

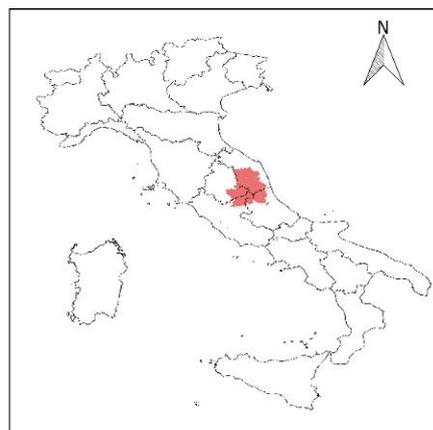
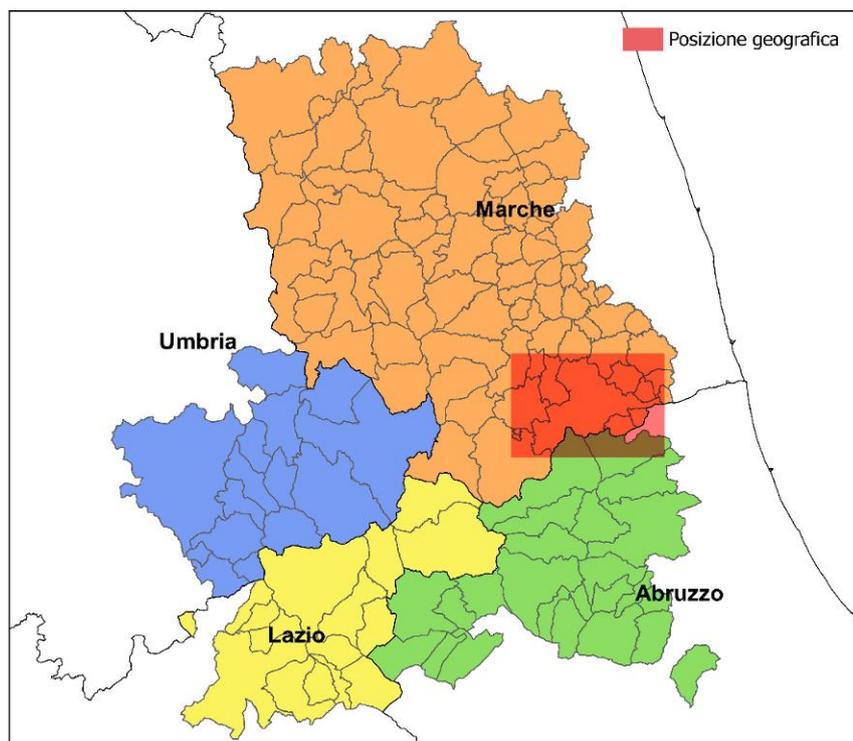


Microzonazione Sismica di Livello 3 del Comune di Ascoli Piceno ai sensi
dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n. 24 registrata
il 15 maggio 2017 al n. 1065

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Marche Comune di Ascoli Piceno



Soggetto realizzatore
dott. geol. Andrea Cola

Data e revisione
Aprile 2018

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	4
1.1	FINALITÀ DEGLI STUDI	4
1.2	DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA COMUNALE.....	5
1.3	DEFINIZIONE DEI DOCUMENTI DI BASE UTILIZZATI NELLO STUDIO	6
1.4	AREE DA SOTTOPORRE AGLI STUDI DI MS	6
2	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	SISMICITÀ STORICA DELL'AREA DI STUDIO.....	6
2.2	SISMICITÀ RECENTE DELL'AREA DI STUDIO	11
2.3	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	12
3	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA	20
3.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	21
3.2	ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....	22
3.3	ASSETTO STRATIGRAFICO	24
3.3.1	Substrato Geologico	24
3.3.2	Terreni di Copertura.....	27
3.4	ELEMENTI TETTONICI	28
3.5	CONSIDERAZIONI FINALI SULL'ARCHITETTURA STRATIGRAFICA E SULL'ASSETTO MORFOLOGICO E STRUTTURALE	30
4	DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	30
4.1	DATI PREGRESSI	30
4.2	DATI ACQUISITI EX-NOVO	30
4.2.1	Misura dei Microtremori Ambientali (Stazioni HVSR).....	30
4.2.2	Sondaggio Geognostico e Down Hole.....	32
4.2.3	MASW.....	33
5	MODELLO DEL SOTTOSUOLO FINALIZZATO ALLA MS	41
5.1	UNITÀ GEOLOGICO-TECNICHE: DEFINIZIONE E PARAMETRIZZAZIONE	41
5.2	SEZIONI GEOLOGICO TECNICHE	42
5.2.1	Sezione Geologica A-A'	42
5.2.2	Sezione Geologica B-B'	43
5.2.3	Sezione Geologica C-C'	43
5.2.4	Sezione Geologica D-D'	44
6	INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....	44
7	METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	45
7.1	ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE.....	45
7.1.1	Scelta dell'Input Sismico (fornito dal CentroMS)	46
7.1.2	Simulazioni Numeriche (fornito dal CentroMS per le simulazioni 2D).....	54
7.1.3	Risultati Analisi 1D.....	56
7.1.4	Risultati Analisi 2D.....	78

7.2	ZONE INSTABILI.....	80
7.2.1	Faglie attive e capaci (FAC).....	80
7.2.2	Liquefazioni (LQ).....	80
7.2.3	Instabilità di versante Sismoindotte (FR).....	80
8	ELABORATI CARTOGRAFICI	81
8.1	CARTA DELLE INDAGINI (Cdi).....	81
8.1.1	Indagini Puntuali	82
8.1.2	Indagini Lineari	86
8.2	CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI (CFF)	87
8.3	CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MS (CGT_MS)	89
8.3.1	Sezioni Geologico-Tecniche	90
8.4	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS).....	91
8.4.1	Zone Stabili suscettibili di Amplificazioni locali	93
8.4.2	Zone di Attenzione per instabilità (ZA)	95
8.5	CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA (MS) DI LIVELLO 3	96
8.5.1	Periodo 0.1-0.5 s.....	97
8.5.2	Periodo 0.4-0.8 s.....	98
8.5.3	Periodo 0.7-1.1 s.....	99
8.5.4	Categoria di Sottosuolo e Vs30	100
9	CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	103
10	BIBLIOGRAFIA	104
11	ALLEGATI	105
11.1	CARTA DELLE INDAGINI Scala 1:5.000	105
11.2	CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI (F0) Scala 1:5.000	105
11.3	CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MS Scala 1:5.000.....	105
11.4	SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE Scala 1:5.000	105
11.5	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA Scala 1:5.000	105
11.6	N. 3 CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 Scala 1:5.000.....	105
11.7	ACCELEROGRAMMI CALCOLATI IN SUPERFICIE (File .TXT).....	105
11.8	SPETTRI DI RISPOSTA IN ACCELERAZIONE (File .TXT).....	105

1 INTRODUZIONE

1.1 FINALITÀ DEGLI STUDI

Come previsto dall'art. 1 del Decreto Legge n. 8 del 9 febbraio 2017 (*Nuovi interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici del 2016 e del 2017*), convertito con modificazioni dalla Legge 7 aprile 2017 n. 45, il sottoscritto dr. geol. Andrea Cola è stato incaricato di eseguire lo "STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL TERRITORIO COMUNALE DI ASCOLI PICENO" in ottemperanza agli Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica Nazionali versione 4.0b, redatti a Roma nell'ottobre dell'anno 2015.

Lo studio di MS di livello 3 è finalizzato a quantificare la pericolosità sismica locale delle microzone, con particolare riferimento alle aree stabili, alle aree stabili suscettibili di amplificazione e alle aree instabili, e alla redazione delle Carte di microzonazione sismica di livello 3 alla scala 1:5.000.

Tale studio sarà realizzato mediante analisi di risposta sismica locale monodimensionale (1D) e/o bidimensionale (2D), effettuate su verticali e sezioni rappresentative, in numero adeguato per poter caratterizzare le tipologie di microzona individuate nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS). I risultati delle analisi numeriche saranno restituiti in termini di accelerogrammi calcolati in superficie ed elaborati in termini di fattori di amplificazione in pseudo-accelerazione calcolati per prefissati intervalli di periodi, nonché di spettri di risposta in accelerazione al 5% di smorzamento.

L'insieme delle attività finalizzate alla realizzazione dello studio di MS di livello 3 sono state eseguite in coordinamento con il Centro per la Microzonazione Sismica e le sue applicazioni (di seguito CentroMS) del CNR, che ha eseguito le funzioni di supporto tecnico-scientifico finalizzate alla predisposizione di criteri e al coordinamento, elaborazione e verifica dei risultati degli studi di MS, per conto del Commissario per la ricostruzione.

I servizi di cui sopra sono stati svolti in conformità alle disposizioni vigenti indicate nei seguenti riferimenti tecnici:

- Gruppo di lavoro MS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 vol. e Dvd. Disponibili nel sito web del Dipartimento della Protezione Civile, area "Rischio Sismico".
http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_pub.wp?contentId=PUB1137
- Contributi per l'aggiornamento degli Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Ingegneria Sismica, Anno XXVIII – n.2 – 2011.
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/aggiornamento_indirizzi_microzonazione_sismica.pdf
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015. Standard di rappresentazione e archiviazione informatica. a. Versione 4.0b. Roma, ottobre 2015. 122 pp.
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/StandardMS_4_0b.pdf

- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma.
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/LineeGuidaFAC_v1_0.pdf
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2017. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Liquefazione (LQ). Dipartimento della protezione civile, Roma. Versione 1.0.
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/LG_Liq_v1_0.pdf
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2015. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR). Dipartimento della protezione civile, Roma. Versione 1.0.
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/LG_Frane_v1_0.pdf
- Regione Emilia Romagna, 2015. Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia– Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica. Allegato A3 – Procedure di riferimento per le analisi di terzo livello di approfondimento.
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2014. Linee guida per l'elaborazione della carta e delle sezioni geologico tecniche per la microzonazione sismica (CGT_MS). Dipartimento della protezione civile, Roma. Bozza, ver. 1.2 beta.
- Significato e contenuto degli studi di MS di livello 2 e 3.
http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/documents/Significato_e_contenuto_degli_studi_di_MS_di_livello_2_e_3.pdf
- Software per l'archiviazione delle indagini per la MS (SoftMS versione 4.0).

1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA COMUNALE

Il territorio comunale di Ascoli occupa una superficie di circa 158 kmq. Costituisce la provincia più meridionale della regione Marche e confina a Sud con la regione Abruzzo. I comuni adiacenti sono Acquasanta e Roccafluvione ad Ovest, Venarotta, Rotella e Castignano a Nord, Appignano del Tronto, Castel di Lama, Castorano e Colli del Tronto ad Est, Folignano, Maltignano e i comuni abruzzesi di Ancarano, Sant'Egidio alla Vibrata, Civitella del Tronto e Valle Castellana a Sud.

La morfologia che si riscontra è quella delle valli alluvionali con superfici terrazzate raccordate a versanti acclivi con substrato litoide non facilmente erodibile. Essa è strettamente segnata dalla presenza dei seguenti corsi d'acqua: il Fiume Tronto dal quale geneticamente deriva tutta la valle su cui si edifica l'abitato comunale e i suoi principali affluenti, il Torrente Castellano ed il Torrente Chiaro, che si uniscono al Tronto rispettivamente in destra e sinistra idrografica.

Altimetricamente distinguiamo una zona centrale costituita dal terrazzo alluvionale di III ordine denominato "terrazzo Ascoli", le cui quote s.l.m. vanno, da Ovest verso Est, da 160 m a 80 m circa, in cui il letto del Fiume Tronto è inciso e scorre a quote s.l.m. di 20–30 metri inferiori; a Sud e a Nord vi sono i rilievi più alti la cui quota massima di circa 1100 m s.l.m. è raggiunta dal Monte Ascensione a Nord e da S. Giacomo a Sud. I versanti di raccordo tra la piana alluvionale del F. Tronto e le alture che la contornano risultano piuttosto acclivi con frequenti salti morfologici dovuti alle litologie che li costituiscono.

1.3 DEFINIZIONE DEI DOCUMENTI DI BASE UTILIZZATI NELLO STUDIO

Per il raggiungimento degli obiettivi del presente lavoro ci si è innanzitutto basati sui dati forniti dal precedente studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, per il quale è stata eseguita una preliminare raccolta di indagini e studi pregressi disponibili negli archivi comunali.

Le cartografie di base utilizzate sono invece le seguenti:

- Carta Tecnica Comunale alla scala 1:5.000;
- APAT- Servizio Geologico Italiano - Fogli 133 - 134 Ascoli Piceno e Giulianova Note Illustrative;
- Carta del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto, Tavola n. 10/05, 10/06, 10/12, 10/13, 10/14, 10/15, 10/21, 10/22, 10/23, 10/29, 10/30;
- Carta Geologica delle Marche in scala 1:10.000 CARG (sezioni n. 326110, 326120, 326140, 326150, 326160, 327090).
- Ortofoto del servizio Google Maps

Per quanto concerne articoli scientifici, note e guide di riferimento si rimanda al capitolo del presente studio dedicato alla bibliografia.

1.4 AREE DA SOTTOPORRE AGLI STUDI DI MS

L'area di studio per l'approfondimento al Livello 3 della Microzonazione Sismica, comprende la quasi totalità del capoluogo e la frazione di Poggio di Bretta.

Per un maggior dettaglio si invita alla consultazione delle cartografie allegate.

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

2.1 SISMICITÀ STORICA DELL'AREA DI STUDIO

Nell'ultimo secolo, tra i terremoti che hanno prodotto danni nella zona, si segnalano quello di Senigallia (AN) del 1930, quello di Offida (AP) del 1943, quello di Ancona del 1972, le più recenti sequenze sismiche dell'Appennino Umbro-Marchigiano avvenute nel settembre-ottobre 1997, il terremoto de L'Aquila del 2009 e, ultimo, lo sciame sismico ancora in fase attiva del centro Italia che ha avuto il suo culmine con le scosse sismiche del 24 agosto e 30 ottobre 2016, nonché del gennaio 2017 avvenuto in concomitanza ad un evento nevoso straordinario.

Oltre ai terremoti che si sono generati nel territorio è necessario ricordare quelli con epicentro nelle regioni limitrofe ma che hanno prodotto danni anche in Abruzzo e nelle Marche. Norcia, ad esempio, è stata colpita il 14 gennaio 1703 da uno dei terremoti più forti della storia sismica italiana; l'evento, il primo di una serie, fu risentito con effetti distruttivi anche in questo territorio marchigiano. Danni in Abruzzo e nelle Marche sono stati prodotti anche dalle scosse originatesi nelle zone di Sansepolcro (AR), di Rimini, del Forlivese e dell'Aquilano negli anni precedenti al 1930.

Nella successiva Figura 1 sono rappresentati tutti i sismi disponibili per il territorio comunale. Nella tabella Tabella 1 sono riportati quelli aventi Magnitudo maggiore di 4.0 insieme alle principali informazioni come l'intensità al sito (Is), l'anno, il mese (Me) e il giorno (Gi) in cui si è verificato l'evento, l'intensità massima epicentrale in scala Mercalli (Io) e la magnitudo momento (Mw).

Di seguito invece la Tabella 2 mostra un elenco degli eventi sismici di maggiore intensità verificatisi nei comuni limitrofi ad Ascoli Piceno e nella Figura 1Figura 2 tali eventi vengono inseriti su un grafico con l'indicazione dell'intensità e distribuzione temporale.

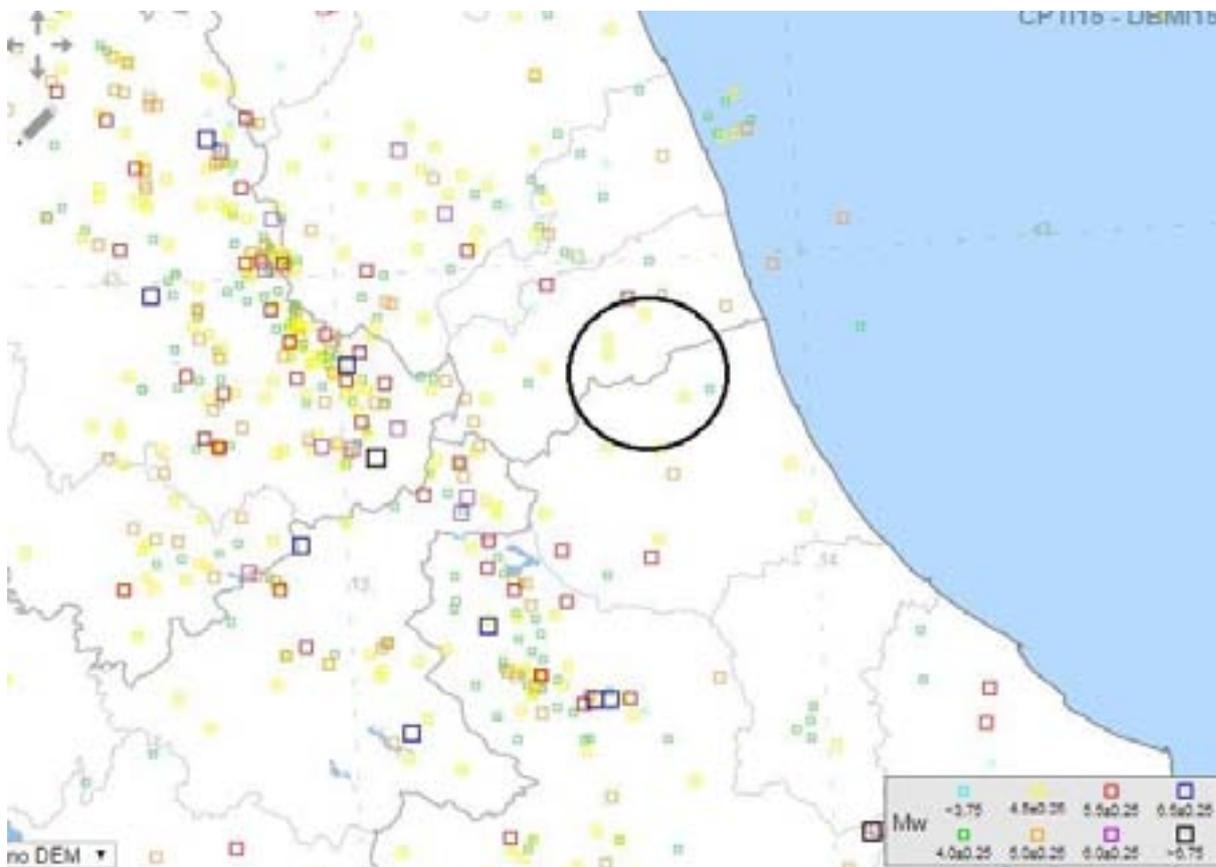


Figura 1: Terremoti dal 1900 AD al 2005 - Catalogo parametrico CPT15 (da Rovida et al. 2011); <http://emidius.mi.ingv.it/CPT11/> aggiornato <http://emidius.mi.ingv.it/CPT15/>

Ascoli Piceno

PlaceID IT_52305
 Coordinate (lat, lon) 42.855, 13.576
 Comune (ISTAT 2015) Ascoli Piceno
 Provincia Ascoli Piceno
 Regione Marche
 Numero di eventi riportati 102

Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1349	09	09				Appennino laziale-abruzzese	17	9	6.27
5	1639	10	07				Monti della Laga	39	9-10	6.21
5	1646	04	28	07			Monti della Laga	10	9	5.90
3-4	1672	04	14	15	45		Riminese	92	8	5.59
5-6	1672	06	08	17	30		Monti della Laga	10	7-8	5.33
6	1703	01	14	18			Valnerina	197	11	6.92
6	1703	02	02	11	05		Aquilano	69	10	6.67
2-3	1727	12	14	19	45		Valle del Metauro	32	7	5.24
4-5	1741	04	24	09	20		Fabrianese	135	9	6.17
NF	1795	06	19	23	30		Maceratese	17	6	4.70
5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
4	1874	02	24	06	52		Aquilano	26	6-7	5.12
3	1875	03	17	23	51		Costa romagnola	144	8	5.74
3	1875	12	06				Gargano	97	8	5.86
5	1879	02	23	18	30		Valnerina	15	8	5.59
3	1882	05	26	04	15		Cascia	16	5	4.45
6	1882	08	16				Costa ascolana	13	7	5.15
F	1887	05	26				Jesi	19	5	4.44
4	1889	11	28	19	10		Monti Sibillini	10	4-5	4.19
3	1893	08	02	00	59		Valnerina	84	5-6	4.55
4	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11
5	1897	09	21				Marche settentrionali	44	7	5.40
4	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8	5.50
4-5	1900	08	10	04	28	1	Teramano	15	5	4.28
F	1903	11	02	21	52		Valnerina	33	6	4.81
3	1904	09	02	11	21		Maceratese	59	5-6	4.63
NF	1905	08	18	04	07		Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61
NF	1905	08	25	20	41		Valle Peligna	29	6	5.15
5	1908	03	17	03	59		Marche meridionali	54	5-6	4.61
NF	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
3-4	1910	12	22	12	34		Monti della Laga	19	5	4.30
4	1910	12	26	16	30		Monti della Laga	50	5-6	4.56
SF	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
5-6	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
5	1916	07	04	05	06		Monti Sibillini	18	6-7	4.82
4	1920	02	10	23	57		Monti Sibillini	18	5	4.30
NC	1922	06	08	07	47		Valle del Chienti	47	6	4.73
F	1924	01	02	08	55	1	Senigallia	76	7-8	5.48
4	1930	04	07	17	17	1	Monti Sibillini	28	5-6	4.50
4	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
5	1930	10	30	07	13		Senigallia	268	8	5.83
5-6	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9	5.90
3	1938	08	12	02	28	3	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56
4	1941	12	19				Monti Sibillini	30	7	5.02
6	1943	01	16				Monti Sibillini	22	6-7	5.04
5	1943	01	29				Monti Sibillini	50	6-7	4.94
5-6	1943	03	25				Marche meridionali	15	6	4.85
6	1943	10	03	08	28	2	Ascolano	170	8	5.67
5	1950	09	03	22	41	2	Ascolano	5	5-6	4.40
6	1950	09	05	04	08		Gran Sasso	386	8	5.69
5	1951	08	08	19	56		Gran Sasso	94	7	5.25
6	1951	09	01				Monti Sibillini	80	7	5.25

Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
2-3	1957	03	12	16	20		Valnerina	62	5	4.16
3-4	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04
5	1959	01	01	23	58	1	Teramano	46	5	4.33
4-5	1960	03	16	01	52	4	Monti della Laga	81	5	4.44
NF	1962	01	23	17	31		Costa pesarese	49	5	4.35
3	1962	08	30	12	10		Valnerina	35	7	5.02
4	1963	01	25	05	27		Monti Sibillini	30	5	4.31
3-4	1963	05	19	22	45		Valnerina	12	6	4.74
4	1963	07	21	11	09		Monti della Laga	11	7	4.71
5	1969	09	26	23	40	3	Teramano	97	5	4.39
3	1970	09	07	14	02	2	Appennino umbro-marchigiano	56	5	4.35
2-3	1971	02	12	04	54	5	Valle del Chiascio	47	7	4.89
4	1971	10	04	16	43	3	Valnerina	43	5-6	4.51
5	1972	02	04	02	42	1	Costa anconetana	75		4.57
7-8	1972	11	26	16	03		Marche meridionali	73	8	5.48
5-6	1973	04	20	22	18		Ascolano	2	5-6	4.40
5	1974	12	02	01	55	1	Valnerina	27	7-8	4.58
5	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
5	1980	02	28	21	04	4	Valnerina	146	6	4.97
NF	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
4-5	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
3	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	912	8	5.86
3-4	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47
5	1985	05	01	16	57	3	Ascolano	51	5	4.09
4	1986	10	13	05	10	0	Monti Sibillini	322	5-6	4.46
5	1987	07	03	10	21	5	Costa Marchigiana	359	7	5.06
5	1987	09	04	16	42	4	Costa Marchigiana	75	6	4.66
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
4	1991	11	12	21	45	5	Ascolano	19	5-6	3.54
NF	1992	10	24	18	44	4	Monti della Laga	32	5	4.08
3-4	1993	06	05	19	16	1	Valle del Topino	326	6	4.72
3-4	1995	12	30	15	22	0	Fermano	106	5	4.19
3-4	1996	01	01	12	21	4	Maceratese	91	5-6	4.20
NF	1996	01	22	18	37	4	Fermano	76	5	3.96
3-4	1996	07	09	10	23	0	Costa abruzzese-marchigiana	45		4.20
3-4	1996	10	20	19	06	5	Appennino laziale-abruzzese	100	5	4.36
5	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
5-6	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4	1997	10	03	08	55	2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
5	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
3-4	1997	11	09	19	07	3	Valnerina	180		4.87
6	1998	03	21	16	45	0	Appennino umbro-marchigiano	141		5.00
3	1999	10	10	15	35	5	Alto Reatino	79	4-5	4.21
4-5	2000	10	24	07	52	2	Monti Sibillini	65	5	4.11
3	2003	05	25	17	15	1	Ascolano	88	4-5	3.81
4	2004	12	09	02	44	2	Teramano	213	5	4.09
NF	2005	04	12	00	31	5	Maceratese	131	4	3.74
NF	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14
4	2006	04	10	19	03	3	Maceratese	211	5	4.06
NF	2006	10	21	07	04	1	Anconetano	287	5	4.21

Tabella 1: Terremoti dal 1349 AD al 2006 – Catalogo parametrico CPT15 (da Rovida et al. 2011); <http://emidius.mi.ingv.it/CPT11/> aggiornato <http://emidius.mi.ingv.it/CPT15/>)

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Rosara	2	4
Venagrande	1	5
Santa Maria a Corte	1	5
Poggio di Bretta	1	5
Folignano	20	6
Ripe	1	6
Cesano	1	7
Venarotta	45	7
Colle di Funti	1	8
Ripaberarda	2	8
Casebianche	1	8
Roccafluvione (Marsia)	22	8
Appignano del Tronto	15	9
Maltignano	15	9
Valcinante	1	10
Castignano	35	10

Tabella 2: Eventi sismici di maggiore intensità verificatisi nei comuni limitrofi ad Ascoli Piceno. Per il periodo successivo al 2006 le informazioni sono state ricavate dal catalogo di sismicità strumentale ISIDE (<http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>).

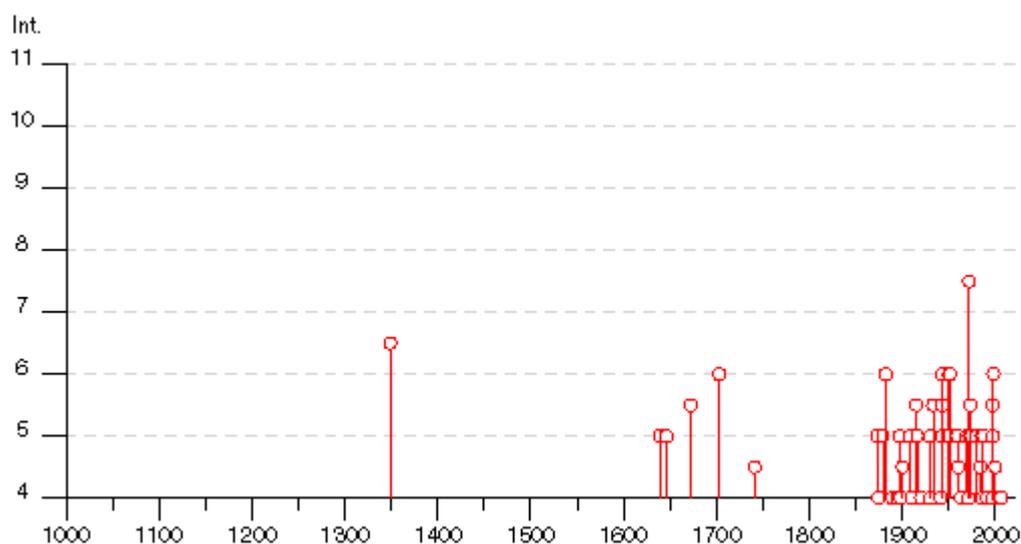


Figura 2: Storia sismica del Comune di Ascoli Piceno, dal database macrosismico italiano 2004 (INGV Stucchi et al., 2007). Nella colonna *I_s* viene riportata l'intensità al sito in scala Mercalli, mentre con la sigla *I_x* viene indicata l'intensità massima in scala Mercalli dell'area epicentrale e con *M_w* viene indicata la magnitudo dell'evento.

2.2 SISMICITÀ RECENTE DELL'AREA DI STUDIO

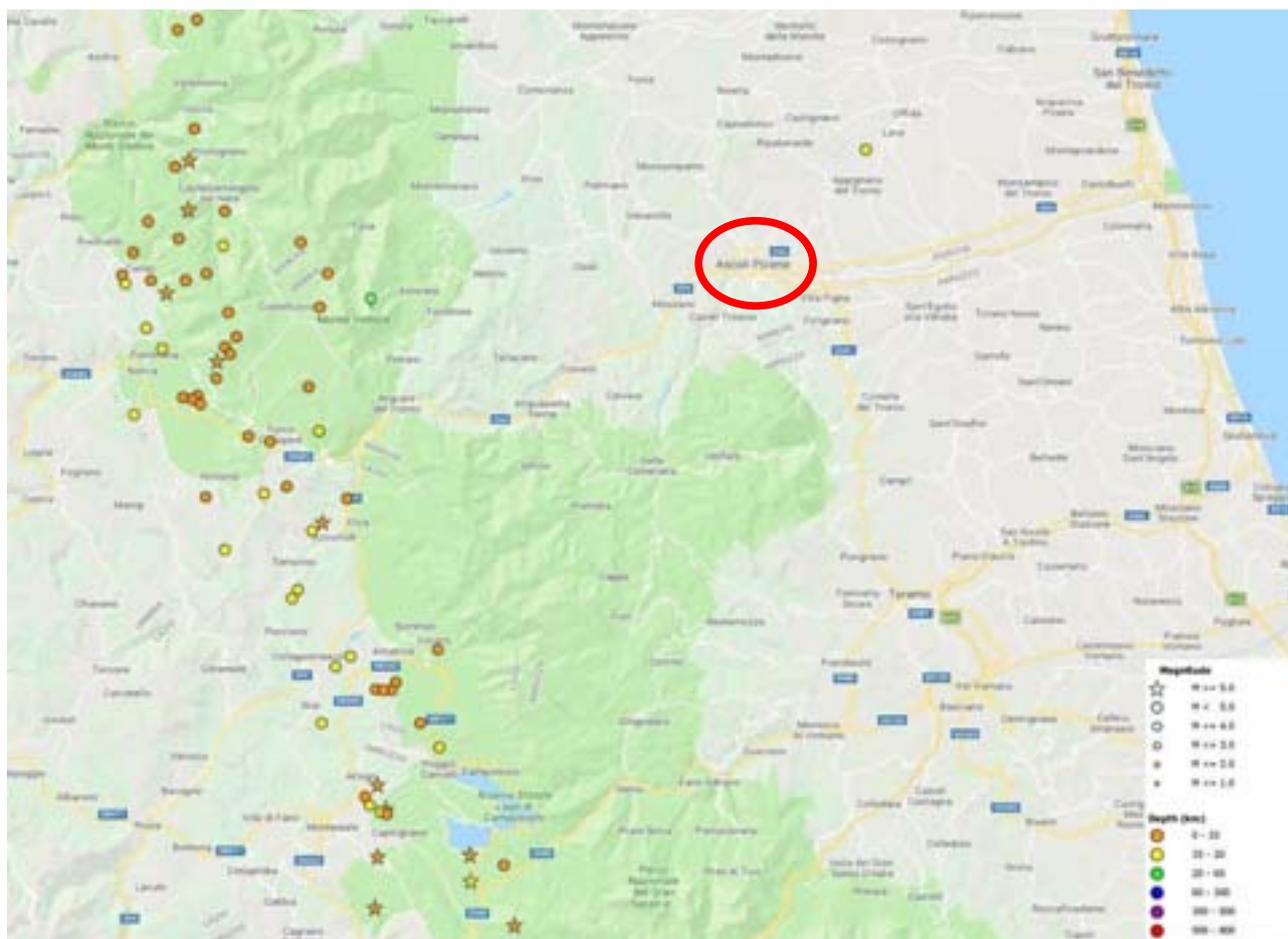


Figura 3: Terremoti con Magnitudo maggiore di 4.0 avvenuti dal 2005 al 2017 ad una distanza massima di 50 km dal territorio comunale di Ascoli Piceno, indicato dal cerchio rosso (fonte: Italian Seismological Instrumental and Parametric Data Base – ISDe).

Fra i terremoti più recenti che hanno prodotto danni anche ingenti agli edifici appartenenti al Comune di Ascoli Piceno, come detto, c'è quello del 2009 che ha interessato principalmente la Provincia de L'Aquila, quello di Accumoli la cui scossa principale si è verificata il 24 agosto 2016 e soprattutto il terremoto di Magnitudo 6.5 prodotto dalla faglia del M. Vettore avvenuto il 30 ottobre 2016, che ha seriamente lesionato moltissime costruzioni. Di rilievo infine anche le scosse del gennaio 2017 avvenute in concomitanza ad una nevicata straordinaria. Lo sciame sismico degli ultimi eventi è ancora in fase di assestamento.

Come è possibile notare dalla Figura 5 gli epicentri dell'attività sismica più intensa sono tutti localizzabili lungo la dorsale appenninica. L'unico terremoto con Magnitudo 4.0 ubicato a breve distanza da Ascoli Piceno è quello di Offida del 05/12/2012.

2.3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28/04/2006 n° 3519 "Criteri generali per l'individuazione per le zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", ha fissato i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento su scala nazionale; si riporta di seguito lo stralcio relativo alla Regione Marche e all'area in esame.

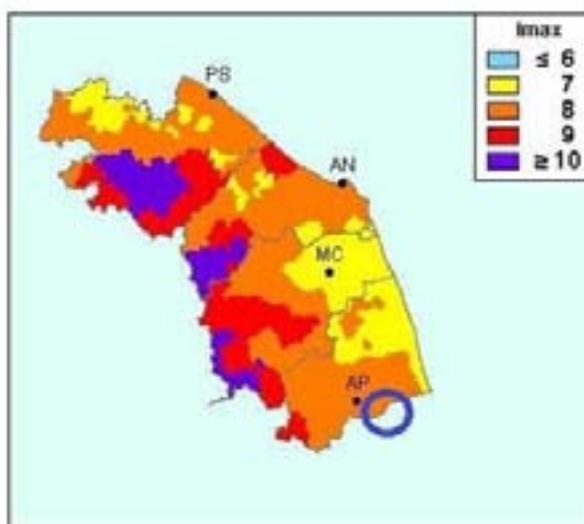


Figura 4: Mappa della massima intensità macrosismica (I_{max}) osservate nelle Marche (Molin et alii, 1996). Il territorio di Ascoli Piceno presenta un'intensità macrosismica massima = 8 (tratta dal sito dell'INGV - Scala Mercalli).

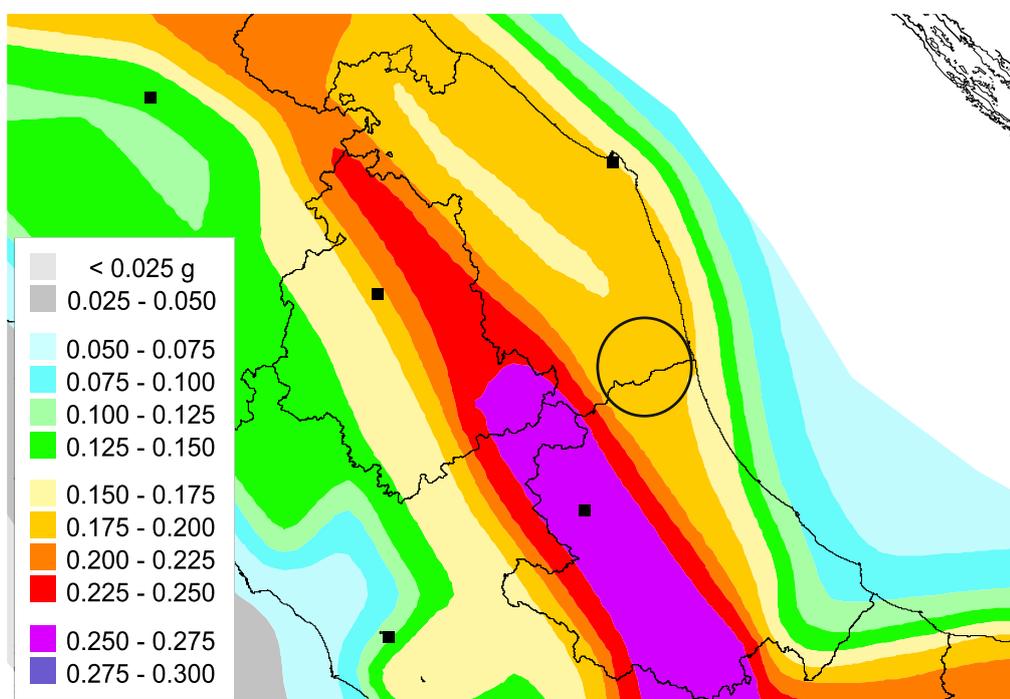


Figura 5: Accelerazione massima attesa su suolo rigido (Cat. A $V_{s30} > 800$ m/sec) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Mappa di pericolosità sismica MPS04 tratta dal sito INGV)

Il valore di Pericolosità Sismica individuato dall' INGV è compreso fra 0.175 e 0.200. La sismicità storica del Comune di Ascoli Piceno è stata ricavata dal database DBMI15 (Stucchi et al., 2007) associato al catalogo CPTI15 (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/>). Il database è stato realizzato nell'ambito delle attività del Tema Trasversale Coordinato (TTC) "Banche dati e metodi macrosismici" dell'INGV, con il contributo parziale del Dipartimento della Protezione Civile.

