti**.
5. Fase dal XIX al XX secolo. **Il 17 marzo 1843 un violento terremoto scosse il territorio costiero di Silvi, Atri e Pineto , ci furono crolli e molti danni in paese, mentre verso il fosso Cerrano due enormi smottamenti si distaccarono su due opposte colline, dando origine ad un piccolo lago; dalla parte di Pineto lo smottamento fu maggiore e la larghezza poteva valutarsi in circa un miglio e mezzo.**

A partire da metà 800 prese avvio lo sviluppo turistico di Pineto, ai piedi delle colline degradanti verso il mare, cominciarono a sorgere numerose ville, case, attività di pescatori. Il 16 maggio 1863 fu inaugurata la Ferrovia Adriatica, e questo segnò anche lo sviluppo dell'abitato di Pineto.

10. BIBLIOGRAFIA

- ✚ Fogli 340-o, 351-o – Carta Geomorfologica P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico Regione Abruzzo) – scala 1: 25.000.
- ✚ Foglio 351 "Pescara" – Carta Geologica d'Italia – Progetto CARG – scala 1: 50.000.
- ✚ Foglio 141 "Pescara", Carta Geologica d'Italia scala 1: 100.000;
- ✚ Foglio "Est" – Carta Geologica d'Abruzzo – L. Vezzani & F. Ghisetti – scala 1: 100.000.
- ✚ Progetto IFFI (Inventario Fenomeni Franosi in Italia) – ISPRA.
- ✚ Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento di Protezione Civile Nazionale.
- ✚ D.Lgs. 112/1998 e D.P.R. n. 380/2001 - Testo Unico delle Norme per l'Edilizia.
- ✚ 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. 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).
- ✚ D. Lgs. 14/2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- ✚ 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.
- ✚ Archivio dati pregressi – vedere CD allegato.
- ✚ ADAMOLI L. (1994) - *Interventi antropici ed ambiente geologico in Abruzzo: alcuni esempi di impatto sul sistema fluviale-costiero e sul sistema acquifero sotterraneo*. Atti dell'8° Congresso Nazionale dei Geologi sul tema "Scienze della Terra e trasformazioni antropiche, un rapporto in evoluzione", Roma, pp. 227-236.
- ✚ ADAMOLI L. (2006) - *Le acque superficiali e sotterranee dell'Abruzzo*. In: "L'acqua: politica del futuro". A.I.I.G., Sezione Abruzzo, Ed. Andromeda, Pineto, pp. 60-204.
- ✚ AMBROSETTI P., CARRARO F., DEIANA G. & DRAMIS F. (1982) - *Il sollevamento dell'Italia centrale tra il Pleistocene inferiore e il Pleistocene medio*. C.N.R., P.F. "Geodinamica", Pubbl. 513, vol. n. 2, pp. 219-223.