Con l'approvazione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 si assiste all'emanazione dei criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sulla pericolosità sismica, cioè sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001—"Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone a pericolosità decrescente nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale (vds. Tabella 3).

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

Tabella 3: Tabella dei valori di PGA con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

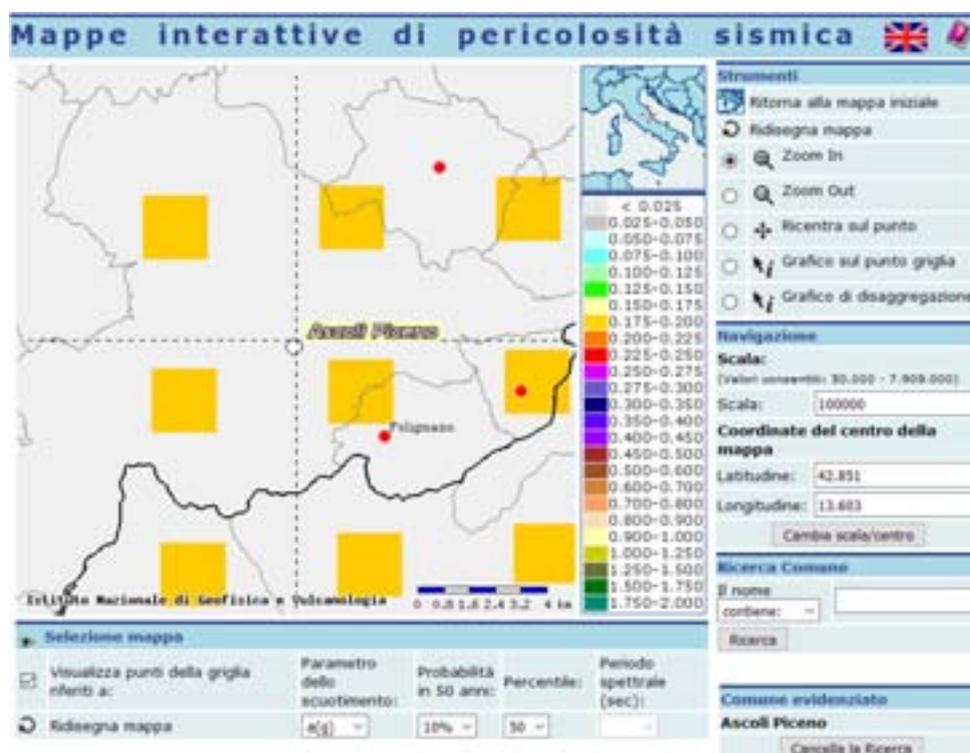


Figura 6: Mappa dello scuotimento $a(g)$ (accelerazione orizzontale massima del suolo relativa al comune di Ascoli Piceno, come definita dall'OPCM 3519/2006, corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA) da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>.

La sua approvazione ha di fatto eliminato le porzioni di territorio "non classificato", rientrando quest'ultime alla zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia espressa in *Peak Ground Acceleration (PGA)*.

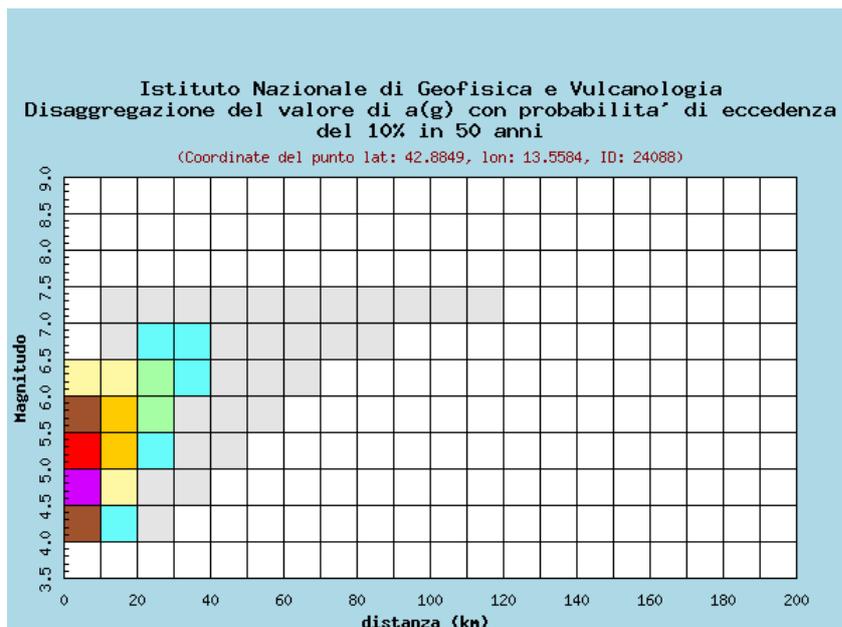
Con l'approvazione dell'O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006 sono state pienamente recepite ed ulteriormente affinate le novità introdotte dall'O.P.C.M. n. 3274/2003. Il nuovo studio di pericolosità ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. Nella precedente Figura 6 è illustrata la Mappa Interattiva di Pericolosità Sismica del territorio comunale di Ascoli Piceno redatta dall'I.N.G.V.

Il territorio comunale di Ascoli Piceno, avendo un'accelerazione orizzontale compresa tra 0,175 e 0,200, ricade in seconda categoria.

Dalla mappa dello scuotimento $a(g)$ è possibile ottenere la disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) che è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M_a a distanza R dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.

Di seguito i grafici e le tabelle relativi ai 4 punti griglia ricadenti all'interno del territorio comunale della mappa di pericolosità sismica coi rispettivi valori di disaggregazione di a_g in base alla distanza (Spallarossa D., Barani S., 2007), per differenti valori di Magnitudo nel tempo di ritorno di 50 anni (<http://esse1.mi.ingv.it/>).

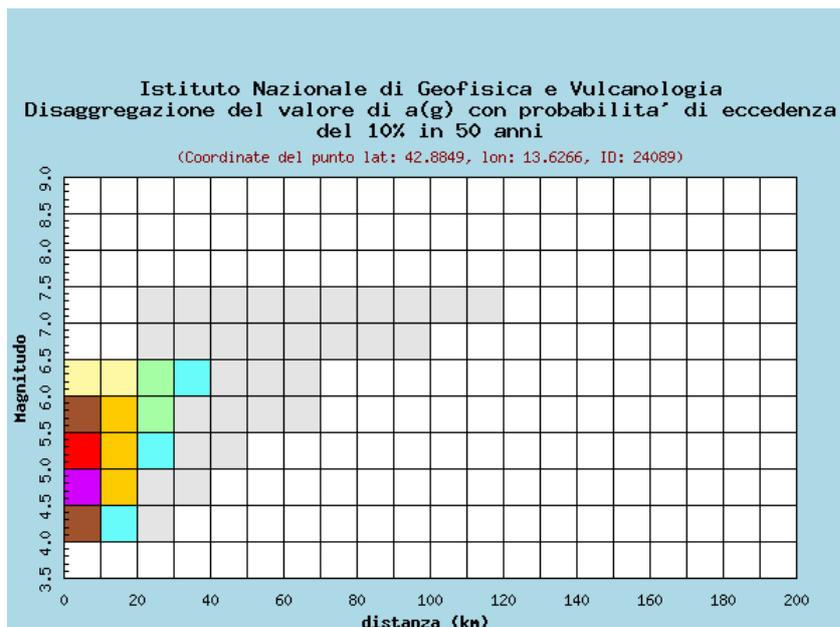
Punto griglia ID 24088



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.8849, lon: 13.5584, ID: 24088)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	9.620	21.100	15.200	9.270	4.190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.230	4.910	6.600	6.730	4.590	0.213	0.115	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.262	1.450	2.790	2.830	1.530	0.957	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.001	0.145	0.859	1.190	1.090	0.830	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.003	0.139	0.396	0.495	0.453	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.085	0.218	0.245	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.089	0.135	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.049	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.020	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.360	11.500	0.903

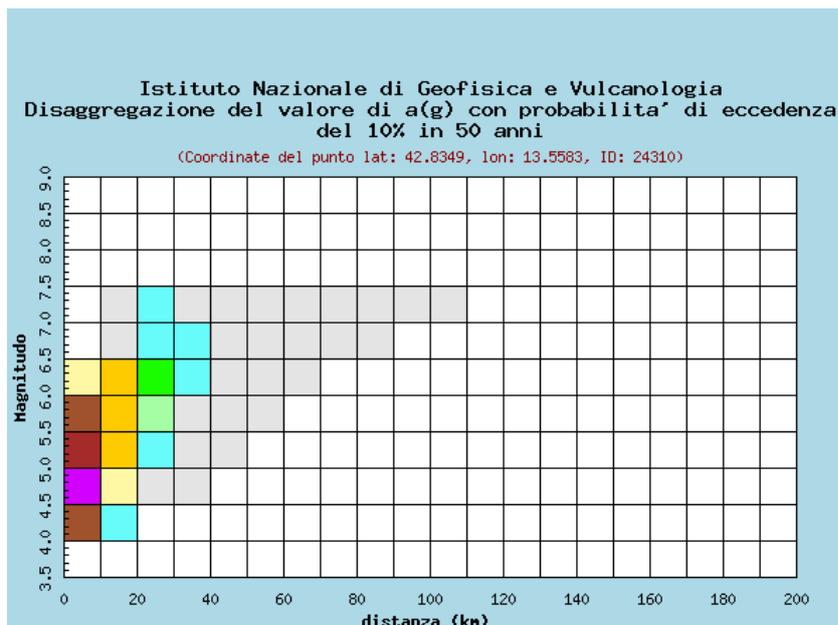
Punto griglia ID 24089



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.8849, lon: 13.6266, ID: 24089)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	9.980	21.700	15.500	9.430	4.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.330	5.180	6.820	6.840	4.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.006	0.381	1.550	2.730	2.210	0.745	0.480	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.001	0.177	0.900	1.130	0.962	0.732	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.003	0.126	0.401	0.534	0.484	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.093	0.233	0.259	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.098	0.146	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.065	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.023	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.310	11.200	0.882

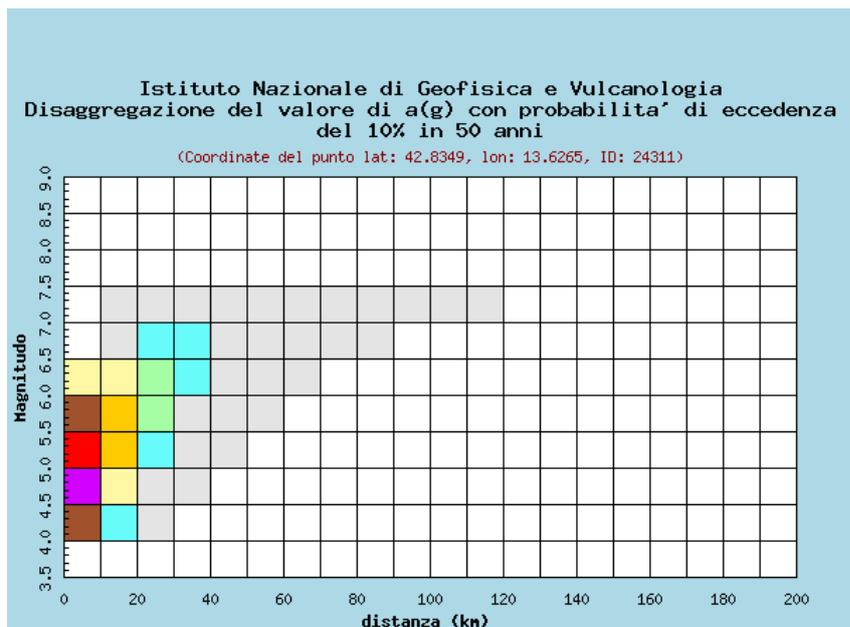
Punto griglia ID 24310



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.8349, lon: 13.5583, ID: 24310)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	9.190	20.300	14.800	9.100	4.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.120	4.660	6.540	6.900	5.000	0.858	0.448	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.191	1.330	2.740	3.080	1.890	1.190	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.114	0.786	1.200	1.180	0.905	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.123	0.390	0.533	0.493	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.078	0.225	0.257	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.081	0.126	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.042	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.017	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.400	11.800	0.929

Punto griglia ID 24311



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.8349, lon: 13.6265, ID: 24311)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	9.750	21.300	15.300	9.360	4.230	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.230	4.900	6.530	6.610	4.420	0.038	0.021	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.003	0.312	1.520	2.830	2.660	1.370	0.857	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.001	0.154	0.867	1.170	1.070	0.818	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.117	0.408	0.584	0.534	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.090	0.247	0.276	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.099	0.150	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.054	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.020	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.350	11.500	0.898

Per quanto riguarda la pericolosità di base del sito in esame, il comune di Ascoli Piceno appartiene alla zona ZS 918 (Figura 7) Zonazione Sismogenetica ZS9, (Meletti e Valensise, 2004).

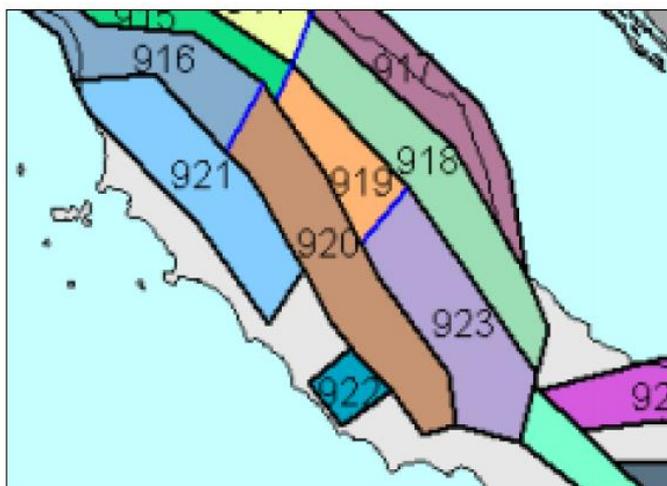


Figura 7: Zonazione sismogenetica ZS9, da Meletti e Valensise, 2004, <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>.

Le zone sismogenetiche sono porzioni della crosta o del mantello terrestre da cui possono originarsi i terremoti. Strutture sismogenetiche sono le strutture geologiche attive a livello regionale da cui si originano i sismi più violenti. La maggior parte dei terremoti avviene nella crosta terrestre. La strumentazione sismologica e i metodi di analisi dei dati, sempre più avanzati, consentono di localizzare con precisione gli ipocentri dei terremoti e di osservare che essi, fatta eccezione per le zone di subduzione, raramente sono più profondi di 15–20 km. Questa distribuzione degli ipocentri, osservata per grandi e piccoli terremoti e per la microsismicità (terremoti con magnitudo inferiore a 2,5), permette di identificare uno strato sismogenetico definibile come una zona preferenziale, entro la litosfera, per la nucleazione di terremoti.

Il livello inferiore di questo strato è definito dalla profondità massima dei terremoti che vi si verificano e corrisponde, dal punto di vista reologico, alla transizione tra un regime deformativo fragile, in cui la roccia si rompe quando è soggetta a sforzi superiori alla sua resistenza, e un regime duttile, in cui il rilascio di deformazione è pressoché continuo e asismico. Per la maggior parte dei materiali che si ritiene costituiscano una porzione significativa della crosta terrestre, considerando profili realistici di temperatura, la resistenza aumenta fino a una profondità di circa 15 km, per poi decrescere rapidamente. Lo spessore dello strato sismogenetico ha importanti conseguenze sulla dimensione dei terremoti poiché corrisponde alla larghezza massima della faglia che si rende disponibile per la rottura; infatti, mentre la lunghezza di una faglia può superare i 1000 km, la sua larghezza ha un limite massimo dato dallo spessore litosferico che ha caratteristiche reologiche tali da rompersi in maniera fragile. I terremoti che rompono l'intera zona sismogenetica vengono classificati come grandi; quelli che rompono una parte della zona sismogenetica come piccoli.

La zona sismogenetica a cui appartiene il territorio comunale di Ascoli Piceno corrisponde alla Zs19 che, insieme alla 913 e 914, risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino

all'Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord - occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud - orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le distanze ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna; lo testimoniano anche gli eventi che hanno avuto risentimenti su aree piuttosto vaste (eventi del 1799 di Camerino, del 1873 delle Marche meridionali e del 1950 del Gran Sasso, zona 918).

A questa zona sismogenetica (918) sono da riferire alcune sorgenti silenti (es. Monti della Laga e Campo Imperatore).

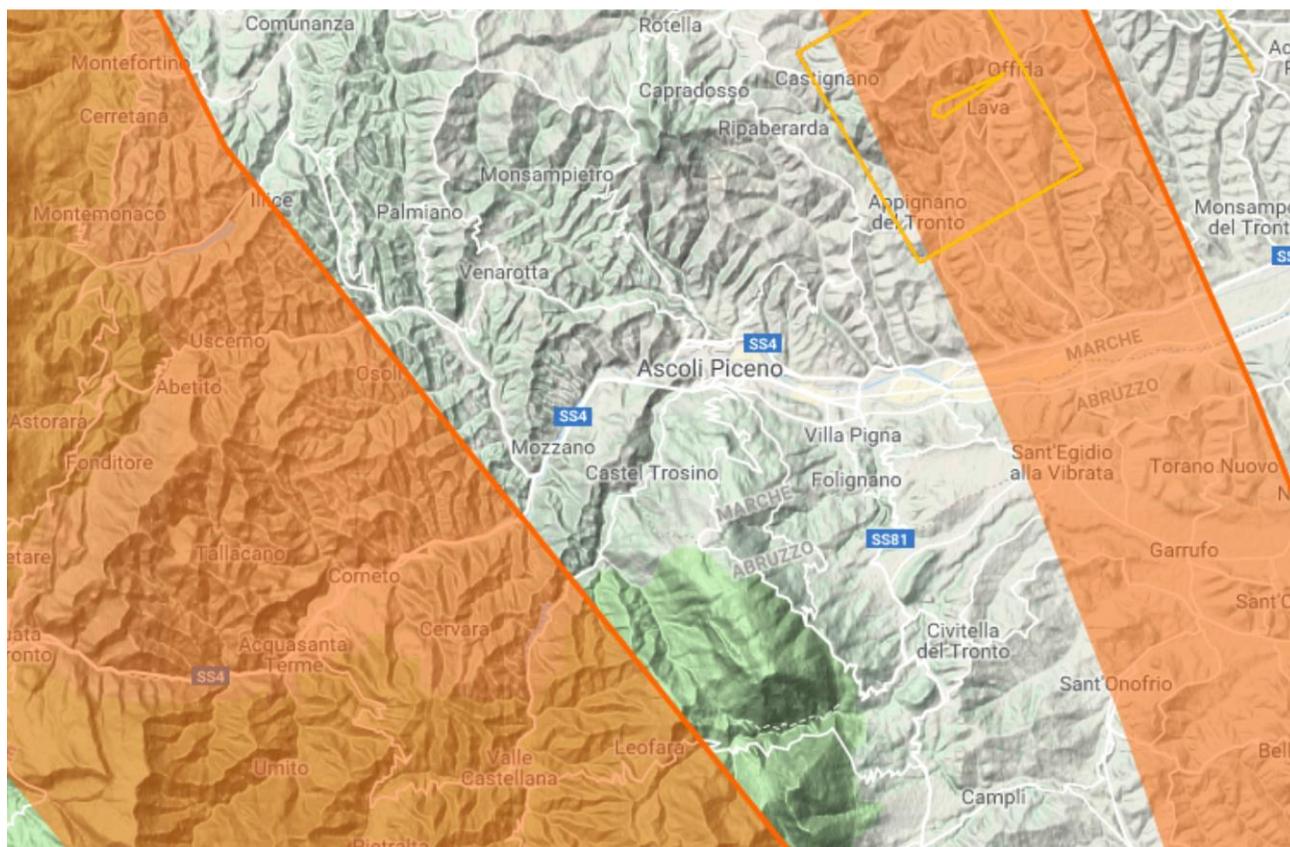


Figura 8: Carta delle sorgenti sismogenetiche censite con il progetto DISS (Database of Individual Seismogenic Sources, versione 3,2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). In arancione la zona sismogenetica di riferimento.

3 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio comunale di Ascoli Piceno ricade nelle Tavole IGM in scala 1:25.000 "Ascoli Piceno Ovest" Foglio 133 IV SO, "Ascoli Piceno Est" Foglio 133 IV SE, "Monsampolo del Tronto" Foglio 133 I SO, "Castel Trosino" Foglio 133 III NE, "Civitella del Tronto", Foglio 133 III SE, mentre per quanto riguarda il Quadro Unione della Carta Tecnica Regionale delle Marche in scala 1:10.000, è coperto dalle seguenti Sezioni: 326070, 326080, 326110, 326120, 327070, 326140, 326150, 326160, 338020, 338030.

I comuni confinanti sono Acquasanta e Roccafluvione ad ovest, Venarotta, Rotella e Castignano a nord, Appignano del Tronto, Castel di Lama, Castorano e Colli del Tronto ad est, Folignano e Maltignano a sud oltre che i comuni abruzzesi di Ancarano, Sant'Egidio alla Vibrata, Civitella del Tronto e Valle Castellana.

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in esame si colloca al confine marchigiano-abruzzese. Questa posizione intermedia non è solo geografica ma anche geologica infatti, la serie mesozoica che affiora, è di *facies* umbro-marchigiana, ma vi compaiono fossili e *facies* di indubbia provenienza laziale-abruzzese. Gli elementi umbro-marchigiani sono rappresentati dalle marne langhiane con "bisciario" e dalle argille tortoniare a "pteropodi", mentre quelli abruzzesi vengono caratterizzati dalle marne elveziane con "cerroigna", coevi allo Schlier della serie umbro-marchigiana, che affiorano nella parte occidentale dell'area comunale.

Per ciò che riguarda i sedimenti messiniani marnoso-arenacei della Formazione della Laga che costituiscono il substrato geologico della maggior parte del territorio comunale, sono attribuibili a correnti di gravità ad elevata densità (correnti di torbida) che deponevano ingenti quantità di materiale silicoclastico in tempi brevissimi nella piana sottomarina (bacino di avanfossa) formatasi in seguito al sollevamento della catena appenninica.

La Formazione delle Argille Azzurre limitatamente presente nella parte più orientale dell'area in oggetto, si colloca invece all'interno del *bacino periadriatico marchigiano-abruzzese*, compreso fra la dorsale Anconetana a Nord e il fiume Sangro a Sud colmato, durante il Pliocene medio-Pleistocene inferiore, da depositi della successione marina che rappresentano un ciclo sedimentario del 1° ordine post-orogenico disposto secondo una struttura monoclinale blandamente immergente verso Est. Tale bacino periadriatico differisce nettamente da quello più antico di avanfossa del Messiniano (Bacino della Laga) in quanto caratterizzato da dimensioni ridotte, dal confinamento dei sistemi deposizionali relativamente poco sviluppati, dai vistosi appoggi *onlap* dei depositi terrigeni sui bordi delle depressioni e della maggiore abbondanza dei depositi grossolani (es. vedi il Corpo del monte dell'Ascensione).

Il rapido sollevamento dei bacini suddetti ha portato successivamente allo sviluppo di una fase tettonica di tipo estensionale che ha dato origine alle faglie di neoformazione e alla riattivazione di dislocazioni più antiche. Una di esse mette in contatto ad Est del capoluogo la Formazione della Laga con le argille plio-pleistoceniche.

Gli eventi tettonici legati alla formazione della dorsale appenninica trovano nel territorio di Ascoli Piceno testimonianza nella presenza di due strutture a scala regionale. Si tratta in particolare del sovrascorrimento della Montagna dei Fiori ad andamento NO-SE il cui fronte si intercetta ad Ovest dell'area comunale e della sinclinale coricata che presenta lo stesso andamento ed il cui piano assiale attraversa proprio la città di Ascoli Piceno; quest'ultima presenta il fianco occidentale rovesciato con strati immergenti a

NO da molto pendenti a sub-verticali, mentre quello orientale in successione normale blandamente inclinato verso SE. Famosa è infatti la parete rocciosa visibile dalla Cartiera Papale (Porta Cartara) che mette in evidenza proprio il nucleo di tale elemento tettonico (vds. Figura 9).

Si evidenzia pertanto come l'area ad Ovest del capoluogo si sviluppa su una successione inversa in quanto gli strati risultano rovesci e le Marne con Cerrognana, più antiche, sono sovrastanti alla Formazione della Laga. Qui la giacitura degli strati risulta maggiormente inclinata con valori di circa 40–50 gradi di pendenza verso Sud-Ovest; procedendo verso Est si arriva ad avere una verticalità degli strati in corrispondenza dell'asse della sinclinale, il cui andamento risulta circa Nord-Ovest Sud-Est, e il successivo raddrizzamento con giaciture questa volta normali e pendenze meno pronunciate di 25–30° verso Nord-Est.



Figura 9: Piega coricata sulla formazione marnoso arenacea visibile presso Porta Cartara.

3.2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

L'area in esame riassume in sé le forme e i processi morfogenetici presenti in tutta la fascia collinare. L'azione della gravità e quella delle acque correnti superficiali, incanalate e non, risultano essere le maggiori responsabili della produzione di forme e depositi.

Vi sono differenti tipi di evoluzione del rilievo che generalmente variano in funzione del fattore strutturale; essi sono facilitati e accelerati dalle variabili caratteristiche di resistenza meccanica dei materiali che caratterizzano gran parte dell'area in esame. L'azione dei corsi d'acqua e degli agenti atmosferici ha generato una forte diffusione delle coperture continentali quaternarie come i depositi alluvionali, i depositi eluvio-colluviali e i corpi di frana.

La geomorfologia dell'area è piuttosto articolata e divisibile in due aree:

- area di fondovalle con zone alluvionali a morfologia sub-pianeggiante e scarpate di erosione fluvio-torrentizia, anche di notevole altezza ed acclività, come quelle del Fiume Tronto e del Torrente Castellano;
- area collinare in cui sono maggiormente presenti forme legate all'erosione elettiva, ad elevata pendenza, derivanti dalle condizioni strutturali e di cementazione dei litotipi del substrato (scarpate strutturali) e forme e processi morfogenetici legati all'azione della gravità quali corone ed accumuli di frana di varia genesi, tipologia e stato di attività.

Il territorio comunale è caratterizzato da una generale corrispondenza tra assetto strutturale ed elementi geomorfologici. I rilievi con risalti morfologici corrispondono alla presenza di litotipi a maggior componente arenacea o prettamente litoidi, mentre le aree a morfologia dolce si hanno in concomitanza di litologie argillose soggette a modificazione da agenti esogeni come nel caso della litofacies arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea della Formazione della Laga affiorante ad Est del territorio.

Sotto l'aspetto morfostrutturale il comune è caratterizzato da rilievi variamente articolati in funzione delle condizioni di giacitura del substrato; essi risultano incisi da un reticolo idrografico ben gerarchizzato e i corsi d'acqua principali del territorio sono il Fiume Tronto ed il Torrente Castellano che hanno un andamento circa Ovest-Est ed il Torrente Chiaro che scorre in direzione NNO-SSE.

Relativamente ai fenomeni di instabilità sono stati riportati i dissesti di versante seguendo le indicazioni delle cartografie PAI ed IFFI. I versanti acclivi risultano in alcuni casi interessati da movimenti gravitativi variabili come dimensioni, in prevalenza quiescenti. Limitate frane per crollo si innescano in corrispondenza delle porzioni più acclivi delle scarpate di erosione fluviale in presenza di litotipi molto fratturati.

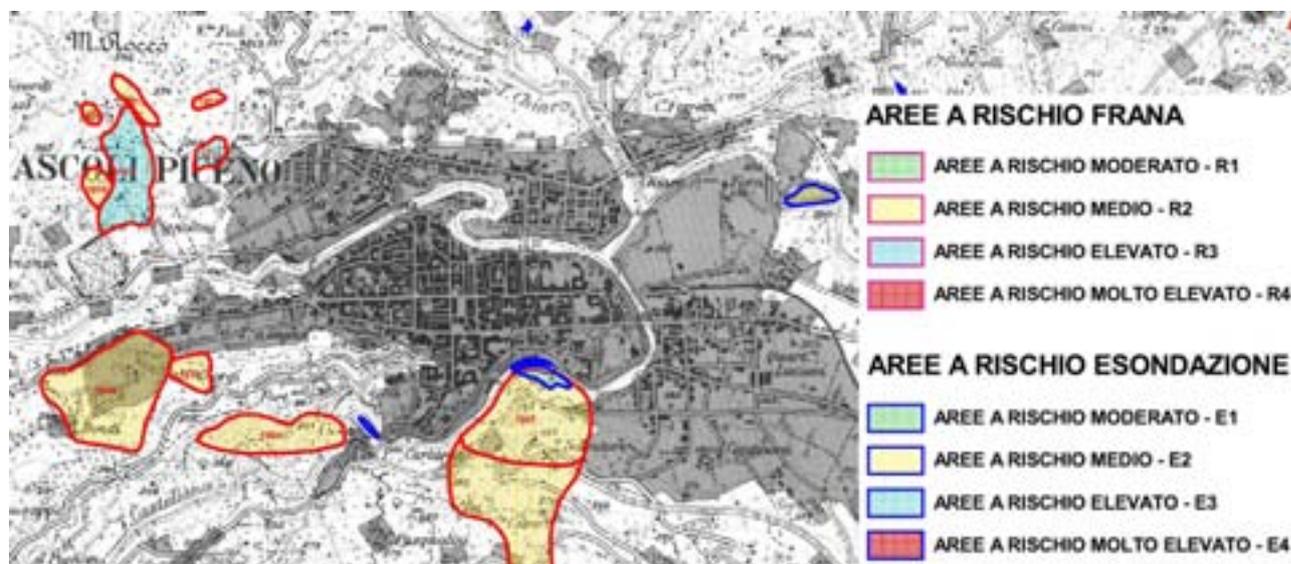


Figura 10: Estratto dal P.A.I. Tronto.

Nella cartografia geologica tecnica realizzata sono state evidenziate le scarpate fluviali, che lungo il Fiume Tronto risultano avere altezze maggiori di 20 metri, e le creste dei principali rilievi come quello su cui si sviluppa la frazione di Poggio di Bretta.

3.3 ASSETTO STRATIGRAFICO

Nell'area di studio si distinguono 3 Formazioni geologiche costituenti il substrato roccioso e 2 tipologie deposizionali di coperture comprensive di 4 litologie differenti. Di seguito vengono brevemente descritte.

3.3.1 SUBSTRATO GEOLOGICO

Formazione delle Marne con Cerrognia e Marne a Pteropodi (CRR-ALS)

Affioranti nella zona Ovest del territorio comunale le Marne con Cerrognia (*Burdigagliano-Tortoniano*) sono costituite da alternanze di marne e marne calcaree sottilmente stratificate o laminate di colore bruno-grigio-verdastro con intercalazioni calcarenitiche a banchi che presentano sfumature ocracee. Il suo spessore può raggiungere e superare i 100 metri.



Figura 11: Marne con Cerrognia tettonizzate.

Le Marne a Pteropodi (*Tortoniano -Messiniano*) sono composte da marne e argille scure di colore bruno o azzurro cupo e il loro nome dipende dal numero elevato degli omonimi molluschi. Il suo spessore è molto ridotto e raggiunge un massimo di 20 metri. Per tale motivo non sono quasi mai visibili in affioramento.

Formazione delle Marne con Cerrognia e Marne a Pteropodi fratturate/alterate (CRR-SFALS)

Valgono in questo caso le caratteristiche di cui sopra per uno spessore di circa 6 metri.

Formazione della Laga (LAG-LPS, LAG-SFLPS, LAG-ALS e LAG-SFALS)

Nell'area studiata la Formazione Marnoso-Arenacea della Laga (*Messiniano*) è presente in tre facies distinte, a volte eteropiche, di seguito elencate. Lo spessore complessivo della formazione può superare i 2000 metri.

Associazione arenacea basale (LAG-LPS)

Torbiditi silicoclastiche in strati spessi e medi, a granulometria da grossolana a fine, con rare intercalazioni sottili, a volte discontinue, di argille siltose azzurre. Spesso gli strati mostrano base erosiva con frequenti amalgamazioni, come evidenziato anche dall'interposizione di livelli pelitici discontinui. Si osserva spesso una gradazione positiva e strutture sedimentarie trattive, come laminazione piano-parallela e incrociata, indicative di flussi gravitativi.



Figura 12: Affioramento di arenarie visibile presso il Ponte di Santa Chiara a Campo Parignano.

Associazione arenacea basale fratturata/alterata (LAG-SFLPS)

Valgono le caratteristiche appena descritte per uno spessore variabile tra gli 8 e i 14 metri.

Associazione arenaceo-pelitica (LAG-ALS)

Alternanze di strati, da sottili a medio-spessi, di arenarie e peliti. Le prime presentano una granulometria da media a fine con rari livelli grossolani. La frazione pelitica è costituita da materiale argilloso-siltoso e da sottili livelli di sabbie. L'associazione in esame presenta un rapporto sabbia/argilla variabile da luogo a luogo in relazione allo spessore degli strati arenacei, ma sempre maggiore di uno. Anche in questa associazione si possono osservare gradazione positiva e strutture sedimentarie trattive, come laminazione piano-parallela e incrociata, prodotte dai flussi torbidity.



Figura 13: Associazione arenaceo-pelitica affiorante nei pressi di Marino del Tronto.

Associazione arenaceo-pelitica fratturata/alterata (LAG-SFALS)

Valgono le caratteristiche appena descritte per uno spessore pari a circa 6 metri.

Associazione pelitico-arenacea (LAG-ALS)

Peliti fittamente stratificate con intercalazioni arenacee di spessore variabile da 2-3 cm fino a 25-30 cm. Il rapporto sabbia/argilla è di norma molto basso, sempre minore di uno. La frazione pelitica è costituita prevalentemente da silt argilloso e, più raramente, da solo silt o argilla, di colore grigiastro. La frazione arenacea è data per lo più da arenarie a granulometria da media a fine. Le strutture sedimentarie che

interessano le peliti sono rare e si limitano alla sola laminazione piano-parallela, mentre nelle sabbie si trova spesso laminazione trattiva ondulata, incrociata e, a volte, piano-parallela.

Associazione pelitico-arenacea fratturata/alterata (LAG-SFALS)

Anche in questo caso le caratteristiche sono quelle appena descritte e lo spessore è di circa 6 metri.

Formazione delle Argille Azzurre (FAA-COS)

Questa Formazione geologica ha un'età compresa tra il *Pliocene Superiore* e il *Pleistocene Inferiore*. È composta da argille marnose grigie grossolanamente stratificate, internamente laminate, contenenti livelli da millimetrici a centimetrici di limi e sabbie fini. Affiorano nella zona Est dell'area di studio e hanno uno spessore complessivo intorno ai 1500–2000 m.

Verso l'alto, tali peliti grigio-azzurre di chiusura, formatesi in ambiente neritico, a tratti presentano intercalazioni di lenti arenacee e si osserva anche un generale incremento della frazione sabbiosa e limosa, marcato da una graduale variazione cromatica dal grigio al marroncino-giallastro.

Formazione delle Argille Azzurre fratturate/alterate (FAA-SFCOS)

Valgono le caratteristiche appena descritte per uno spessore variabile tra gli 8 e gli 11 metri.

3.3.2 TERRENI DI COPERTURA

Depositi alluvionali terrazzati (GPtf-SMtf)

Ghiaie e miscela di ghiaia e sabbia (GPtf): litotipo costituito prevalentemente da ghiaie a matrice sabbiosa e sabbioso limosa. Si intercalano orizzonti sabbiosi meno spessi. Tali depositi affiorano lungo tutta la piana alluvionale del Fiume Tronto e in adiacenza ad esso e il loro spessore può raggiungere i 12 metri.

Sabbie limose e miscela di sabbie e limo (SMtf): generalmente tale litotipo è posta al di sopra dei depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi. Spesso si raccorda e interdigita con l'omonimo deposito colluviale di versante. Lo spessore delle sabbie si aggira tra i 3 e gli 8 metri e insieme alle ghiaie sottostanti, non sempre presenti, raggiungono anch'esse una profondità massima di 12 metri.

Coltri eluvio-colluviali (SMec-MLec)

Sabbie limose e miscela di sabbie e limo (SMec): molto estese principalmente lungo le vallecole. Le caratteristiche tessiturali sono legate alla natura delle aree di approvvigionamento principalmente arenacee. Il loro spessore può raggiungere gli 11 metri.

Limi inorganici e sabbie fini limoso argillose (MLec): anch'essi si rinvencono lungo le vallecole e i versanti meno acclivi e, data la composizione, si rinvencono principalmente ad Ovest dove affiorano le Marne con Cerroigna. Il loro spessore è più elevato e varia da 4 a 20 metri.

Falda detritica (GCfd)

Ghiaie argillose, miscela di sabbia, ghiaia e argilla con trovanti di varia pezzatura e natura (arenacei o travertinosi). Si rinvencono esclusivamente lungo il versante settentrionale di Colle San Marco ed hanno uno spessore molto variabile sia verticalmente che lateralmente che va dai 4 ai 12 metri.

3.4 ELEMENTI TETTONICI

Dal punto di vista strutturale Ascoli Piceno si trova ad Est rispetto al sovrascorrimento dei Monti della Laga e dei Monti Gemelli (Montagna dei Fiori e Montagna di Campoli); queste principali strutture tettoniche hanno un andamento circa Nord-Sud ed una vergenza verso Est.

Ancora verso Est si rilevano una serie di sovrascorrimenti minori che mantengono sempre la stessa direzione e la stessa vergenza: il più vicino all'area di studio si trova nei pressi di S. M. a Corte e Collebighiano fra i comuni di Folignano e Civitella del Tronto. Un fronte di accavallamento sepolto è ubicato invece fra le località San Giovanni e Nereto.

I depositi marini plio-pleistocenici del bacino periadriatico e anche quelli messiniani della Formazione della Laga, assumono un caratteristico assetto monoclinale con immersione principale verso Est-Nord-Est e occasionale verso Sud-Est e inclinazione con valori compresi fra 5 e 10°, in quanto, durante il Pliocene medio-superiore nel corso dell'approfondimento del bacino sedimentario periadriatico, la catena appenninica più interna si stava strutturando e andava progressivamente sollevandosi provocando un basculamento verso Est dei terreni di avanfossa.

Il particolare della Carta Geologica d'Italia sotto riportato (vds. Figura 14) evidenzia la presenza, nel territorio comunale di Ascoli Piceno, di elementi tettonici ed indica come esso sia interessato da terreni prevalentemente torbiditici e alluvionali. La suddetta carta geologica considera il contatto tra la Formazione marnoso-arenacea e le Argille pleistoceniche come stratigrafico; in realtà nella Carta Geologico-Tecnica realizzata, tale contatto è stato considerato di tipo tettonico mediante faglia diretta ad andamento Nord-Ovest Sud-Est.

Non sono ad ogni modo presenti faglie attive e capaci né potenzialmente attive e capaci.

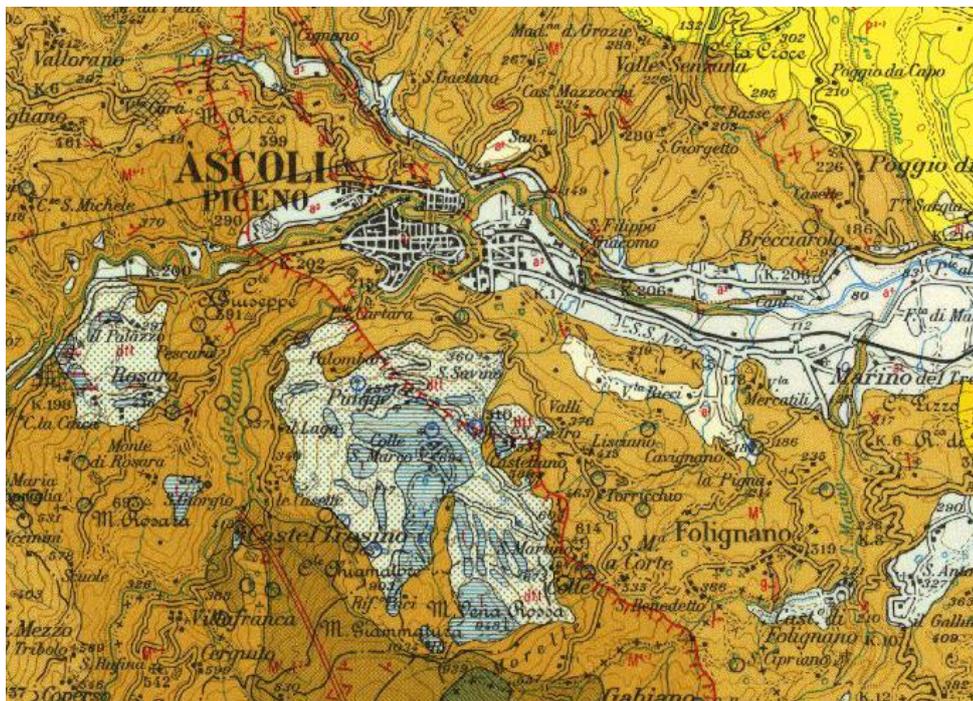


Figura 14: Stralcio della Carta Geologica d'Italia, Foglio 133-134 "Ascoli Piceno-Gulianova" (la linea rossa con le barbette indica il sovrascorrimento).

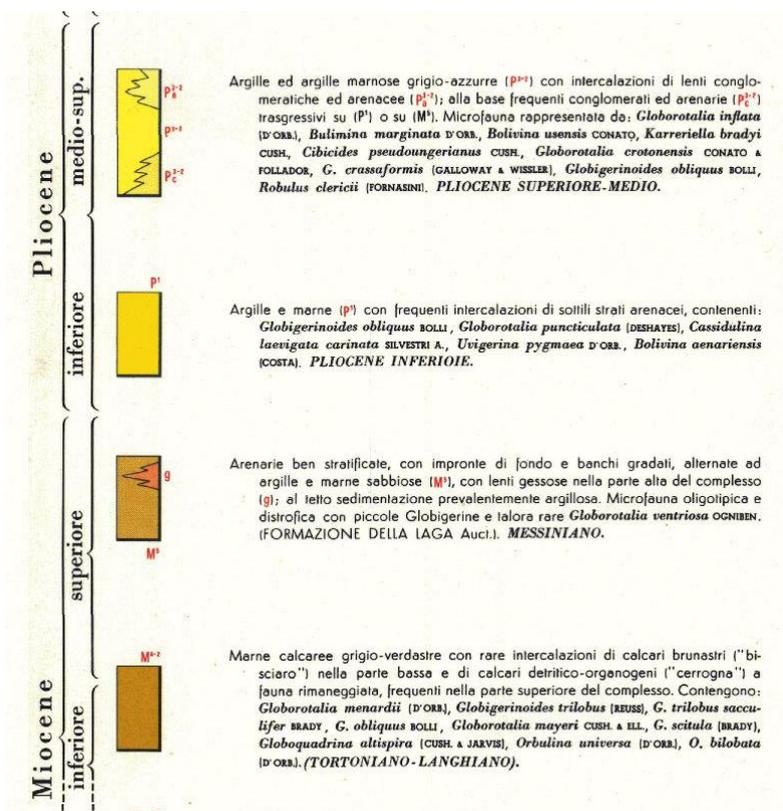


Figura 15: Stralcio della Legenda relativa alla figura precedente.

3.5 CONSIDERAZIONI FINALI SULL'ARCHITETTURA STRATIGRAFICA E SULL'ASSETTO MORFOLOGICO E STRUTTURALE

Il complesso assetto tettonico-strutturale delle formazioni geologiche di base ha obbligato ad alcune semplificazioni del modello geologico-tecnico adottato.

4 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

4.1 DATI PREGRESSI

Rispetto lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, si sono reperiti solo pochi dati ulteriori per l'utilizzo del presente approfondimento al Livello 3 dando preminenza a sondaggi e prove sismiche del tipo MASW e HVSR. Nello specifico sono state aggiunte:

- n. 5 MASW (da L21 a L25);
- n. 3 HVSR (P184, P186 e P187);
- n. 1 Down Hole (P188);
- n. 1 DPSH (P183);
- n. 6 Sondaggi a carotaggio continuo che raggiungono il substrato (P181, P182, P185, P188, P225, P226).

4.2 DATI ACQUISITI EX-NOVO

Per la redazione del piano delle indagini da eseguire a corredo del presente studio, si è innanzitutto tenuto conto del posizionamento di quelle pregresse per ottenere una loro migliore distribuzione areale. In secondo luogo si è cercato di esaminare con nuovi dati tutte le Zone Stabili suscettibili di Amplificazioni locali scaturite dalla Carta delle MOPS.

In totale sono state quindi realizzate le seguenti nuove indagini:

- n. 34 HVSR (da P191 a P224);
- n. 2 Sondaggi carotaggio continuo (P189 e P190);
- n. 2 Down Hole (P189 e P190);
- n. 13 MASW (da L26 a L38);

4.2.1 MISURA DEI MICROTREMORI AMBIENTALI (STAZIONI HVSR)

Le 34 indagini di sismica passiva di tipo HVSR a stazione singola, distribuite in modo per lo più uniforme su tutta l'area di studio del terzo livello, sono state effettuate mediante tromometro SARA GEOBOX con sensore integrato SARA SS45PACK da 4.5 Hz della SARA Electronic Instruments s.r.l.. Esse rappresentano delle prospezioni basate sull'acquisizione e analisi del rumore ambientale, ovvero la continua vibrazione del suolo dovuta sia a cause sia antropiche che naturali, senza dover utilizzare quindi alcuna fonte di energizzazione artificiale, con tempi di esecuzione della prova notevolmente ridotti (dell'ordine di 20 minuti) considerando anche la rapidità nella preparazione e installazione della strumentazione.

Pur non essendo in grado di fornire il dettaglio stratigrafico di una prova sismica a rifrazione o di una prova sismica *down-hole*, la tecnica HVSR ha trovato fertile campo di applicazione nell'ambito degli studi di Microzonazione Sismica, specie di Livello 1, data la rapidità con cui permette di individuare superfici di impedenza sismica, ossia quelle superfici che segnano un cambio di densità tra gli strati, che si traduce fisicamente in una variazione di velocità di propagazione delle onde sismiche. L'HVSR permette di individuare il valore della frequenza fondamentale di vibrazione (f_0), detta anche frequenza di picco (vds. Figura 16).

Sapendo che esiste una relazione semplice fra f_0 , lo spessore della parte più soffice del terreno (ovvero la parte di materiali sovrastante il *bed-rock* sismico) e la velocità media (V_s) delle onde sismiche nel sottosuolo, attraverso le misure HVSR è possibile risalire allo spessore di questo strato e quindi anche alla profondità della superficie di impedenza sopra citata, seguendo uno specifico abaco (vedere figure seguenti).

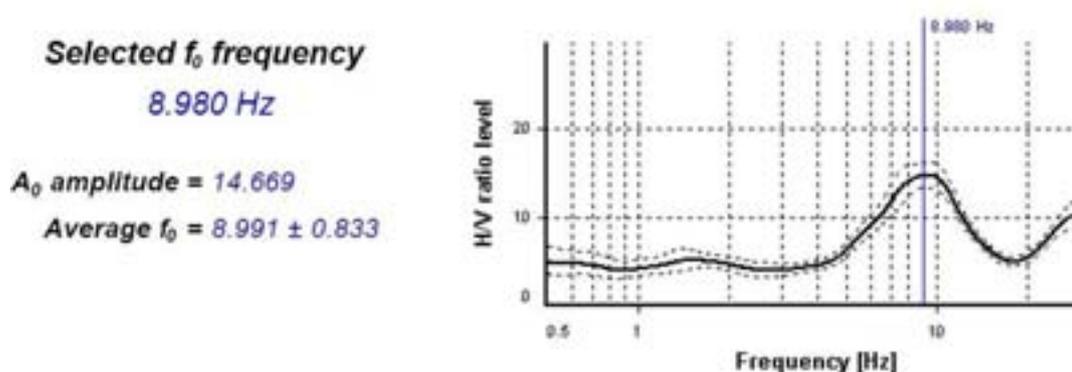


Figura 16: Esempio di curva HVSR in cui è possibile leggere sull'asse delle ascisse il valore della frequenza di picco f_0 che, nel caso specifico, è pari a 8.991 ± 0.833 Hz.

È importante precisare che trattasi di un'indagine di tipo preliminare, per cui è opportuno effettuare delle considerazioni di tipo qualitativo piuttosto che quantitativo, ma comunque molto utili nella programmazione dei successivi approfondimenti. Tale tecnica è stata inoltre scelta per l'applicabilità anche a livello ingegneristico, dal momento che permette di verificare possibili interferenze tra le frequenze risonanti del sottosuolo e quelle degli edifici sovrastanti.

F_0 (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

Tabella 4: Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza (F_0) determinate dalle misure H/V (Albarello et al., *The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzonation: an example from the area damaged by the 26th April 2009 l'Aquila (Italy) earthquake*, 2010).

A titolo di esempio riportiamo il grafico di correlazione tra la frequenza di risonanza del sito e l'altezza degli edifici in cemento armato (grafico seguente).

Dal punto di vista ingegneristico i valori di interesse vanno da 0.2 a 20 Hz poiché è questo il range più significativo per una valutazione delle amplificazioni sismiche e delle modalità di vibrazione della maggior parte delle strutture antropiche.

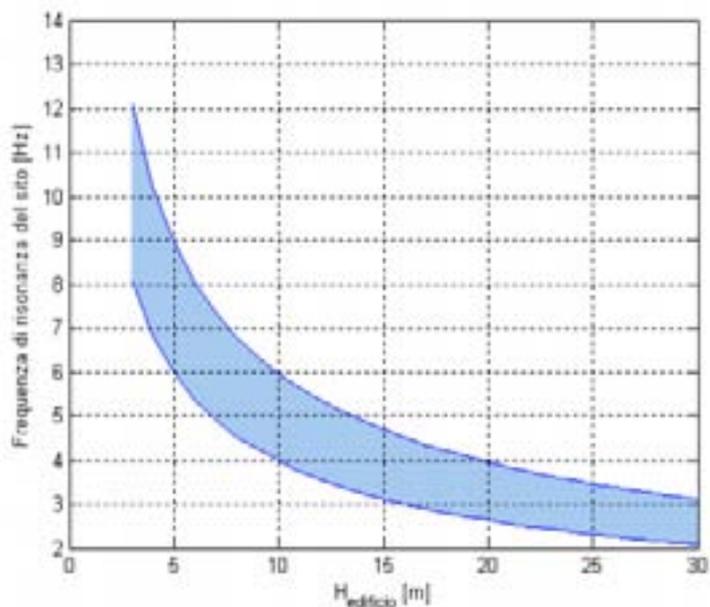


Figura 17: Relazione tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza del sito investigato: la zona in blu indica l'area più vulnerabile dal punto di vista dei fenomeni di doppia risonanza.

4.2.2 SONDAGGIO GEOGNOSTICO E DOWN HOLE



Figura 18: Sonda MK 420 D1 della C.M.V. SpA utilizzata per il carotaggio.

Per la realizzazione delle indagini Down Hole, (eseguite la prima in corrispondenza della Scuola Media Don Giussani nei pressi dell'Ospedale in zona Monticelli, e la seconda in Via Gaetano Spalvieri nei pressi della Piscina Comunale), è stato necessario un preliminare allestimento di un foro di sondaggio mediante l'installazione di un tubo in PVC munito di cannetta laterale per eseguire la cementazione dello stesso procedendo da fondo foro verso la superficie. A tal fine è stato eseguito pertanto anche una perforazione a carotaggio continuo mediante Sonda MK 420 D1 della C.M.V. SpA (vds. Figura 18), per fornire una campionatura completa dei litotipi attraversati al fine di ricostruire la successione degli strati, ed è stato effettuato il prelievo di un campione indisturbato sui depositi di copertura, successivamente sottoposto ad analisi geotecniche di laboratorio, nonché realizzata una prova SPT per la parametrizzazione geotecnica degli stessi.

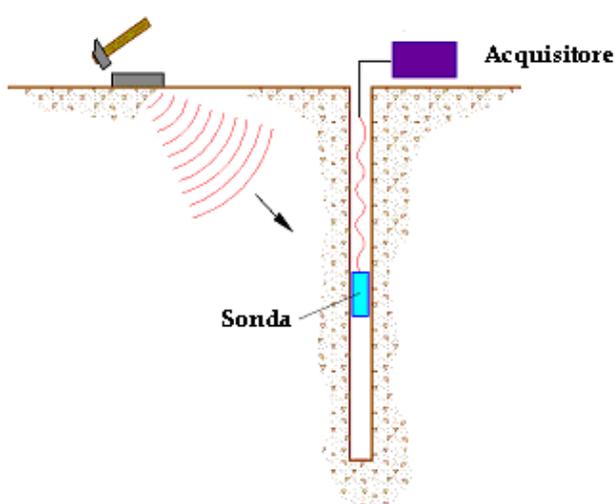


Figura 19: Schema funzionamento prova down hole.

compressione e di taglio, che si propagano nel terreno in seguito ad una energizzazione superficiale realizzata mediante una massa battente. Difatti si misurano i tempi di arrivo delle onde elastiche man mano che le stesse penetrano negli strati più profondi; la stima di queste velocità è eseguita attraverso la misure dei tempi di propagazione delle onde elastiche longitudinali (P) e trasversali polarizzate (SH).

La successiva prova Down Hole è stata eseguita con sismografo Geometrics-Geode dotato di n. 2 geofoni 3D a 10 Hz posti a distanza di 1 m tra loro. Nell'esecuzione, per ogni metro di profondità il terreno è stato energizzato 3 volte con una massa battente da 5 kg battuta su una piastra in alluminio rinforzato da 30x30 cm nel caso del primo colpo verticale, e su una in teflon rinforzato di forma parallelepipedica 100x30x20 cm per i 2 colpi dati di taglio.

Il metodo sismico down-hole è utilizzato per misurare le velocità delle onde elastiche di

4.2.3 MASW

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione delle 13 MASW, è costituita da un sismografo multicanale PASI mod.16S24-U avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- risoluzione a 24bit
- capacità di campionamento (sampling time) del segnale da 125 μ S a 2 ms
- tempo di registrazione da 32 mS a 65,536 s
- delay time da 0 a 8000 mS con passo di 1 ms
- inversione di polarità dei geofoni
- geofoni verticali da 4,5 Hz di periodo proprio
- massa battente pesante da 10Kg

L'ubicazione esatta degli stendimenti è visibile nella Carta delle Indagini allegata.

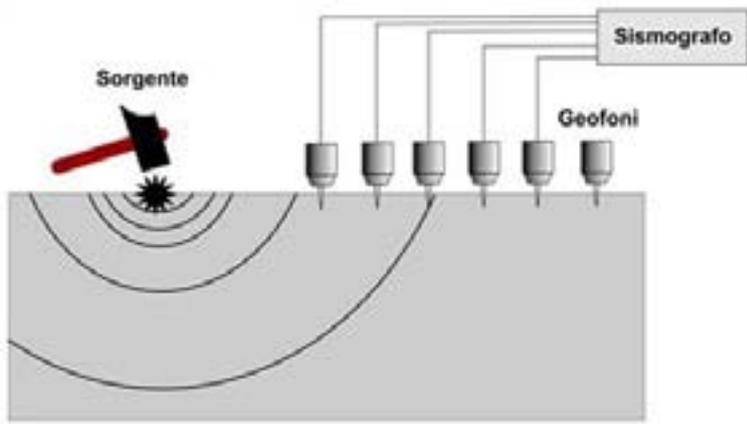


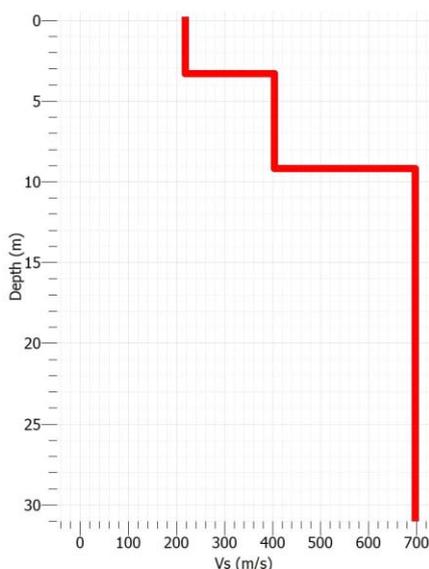
Figura 20: Schema di esecuzione di un'indagine MASW.

La MASW è una tecnica di indagine sismica attiva ma non invasiva, che permette di definire il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , sulla base della misura delle onde di superficie (Rayleigh e Love), ciò allo scopo di ricavare la sismostratigrafia del sottosuolo. La misura viene eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti direttamente nel suolo di campagna (vds. Figura 20). Il principale contributo alle onde superficiali

è fornito dalle onde di Rayleigh; queste si trasmettono ad una velocità che è correlata alla rigidità della porzione di terreno attraversato (terreno direttamente interessato dalla loro propagazione). In un mezzo stratificato tali onde sono dispersive, cioè diverse onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase (o velocità di gruppo). La velocità di fase apparente delle onde di Rayleigh dipende quindi dalla frequenza alla quale esse si propagano.

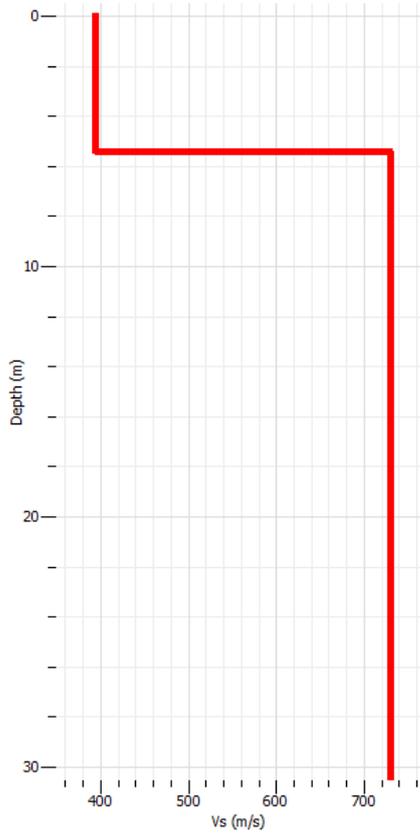
Per affinare l'indagine sismica ed analizzare le basse frequenze con maggior dettaglio, alcune elaborazioni sono state eseguite congiuntamente con la registrazione limitrofa di microtremiti. Di seguito si elencano i risultati delle 13 prove MASW, da L26 a L38, eseguite per lo studio in oggetto.

Prova L26



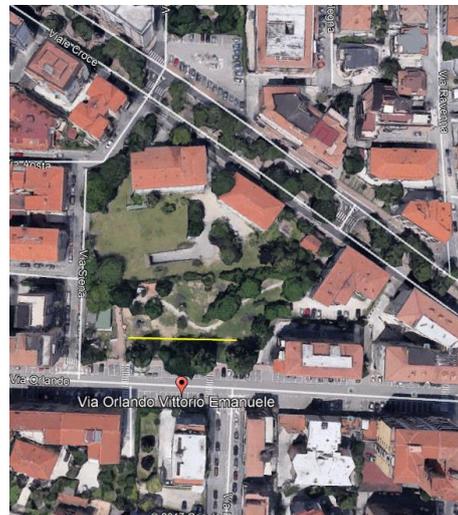
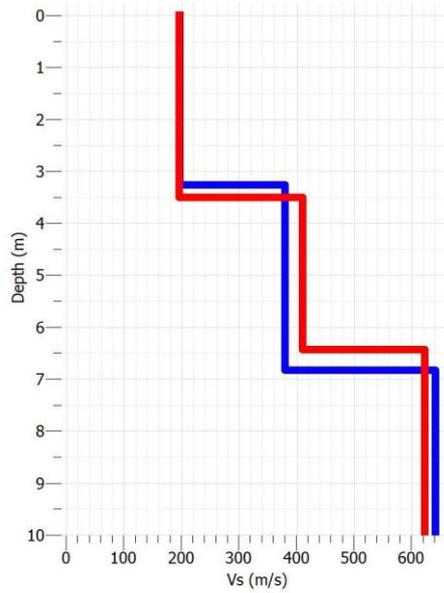
Sismostrato	Profondità		Spessore	V_s (m/s)
1	0.00	3.12	3.12	221
2	3.12	9.10	5.98	400
3	INF	INF	INF	686

Prova L29



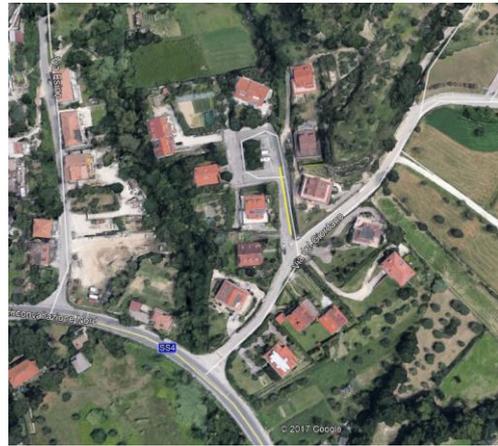
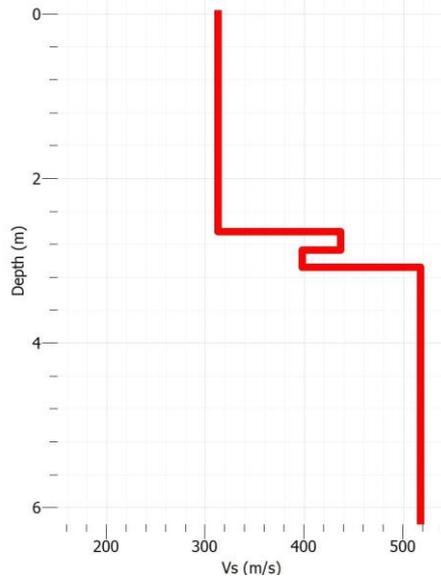
Sismostrato	Profndità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	5.50	5.50	387
2	INF	INF	INF	735

Prova L30



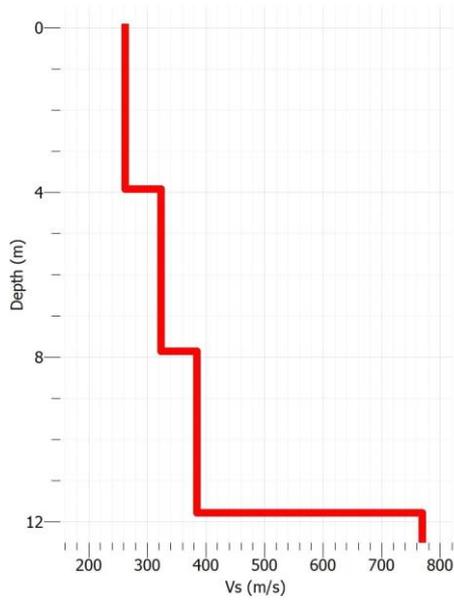
Sismostrato	Profndità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	3.50	3.50	195
2	3.50	6.38	2.88	400
3	INF	INF	INF	620

Prova L31



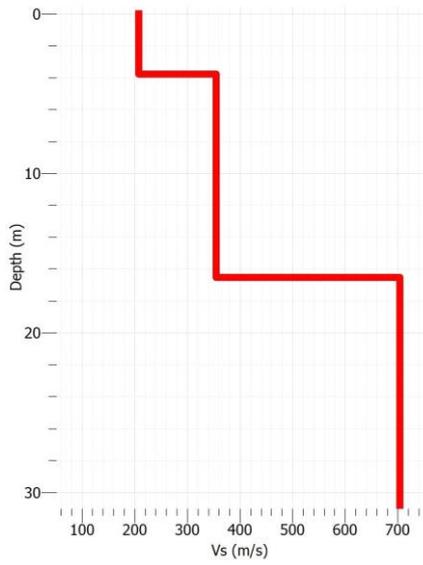
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
	Superficie	Base		
1	0.00	2.65	2.64	311
2	2.65	2.85	0.20	435
3	2.85	3.10	0.25	397
4	INF	INF	INF	515

Prova L32



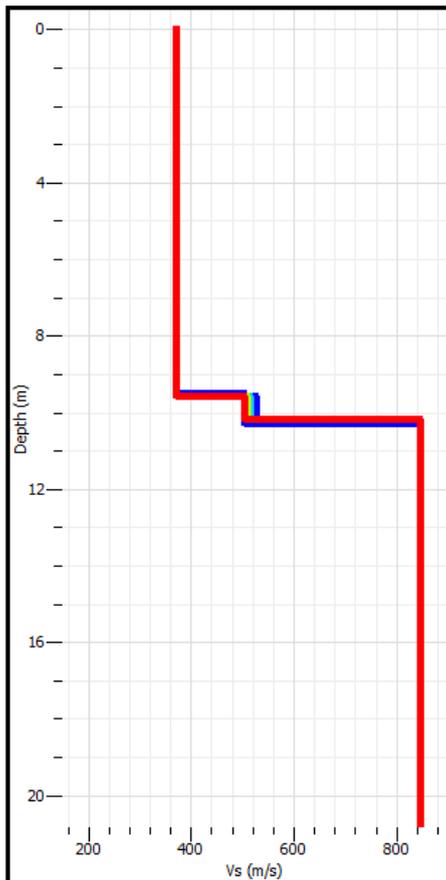
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
	Superficie	Base		
1	0.00	3.90	3.90	262
2	3.90	7.90	4.00	319
3	7.90	11.90	4.00	386
4	INF	INF	INF	767

Prova L33



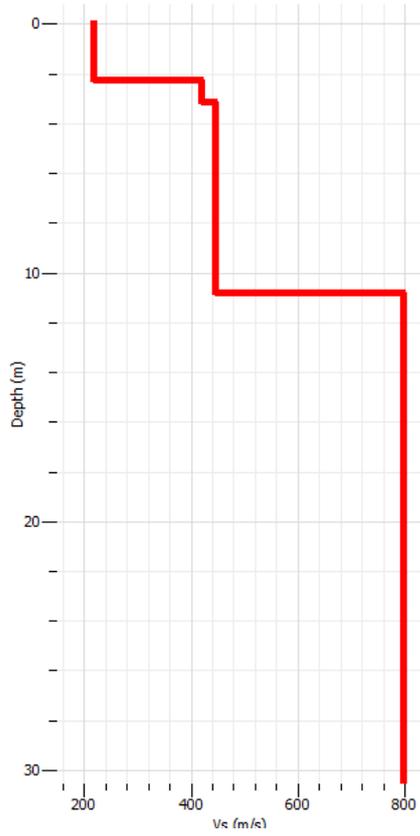
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	3.80	3.80	208
2	3.80	16.60	12.80	356
3	INF	INF	INF	705

Prova L34



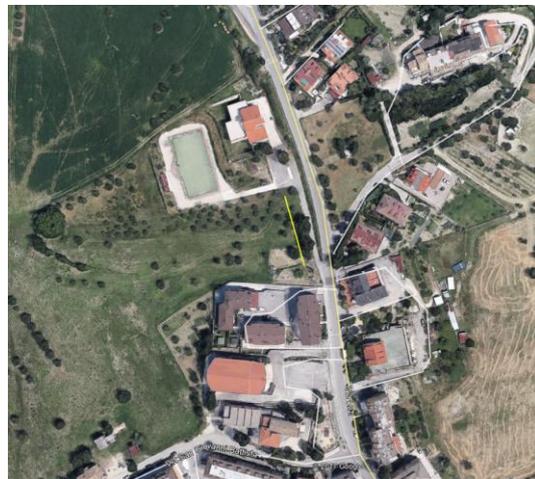
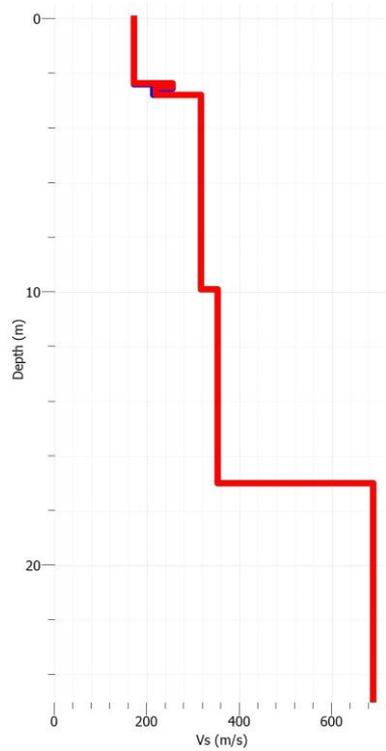
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	9.50	9.50	365
2	9.50	10.50	10.50	503
3	INF	INF	INF	846

Prova L35



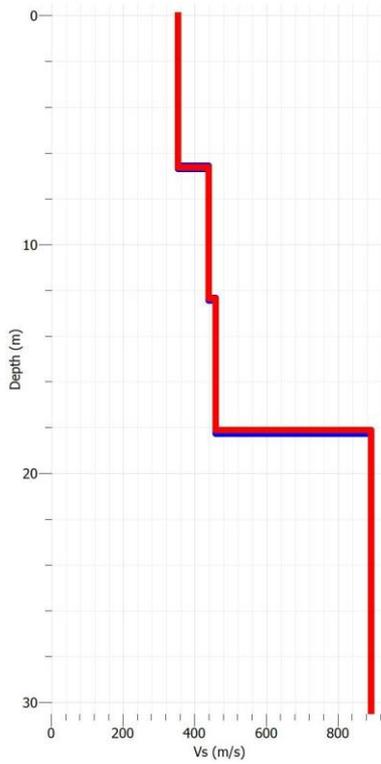
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	2.20	2.00	208
2	2.00	3.20	1.00	410
3	3.20	10.80	7.60	445
5	INF	INF	INF	794

Prova L36



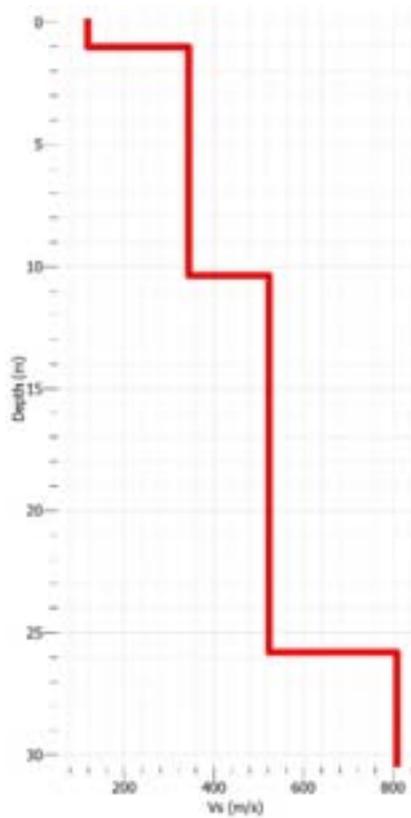
Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	2.50	2.50	172
2	2.50	2.75	0.25	266
3	2.75	3.05	0.30	200
4	3.05	10.05	7.00	315
5	10.05	17.05	7.00	355
6	INF	INF	INF	688

Prova L37



Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	6.50	1.60	346
2	6.50	12.30	5.80	438
3	12.30	18	5.70	466
4	INF	INF	INF	860

Prova L38



Sismostrato	Profondità		Spessore	Vs (m/s)
1	0.00	1.00	1.00	120
2	1.00	10.40	9.40	350
3	10.40	25.74	15.30	525
4	INF	INF	INF	810

5 MODELLO DEL SOTTOSUOLO FINALIZZATO ALLA MS

Nella maggior parte dell'area di studio affiora la Formazione della Laga nella sua *facies* arenacea, corrispondente al termine litotecnico LPS per la sua natura lapidea stratificata.