- ✚ ANTONIOLI F. & ANSELMi B. (1986) - *Considerazioni geologiche e geochemiche sui bacini argillosi molisani e abruzzesi*. Mem. Soc. Geol. It., vol. n. 35, pp. 171-176.
- ✚ BIGI S., CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALOU P., DRAMIS F., FARABOLLINI P., GENTILI B., INVERNIZZI C., MICARELLI A., NISIO S., PAMBIANCHI G. & POTETTI M. (1995) – *La fascia periadriatica Marchigiano-Abruzzese dal Pliocene medio ai tempi attuali: evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica*. Studi geologici Camerti, vol. spec., pp. 1, 37-49.
- ✚ BIGI S., CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., DIDASKALOU P., MICARELLI A., NISIO S., PENNESI T. & POTETTI M. (1996) – *L'influenza della tettonica e del clima sugli ambienti e sui processi sedimentari nella fascia periadriatica marchigiano-abruzzese*. Atti Riun. GIS, Catania 10-14 ott., pp. 74-76.
- ✚ BIGI S., CENTAMORE E. & NISIO S. (1997) – *Elementi di tettonica quaternaria nella fascia pedeappenninica marchigiano-abruzzese*. Il Quaternario, vol. 10(2), pp. 359-362.
- ✚ CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., COLALONGO M.L., MICARELLI A., NANNI T., PASINI G., POTETTI M., RICCI LUCCHI F., CRISTALLINI C & DI LORITO L. (1986) – *Il Plio-Pleistocene delle Marche. Il Plio-Pleistocene Marchigiano-Abruzzese*. Studi Geologici Camerti, vol. spec., pp. 61-81.
- ✚ CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1982) - *Evoluzione della avanfossa adriatica meridionale nel Plio-Pleistocene sulla base di dati di sottosuolo*. Mem. Soc. Geol. It., vol. n. 24, pp. 243-260.
- ✚ CASNEDI R. & CRESCENTI U. (1986) - *Generalità sul Plio-Pleistocene del bacino abruzzese*. Guida all'escursione 7-10 ottobre 1986, 73° Congresso Soc. Geol. It. Studi Geologici Camerti, vol. spec., pp. 11-18.
- ✚ CASNEDI R. (1991) - *L'avanfossa abruzzese fra i fiumi Vomano e Pescara nel Pliocene inferiore: rapporti fra sedimentazione e tettonica*. Studi geologici Camerti, vol. spec., CROP 11, pp. 375-379.
- ✚ CASNEDI R. & SERAFINI G. (1994) – *Interpretazione geologica della sezione sismica nella Valle del Vomano (Abruzzo)*. Atti Tic. Sc. Terra (serie spec.), vol. 2, pp. 45-49.
- ✚ CASTIGLIONI G.B. (1979) - *Geomorfologia*. Utet.
- ✚ CENTAMORE E., CANTALAMESSA G., MICARELLI A., POTETTI M. & RIDOLFI M. (1990) - *I depositi terrigeni neogenici di avanfossa (Messiniano-Pliocene inferiore) dell'Abruzzo settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 45, pp. 563-568.
- ✚ CENTAMORE E., CANTALAMESSA G., MICARELLI A., POTETTI M., BERTI D., BIGI S., MORELLI C. & RIDOLFI M. (1991) - *Stratigrafia e analisi di facies dei depositi del Miocene e del Pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiano-abruzzese e delle zone limitrofe*. Studi Geologici Camerti, vol. spec., CROP 11, pp. 125-131.

- ✚ CENTAMORE E., BIGI S., BERTI D., MICARELLI A. & MORELLI C. (1992) – *Nuovi dati sui depositi neogenici di avanfossa del pescarese*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 111, pp. 437-447.
- ✚ CENTAMORE E., CANTALAMESSA G., MICARELLI A., POTETTI M., RIDOLFI M., CRISTALLINI M. & MORELLI C. (1993) - *Contributo alla conoscenza dei depositi terrigeni neogenici di avanfossa del teramano (Abruzzo settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 112, pp. 63-81.
- ✚ CENTAMORE E., CICCACCI S., DEL MONTE M., FREDI P. & LUPIA PALMIERI E. (1996) – *Morphological and morphometric approach to the study of the structural arrangement of the north eastern Abruzzo (Central Italy)*. Geomorphology, vol. 16, pp. 127-137.
- ✚ CENTAMORE E., NISIO S., PRESTININZI A. & SCARASCIA MUGNOZZA G. (1997) – *Evoluzione morfodinamica e fenomeni franosi nel settore periadriatico dell'abruzzo settentrionale*. Studi Geologici Camerti, anno XIV, pp. 9-27.
- ✚ CHIANTORE V., CHIARAVALLI F., DOTTI D. & MADONNA S. (1993) - *Interazione tra attività antropiche ed evoluzione geomorfologica in un'area collinare della provincia di Pineto (Abruzzo - Italia Centro-orientale)*. Geologia Tecnica & Ambientale, Trimestrale del Cons. Naz.le Geologi, Roma, vol. 3, pp. 5-16.
- ✚ CRESCENTI U. (1971) - *Osservazioni sul Pliocene degli Abruzzi settentrionali: la trasgressione del Pliocene medio e superiore*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 90, pp. 3-21.
- ✚ CRESCENTI U. (1975) - *Sul substrato prepliocenico dell'avanfossa appenninica dalle Marche allo Jonio*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 94, pp. 583-634.
- ✚ CRESCENTI U., D'AMATO C., BALDUZZI A. & TONNA M. (1980) - *Il Plio-Pleistocene nel sottosuolo abruzzese-marchigiano tra Ascoli Piceno e Pescara*. Geologica Romana, anno XIX, pp. 63-84.
- ✚ CRESCENTI U., MILIA M.L. & RUSCIADELLI G. (2004) – *Stratigraphic and tectonic evolution of the Pliocene Abruzzi basin (Central Apennines, Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 123, pp. 163-173.
- ✚ D'ANDREA M. (2000) – *Servizio Geologico nazionale: Progetto "Conservazione del patrimonio geologico italiano". Nota informativa*. Giornale di Geologia, ser. III, vol. 62, suppl., pp. 121-124.
- ✚ DE CAROLIS L. (2006) – *Pineto storia, folklore, turismo*. Hp Grafiche (Pe).
- ✚ DRAMIS F., GENTILI B., COLTORTI M. & CHERUBINI C. (1982) - *Osservazioni geomorfologiche sui calanchi marchigiani*. Geogr. Fis. e Dinam. Quat., vol. 5, pp. 38-45.
- ✚ DUFAURE J.J., BOSSUYT D., & RASSE M. (1989) - *Critères geomorphologiques de néotectonique verticale dans l'apennin central adriatique*. Bull. Afeq., vol. 3, pp. 151-160.
- ✚ GRUPPO DI LAVORO CPTI (2004). - *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*, INGV, Bologna.