Subordinatamente ad Ovest e ad Est compaiono rispettivamente la Formazione delle Marne con Cerrognana e le associazioni arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea della Laga che, per via dell'alternanza tra strati marnosi calcarenitici o arenacei sottili e medi, sono state classificate come ALS.

Infine, nella zona più orientale del capoluogo, si rinvencono le Argille Azzurre pleistoceniche che per la loro natura prevalentemente argillosa sono state catalogate a livello litotecnico come COS.

Alle coltri alluvionali e colluviali, essendo prevalentemente di composizione ghiaioso sabbiosa e sabbioso limosa, è stato attribuito il codice GP per le prime e SM per le seconde. Anche se in minor quantità si rinvencono anche terreni limoso argillosi classificati come ML.

5.1 UNITÀ GEOLOGICO-TECNICHE: DEFINIZIONE E PARAMETRIZZAZIONE

Per la definizione dei dati geotecnici dei litotipi presenti nell'area di studio, si sono valutati quelli desumibili dalle indagini raccolte e da quelle di nuova esecuzione, comprese quelle effettuate per alcuni comuni limitrofi. Si riportano quindi di seguito le caratteristiche meccaniche medie dei terreni distinti nella Carta Geologico-Tecnica:

Terreni di copertura

ghiaie sabbiose alluvionali con lenti sabbioso limose intercalate (GP)

Peso Specifico (γ) = 1,90 - 2,10 t/m³
Coesione non drenata (Cu) = 0,00 - 0,15 Kg/cm²
Angolo di attrito (ϕ) = 28° - 36°
Modulo edometrico (ED) = 300 - 430 Kg/cm²

limi, argille e sabbie sciolte, con materiale di suolo rielaborato e clasti dispersi (SM e ML)

Peso Specifico (γ) = 1,80 - 2,0 t/m³
Coesione non drenata (Cu) = 0,20 - 0,60 Kg/cm²
Angolo di attrito (ϕ) = 23° - 26°
Modulo edometrico (ED) = 640 - 800 Kg/cm²

Substrato geologico

arenarie e marne (LPS e ALS)

Peso Specifico (γ) = 2,05 - 2,40 t/m³
Angolo di attrito (ϕ) = 32° - 40°
Modulo edometrico (ED) = 300 - 450 Kg/cm²

arenarie e marne fratturate/alterate (SFLPS e SFALS)

Peso Specifico (γ) = 1,90 - 2,10 t/m³
Angolo di attrito (ϕ) = 28° - 32°
Modulo edometrico (ED) = 170 - 280 Kg/cm²

argille e argille sabbiose grigio-azzurre (COS)

Peso Specifico (γ) = 1,95 - 2,35 t/m³

Coesione non drenata (C_u) = 1,00 - 2,60 Kg/cm²

Angolo di attrito (ϕ) = 21° - 25°

Modulo edometrico (ED) = 180 - 260 Kg/cm²

argille e argille sabbiose grigio-azzurre fratturate/alterate (SFCOS)

Peso Specifico (γ) = 1,80 - 1,95 t/m³

Coesione non drenata (C_u) = 0,50 - 1,00 Kg/cm²

Angolo di attrito (ϕ) = 20° - 22°

Modulo edometrico (ED) = 120 - 200 Kg/cm²

5.2 SEZIONI GEOLOGICO TECNICHE

Partendo dalla definizione dei parametri geotecnici e dalla classificazione dei depositi in classi geologico-tecniche, vengono presentate di seguito le principali unità strutturali del territorio con l'ausilio delle 4 sezioni geologico stratigrafiche riportate nell'allegato "Sezioni geologiche". In corrispondenza dei profili sono presenti le immagini relative alle misurazioni HVSR condotte nel territorio e una stratigrafia semplificata dei sondaggi intercettati o vicini alla traccia delle sezioni stesse.

5.2.1 SEZIONE GEOLOGICA A-A'

Tale profilo taglia il territorio comunale da OSO a ENE e attraversa quindi tutto l'abitato del capoluogo intercettando il Fiume Tronto e il T. Chiaro nella sua parte centrale, mantenendo la quota s.l.m. pressoché costante intorno alla media su cui si sviluppa la città di Ascoli ovvero 150-170 metri. Solo la terminazione orientale che avviene in corrispondenza della collina del Sanatorio sale a quota 210 s.l.m..

Il substrato geologico intercettato nella parte iniziale ad Ovest è costituito dalle Marne con Cerrognana (CRR-ALS) che, considerando l'angolo fra la direzione della loro giacitura e la traccia della sezione, mostrano una pendenza verso OSO di 30° circa e sono in successione rovesciata. In questa parte viene intercettata la frana a codice 3023 (colata quiescente) che è stata rilevata in corrispondenza e ad Est del toponimo Il Salvatore, sotto la quale si trovano i limi argillosi classificati MLec. Tale copertura è la più spessa tra quelle intercettate dalla traccia della sezione.

Nei dintorni di Porta Romana avviene il passaggio stratigrafico, in successione sempre rovesciata, alle arenarie della Formazione della Laga (LAG-LPS) che verso ENE aumentano la loro inclinazione fino alla sub-verticalità in corrispondenza di Porta Tufilla, per poi raddrizzarsi per via della sinclinale coricata e riprendere con una pendenza più dolce procedendo verso Est. Le coperture intercettate sono tutte di origine fluviale e di tipo sabbioso e ghiaioso (SMTf e GPtf) con spessori oscillanti da 3 a 12 metri.

Da Ovest ad Est il profilo intercetta i sondaggi P54 e P44 e P25 eseguiti sul terrazzo di 3° ordine in destra idrografica del F. Tronto. Per quanto attiene alle indagini HVSR di riferimento si riportano la P191, la

P119 ad Ovest, la P197 registrata tra le valli del Tronto e del T. Chiaro, e la P199 eseguita nei pressi dello Stadio Comunale Del Duca.

5.2.2 SEZIONE GEOLOGICA B–B'

Questo profilo taglia il territorio in senso NNO–SSE, quasi perpendicolarmente rispetto alla sezione A–A', e partendo da Via Faiano a quota 240 m circa s.l.m., posta a Nord della Circonvallazione Nord, attraversa il centro storico della città di Ascoli Piceno in tutta la sua larghezza, intersecando sia il F. Tronto che il T. Castellano, e termina a quota 250 circa sl.m., in corrispondenza della Tangenziale Sud, evidenziando l'evento franoso del versante Sud di Colle San Marco classificato col codice 3024 (colata complessa quiescente).

Considerando l'angolo di intercettazione del substrato, costituito esclusivamente dall'associazione arenacea della Formazione della Laga (LAG–LPS), in rapporto alla sua giacitura, ne deriva una blanda pendenza degli strati verso SSE. Anche in questo caso si nota come le coltri siano piuttosto sottili e, a parte due riempimenti eluvio colluviali di altrettante vallecole a NNO e quello rinvenuto nel quartiere Piazzarola vicino al T. Castellano (SMec), sono anch'esse di origine alluvionale e di composizione prevalentemente sabbioso ghiaiosa (SMtf e GPtf).

I sondaggi rappresentativi intercettati sono il P66 e il P25 eseguiti nei pressi del Fiume Tronto, e il P97 effettuato in corrispondenza della Chiesa S. Angelo Magno, ad Ovest di quella dell'Annunziata. Le registrazioni HVSR inserite sono la P193 e la P201 eseguite rispettivamente nel chiostro della Biblioteca Comunale e nei giardinetti del quartiere della Piazzarola.

5.2.3 SEZIONE GEOLOGICA C–C'

Questo profilo ha un orientamento Nord–Ovest Sud–Est, parte dalla zona di Monticelli alto alla quota di 180 m s.l.m., discende dolcemente attraversando tutto il quartiere omonimo e il F. Tronto, per raggiungere la Frazione di Marino del Tronto fino al raccordo autostradale Ascoli–Mare mantenendo una quota pressoché costante intorno ai 120 m s.l.m..

Anche in questo caso il profilo passa attraverso le arenarie della Laga (LAG–LPS) che risultano, dato l'orientamento della sezione e quello degli strati rocciosi, sub–orizzontali. Riguardo le coltri, a Nord–Ovest si interseca la vallecola in cui è stato eseguito il primo down hole (P189), costituita da sabbie limose (SMec), mentre nel resto della traccia si rinvencono principalmente le ghiaie di terrazzo (GPtf) che risultano leggermente più spesse nella zona a Sud–Est di Marino del Tronto. Qui tali ghiaie si interdigitano con terreni comunque alluvionali a maggior matrice sabbiosa (SMtf).

Lungo il profilo è stato intercettato il sondaggio P189 in cui è stato effettuato il down hole, e a Sud–Est, vicino la ferrovia, il P100. Le indagini HVSR prese come riferimento sono la P212, la P180 e la P211 le cui frequenze principali vanno da 7 a 8 Hz circa.

5.2.4 SEZIONE GEOLOGICA D-D'

Questa sezione è stata eseguita grazie all'approfondimento di studio al Livello 3 dell'area su cui insiste l'abitato di Poggio di Bretta. Ha un orientamento Sud-Ovest Nord-Est e taglia quasi perpendicolarmente il crinale su cui si sviluppa la frazione; partendo da quota 165 m s.l.m. si innalza pertanto al culmine del rilievo posto a circa 210 m s.l.m. per terminare su una vallecchia del versante Est alla quota s.l.m. di 160 metri.

Tale profilo mette in evidenza il contatto tettonico per fagliamento diretto tra la Formazione pelitico arenacea della Formazione della Laga a Sud-Ovest (LAG-ALS) e quella delle Argille Azzurre plio-pleistoceniche a Nord Est (FAA-COS). Entrambe le litologie mostrano una pendenza verso Nord-Est, più inclinata per le argille mioceniche mentre piuttosto blanda per quelle plio-pleistoceniche. Relativamente alle coltri si rinvennero lungo i versanti e hanno origine eluvio colluviale e composizione limoso sabbiosa (SMec); lo spessore raggiunge il massimo definito dalle loro relative MOPS.

In questo tracciato viene intercettato il solo sondaggio P126 e la prova HVSR P219 registrata in prossimità della strada provinciale n. 73.

6 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come più volte fatto notare anche dal gruppo di supporto del Centro MS, alcune aree, specie lungo la vallata del Fiume Tronto, non hanno sufficienti indagini dirette che consentano un maggior dettaglio della loro conoscenza litostratigrafica.

Attraverso lo studio e la calibrazione del modello del sottosuolo che più si avvicina ai risultati delle indagini geofisiche eseguite, HVSR, MASW e Down Hole, si è ritenuto opportuno, insieme ai referenti per la geofisica del Politecnico di Torino, l'inserimento di uno spessore variabile di substrato fratturato/alterato. È per questo motivo che, per coerenza, nella Carta geologico-tecnica la formazione affiorante è stata rappresentato come tale.

Si precisa comunque che, vista la mancanza di indagini adeguatamente distribuite su tutto il territorio oggetto di studio, non è stato possibile definire con precisione l'effettiva continuità laterale e verticale di questa parte alterata di substrato. E si fa ancora notare come, dalle evidenze dei numerosi affioramenti soprattutto riguardanti la facies arenacea della Formazione della Laga, ad esempio quelli lungo le scarpate fluviali del Tronto e sulla Circonvallazione Nord di Ascoli, essa non sembrerebbe presentare uno stato di fratturazione così spinto da essere classificato come SFLPS.

Da quanto detto emerge come siano necessarie ulteriori indagini e approfondimenti da sviluppare puntualmente in sede di esecuzione di studi particolareggiati.

7 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Una volta eseguita la ricostruzione del modello geologico tecnico dell'area e individuati i litotipi costituenti il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio *S* significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) si è provveduto a verificare che le diverse Zone individuate nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) eseguita nel primo livello di studio, fossero ben delimitate in considerazione delle osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici. Tali Zone sono state differenziate sulla base delle caratteristiche lito-stratigrafiche dei terreni, correlate a differenti tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica quali amplificazioni, instabilità di versante, ecc.. Quanto sopra ha permesso la ricostruzione litostratigrafica del territorio e il riconoscimento delle principali tipologie di depositi, del loro spessore e quindi della profondità del substrato.

Per la realizzazione delle cartografie, eseguite utilizzando il sistema di riferimento cartografico UTM WGS84 FUSO 33N, sono stati presi in considerazione gli standard di rappresentazione e archiviazione informatica a livello nazionale nella Versione 4.0b. Tutte le cartografie, prodotte in scala 1:5.000, hanno come obiettivo quello di rappresentare in modo chiaro la distribuzione areale del substrato geologico, dei terreni di copertura e delle aree che possono essere interessate da deformazioni permanenti in caso di evento sismico. Tale obiettivo viene raggiunto nella produzione della Carta Geologico-Tecnica, che individua le aree ove affiorano i terreni con caratteristiche geologiche e geotecniche omogenee, e mediante la Carta delle MOPS che, nel particolare dell'area indagata, mette in evidenza 2 tipologie di Zone:

1. Zone Stabili suscettibili di Amplificazioni locali;
2. Zone di Attenzione per instabilità.

7.1 ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, sono le aree che risultano stabili ma che potrebbero manifestare amplificazioni del moto sismico. Nel Comune di Ascoli Piceno ne sono state individuate 14 definite in funzione dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale e in considerazione degli spessori dei terreni di copertura superiori a 3 m.

Le Zone da 1 a 3 a cui è stato assegnato il codice identificativo da 2001 a 2003, rappresentano quelle porzioni di territorio in cui il substrato geologico non rigido risulta affiorante o coperto da depositi antropici, eluvio-colluviali e/o vegetali per uno spessore generalmente inferiore a 3 metri.

Nel caso di depositi alluvionali e detriti di versante con spessore maggiore di 3 metri, sulla base delle loro caratteristiche litotecniche e stratigrafiche, sono state distinte invece le Zone da 4 a 14, rispettivamente identificate con i codici che vanno da 2004 a 2014.

7.1.1 SCELTA DELL'INPUT SISMICO (FORNITO DAL CENTROMS)

I 7 accelerogrammi di input, applicati su affioramento rigido e deconvolti al basamento sismico attraverso il codice Strata, sono stati forniti dal Centro MS in relazione alla pericolosità sismica di base riscontrabile nel Comune di Maltignano. Le caratteristiche di tali segnali (magnitudo, distanza, condizioni di sottosuolo, fattori di scala ecc.) vengono di seguito riportate.

NOME FILE 1: 3A.MZ19..HNE.D.20161030.064018.C.ACC.ASC

EVENT_NAME: CENTRAL_ITALY
EVENT_ID: EMSC-20161030_0000029
EVENT_DATE_YYYYMMDD: 20161030
EVENT_TIME_HHMMSS: 064018
EVENT_LATITUDE_DEGREE: 42.8322
EVENT_LONGITUDE_DEGREE: 13.1107
EVENT_DEPTH_KM: 9.2
HYPOCENTER_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
MAGNITUDE_W: 6.5
MAGNITUDE_W_REFERENCE: INGV-webservice
MAGNITUDE_L: 6.1
MAGNITUDE_L_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
FOCAL_MECHANISM: NF
NETWORK: 3A
STATION_CODE: MZ19
STATION_NAME: Pasciano cimitero - INGV
STATION_LATITUDE_DEGREE: 42.641090
STATION_LONGITUDE_DEGREE: 13.206917
STATION_ELEVATION_M: 1107
LOCATION:
SENSOR_DEPTH_M: 0.0
VS30_M/S:
SITE_CLASSIFICATION_EC8: A*
MORPHOLOGIC_CLASSIFICATION:
EPICENTRAL_DISTANCE_KM: 22.6
EARTHQUAKE_BACKAZIMUTH_DEGREE: 339.7
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_YYYYMMDD_HHMMSS: 20161030_064008.039
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_PRECISION: milliseconds
SAMPLING_INTERVAL_S: 0.005000
NDATA: 10151
DURATION_S: 50.755
STREAM: HNE
UNITS: cm/s²
INSTRUMENT: sensor = Unknown [Unknown] | digitizer = Unknown [Unknown]
INSTRUMENT_ANALOG/DIGITAL: D
INSTRUMENTAL_FREQUENCY_HZ:
INSTRUMENTAL_DAMPING:
FULL_SCALE_G:
N_BIT_DIGITAL_CONVERTER:
PGA_CM/S²: -356.084703
TIME_PGA_S: 21.930000
BASELINE_CORRECTION: BASELINE REMOVED
FILTER_TYPE: BUTTERWORTH
FILTER_ORDER: 2
LOW_CUT_FREQUENCY_HZ: 0.040
HIGH_CUT_FREQUENCY_HZ: 70.000
LATE/NORMAL_TRIGGERED: NT
DATABASE_VERSION: DYNA 1.0
HEADER_FORMAT: DYNA 1.2
DATA_TYPE: ACCELERATION
PROCESSING: manual (Paolucci et al., 2011)
DATA_TIMESTAMP_YYYYMMDD_HHMMSS: 20170711_155526.147
DATA_LICENSE: U (unknown license)
DATA_CITATION: Luzi L, Puglia R, Russo E & ORFEUS WG5 (2016). Engineering Strong Motion Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Observatories & Research Facilities for European Seismology. doi: 10.13127/ESM

DATA_CREATOR: ESM working group
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR_CITATION: (C) INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR: FDSN INGV Web Service
(http://webservices.rm.ingv.it/fdsnws/dataselect/1/)
ORIGINAL_DATA_CREATOR_CITATION: Centro di microzonazione sismica Network
ORIGINAL_DATA_CREATOR: network: 3A (Centro di microzonazione sismica Network, 2016 Central Italy seismic sequence); owner: Centro di Microzonazione Sismica

NOME FILE 2: 3A.MZ21..HNE.D.20161026.191806.C.ACC.ASC

EVENT_NAME: CENTRAL_ITALY
EVENT_ID: EMSC-20161026_0000095
EVENT_DATE_YYYYMMDD: 20161026
EVENT_TIME_HHMMSS: 191806
EVENT_LATITUDE_DEGREE: 42.9087
EVENT_LONGITUDE_DEGREE: 13.1288
EVENT_DEPTH_KM: 7.5
HYPOCENTER_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
MAGNITUDE_W: 5.9
MAGNITUDE_W_REFERENCE: INGV-webservice
MAGNITUDE_L: 5.9
MAGNITUDE_L_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
FOCAL_MECHANISM: NF
NETWORK: 3A
STATION_CODE: MZ21
STATION_NAME: Poggio Vitellino - INGV
STATION_LATITUDE_DEGREE: 42.651632
STATION_LONGITUDE_DEGREE: 13.267547
STATION_ELEVATION_M: 1046
LOCATION:
SENSOR_DEPTH_M: 0.0
VS30_M/S:
SITE_CLASSIFICATION_EC8: A*
MORPHOLOGIC_CLASSIFICATION:
EPICENTRAL_DISTANCE_KM: 30.7
EARTHQUAKE_BACKAZIMUTH_DEGREE: 338.4
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_YYYYMMDD_HHMMSS: 20161026_191753.039
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_PRECISION: milliseconds
SAMPLING_INTERVAL_S: 0.005000
NDATA: 14613
DURATION_S: 73.065
STREAM: HNE
UNITS: cm/s²
INSTRUMENT: sensor = Unknown [Unknown] | digitizer = Unknown [Unknown]
INSTRUMENT_ANALOG/DIGITAL: D
INSTRUMENTAL_FREQUENCY_HZ:
INSTRUMENTAL_DAMPING:
FULL_SCALE_G:
N_BIT_DIGITAL_CONVERTER:
PGA_CM/S²: 179.123862
TIME_PGA_S: 27.300000
BASELINE_CORRECTION: BASELINE REMOVED
FILTER_TYPE: BUTTERWORTH
FILTER_ORDER: 2
LOW_CUT_FREQUENCY_HZ: 0.040
HIGH_CUT_FREQUENCY_HZ: 30.000
LATE/NORMAL_TRIGGERED: NT
DATABASE_VERSION: DYNA 1.0
HEADER_FORMAT: DYNA 1.2
DATA_TYPE: ACCELERATION
PROCESSING: manual (Paolucci et al., 2011)
DATA_TIMESTAMP_YYYYMMDD_HHMMSS: 20170711_155641.859
DATA_LICENSE: U (unknown license)
DATA_CITATION: Luzi L, Puglia R, Russo E & ORFEUS WG5 (2016). Engineering Strong Motion Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Observatories & Research Facilities for European Seismology. doi: 10.13127/ESM
DATA_CREATOR: ESM working group
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR_CITATION: (C) INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

ORIGINAL_DATA_MEDIATOR: FDSN INGV Web Service
(<http://webservices.rm.ingv.it/fdsnws/dataselect/1/>)
ORIGINAL_DATA_CREATOR_CITATION: Centro di microzonazione sismica Network
ORIGINAL_DATA_CREATOR: network: 3A (Centro di microzonazione sismica Network, 2016 Central Italy seismic sequence); owner: Centro di Microzonazione Sismica

NOME FILE 3: IT.CLO..HGN.D.20161026.191806.C.ACC.ASC

EVENT_NAME: CENTRAL_ITALY
EVENT_ID: EMSC-20161026_0000095
EVENT_DATE_YYYYMMDD: 20161026
EVENT_TIME_HHMMSS: 191806
EVENT_LATITUDE_DEGREE: 42.9087
EVENT_LONGITUDE_DEGREE: 13.1288
EVENT_DEPTH_KM: 7.5
HYPOCENTER_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
MAGNITUDE_W: 5.9
MAGNITUDE_W_REFERENCE: INGV-webservice
MAGNITUDE_L: 5.9
MAGNITUDE_L_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
FOCAL_MECHANISM: NF
NETWORK: IT
STATION_CODE: CLO
STATION_NAME: Castelluccio di Norcia
STATION_LATITUDE_DEGREE: 42.829399
STATION_LONGITUDE_DEGREE: 13.206000
STATION_ELEVATION_M: 1456
LOCATION:
SENSOR_DEPTH_M: 0.0
VS30_M/S:
SITE_CLASSIFICATION_EC8: A*
MORPHOLOGIC_CLASSIFICATION:
EPICENTRAL_DISTANCE_KM: 10.8
EARTHQUAKE_BACKAZIMUTH_DEGREE: 324.4
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_YYYYMMDD_HHMMSS: 20161026_191802.740
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_PRECISION: milliseconds
SAMPLING_INTERVAL_S: 0.005000
NDATA: 7852
DURATION_S: 39.260
STREAM: HGN
UNITS: cm/s²
INSTRUMENT: sensor = Unknown [Unknown] | digitizer = Unknown [Unknown]
INSTRUMENT_ANALOG/DIGITAL: D
INSTRUMENTAL_FREQUENCY_HZ:
INSTRUMENTAL_DAMPING:
FULL_SCALE_G:
N_BIT_DIGITAL_CONVERTER:
PGA_CM/S²: -189.388350
TIME_PGA_S: 10.690000
BASELINE_CORRECTION: BASELINE REMOVED
FILTER_TYPE: BUTTERWORTH
FILTER_ORDER: 2
LOW_CUT_FREQUENCY_HZ: 0.070
HIGH_CUT_FREQUENCY_HZ: 40.000
LATE/NORMAL_TRIGGERED: NT
DATABASE_VERSION: DYNA 1.0
HEADER_FORMAT: DYNA 1.2
DATA_TYPE: ACCELERATION
PROCESSING: manual (Paolucci et al., 2011)
DATA_TIMESTAMP_YYYYMMDD_HHMMSS: 20170711_162639.004
DATA_LICENSE: CC-BY3_0-IT (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>)
DATA_CITATION: Luzi L, Puglia R, Russo E & ORFEUS WG5 (2016). Engineering Strong Motion Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Observatories & Research Facilities for European Seismology. doi: 10.13127/ESM
DATA_CREATOR: ESM working group
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR_CITATION: Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico del Dipartimento della Protezione Civile (<http://www.protezionecivile.gov.it/>)
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR: Rete Accelerometrica Nazionale - RAN Download (<http://www.mot1.it/randownload/>)

ORIGINAL_DATA_CREATOR_CITATION: Italian Strong Motion Network, Italian Civil Protection Department <http://www.protezionecivile.gov.it>
ORIGINAL_DATA_CREATOR: network: IT (Italian Strong Motion Network); owner: Dipartimento Della Protezione Civile

NOME FILE 4: IT.MMO..HGE.D.20161026.191806.C.ACC.ASC

EVENT_NAME: CENTRAL_ITALY
EVENT_ID: EMSC-20161026_0000095
EVENT_DATE_YYYYMMDD: 20161026
EVENT_TIME_HHMMSS: 191806
EVENT_LATITUDE_DEGREE: 42.9087
EVENT_LONGITUDE_DEGREE: 13.1288
EVENT_DEPTH_KM: 7.5
HYPOCENTER_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
MAGNITUDE_W: 5.9
MAGNITUDE_W_REFERENCE: INGV-webservice
MAGNITUDE_L: 5.9
MAGNITUDE_L_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
FOCAL_MECHANISM: NF
NETWORK: IT
STATION_CODE: MMO
STATION_NAME: Montemonaco
STATION_LATITUDE_DEGREE: 42.899300
STATION_LONGITUDE_DEGREE: 13.326800
STATION_ELEVATION_M: 1030
LOCATION:
SENSOR_DEPTH_M: 0.0
VS30_M/S:
SITE_CLASSIFICATION_EC8: A*
MORPHOLOGIC_CLASSIFICATION:
EPICENTRAL_DISTANCE_KM: 16.2
EARTHQUAKE_BACKAZIMUTH_DEGREE: 273.8
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_YYYYMMDD_HHMMSS: 20161026_191803.545
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_PRECISION: milliseconds
SAMPLING_INTERVAL_S: 0.005000
NDATA: 8691
DURATION_S: 43.455
STREAM: HGE
UNITS: cm/s²
INSTRUMENT: sensor = Unknown [Unknown] | digitizer = Unknown [Unknown]
INSTRUMENT_ANALOG/DIGITAL: D
INSTRUMENTAL_FREQUENCY_HZ:
INSTRUMENTAL_DAMPING:
FULL_SCALE_G:
N_BIT_DIGITAL_CONVERTER:
PGA_CM/S²: 166.928243
TIME_PGA_S: 16.510000
BASELINE_CORRECTION: BASELINE REMOVED
FILTER_TYPE: BUTTERWORTH
FILTER_ORDER: 2
LOW_CUT_FREQUENCY_HZ: 0.100
HIGH_CUT_FREQUENCY_HZ: 30.000
LATE/NORMAL_TRIGGERED: NT
DATABASE_VERSION: DYNA 1.0
HEADER_FORMAT: DYNA 1.2
DATA_TYPE: ACCELERATION
PROCESSING: manual (Paolucci et al., 2011)
DATA_TIMESTAMP_YYYYMMDD_HHMMSS: 20161027_132359.564
DATA_LICENSE: CC-BY3_0-IT (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>)
DATA_CITATION: Luzi L, Puglia R, Russo E & ORFEUS WG5 (2016). Engineering Strong Motion Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Observatories & Research Facilities for European Seismology. doi: 10.13127/ESM
DATA_CREATOR: ESM working group
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR_CITATION: Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico del Dipartimento della Protezione Civile (<http://www.protezionecivile.gov.it/>)
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR: Rete Accelerometrica Nazionale - RAN Download (<http://www.mot1.it/randownload/>)
ORIGINAL_DATA_CREATOR_CITATION: Italian Strong Motion Network, Italian Civil Protection Department <http://www.protezionecivile.gov.it>

ORIGINAL_DATA_CREATOR: network: IT (Italian Strong Motion Network); owner: Dipartimento Della Protezione Civile

NOME FILE 5: IT.MMO..HGE.D.20161030.064018.C.ACC.ASC

EVENT_NAME: CENTRAL_ITALY
EVENT_ID: EMSC-20161030_0000029
EVENT_DATE_YYYYMMDD: 20161030
EVENT_TIME_HHMMSS: 064018
EVENT_LATITUDE_DEGREE: 42.8322
EVENT_LONGITUDE_DEGREE: 13.1107
EVENT_DEPTH_KM: 9.2
HYPOCENTER_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
MAGNITUDE_W: 6.5
MAGNITUDE_W_REFERENCE: INGV-webservice
MAGNITUDE_L: 6.1
MAGNITUDE_L_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
FOCAL_MECHANISM: NF
NETWORK: IT
STATION_CODE: MMO
STATION_NAME: Montemonaco
STATION_LATITUDE_DEGREE: 42.899300
STATION_LONGITUDE_DEGREE: 13.326800
STATION_ELEVATION_M: 1030
LOCATION:
SENSOR_DEPTH_M: 0.0
VS30_M/S:
SITE_CLASSIFICATION_EC8: A*
MORPHOLOGIC_CLASSIFICATION:
EPICENTRAL_DISTANCE_KM: 19.2
EARTHQUAKE_BACKAZIMUTH_DEGREE: 247.2
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_YYYYMMDD_HHMMSS: 20161030_064005.480
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_PRECISION: milliseconds
SAMPLING_INTERVAL_S: 0.005000
NDATA: 12000
DURATION_S: 60.000
STREAM: HGE
UNITS: cm/s²
INSTRUMENT: sensor = Unknown [Unknown] | digitizer = Unknown [Unknown]
INSTRUMENT_ANALOG/DIGITAL: D
INSTRUMENTAL_FREQUENCY_HZ:
INSTRUMENTAL_DAMPING:
FULL_SCALE_G:
N_BIT_DIGITAL_CONVERTER:
PGA_CM/S²: -185.324383
TIME_PGA_S: 22.225000
BASELINE_CORRECTION: BASELINE REMOVED
FILTER_TYPE: BUTTERWORTH
FILTER_ORDER: 2
LOW_CUT_FREQUENCY_HZ: 0.050
HIGH_CUT_FREQUENCY_HZ: 30.000
LATE/NORMAL_TRIGGERED: NT
DATABASE_VERSION: DYNA 1.0
HEADER_FORMAT: DYNA 1.2
DATA_TYPE: ACCELERATION
PROCESSING: manual (Paolucci et al., 2011)
DATA_TIMESTAMP_YYYYMMDD_HHMMSS: 20170711_162914.567
DATA_LICENSE: CC-BY3_0-IT (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>)
DATA_CITATION: Luzi L, Puglia R, Russo E & ORFEUS WG5 (2016). Engineering Strong Motion Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Observatories & Research Facilities for European Seismology. doi: 10.13127/ESM
DATA_CREATOR: ESM working group
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR_CITATION: Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico del Dipartimento della Protezione Civile (<http://www.protezionecivile.gov.it/>)
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR: Rete Accelerometrica Nazionale - RAN Download (<http://www.mot1.it/randownload/>)
ORIGINAL_DATA_CREATOR_CITATION: Italian Strong Motion Network, Italian Civil Protection Department <http://www.protezionecivile.gov.it>
ORIGINAL_DATA_CREATOR: network: IT (Italian Strong Motion Network); owner: Dipartimento Della Protezione Civile

NOME FILE 6: IT.MMO..HGN.D.20161030.064018.C.ACC.ASC

EVENT_NAME: CENTRAL_ITALY
EVENT_ID: EMSC-20161030_0000029
EVENT_DATE_YYYYMMDD: 20161030
EVENT_TIME_HHMMSS: 064018
EVENT_LATITUDE_DEGREE: 42.8322
EVENT_LONGITUDE_DEGREE: 13.1107
EVENT_DEPTH_KM: 9.2
HYPOCENTER_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
MAGNITUDE_W: 6.5
MAGNITUDE_W_REFERENCE: INGV-webservice
MAGNITUDE_L: 6.1
MAGNITUDE_L_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
FOCAL_MECHANISM: NF
NETWORK: IT
STATION_CODE: MMO
STATION_NAME: Montemonaco
STATION_LATITUDE_DEGREE: 42.899300
STATION_LONGITUDE_DEGREE: 13.326800
STATION_ELEVATION_M: 1030
LOCATION:
SENSOR_DEPTH_M: 0.0
VS30_M/S:
SITE_CLASSIFICATION_EC8: A*
MORPHOLOGIC_CLASSIFICATION:
EPICENTRAL_DISTANCE_KM: 19.2
EARTHQUAKE_BACKAZIMUTH_DEGREE: 247.2
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_YYYYMMDD_HHMMSS: 20161030_064005.480
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_PRECISION: milliseconds
SAMPLING_INTERVAL_S: 0.005000
NDATA: 12000
DURATION_S: 60.000
STREAM: HGN
UNITS: cm/s^2
INSTRUMENT: sensor = Unknown [Unknown] | digitizer = Unknown [Unknown]
INSTRUMENT_ANALOG/DIGITAL: D
INSTRUMENTAL_FREQUENCY_HZ:
INSTRUMENTAL_DAMPING:
FULL_SCALE_G:
N_BIT_DIGITAL_CONVERTER:
PGA_CM/S^2: -185.085632
TIME_PGA_S: 22.245000
BASELINE_CORRECTION: BASELINE REMOVED
FILTER_TYPE: BUTTERWORTH
FILTER_ORDER: 2
LOW_CUT_FREQUENCY_HZ: 0.050
HIGH_CUT_FREQUENCY_HZ: 30.000
LATE/NORMAL_TRIGGERED: NT
DATABASE_VERSION: DYNA 1.0
HEADER_FORMAT: DYNA 1.2
DATA_TYPE: ACCELERATION
PROCESSING: manual (Paolucci et al., 2011)
DATA_TIMESTAMP_YYYYMMDD_HHMMSS: 20170711_162914.567
DATA_LICENSE: CC-BY3_0-IT (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>)
DATA_CITATION: Luzi L, Puglia R, Russo E & ORFEUS WG5 (2016). Engineering Strong Motion Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Observatories & Research Facilities for European Seismology. doi: 10.13127/ESM
DATA_CREATOR: ESM working group
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR_CITATION: Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico del Dipartimento della Protezione Civile (<http://www.protezionecivile.gov.it/>)
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR: Rete Accelerometrica Nazionale - RAN Download (<http://www.mot1.it/randownload/>)
ORIGINAL_DATA_CREATOR_CITATION: Italian Strong Motion Network, Italian Civil Protection Department <http://www.protezionecivile.gov.it>
ORIGINAL_DATA_CREATOR: network: IT (Italian Strong Motion Network); owner: Dipartimento Della Protezione Civile

NOME FILE 7: IV.T1212..HNN.D.20161030.064018.C.ACC.ASC

EVENT_NAME: CENTRAL_ITALY

EVENT_ID: EMSC-20161030_0000029
EVENT_DATE_YYYYMMDD: 20161030
EVENT_TIME_HHMMSS: 064018
EVENT_LATITUDE_DEGREE: 42.8322
EVENT_LONGITUDE_DEGREE: 13.1107
EVENT_DEPTH_KM: 9.2
HYPOCENTER_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
MAGNITUDE_W: 6.5
MAGNITUDE_W_REFERENCE: INGV-webservice
MAGNITUDE_L: 6.1
MAGNITUDE_L_REFERENCE: INGV-CNT_Seismic_Bulletin
FOCAL_MECHANISM: NF
NETWORK: IV
STATION_CODE: T1212
STATION_NAME: Avendita PG
STATION_LATITUDE_DEGREE: 42.751556
STATION_LONGITUDE_DEGREE: 13.044636
STATION_ELEVATION_M: 869
LOCATION:
SENSOR_DEPTH_M: 1.0
VS30_M/S:
SITE_CLASSIFICATION_EC8: A*
MORPHOLOGIC_CLASSIFICATION:
EPICENTRAL_DISTANCE_KM: 10.5
EARTHQUAKE_BACKAZIMUTH_DEGREE: 31.1
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_YYYYMMDD_HHMMSS: 20161030_064000.288
DATE_TIME_FIRST_SAMPLE_PRECISION: milliseconds
SAMPLING_INTERVAL_S: 0.005000
NDATA: 12384
DURATION_S: 61.920
STREAM: HNN
UNITS: cm/s²
INSTRUMENT: sensor = Unknown [Unknown] | digitizer = Unknown [Unknown]
INSTRUMENT_ANALOG/DIGITAL: D
INSTRUMENTAL_FREQUENCY_HZ:
INSTRUMENTAL_DAMPING:
FULL_SCALE_G:
N_BIT_DIGITAL_CONVERTER:
PGA_CM/S²: 273.154115
TIME_PGA_S: 30.280000
BASELINE_CORRECTION: BASELINE REMOVED
FILTER_TYPE: BUTTERWORTH
FILTER_ORDER: 2
LOW_CUT_FREQUENCY_HZ: 0.040
HIGH_CUT_FREQUENCY_HZ: 50.000
LATE/NORMAL_TRIGGERED: NT
DATABASE_VERSION: DYNA 1.0
HEADER_FORMAT: DYNA 1.2
DATA_TYPE: ACCELERATION
PROCESSING: manual (Paolucci et al., 2011)
DATA_TIMESTAMP_YYYYMMDD_HHMMSS: 20170711_163456.340
DATA_LICENSE: CC-BY4_0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
DATA_CITATION: Luzi L, Puglia R, Russo E & ORFEUS WG5 (2016). Engineering Strong Motion Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Observatories & Research Facilities for European Seismology. doi: 10.13127/ESM
DATA_CREATOR: ESM working group
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR_CITATION: (C) INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
ORIGINAL_DATA_MEDIATOR: FDSN INGV Web Service
(<http://webservices.rm.ingv.it/fdsnws/dataselect/1/>)
ORIGINAL_DATA_CREATOR_CITATION: Data for this study comes from the Italian national seismic network operated by Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia and archived at the European Integrated Data Archive <http://eida.rm.ingv.it/>
ORIGINAL_DATA_CREATOR: network: IV (Italian National Seismic Network); owner: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

In Figura 21 e Figura 22 sono invece rappresentati rispettivamente gli spetti di risposta in pseudo-accelerazione e le storie temporali dell'accelerazione dei moti sopra descritti.

MARCHE3 - ASCOLI PICENO (475yrs)

Wed Jul 12 14:20:42 CEST 2017

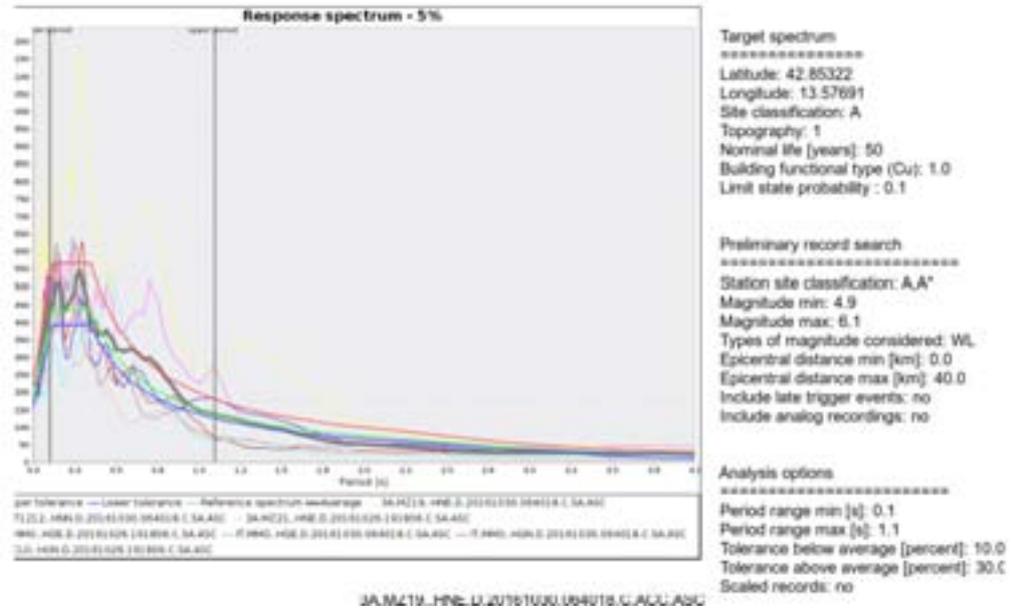


Figura 21: Spettri di compatibilità di Ascoli Piceno.

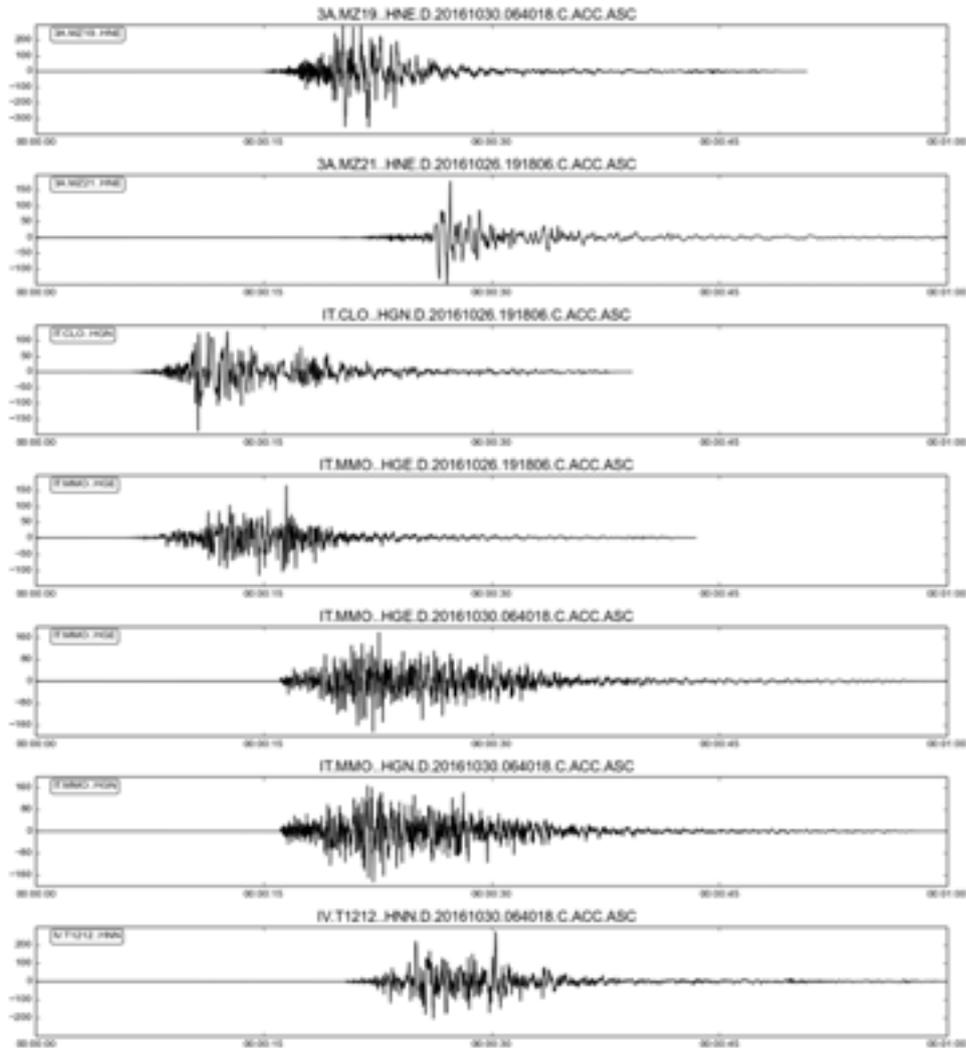


Figura 22: Accelerogrammi di input presi come riferimento per il Comune di Ascoli Piceno.

7.1.2 SIMULAZIONI NUMERICHE (FORNITO DAL CENTROMS PER LE SIMULAZIONI 2D)

Per il Comune di Ascoli Piceno sono state eseguite analisi numeriche 1D e 2D, quest'ultime sulla base delle sezioni geologiche B-B' e D-D'. Le analisi 1D sono state eseguite utilizzando il codice di calcolo del programma "Strata" scritto da Albert Kottke insieme al professor Ellen Rathje dell'Università del Texas di Austin, mentre quelle 2D sono state elaborate sia con il codice di calcolo LSR_2D (analisi eseguite da PoliTO) che con il noto codice QUAD4m (analisi eseguite da UniRoma1), al fine di confrontare i risultati ottenuti. Per i dettagli relativi all'analisi 2D si rimanda al documento prodotto dai ricercatori delle due università citate, che si allega al presente studio.

Per l'analisi 1D invece, dopo una prima valutazione elastico-lineare del modello del sottosuolo che tiene conto del peso specifico, dello smorzamento percentuale (damping), degli spessori e della velocità delle onde S dei terreni, è stata eseguita l'analisi lineare-equivalente (EQL) che presuppone la propagazione dell'onda lineare-elastica con le proprietà compatibili con la deformazione. L'analisi è una procedura iterativa che modifica le proprietà nel livello in modo tale che le proprietà utilizzino la deformazione effettiva precedentemente calcolata.

Nella prima fase si regola il modello sismico del sottosuolo sulla base della frequenza fondamentale del picco di amplificazione registrato mediante un'indagine HVSr. Una volta calibrata la frequenza di risonanza si passa all'analisi EQL dove, oltre ai parametri già indicati, è necessario inserire le appropriate curve non lineari di decadimento del modulo di taglio $G(\gamma)$ e di incremento del fattore di smorzamento $D(\gamma)$ in funzione della deformazione.

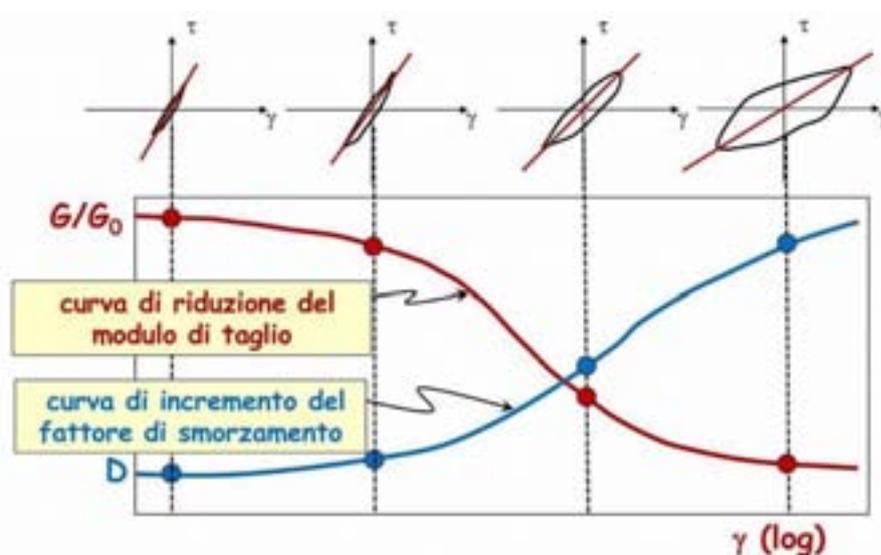


Figura 23: Rigidezza e smorzamento in funzione del livello di deformazione (fonte: prof. ing. Giuseppe Lanzo - Università La Sapienza di Roma).

Per quanto concerne l'attuale studio di risposta sismica locale, tali funzioni sono state definite a partire dai risultati di prove di colonna risonante e taglio torsionale ciclico realizzate su campioni indisturbati di terreno prelevati in sito durante l'esecuzione della campagna di sondaggi geognostici.

Le analisi eseguite per il Comune di Ascoli Piceno sono state fatte usando curve di litotipi simili provenienti da comuni limitrofi, su indicazioni fornite dai referenti della macroarea Marche 3. Dalla prova di laboratorio eseguita sul campione prelevato nel sondaggio P189 sono state estrapolate le curve di riferimento per la litologia SM.

La seguente Tabella 4 elenca il nome, il peso specifico e le funzioni utilizzate nelle analisi lineari-equivalenti di Strata per ogni tipo di suolo individuato nel territorio comunale.

Unità litotecnica	Peso spec. (kN/mc)	G/Gmax Model and Damping Model
ML	20.00	Curva di Folignano: ML
SM	19.00	Prova Ascoli Piceno: SM
GP	20.00	Curve Proposte da Rollins et al. 1998 (G/G0 limite inferiore e D limite superiore): GP/GC
SFLPS	21.00	Modoni e Gazzellone (2010) per SFALS e SFLPS
LPS	23.00	Lineare elastico con D=1% per ALS e LPS
SFALS	21.00	Modoni e Gazzellone (2010) per SFALS e SFLPS
ALS	23.00	Lineare elastico con D=1% per ALS e LPS
SFCOS	21.00	Curva di Castel di Lama S1 C2: COS e SFCOS
COS	22.00	Curva di Castel di Lama S1 C2: COS e SFCOS

Tabella 5: Curve di decadimento adottate nel calcolo numerico eseguito col programma "Strata".

Tutti i parametri utilizzati per le analisi di cui sopra sono invece riassunti nella Figura 24.

The screenshot shows the following settings in the Strata software interface:

- Type of Analysis:** Method: Equivalent Linear (EQL), Approach: Time Series, Vary the properties:
- Calculation Parameters:** Error tolerance: 2.0 %, Maximum number of iterations: 10, Effective strain ratio: 0.50
- Layer Discretization:** Maximum frequency: 20 Hz, Wavelength fraction: 0.20, Disable auto-discretization:
- Response Spectrum Properties:** Damping: 5.0 %, Minimum: 0.010 s, Maximum: 4.000 s, Point count: 100, Spacing: Log
- Frequency Properties:** Minimum: 0.050 Hz, Maximum: 100,000 Hz, Point count: 512, Spacing: Log
- Logging Properties:** Logging level: Low

Figura 24: Impostazioni di Strata utilizzate nelle analisi EQL.

7.1.3 RISULTATI ANALISI 1D

Si premette che sono state elaborate soltanto le prime 13 MOPS in quanto quella codificata col n. 2014 non rientra all'interno della zona di studio del presente livello di approfondimento.

Vengono di seguito riportati i risultati delle analisi numeriche monodimensionali (1D) espressi in termini di storie temporali dell'accelerazione orizzontale in superficie e dei relativi spettri di risposta di output (smorzamento strutturale al 5%). Si includono altresì alcuni diagrammi che illustrano l'andamento con la profondità dei seguenti parametri rappresentativi: tensione tangenziale massima, deformazione tangenziale massima, modulo di taglio e fattore di smorzamento.

Per ciascuna verticale analizzata inoltre, l'amplificazione stratigrafica di risposta sismica locale è stata quantificata in termini di fattori di accrescimento dell'accelerazione massima FA e di spettri risposta elastici al 5% di smorzamento delle strutture, calcolati come media logaritmica dei valori ottenuti per ognuno dei 7 accelerogrammi di input nei 3 periodi di riferimento: 0.1–0.5 s, 0.4–0.8 s, 0.7–1.1 s.

$$m_{ln} = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \ln(FA_i)$$

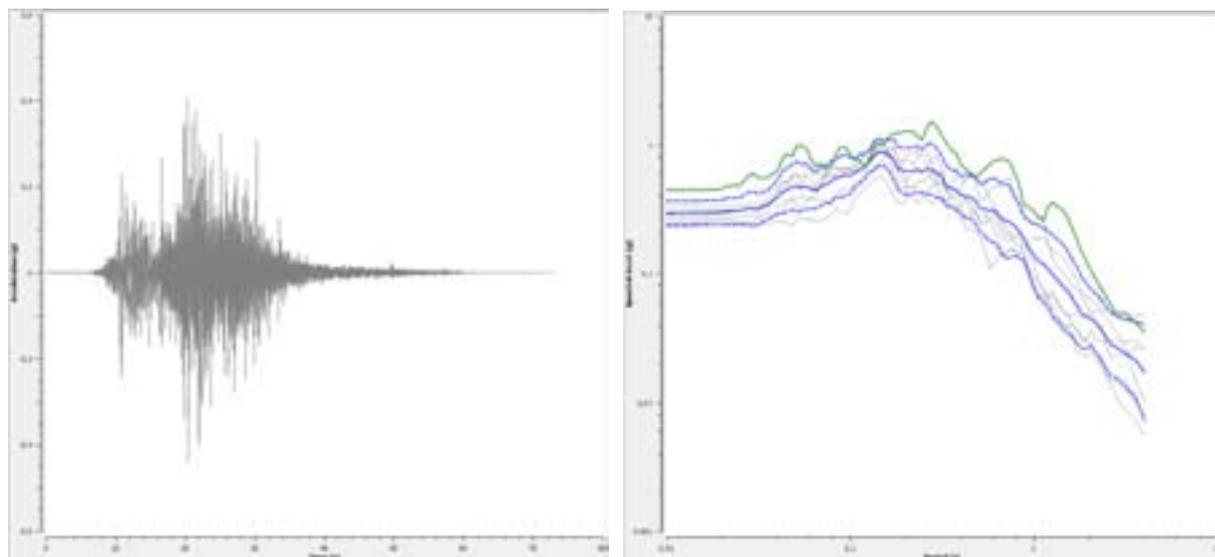
$$FA_{rif} = e^{m_{ln}}$$

Zona 2001

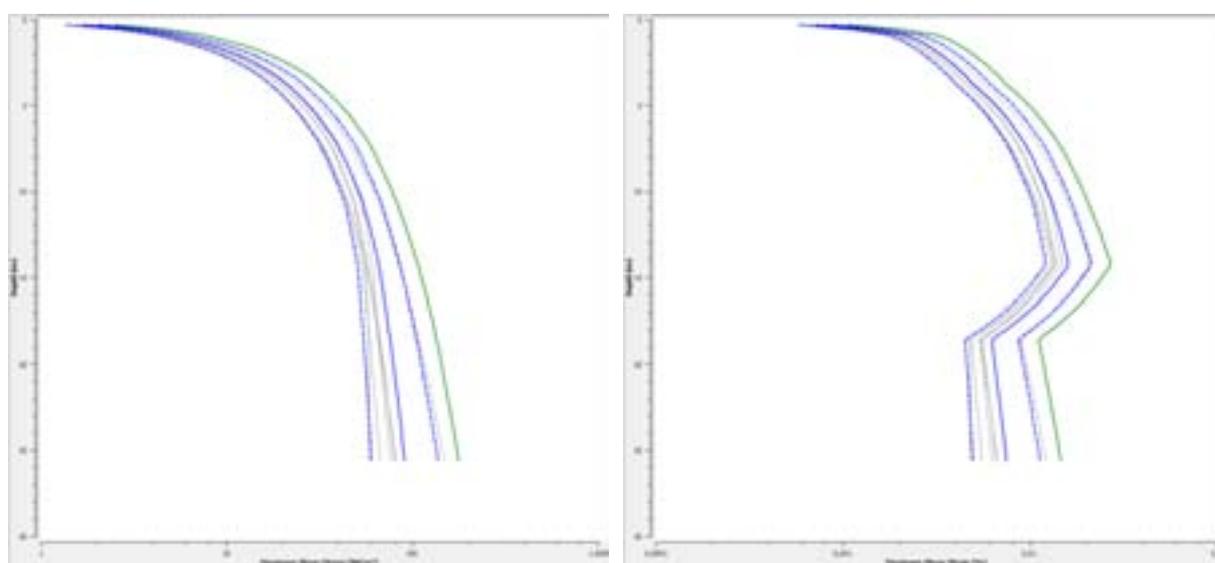
La velocità delle onde di taglio è stata valutata tenendo conto dei risultati della down hole n. 2 (P190), mentre per la calibrazione della frequenza di riferimento si è fatto riferimento alle prove P184, P196 e P200.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	2.00	SM	350.00
2.00	14.00	SFLPS	450.00
16.00	10.00	LPS	720.00
26.00	Half-Space	Bedrock	800.00

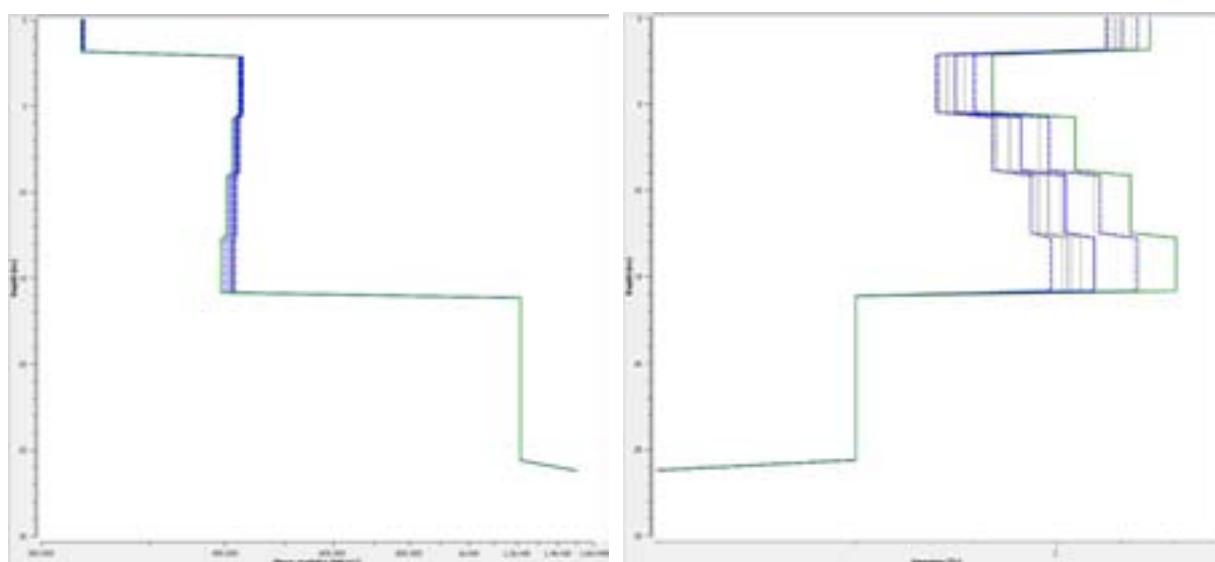
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



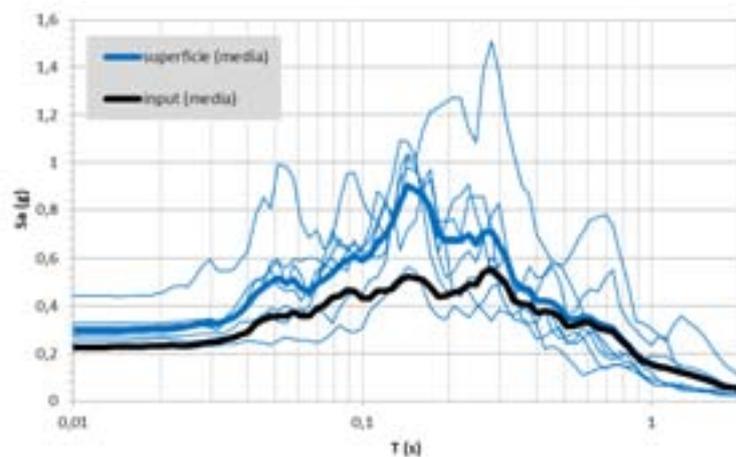
Tensione e Deformazione Tangenziali Massime



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2001



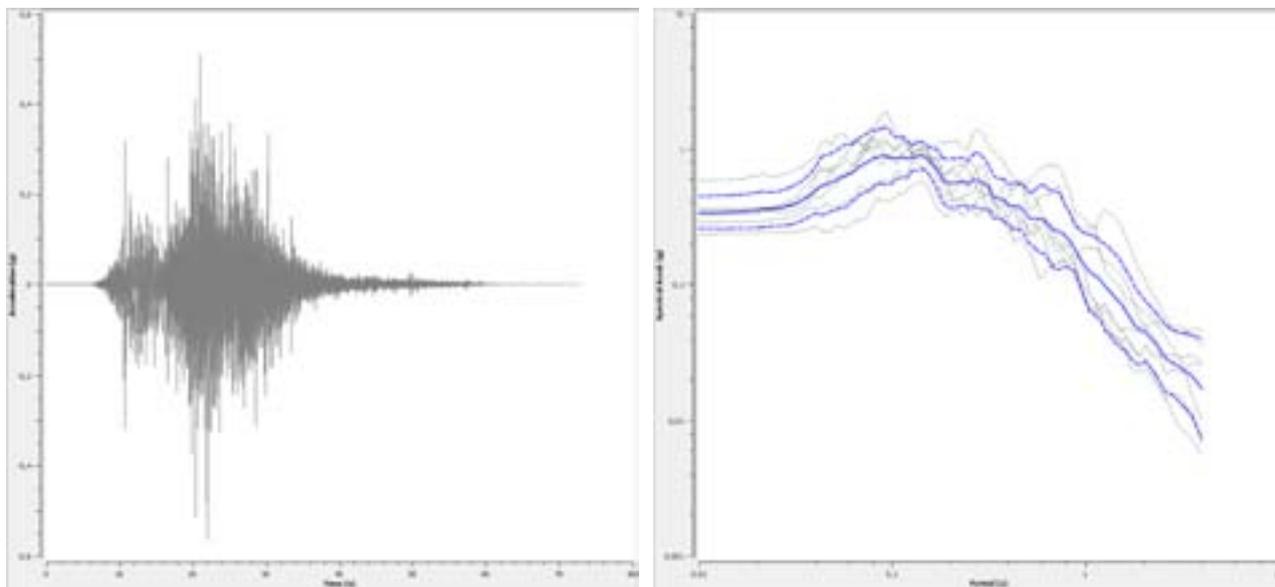
FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,33	1,08	1,04

Zona 2002

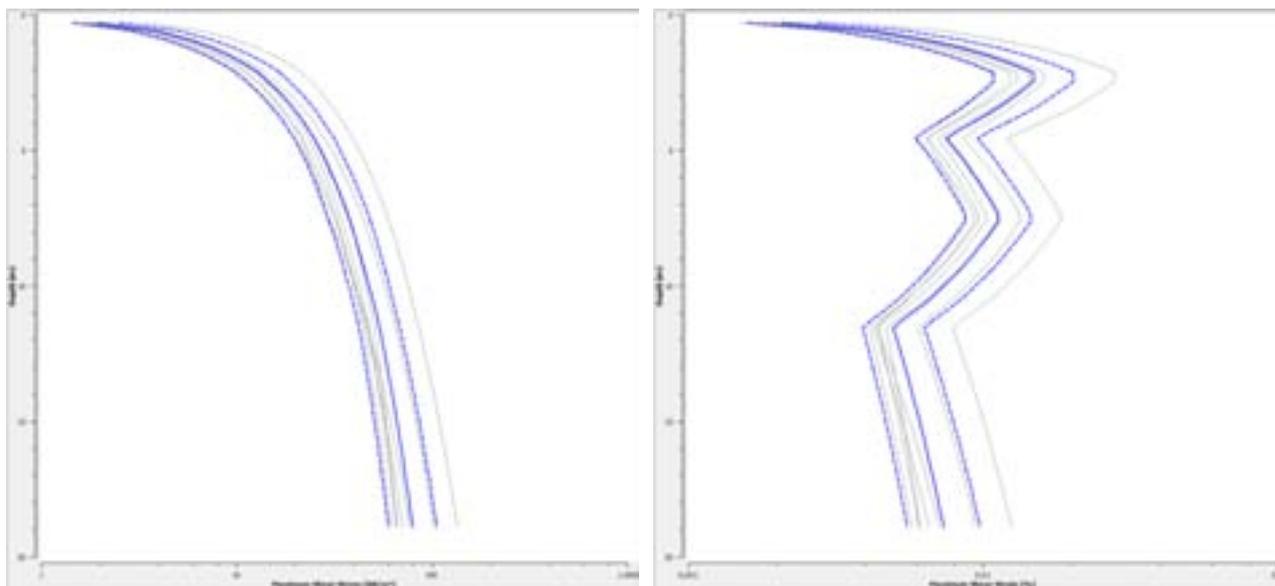
La velocità delle onde di taglio è stata valutata tenendo conto dei risultati dell'indagine sismica L26 mentre la frequenza di riferimento si basa sulle HVSR di Poggio di Bretta P205 e P219.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	3.00	SM	221.00
3.00	6.00	SFALS	400.00
9.00	10.00	ALS	680.00
19.00	Half-Space	Bedrock	800.00

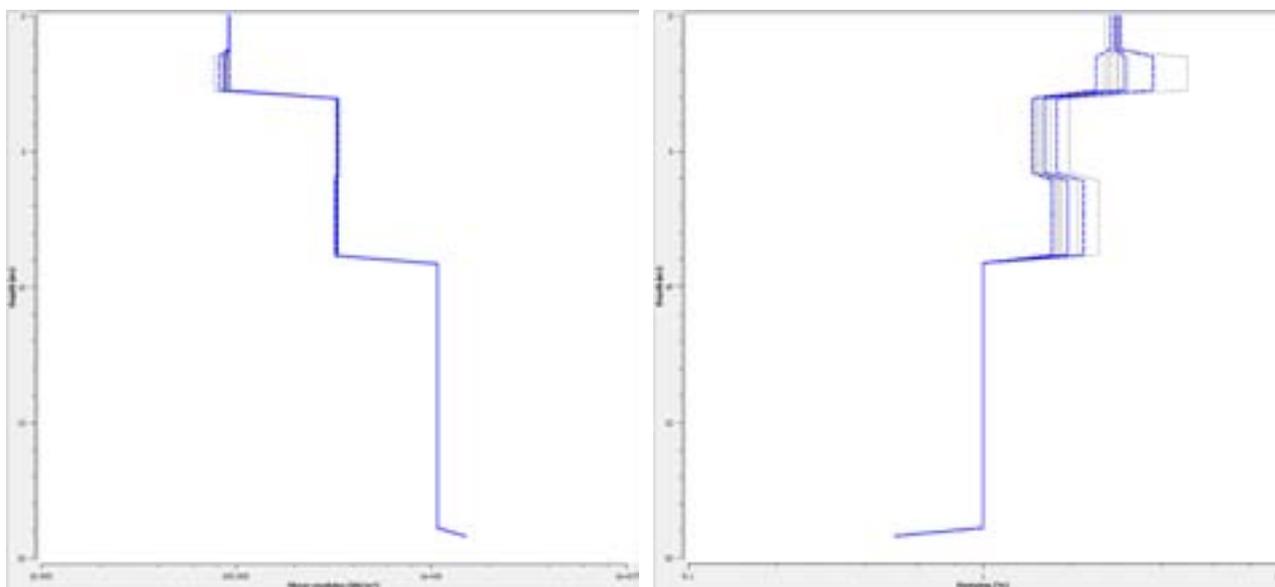
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



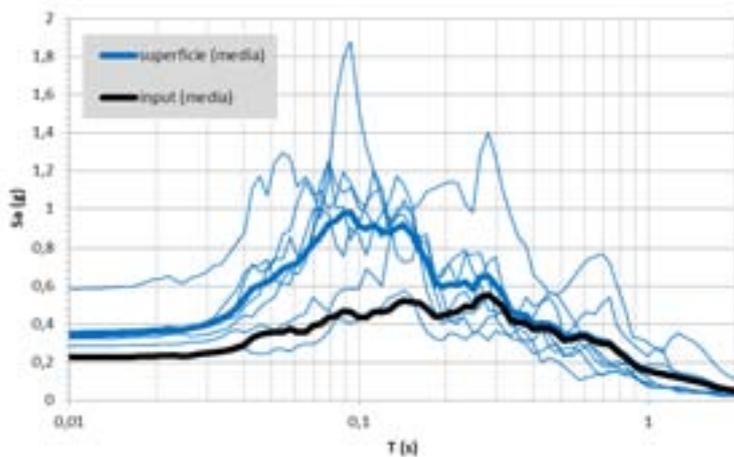
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2002



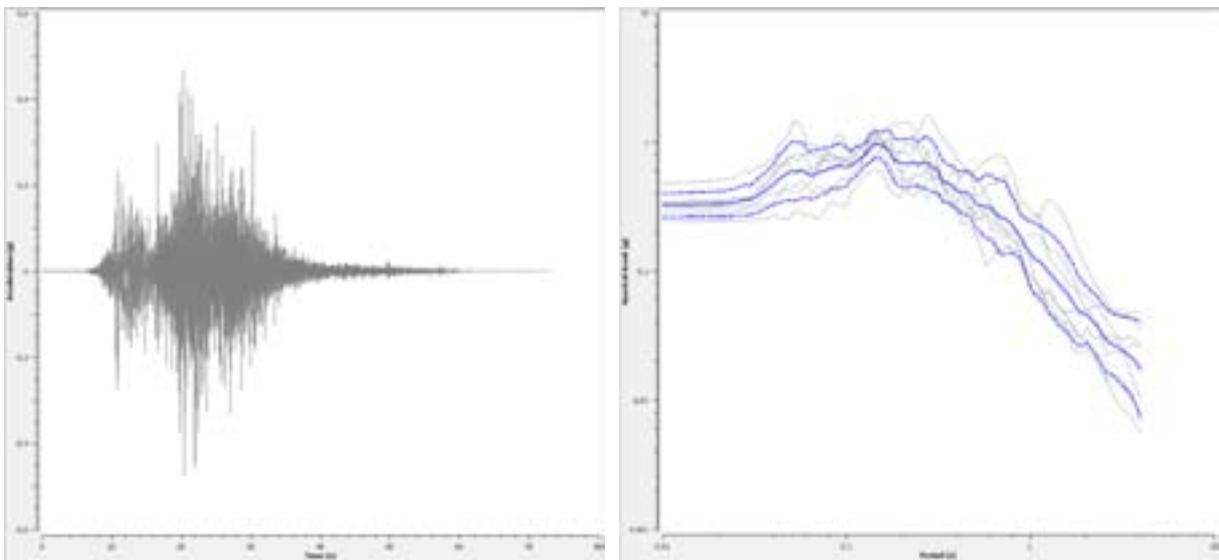
FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,29	1,05	1,03

Zona 2003

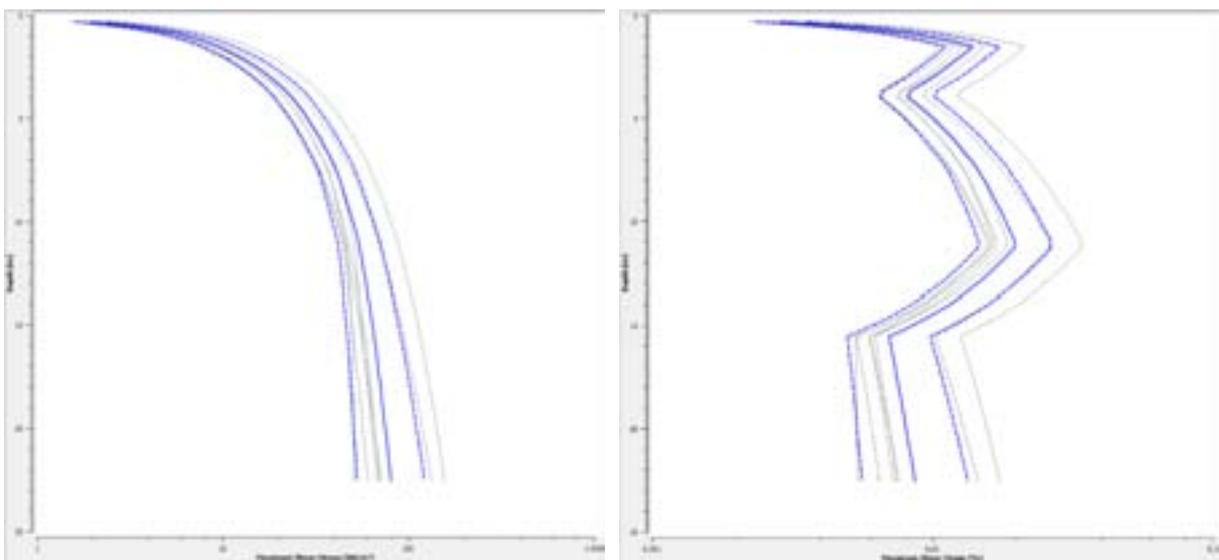
Sia per gli spessori che per la velocità delle onde di taglio è stato fatto riferimento alla MASW L36 eseguita a Poggio di Bretta, mentre per la calibrazione della F0 è stato fatto riferimento alle HVSr P203 e P218.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	2.00	ML	190.00
2.00	11.00	SFCOS	370.00
13.00	10.00	COS	650.00
23.00	Half-Space	Bedrock	800.00

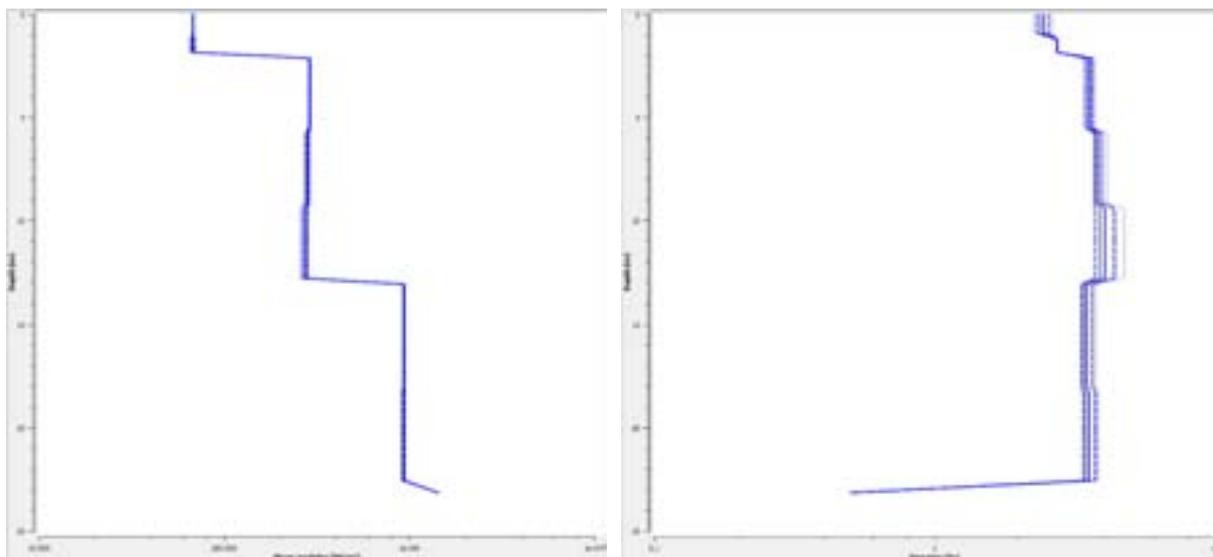
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



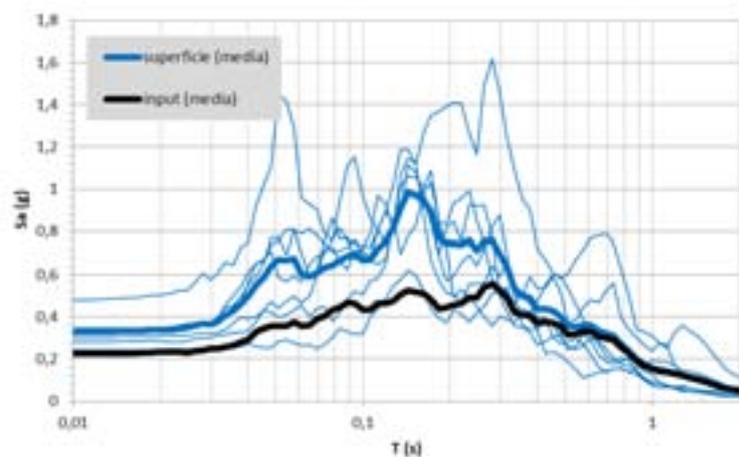
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2003



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,42	1,10	1,05

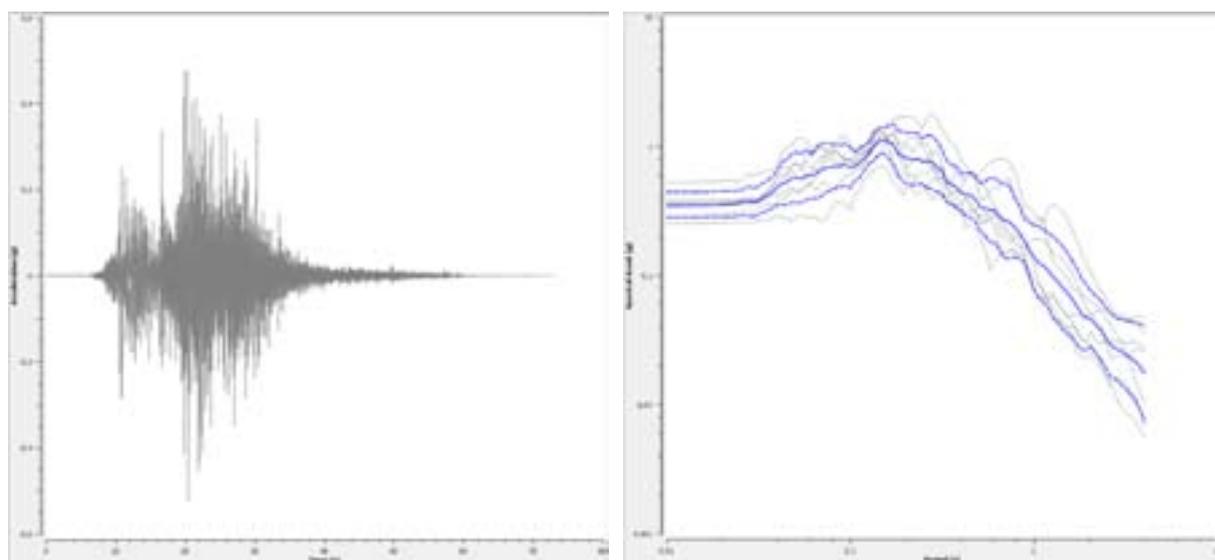
Zona 2004

La velocità delle onde di taglio del substrato è stata valutata tenendo conto del down hole n. 1 (P189) approssimando il valore di 780 m/s a 800 m/s facendolo risultare quindi un substrato sismico, mentre per le ghiaie (GP/GC) è stata fatta una media delle velocità risultanti da tutte le MASW eseguite per questa MOPS.