- ✚ GUERRICCHIO A. & MELIDORO G. (1979a) - *Fenomeni franosi e neotettonici nelle argille grigio-azzurre calabrianne di Pisticci (Lucania) con saggio di cartografia*. Geol. Appl. e Idrogeologia, XIV(1), pp. 105-138.
- ✚ MAZZANTI & RODOLFI (1989) – *Evoluzione del rilievo nei sedimenti argillosi e sabbiosi dei cicli neogenici e quaternari italiani*. In: La gestione delle aree franose. Ed. delle Autonomie, pp. 13-60.
- ✚ MOLINAROLI E. (1984) - *La dispersione dei materiali nei depositi terrazzati pleistocenici della fascia costiera abruzzese nella zona Atri-Pineto*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 103, pp. 529-537.
- ✚ ORI G., SERAFINI G., VISENTINI C., RICCI LUCCHI F., CASNEDI R., COLALONGO M.L. & MOSNA S. (1991) – *The Pliocene-Pleistocene Adriatic foredeep (Marche and Abruzzo, Italy): an integrated approach to surface and subsurface geology*. Conference, Adriatic Foredeep Trip, Guide Book, Florence, Italy, vol. 85.
- ✚ PAREA G.C. & VALLONI R. (1984) - *Le paleospagge pleistoceniche della zona Atri-Pineto (Abruzzo)*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, vol. 114, pp. 51-82.
- ✚ SCIARRA N. (1988) - *Geologia e geotecnica di argille consistenti del Pliocene abruzzese*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 107, pp. 3-15.
- ✚ SCISCIANI V. & MONTEFALCONE R. (2005) – *Evoluzione neogenico-quaternaria del fronte della catena centro-appenninica: vincoli dal bilanciamento sequenziale di una sezione geologica regionale*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 124, pp. 579-599.
- ✚ SFALANGA M. & RIZZO V. (1974) – *Caratteristiche tecniche delle argille plioceniche e pleistoceniche in relazione al loro assetto morfologico*. Ann. Ist. Sper. Studio e Dif. Del Suolo, Firenze, vol. 5, pp. 255-306.
- ✚ REGIONE EMILIA-ROMAGNA. SERVIZIO GEOLOGICO SISMICO E DEI SUOLI. (2012) – *Microzonazione sismica. Uno strumento consolidato per la riduzione del rischio*. Centro Stampa della Regione Emilia-Romagna.
- ✚ RIGA G. (2007) – *La liquefazione dei terreni*. Dario Flaccovio Editore, Palermo.
- ✚ ROVIDA A., CAMASSI R., GASPERINI P.E STUCCHI M. (2011) CPTI11 - *La versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. Milano, Bologna.
- ✚ TRUBIANI B. (MCMLXXVII) – *Statuto comunale del Castello di Pineto*. Fratelli Colleluori (Atri).
- ✚ VITTORINI S. (1979) – *Ruscellamento, deflusso ipodermico ed erosione nelle argille plastiche*. Riv. Geogr. It., vol. 86, pp. 338-347.

via Vitello d'Oro, 4 – MONTESILVANO (PE)
tel./fax 0854454024
Posta certificata: studioiezzi@pec.it
E-mail: info@studioiezzi.it

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 (Protezione Civile).

Montesilvano, marzo 2015

Il professionista incaricato
Dott. Geol. Fiorangelo IEZZI