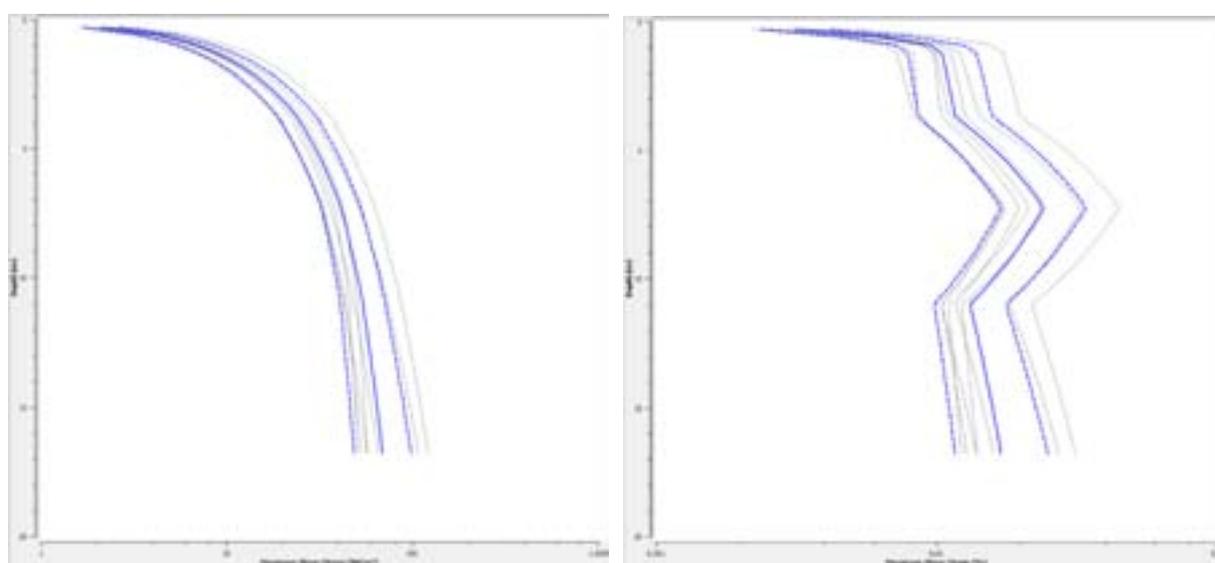
Per la frequenza di riferimento si è applicata una media ponderata tra le indagini HVSR P139, P197, P202, P217 e P224.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	2.00	GP	210.00
2.00	7.00	GP	370.00
9.00	8.00	SFLPS	450.00
17.00	Half-Space	Bedrock	800.00

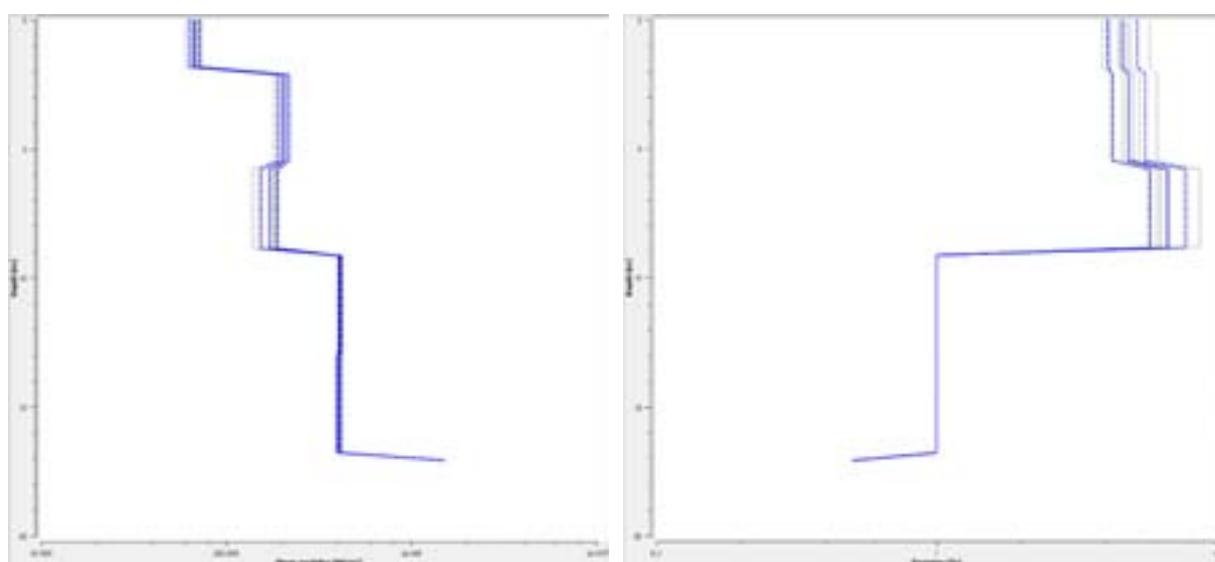
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



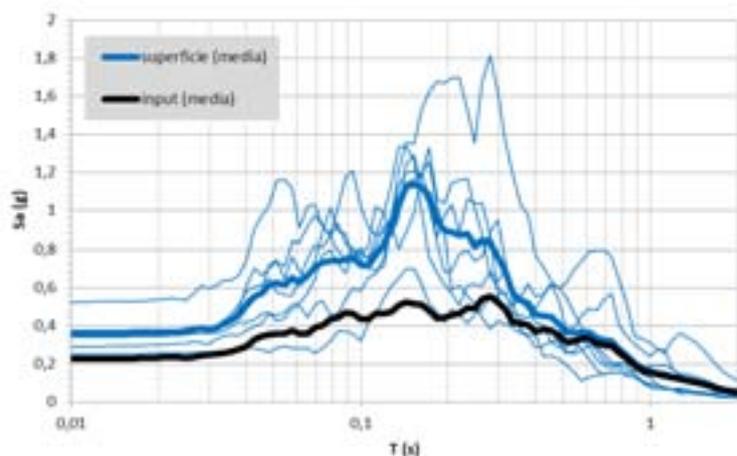
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2004



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,58	1,13	1,07

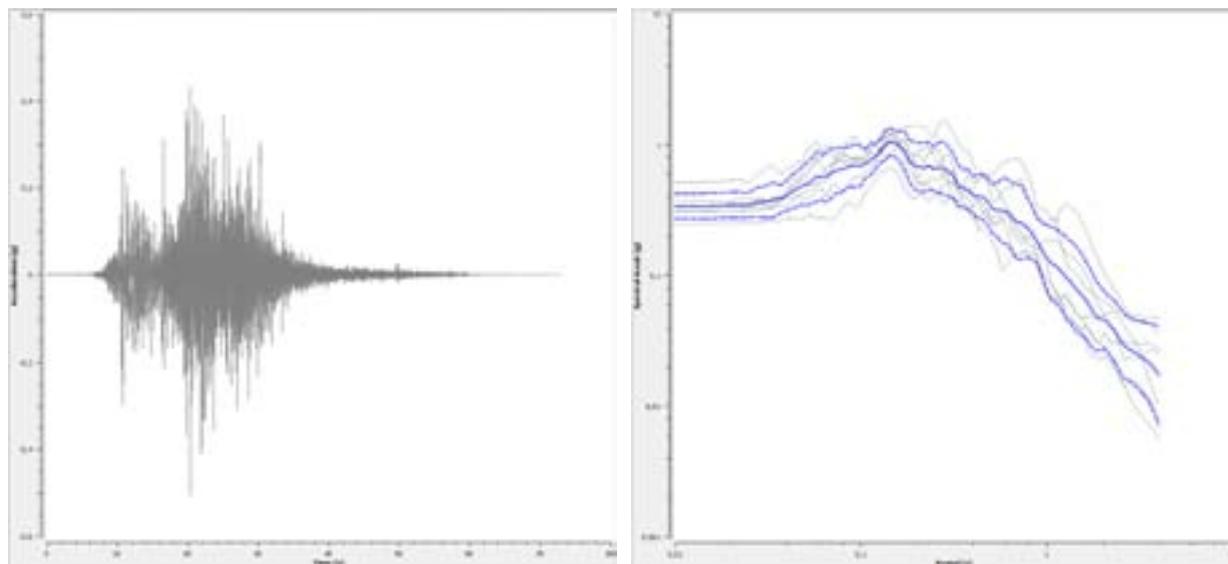
Zona 2005

La velocità delle onde di taglio del substrato è stata calibrata col down hole P189 approssimando il valore di 780 m/s a 800 m/s facendolo risultare quindi un substrato sismico, quella delle ghiaie (GP/GC) con la velocità utilizzata per la MOPS 2004, mentre per le sabbie (SM) si è fatta una media tra le MASW L29, L30 e L35 eseguite su questa tipologia di terreno.

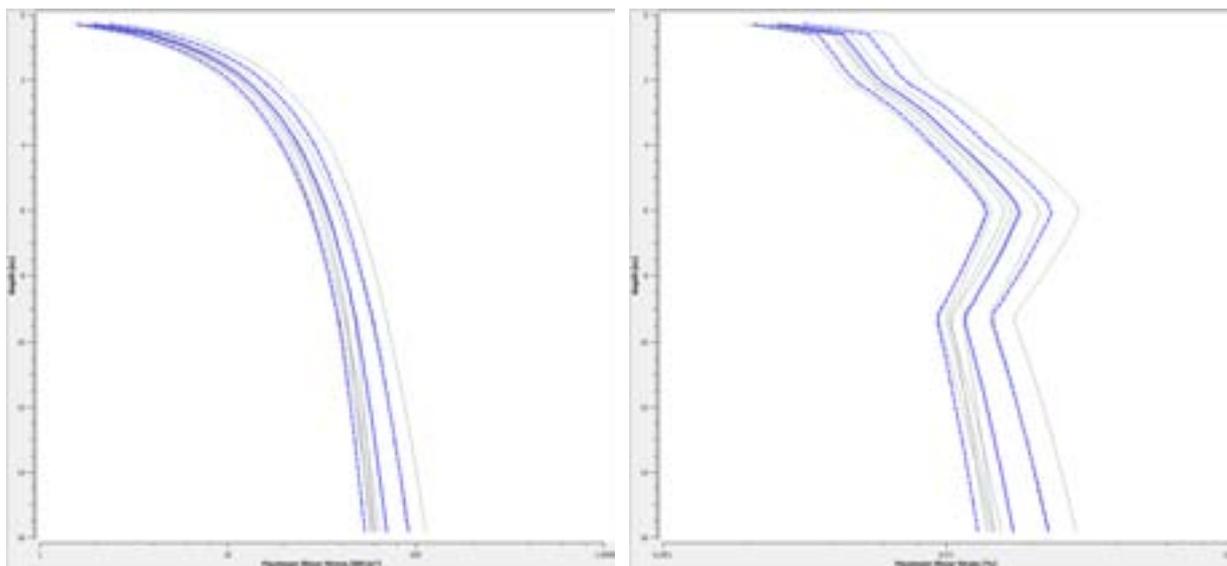
Per la frequenza è stata presa come riferimento la prova HVSr P186.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	1.00	SM	200.00
1.00	4.00	SM	340.00
5.00	2.00	GP	370.00
7.00	9.00	SFLPS	450.00
16.00	Half-Space	Bedrock	800.00

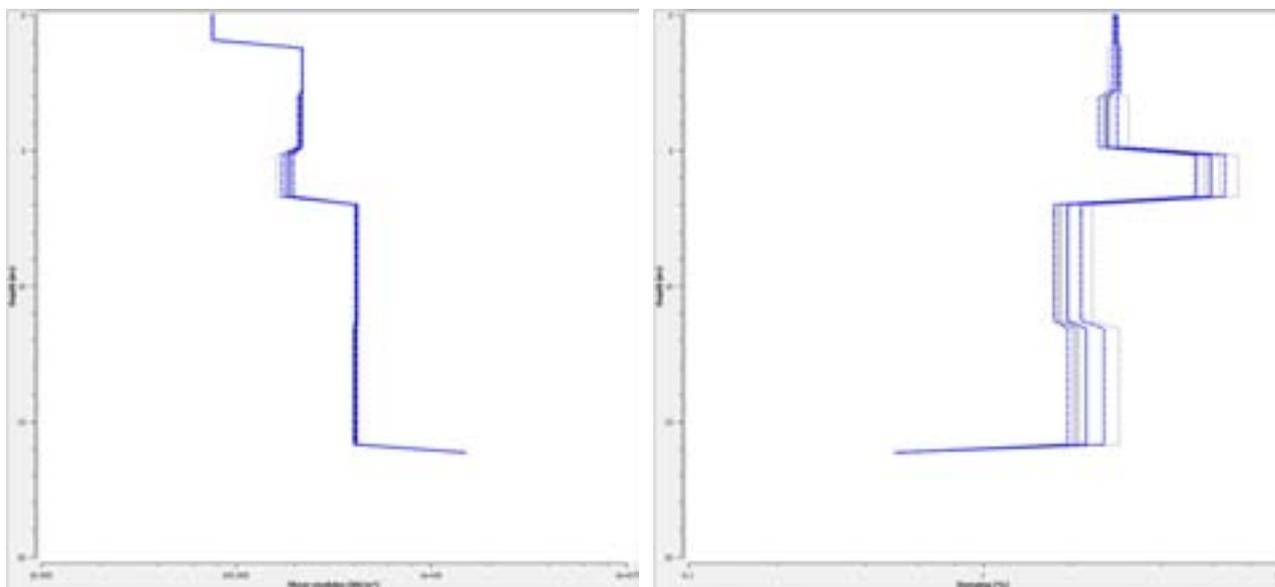
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



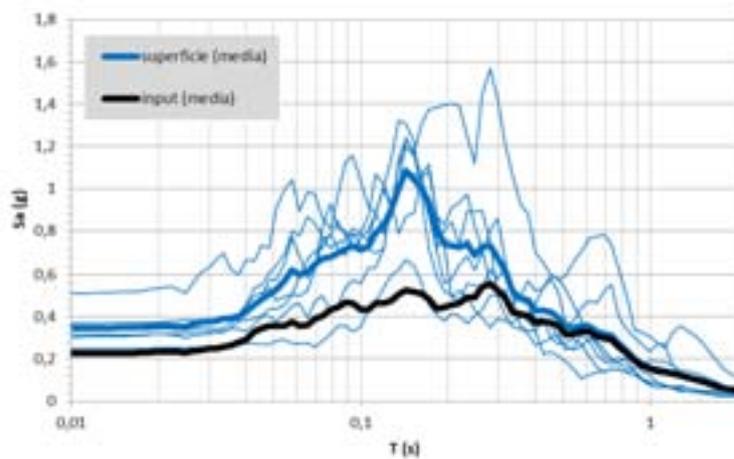
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2005



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,44	1,09	1,05

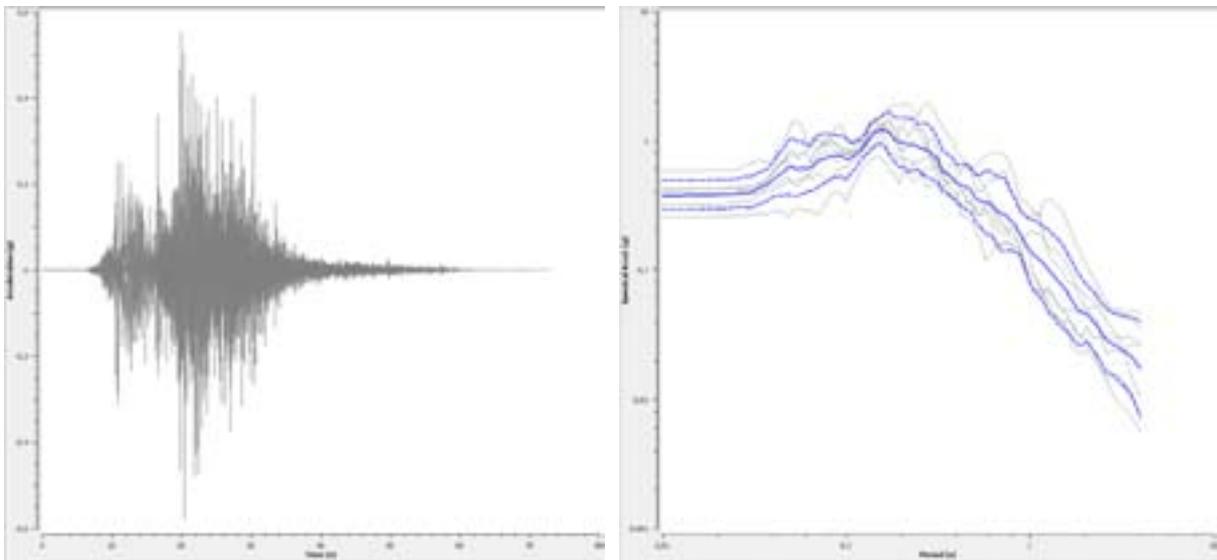
Zona 2006

La velocità delle onde di taglio del substrato è stata calibrata col down hole n. 1 (P189) approssimando il valore di 780 m/s a 800 m/s facendolo risultare quindi un substrato sismico, quella dei limi argillosi (ML) utilizzando invece gli analoghi valori elaborati per il down hole del comune di Acquasanta Terme (AP).

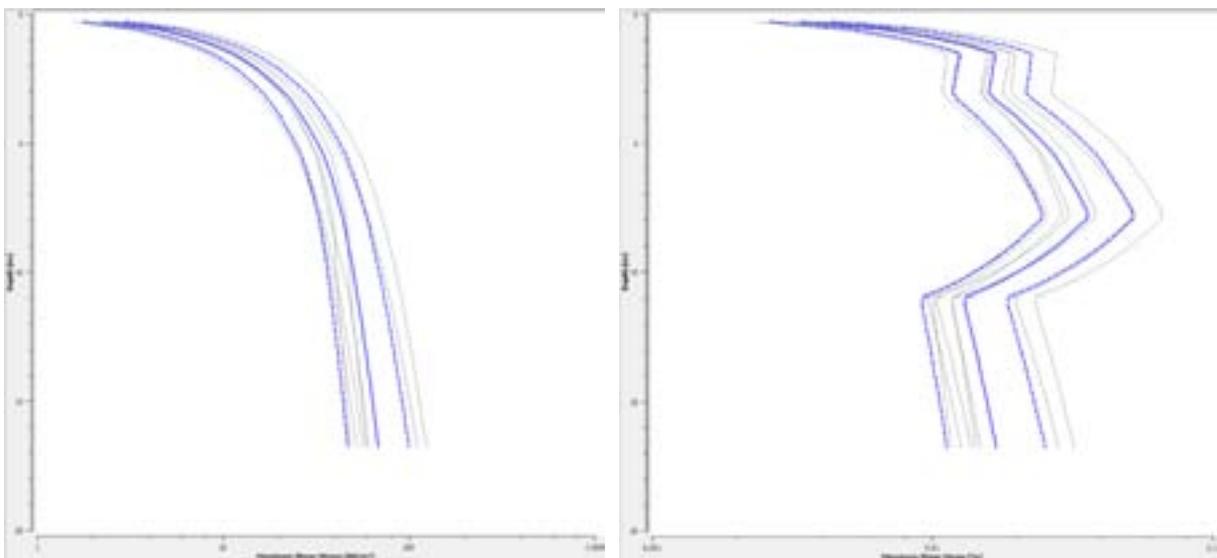
Per la frequenza è stata presa come riferimento la prova HVSR P10.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	2.00	ML	190.00
2.00	7.00	ML	275.00
9.00	8.00	SFLPS	450.00
17.00	Half-Space	Bedrock	800.00

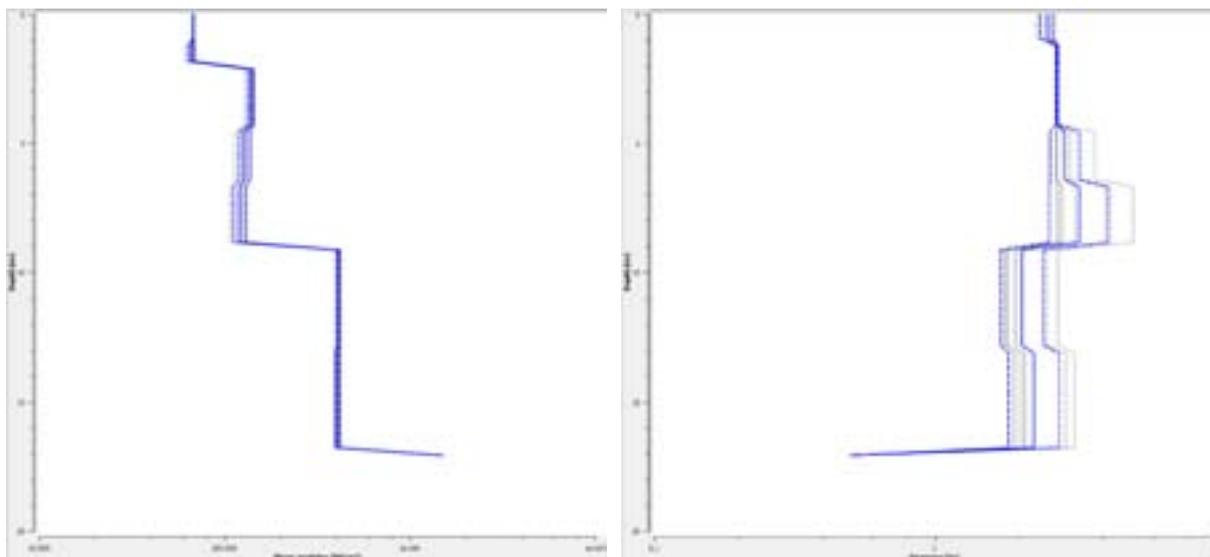
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



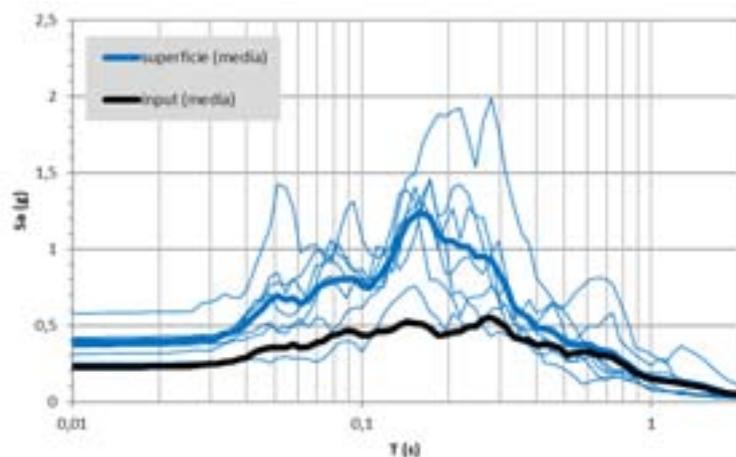
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2006



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,74	1,17	1,08

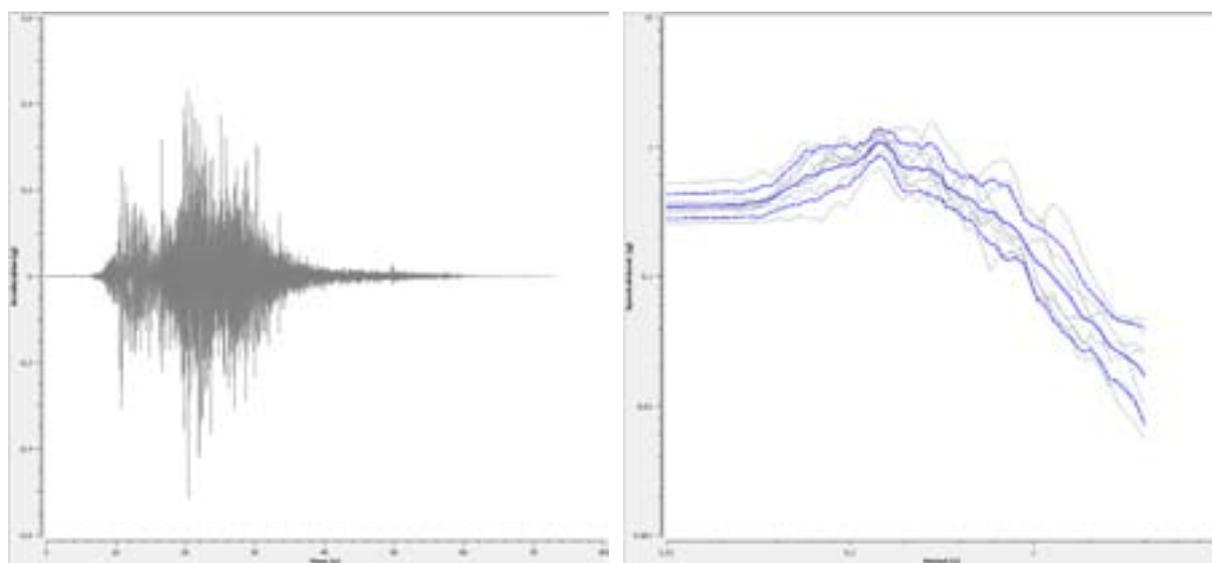
Zona 2007

La velocità delle onde di taglio del substrato è stata calibrata col down hole P189 approssimando il valore di 780 m/s a 800 m/s facendolo risultare quindi un substrato sismico, quella delle colluvioni (SM) si è valutata tramite le MASW L31, L32 e L34.

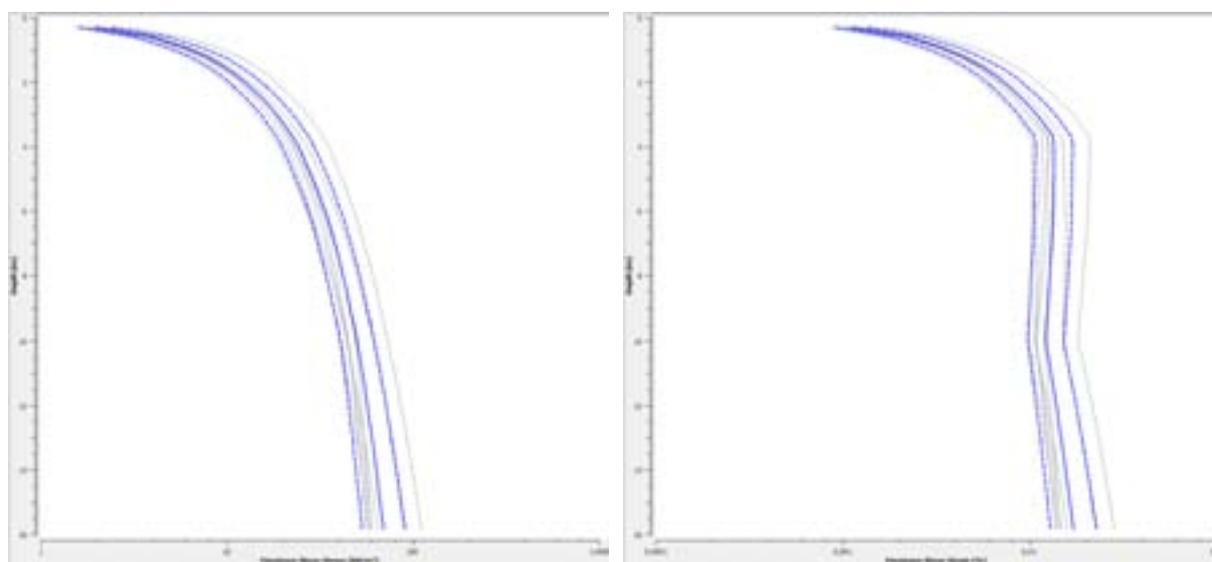
Per la frequenza si è fatto riferimento alla HVSr P212.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	5.00	SM	305.00
5.00	3.00	SM	385.00
8.00	8.00	SFLPS	450.00
16.00	Half-Space	Bedrock	800.00

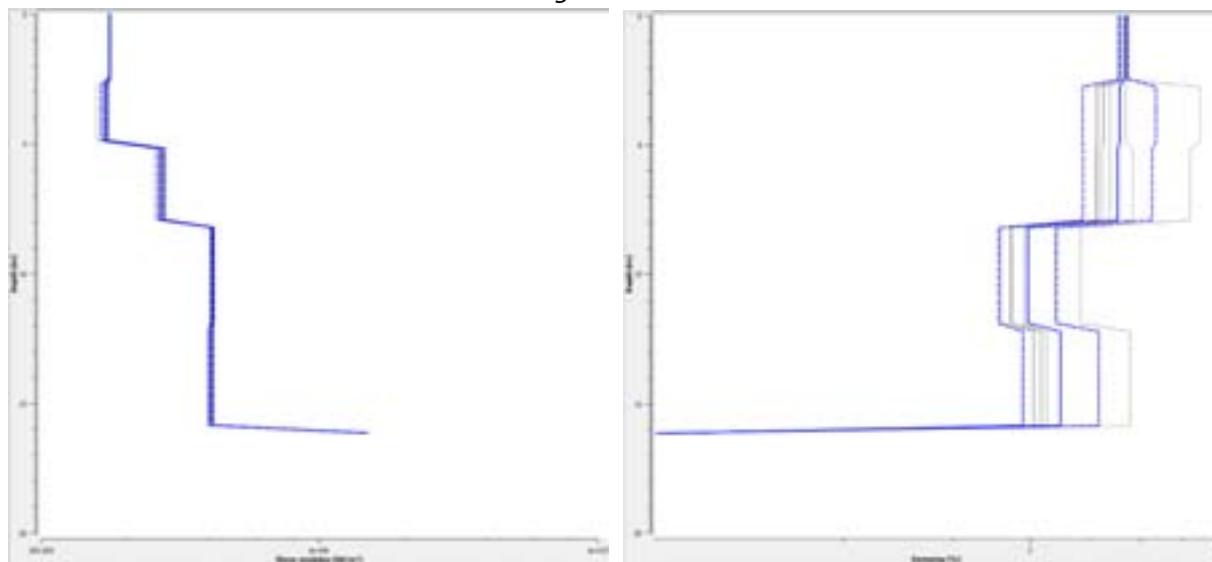
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



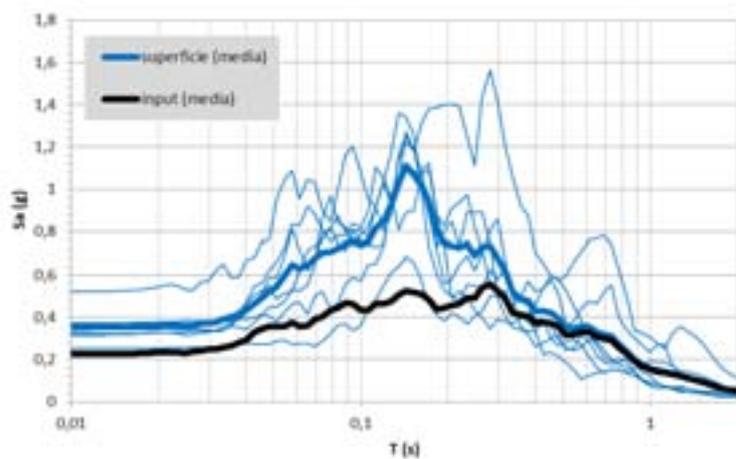
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2007



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,45	1,09	1,05

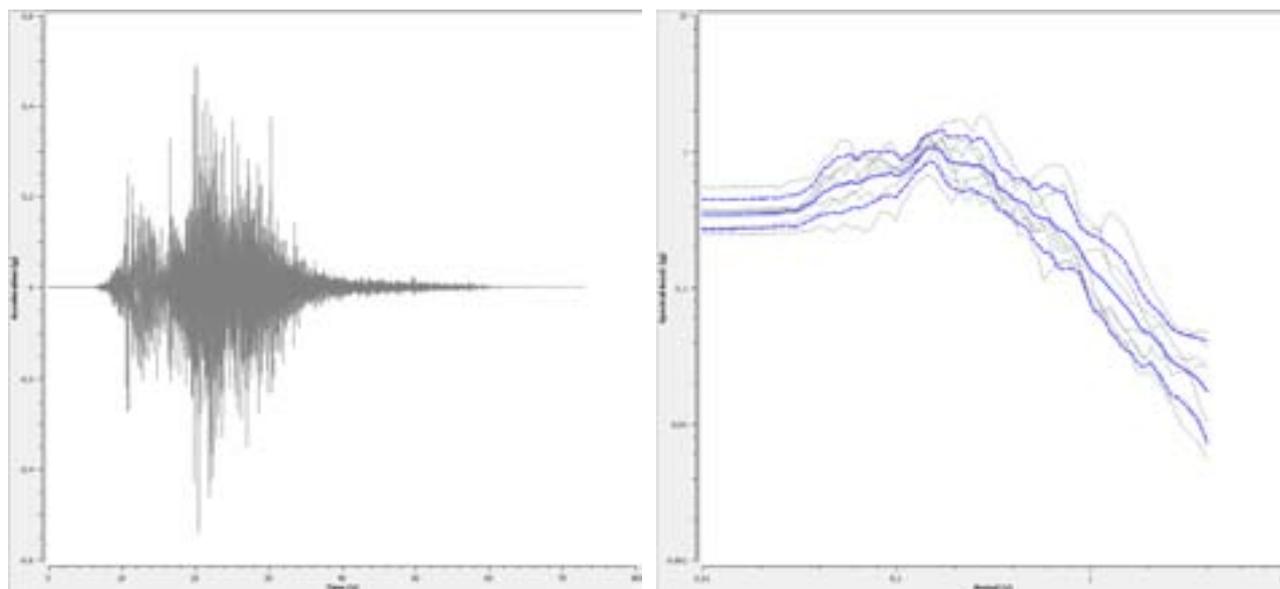
Zona 2008

Per la velocità del substrato vale quanto indicato per la Zona 2002, mentre per le ghiaie (GP/GC) si fa riferimento alla Zona 2004.

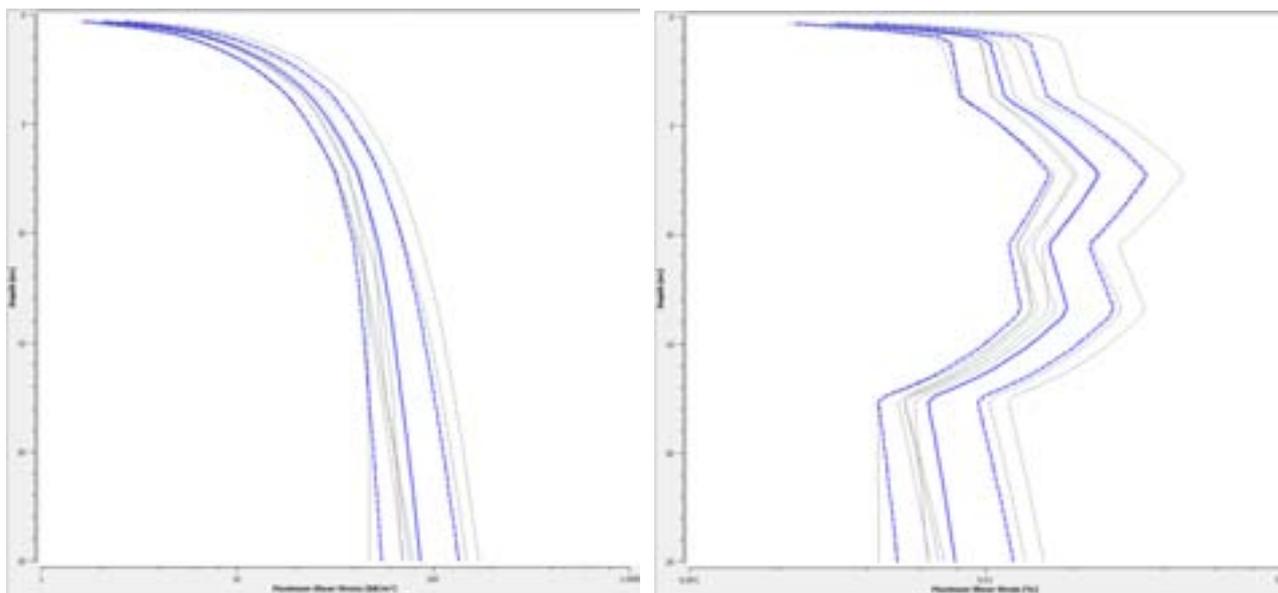
La frequenza di riferimento è stata estrapolata dalle seguenti prove HVSR: P206, P207, P221 e P222.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	2.00	GP	210.00
2.00	7.00	GP	370.00
9.00	6.00	SFALS	400.00
15.00	10.00	ALS	680.00
25.00	Half-Space	Bedrock	800.00

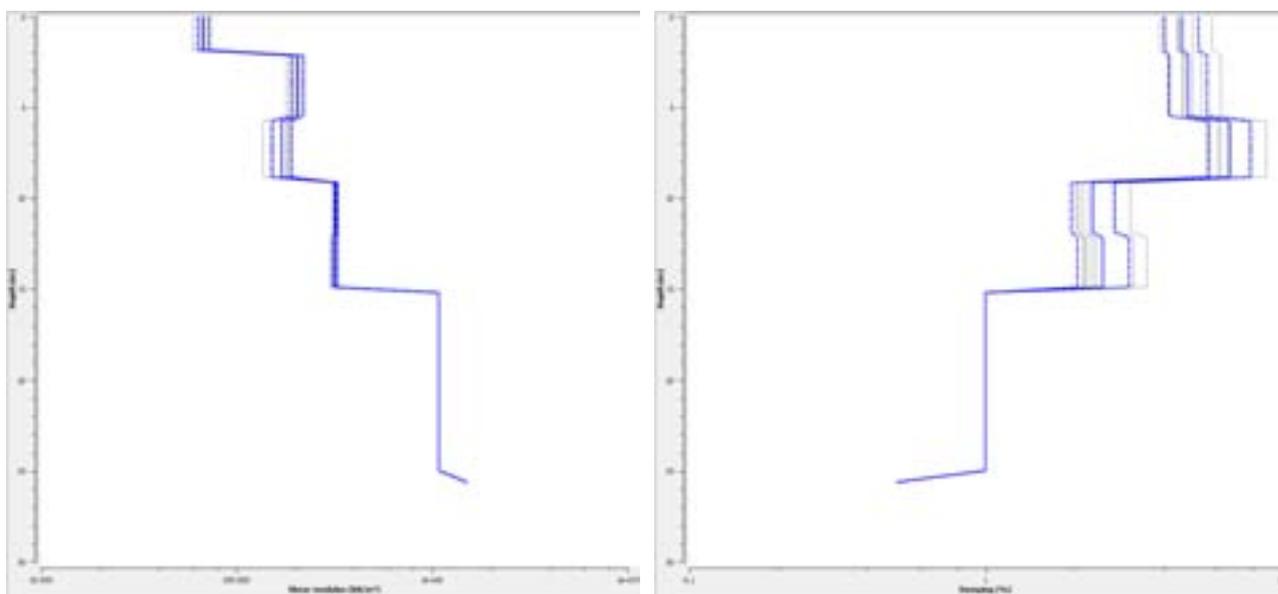
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



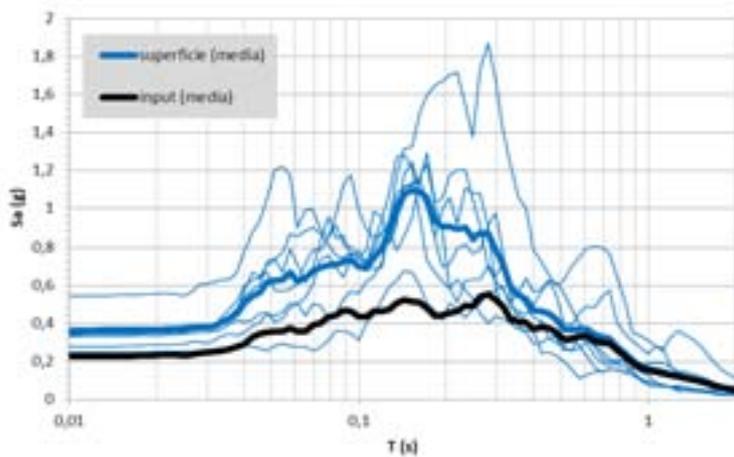
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2008



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,59	1,14	1,07

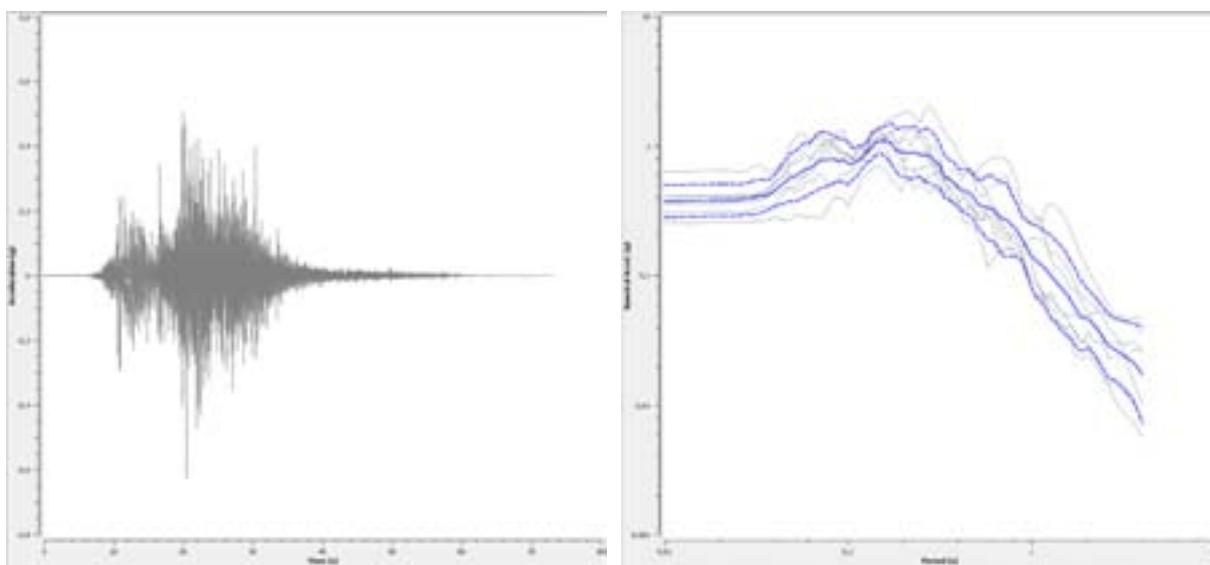
Zona 2009

Per il substrato sono valide le considerazioni fatte per la Zona 2002, mentre per le sabbie (SM) si è fatto riferimento alla Zona 2005.

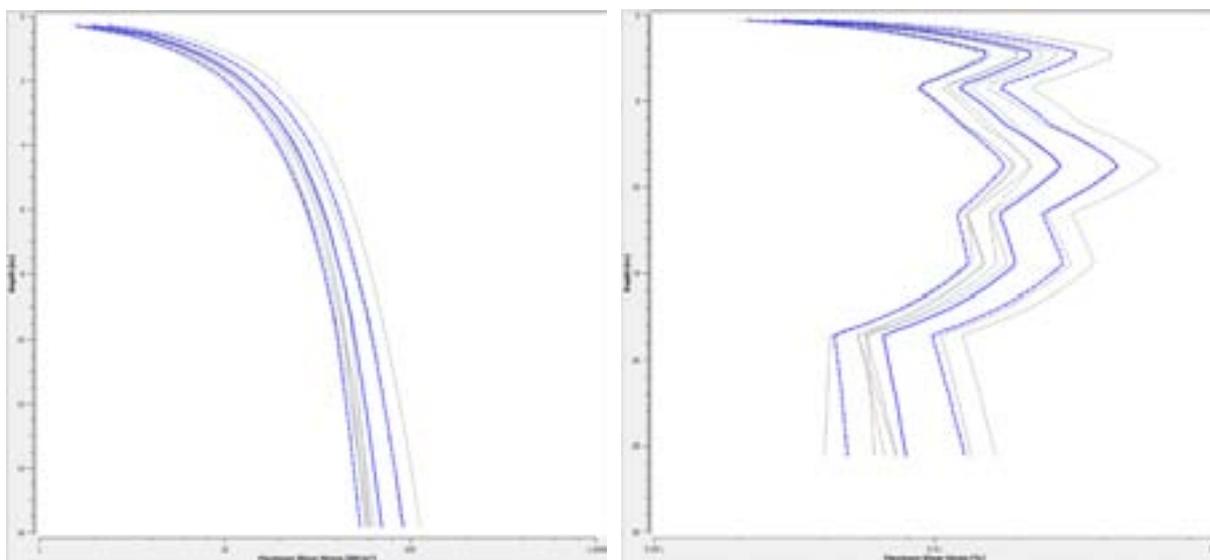
Per la frequenza sono state considerate le prove HVSr P119 e P216.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	3.00	SM	200.00
3.00	4.50	SM	340.00
7.50	2.50	GP	370.00
10.00	6.00	SFALS	400.00
16.00	10.00	ALS	680.00
26.00	Half-Space	Bedrock	800.00

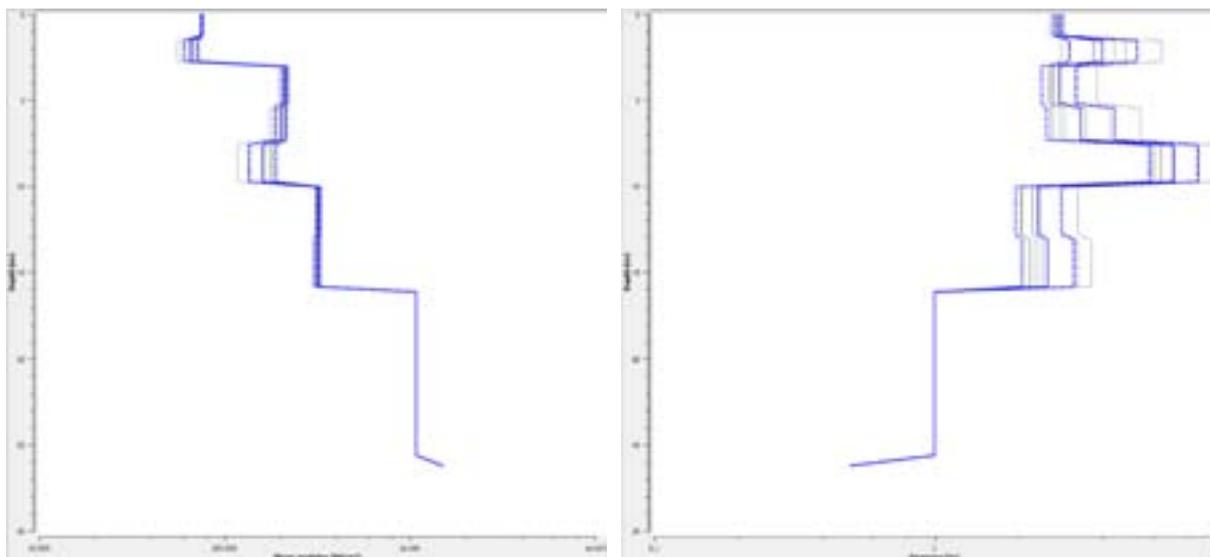
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



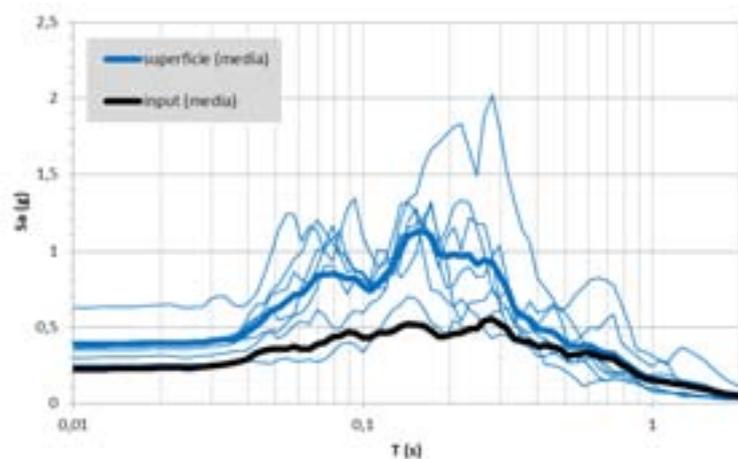
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2009



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,68	1,17	1,08

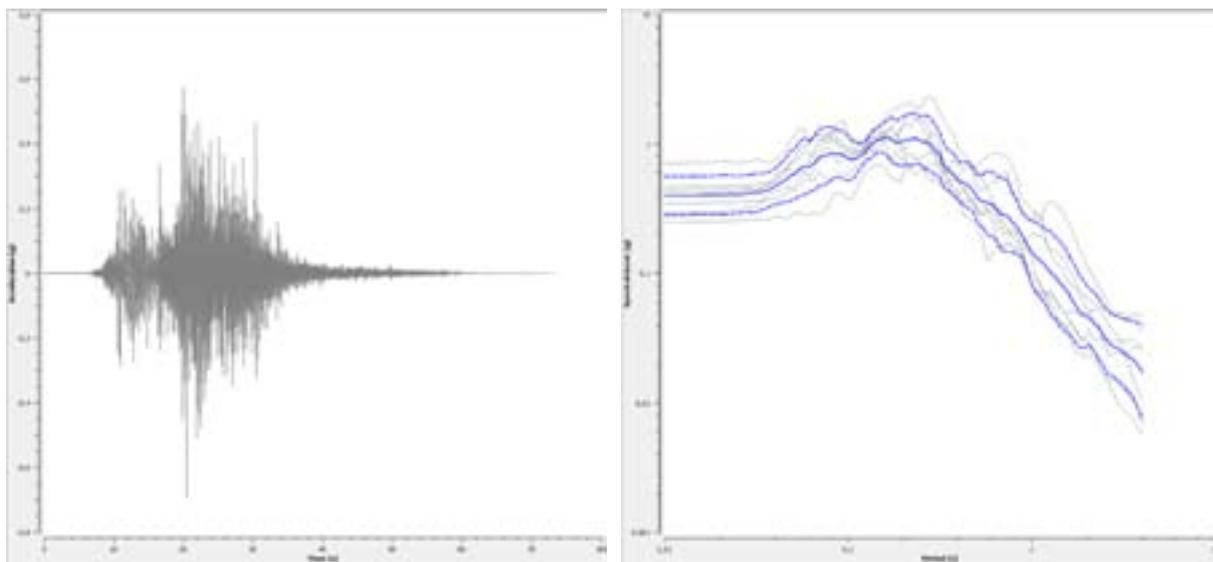
Zona 2010

Per il substrato è stato fatto riferimento alla Zona 2002, mentre per la velocità delle colluvioni limoso argillose (ML) ci si è rapportati alla Zona 2006.

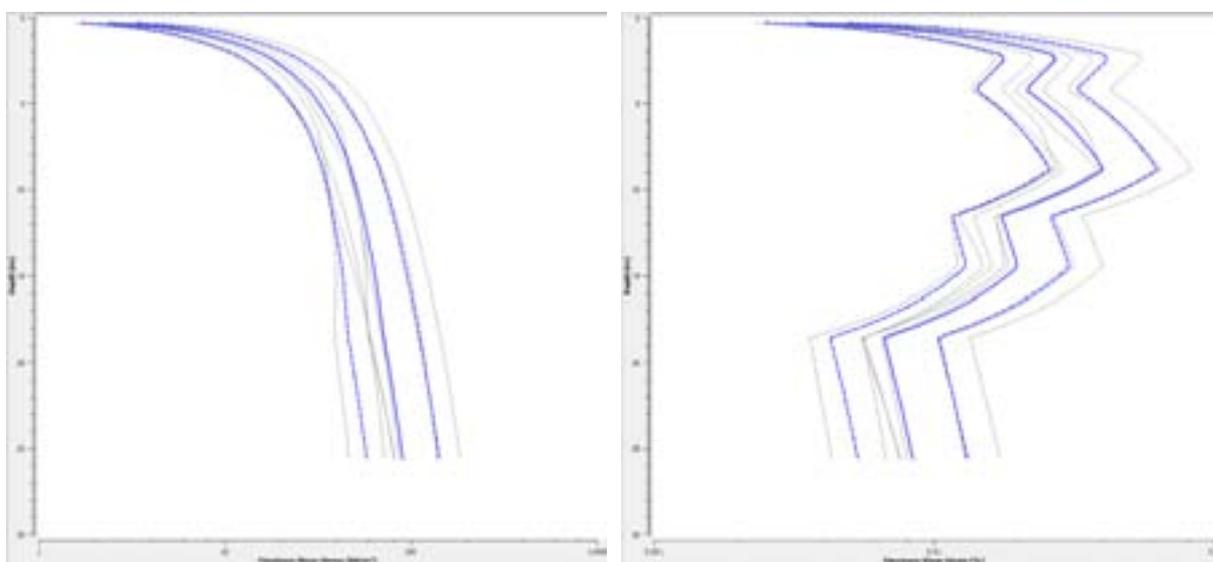
Come frequenza principale si è considerata la prova HVSr P191.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	3.00	ML	190.00
3.00	7.00	ML	275.00
10.00	6.00	SFALS	400.00
16.00	10.00	ALS	680.00
26.00	Half-Space	Bedrock	800.00

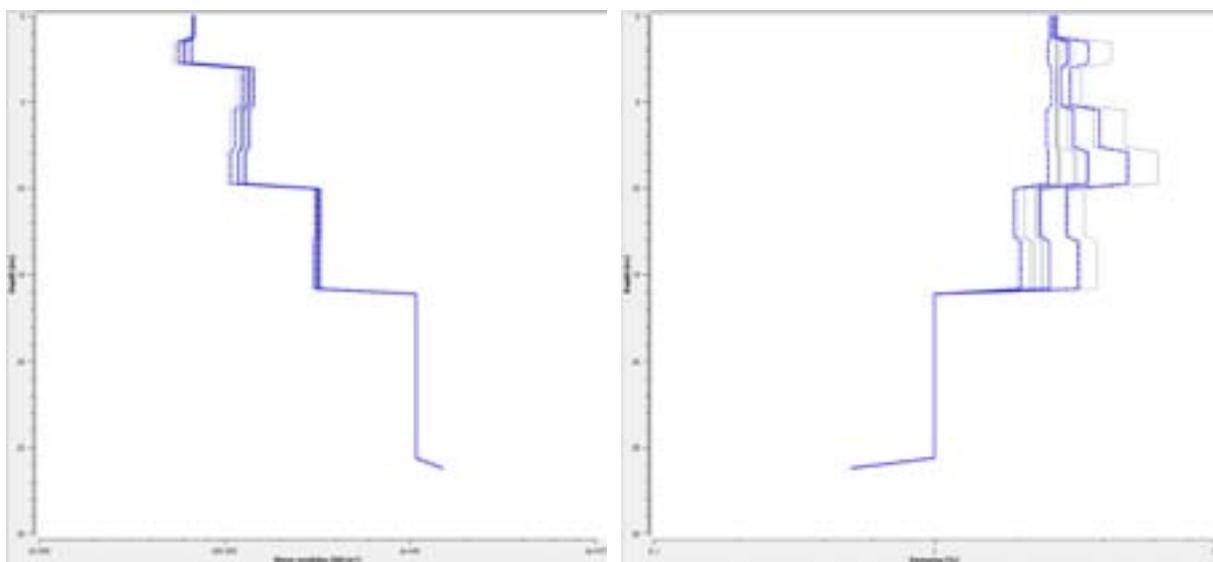
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



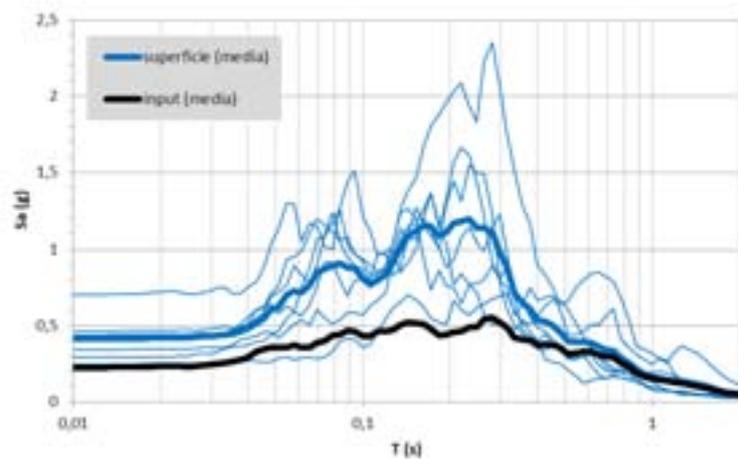
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2010



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,87	1,23	1,11

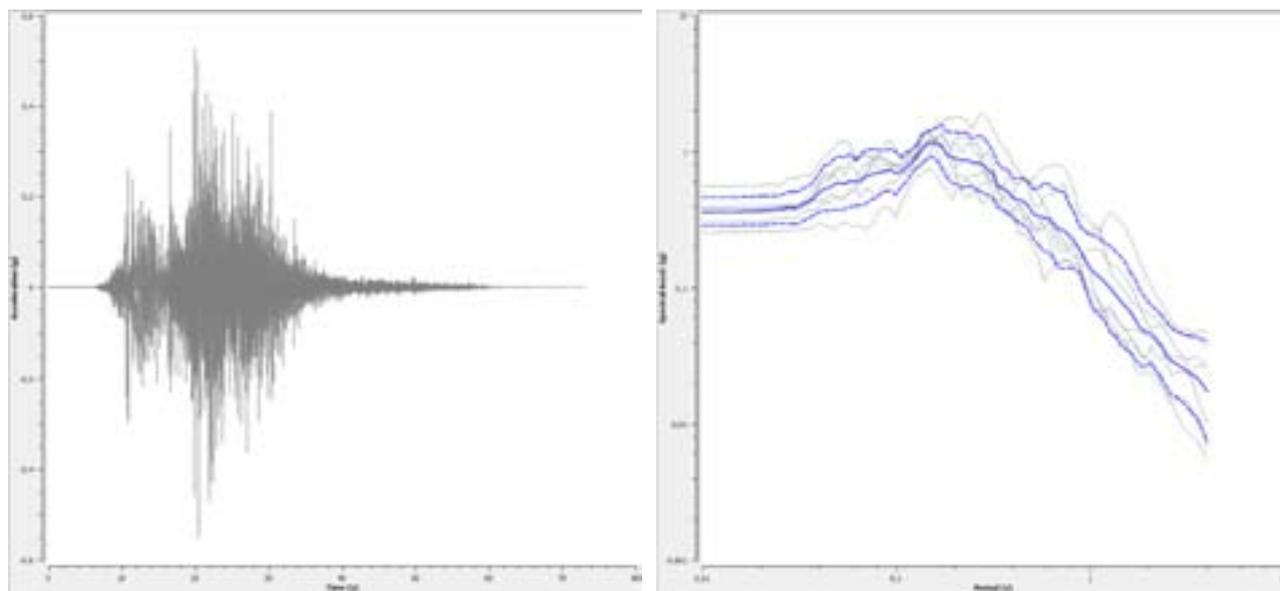
Zona 2011

La velocità del substrato è stata calibrata sulla base della Zona 2002, mentre quella delle sabbie colluviali (SM) con quella individuata nella Zona 2007.

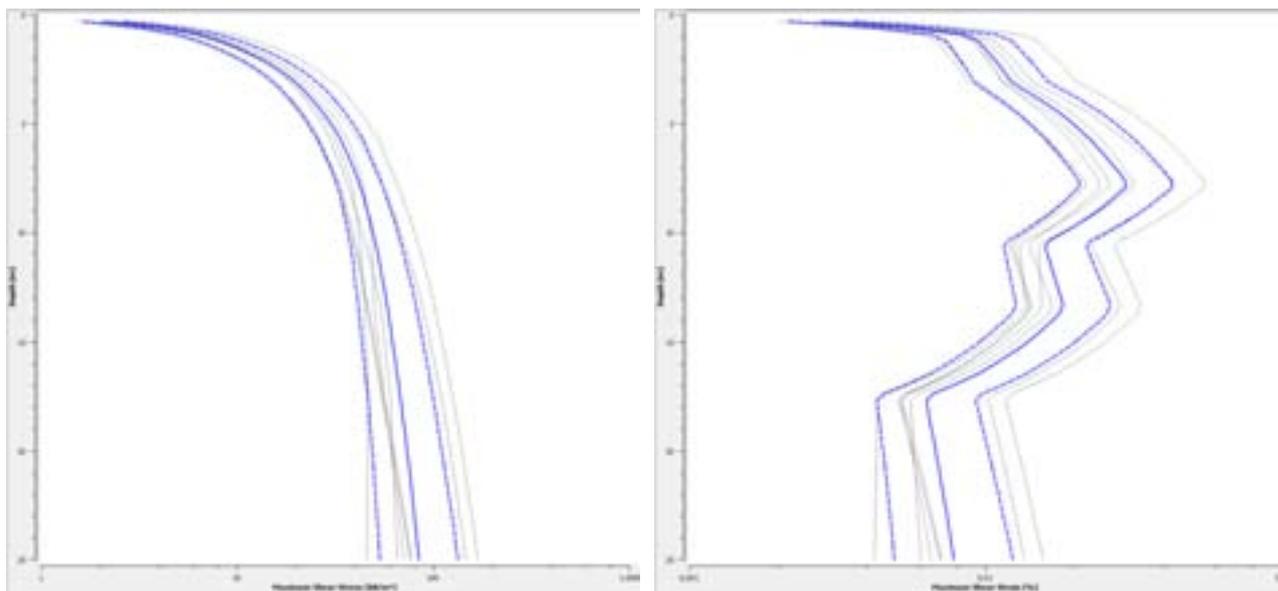
Per la frequenza è stata presa come riferimento la prova HVSr P204.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	2.00	SM	200.00
2.00	7.00	SM	300.00
9.00	6.00	SFALS	400.00
15.00	10.00	ALS	680.00
25.00	Half-Space	Bedrock	800.00

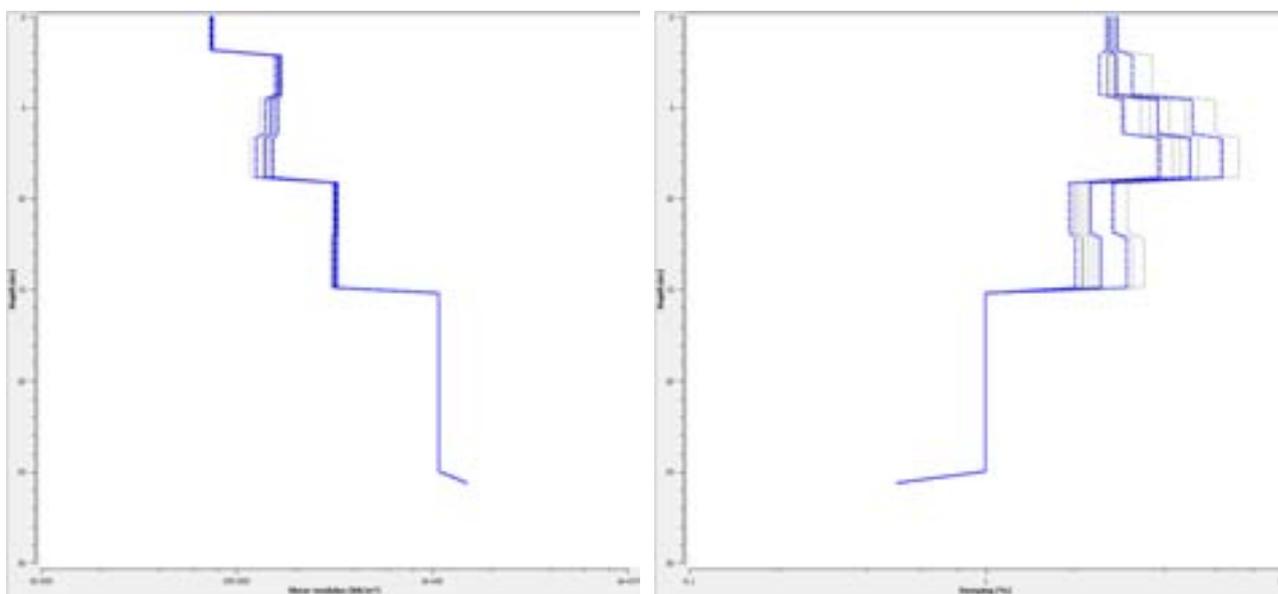
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



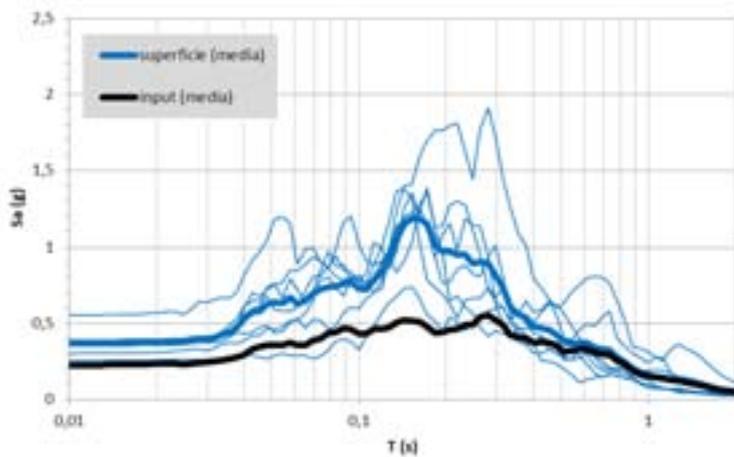
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2011



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,67	1,15	1,08

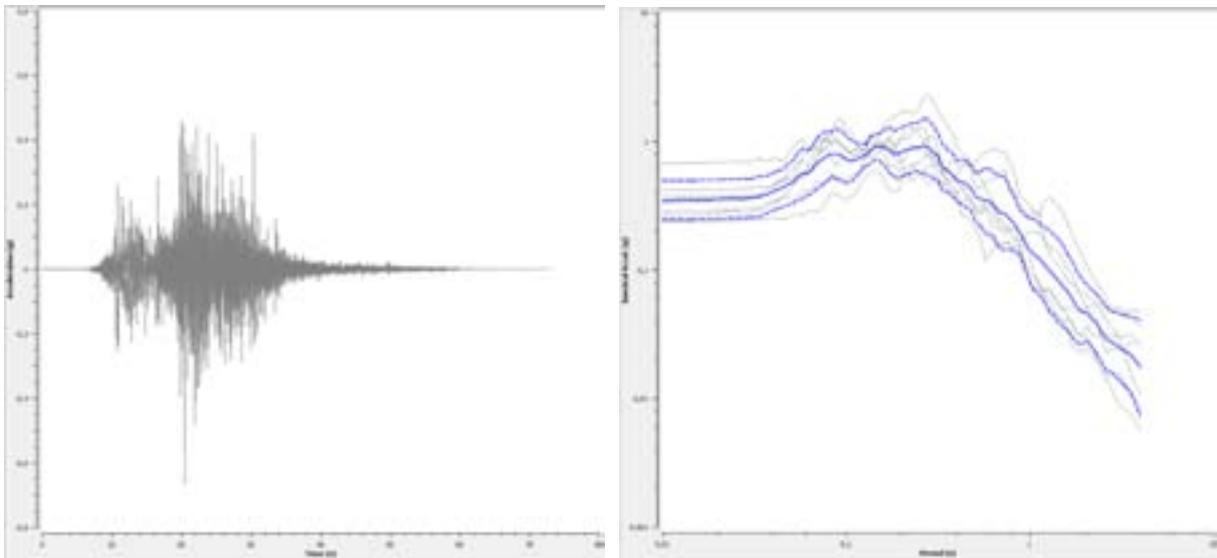
Zona 2012

Per la velocità delle onde di taglio del substrato è stata presa in considerazione la Zona 2003, mentre per quella delle ghiaie (GP/GC) si è fatto riferimento alla MOPS 2004.

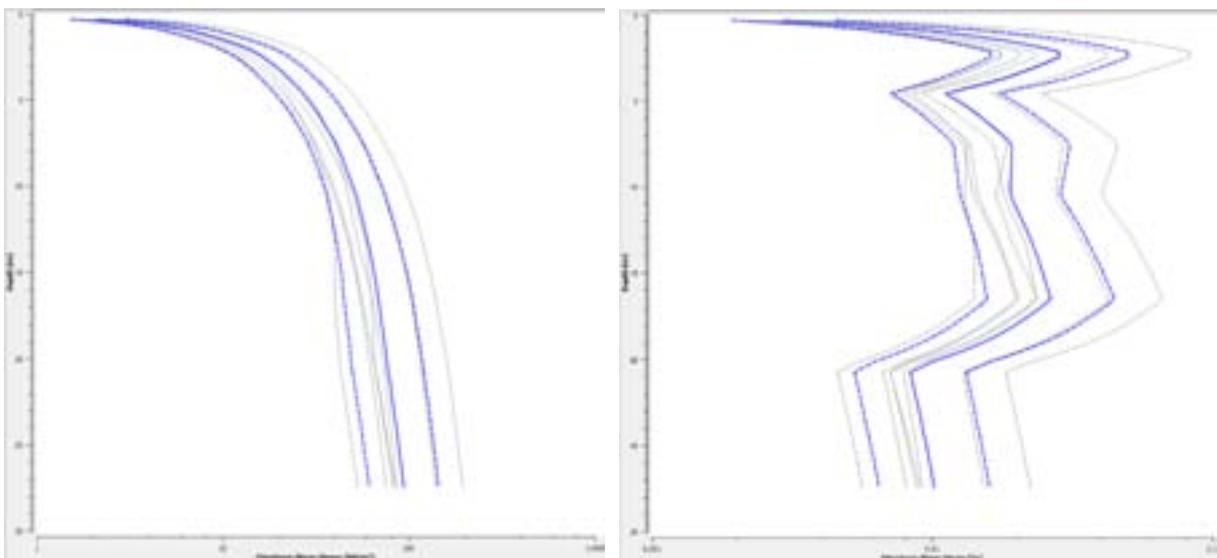
La F0 di calibrazione deriva dalla prova HVSR P178.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	3.00	GP	210.00
3.00	6.00	GP	400.00
9.00	9.00	SFCOS	370.00
18.00	10.00	COS	650.00
28.00	Half-Space	Bedrock	800.00

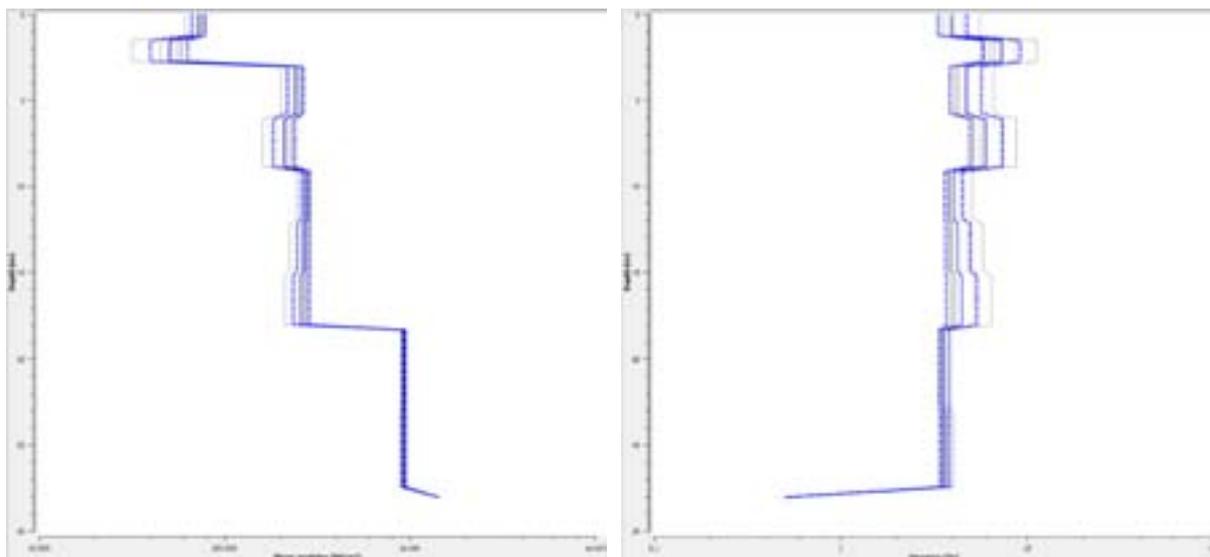
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



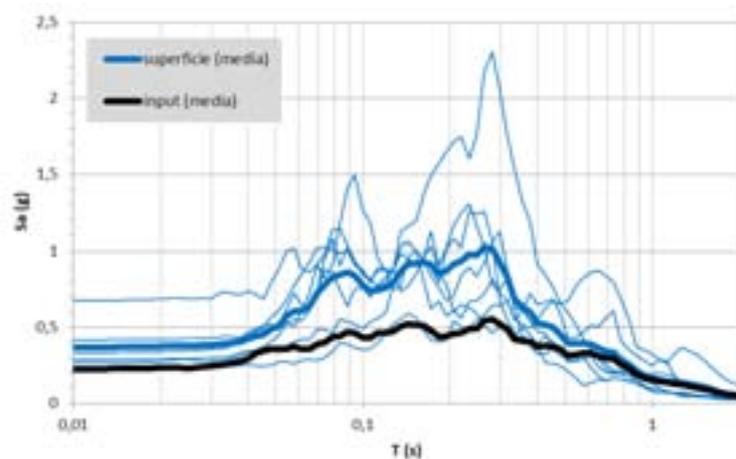
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2012



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,66	1,22	1,11

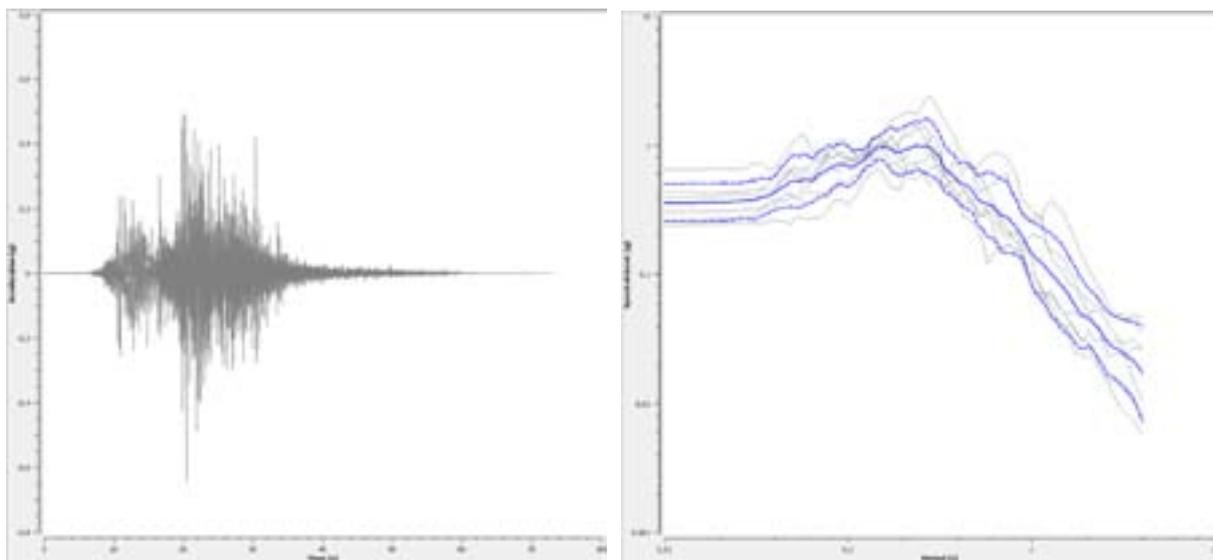
Zona 2013

La velocità delle onde di taglio del substrato è stata ripresa dalla Zona 2003, mentre per le sabbie (SM) si è fatto riferimento alla MOPS.

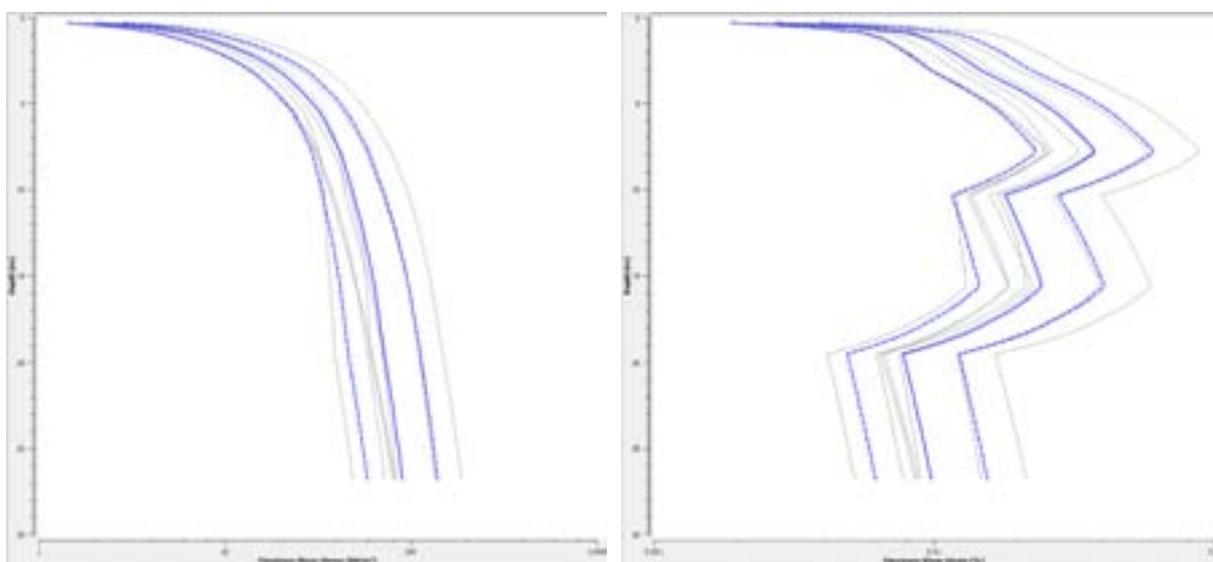
Per la frequenza principale non ci sono riferimenti per cui si è mantenuta quella derivante dal modello sismico e stratigrafico creato e sotto riportato.

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)
0.00	2.00	SM	200.00
2.00	7.00	SM	275.00
9.00	8.00	SFCOS	370.00
17.00	10.00	COS	650.00
27.00	Half-Space	Bedrock	800.00

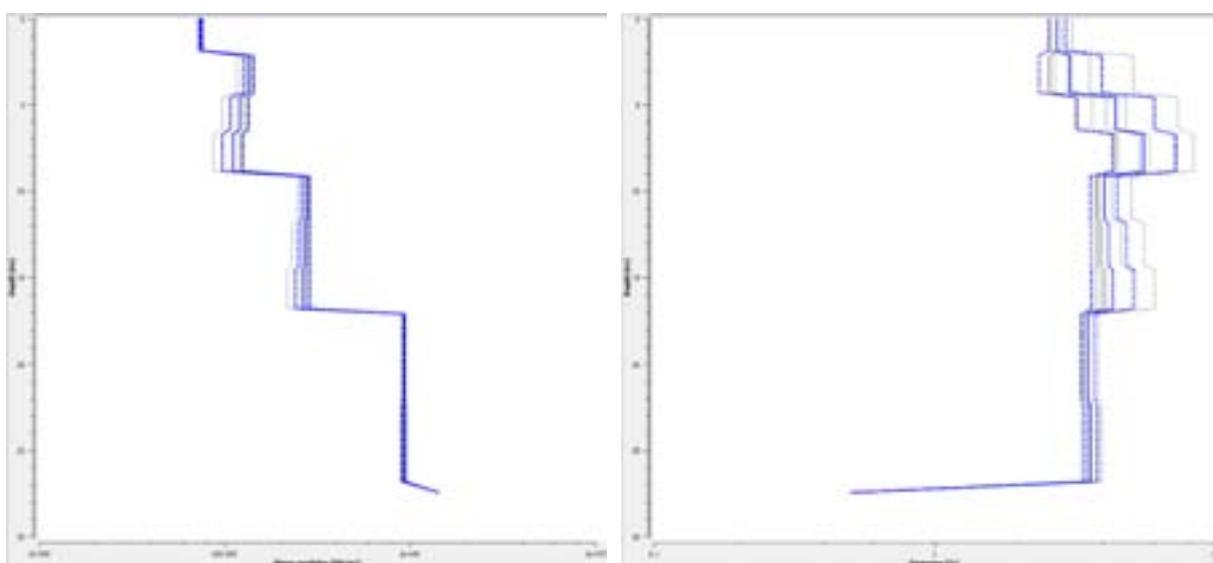
Accelerogramma e Spettro di risposta in superficie



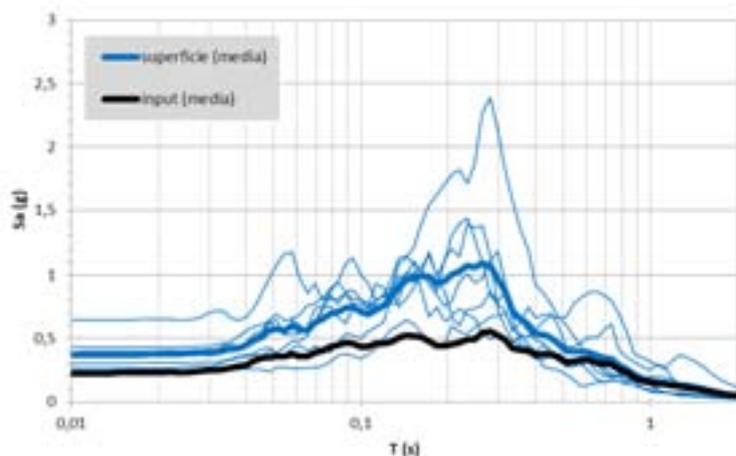
Tensione e Deformazione Tangenziale Massima



Modulo di Taglio e Fattore di Smorzamento



Spettri di risposta e Fattori di Amplificazione Zona 2013



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,75	1,23	1,11

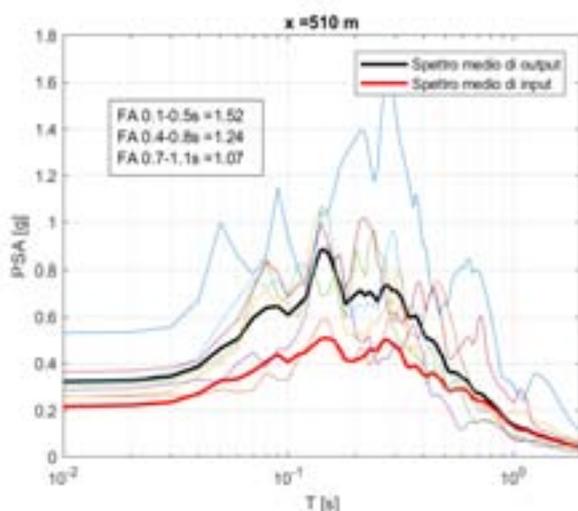
7.1.4 RISULTATI ANALISI 2D

Vengono di seguito riportati i risultati delle analisi numeriche bidimensionali (2D) espressi in termini di storie temporali dell'accelerazione orizzontale in superficie e dei relativi spettri di risposta di output (smorzamento strutturale al 5%).

Dall'analisi della sezione geologica B-B' sono stati calcolati i fattori di amplificazione relativi alle Zone 2001, 2004, 2005 e 2007, mentre dalla sezione D-D' è stato misurato l'FA della Zona 2002.

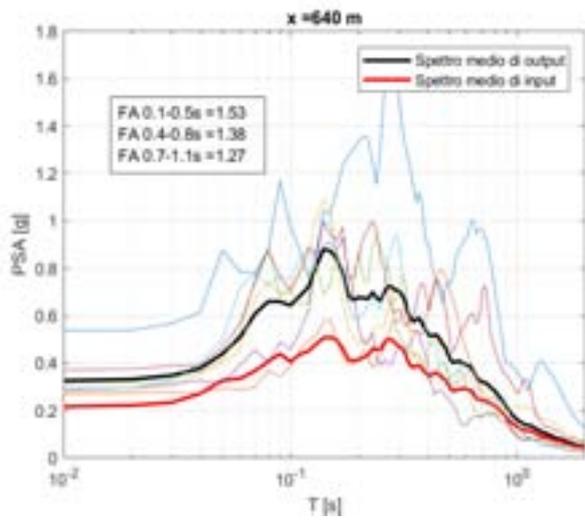
Di seguito si riportano i fattori di accrescimento dell'accelerazione massima FA e gli spettri di risposta elastici calcolati come media logaritmica dei valori ottenuti per ognuno dei 7 accelerogrammi di input nei 3 periodi di riferimento: 0.1-0.5 s, 0.4-0.8 s, 0.7-1.1 s.

Zona 2001



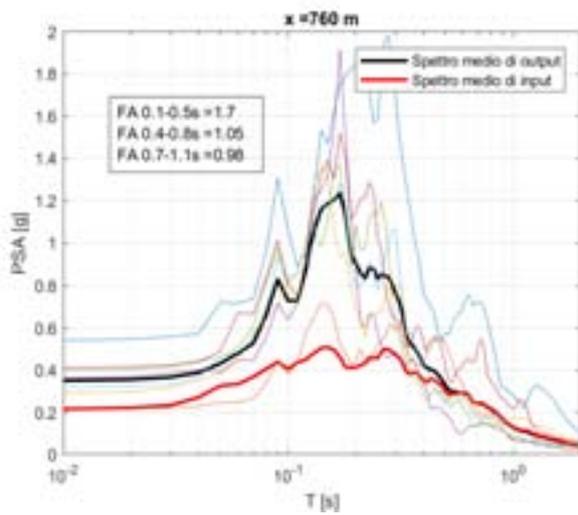
FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,52	1,24	1,07

Zona 2002



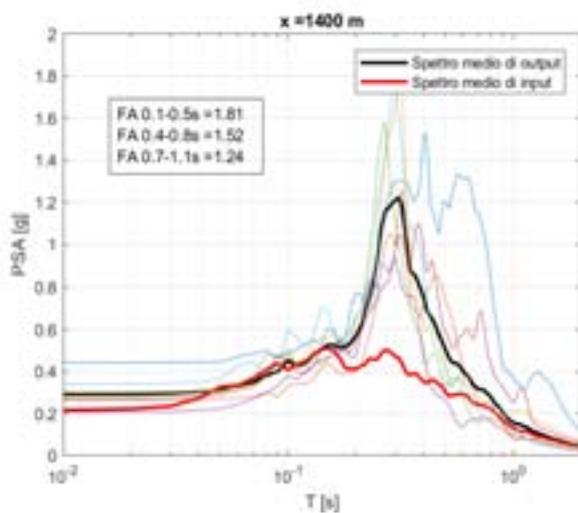
FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,53	1,38	1,27

Zona 2004



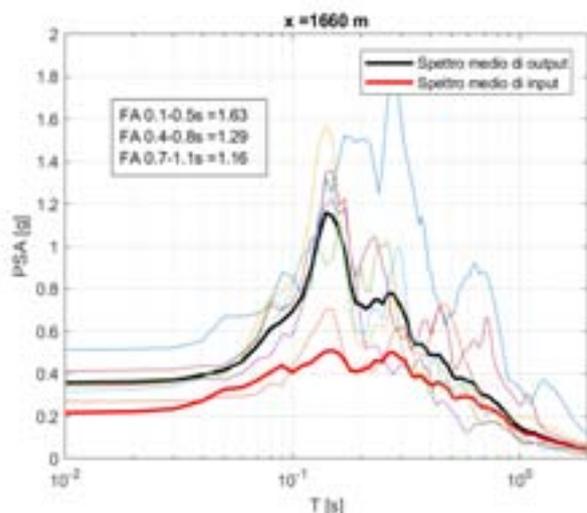
FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,70	1,05	1,00

Zona 2005



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,81	1,52	1,24

Zona 2007



FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1,63	1,29	1,16

7.2 ZONE INSTABILI

Le Zone di Attenzione per instabilità sono definite da quelle aree in cui, depositi alluvionali e detriti di versante con spessore maggiore di 3 metri o porzioni superficiali del substrato geologico, presentano segni d'instabilità attiva o quiescente (ZA fr).

Per mancanza di tempo e in accordo col CentroMS, lo studio di Microzonazione di Livello 3 non è stato eseguito sulle zone instabili, pertanto la loro perimetrazione e classificazione è rimasta pressoché quella definita nello studio di Livello 1.

7.2.1 FAGLIE ATTIVE E CAPACI (FAC)

Nel territorio comunale di Ascoli Piceno non sono presenti faglie attive e capaci.

7.2.2 LIQUEFAZIONI (LQ)

Nell'area di studio del presente lavoro, in considerazione del suo assetto stratigrafico, litologico, idrogeologico, sismologico e degli eventi storici passati, non vi sono le condizioni predisponenti una potenziale liquefazione dei terreni.

7.2.3 INSTABILITÀ DI VERSANTE SISMOINDOTTE (FR)

Nonostante l'esperienza del recente sciame sismico culminato nei forti terremoti di Agosto-Ottobre 2016 e Gennaio 2017, le zone del capoluogo interessate da eventi franosi non hanno subito evidenti accelerazioni o riattivazioni, per cui è possibile affermare l'assenza di dissesti sismoindotti.

8 ELABORATI CARTOGRAFICI

Gli elaborati cartografici prodotti per la Microzonazione Sismica di 3° Livello del Comune di Ascoli Piceno sono i seguenti, tutti rappresentati in scala 1:5.000:

1. Carta delle indagini;
2. Carta delle frequenze naturali dei terreni (f_0);
3. Carta geologico-tecnica;
4. Sezioni geologiche;
5. Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS);
6. N. 3 Carte di microzonazione sismica: FA0105s, FA0408s, FA0711s.

Tutti i prodotti sono stati realizzati utilizzando il programma Open Source Qgis in versione 2.14. La base cartografica impiegata è la Carta Topografica del Comune di Ascoli Piceno in scala 1:5.000 mentre, come detto, il sistema di riferimento utilizzato è il WGS 84 nel suo fuso 33 N e tutti gli elementi rappresentati all'interno di ogni singolo prodotto (siano essi shapefile che file di tipo raster) sono proiettati nel medesimo sistema di riferimento.

Il layout di stampa è stato progettato per rappresentare l'intera area di studio comunale all'interno di due fogli A0 e ogni tavola è stata esportata in formato pdf e inserita nella cartella predisposta dallo standard di archiviazione dei dati informatici "Plot>MS". Tutti i file digitali sono stati inoltre salvati in un CD-Rom consegnato all'amministrazione comunale in duplice copia insieme ad una copia cartacea delle tavole suddette nonché della presente relazione illustrativa.

8.1 CARTA DELLE INDAGINI (Cdi)

La Carta delle indagini, realizzata in scala 1:5.000, rappresenta l'ubicazione di tutte le indagini preesistenti unitamente a quelle eseguite ex novo per il presente studio di microzonazione.

I dati geognostici presenti all'interno degli archivi comunali, nonché quelli in possesso di alcuni studi privati sono stati catalogati mediante l'utilizzo del software messo a disposizione dalla Protezione Civile denominato "SoftMS".

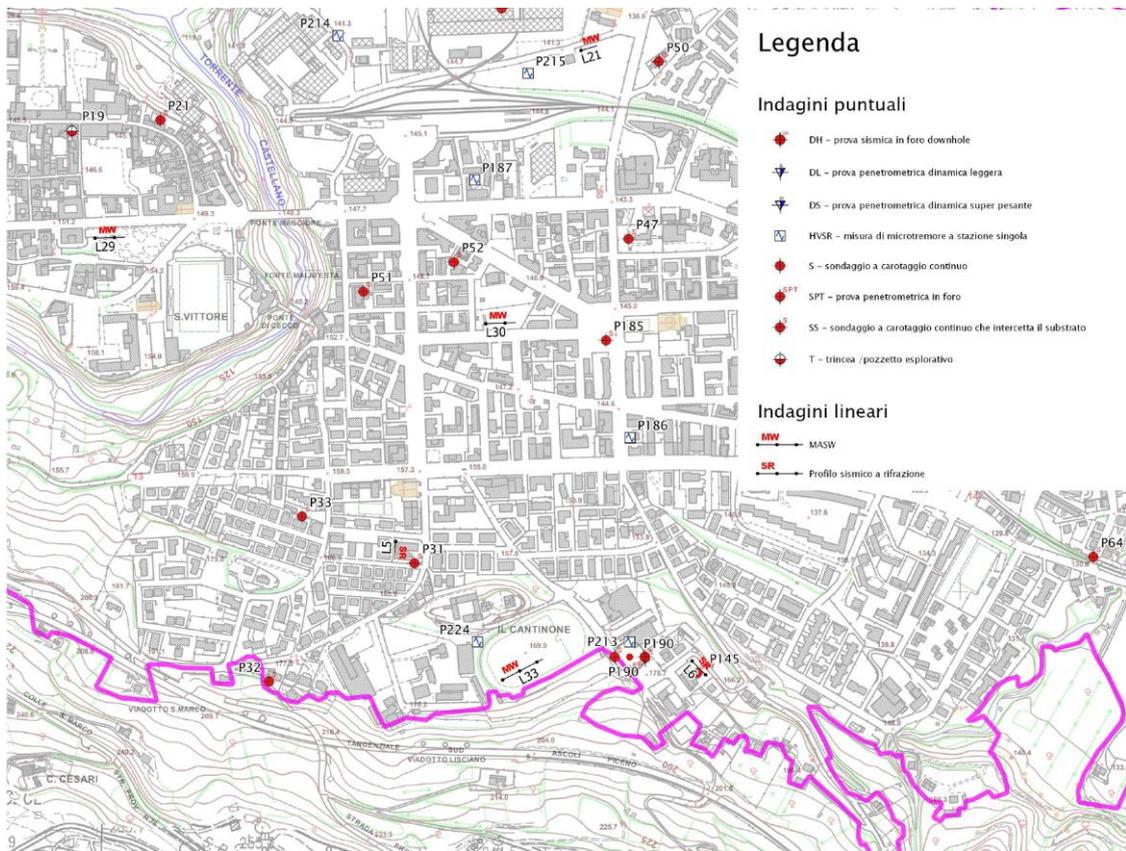


Figura 25: Stralcio della Carta delle Indagini e relativa legenda secondo gli standard rappresentativi.

I dati acquisiti ex-novo sono indicati nel paragrafo 4.2 di questo documento. La loro distribuzione areale è stata fatta sulla base della posizione delle indagini esistenti e delle diverse litologie dei terreni nonché situazioni stratigrafiche.

8.1.1 INDAGINI PUNTUALI

Progresse

ID_SPU	tipo_ind	doc_ind	wkt_geom (x y)	quota_slm
044007P1	S	S 1.pdf	Point (385288 4745314)	138
044007P2	HVSR	Sism 1.pdf	Point (382609 4746603)	195
044007P3	HVSR	Sism 2.pdf	Point (382732 4746075)	
044007P4	SS	S 2.pdf	Point (384022 4745904)	130
044007P5	SS	S 3.pdf	Point (383887 4746222)	145
044007P6	SS	Sism 5 - S 5.pdf	Point (387433 4745364)	131
044007P7	SS	S 4.pdf	Point (386854 4745348)	140
044007P8	T	S 6.pdf	Point (388227 4745675)	199
044007P9	T	S 7.pdf	Point (383513 4745274)	184
044007P10	HVSR	Sism 6 - P 5.pdf	Point (383130 4745490)	180
044007P11	T	S 8.pdf	Point (382632 4746582)	189
044007P12	S	S 9.pdf	Point (382930 4746337)	159
044007P13	T	S 10.pdf	Point (383867 4746092)	145
044007P14	T	S 11.pdf	Point (385496 4746113)	145
044007P15	HVSR	Sism 8 - P 8.pdf	Point (385962 4746241)	190
044007P16	HVSR	Sism 9.pdf	Point (386543 4745437)	149
044007P17	SS	S 12.pdf	Point (388350 4745190)	135
044007P18	T	S 14.pdf	Point (383489 4745442)	
044007P19	T	S 15.pdf	Point (384120 4745705)	147

044007P20	T	S 16.pdf	Point (383567 4745471)	160
044007P21	SS	S 17.pdf	Point (384257 4745722)	147
044007P22	SS	S 18.pdf	Point (383645 4745879)	148
044007P23	HVSR	Sism 10.pdf	Point (383658 4745780)	152
044007P24	T	S 19.pdf	Point (383297 4745844)	153
044007P25	SS	S 20.pdf	Point (383401 4745860)	
044007P26	SS	S 21.pdf	Point (386507 4744079)	186
044007P27	T	S 22.pdf	Point (385649 4745425)	130
044007P28	T	S 23.pdf	Point (383883 4746073)	145
044007P29	T	S 24.pdf	Point (383887 4746104)	144
044007P30	SS	S 25.pdf	Point (387653 4744465)	118
044007P31	SS	S 26 – Sism 11 – P 20.pdf	Point (384650 4745032)	165
044007P32	SS	S 27.pdf	Point (384425 4744848)	185
044007P33	SS	S 28.pdf	Point (384476 4745105)	164
044007P34	SS	S 29.pdf	Point (383305 4744905)	200
044007P35	SS	S 30.pdf	Point (383978 4745126)	187
044007P36	SS	S 31.pdf	Point (387905 4744472)	114
044007P37	SS	S 32.pdf	Point (388090 4744276)	114
044007P38	SS	S 33.pdf	Point (386681 4745025)	123
044007P39	SS	S 34.pdf	Point (386806 4744951)	122
044007P40	T	S 35.pdf	Point (386593 4745127)	126
044007P41	SS	S 36.pdf	Point (386540 4745115)	126
044007P42	SS	S 37.pdf	Point (386708 4745078)	122
044007P43	SS	S 38.pdf	Point (386966 4744697)	117
044007P44	SS	S 39.pdf	Point (382706 4745662)	160
044007P45	SS	S 39.pdf	Point (382708 4745710)	150
044007P46	SS	S 39.pdf	Point (382693 4745690)	147
044007P47	SS	S 40 – P 25.pdf	Point (384981 4745537)	143
044007P48	S	S 42.pdf	Point (382362 4745438)	185
044007P49	SS	S 42.pdf	Point (382298 4745382)	195
044007P50	SS	S 43.pdf	Point (385028 4745813)	140
044007P51	SS	S 44.pdf	Point (384571 4745455)	151
044007P52	SS	S 45.pdf	Point (384711 4745501)	
044007P53	T	S 46.pdf	Point (382784 4745708)	155
044007P54	SS	S 47 – Sism 14.pdf	Point (382398 4745580)	165
044007P55	SS	S 48.pdf	Point (382077 4745333)	200
044007P56	SS	S 49.pdf	Point (385268 4745544)	137
044007P57	SS	S 50 – Sism 15.pdf	Point (386700 4745002)	123
044007P58	SS	S 51.pdf	Point (388657 4746943)	235
044007P59	SS	S 52.pdf	Point (381148 4749311)	380
044007P60	SS	S 54.pdf	Point (383249 4746790)	205
044007P61	SS	S 55.pdf	Point (388820 4746807)	220
044007P62	SS	S 56.pdf	Point (381888 4745770)	165
044007P63	SS	S 57.pdf	Point (383251 4745775)	153
044007P64	SS	S 59.pdf	Point (385700 4745042)	129
044007P65	SS	S 60.pdf	Point (382770 4745837)	117
044007P66	SS	S 60.pdf	Point (383287 4746137)	143
044007P67	SS	S 60.pdf	Point (383337 4746125)	143
044007P68	SS	S 54.pdf	Point (383260 4746746)	205
044007P69	SS	S 56.pdf	Point (381863 4745804)	165
044007P70	SS	S 61.pdf	Point (383912 4745371)	132
044007P71	SS	S 61.pdf	Point (383915 4745242)	150
044007P72	SS	S 62.pdf	Point (382204 4747953)	230
044007P73	T	S 63.pdf	Point (390662 4745530)	87
044007P74	SS	S 12.pdf	Point (388359 4745198)	135
044007P75	T	S 13.pdf	Point (387569 4745889)	160
044007P76	SS	S 64.pdf	Point (386194 4741805)	480
044007P77	SS	S 65.pdf	Point (382777 4745534)	169
044007P78	SS	S 66.pdf	Point (385927 4745268)	125
044007P79	SS	S 68.pdf	Point (391572 4744510)	
044007P80	SS	S 69.pdf	Point (392016 4745415)	73
044007P81	SDS	S 70 Sism 21.pdf	Point (395303 4745648)	51
044007P82	SDS	S 70 Sism 21.pdf	Point (395341 4745594)	50

044007P83	SS	S 71 .pdf	Point (389600 4744807)	82
044007P84	SS	S 72.pdf	Point (390349 4744841)	
044007P85	SS	S 73-SGLCARBON.pdf	Point (384475 4746058)	135
044007P86	SS	S 73-SGLCARBON.pdf	Point (384864 4746290)	109
044007P87	SS	S 73-SGLCARBON.pdf	Point (384958 4746179)	117
044007P88	SS	S 73-SGLCARBON.pdf	Point (384762 4746229)	130
044007P89	S	S 73-SGLCARBON.pdf	Point (384785 4745896)	145
044007P91	SS	S 75.pdf	Point (395011 4746095)	69
044007P92	SS	S 76.pdf	Point (382160 4745902)	162
044007P93	SS	S 77.pdf	Point (383853 4746268)	150
044007P94	SS	S 77.pdf	Point (383860 4746321)	150
044007P95	T	S 78.pdf	Point (384284 4746029)	142
044007P96	SS	S 79 - Sism 29.pdf	Point (383024 4746293)	157
044007P97	SS	S 80.pdf	Point (383535 4745346)	180
044007P98	SS	S 81 .pdf	Point (389317 4744446)	92
044007P99	SS	S 82.pdf	Point (389086.3258190113119781 4744468.34210511669516563)	106
044007P100	SS	S 83.pdf	Point (388283 4744448)	109
044007P101	SS	S 84.pdf	Point (389181 4744713)	97
044007P102	SS	S 84.pdf	Point (389153 4744667)	99
044007P104	SS	S 86.pdf	Point (390758 4744840)	75
044007P105	SS	S 88.pdf	Point (391205 4745282)	73
044007P106	SS	S 88.pdf	Point (391287 4745267)	73
044007P107	SS	S 89.pdf	Point (391559 4745496)	73
044007P108	SS	S 89.pdf	Point (391523 4745529)	73
044007P109	SS	S 90.pdf	Point (392742 4745227)	65
044007P110	SS	S 92.pdf	Point (393823 4745381)	62
044007P111	SS	S 93.pdf	Point (394446 4745416)	57
044007P112	SS	S 94.pdf	Point (394330 4745644)	
044007P113	SS	S 95 - Sism 27.pdf	Point (395033 4745699)	53
044007P114	T	S 96.pdf	Point (389981 4743969)	105
044007P115	SS	S 91 .pdf	Point (393469 4745345)	61
044007P116	HVSR	S 50 - Sism 15.pdf	Point (386701 4744987)	122
044007P117	HVSR	Sism 16 - P 29.pdf	Point (382707 4747251)	248
044007P119	HVSR	Sism 18 - P 33.pdf	Point (382585 4745576)	162
044007P120	HVSR	S 70 Sism 21.pdf	Point (395436 4745837)	51
044007P121	HVSR	Sism 23.pdf	Point (383912 4746285)	150
044007P122	SS	S 48.pdf	Point (382065 4745313)	198
044007P123	SS	S 49.pdf	Point (385197 4745559)	137
044007P124	SS		Point (382998.68344363151118159 4745816.3881276436150074)	155
044007P125	SPT	P 2.pdf	Point (387749 4745478)	148
044007P126	SS	S97.pdf	Point (388901 4746359)	204
044007P127	SS	S97.pdf	Point (388920 4746297)	202
044007P128	SS	S98.pdf	Point (378308 4743393)	220
044007P129	SS	S99.pdf	Point (378304 4743177)	220
044007P130	SS	S101.pdf	Point (384085 4742892)	705
044007P131	SS	S102.pdf	Point (383698 4743753)	480
044007P132	SS	S103.pdf	Point (383993 4742809)	705
044007P133	T	S104-Sisma31.pdf	Point (384086 4742718)	705
044007P134	S	S106.pdf	Point (381188 4749831)	320
044007P135	SS	S107 - Sisma 37.pdf	Point (387228 4744910)	117
044007P136	HVSR	Sism 33.pdf	Point (381147 4749857)	330
044007P137	HVSR	Sism 34.pdf	Point (381228 4749640)	310
044007P138	HVSR	Sism 35.pdf	Point (381300 4749527)	300
044007P139	HVSR	S107 - Sism 37.pdf	Point (387244 4744884)	117
044007P140	SPT	P 7.pdf	Point (383287 4746275)	148
044007P141	DL	P 9.pdf	Point (385892 4745649)	170
044007P142	DL	P 10.pdf	Point (386507 4745415)	149
044007P143	DL	P 11.pdf	Point (387549 4745580)	140
044007P144	DL	P 19.pdf	Point (386301 4744469)	125
044007P145	SPT	Sism 12 - P 22.pdf	Point (385087 4744861)	165
044007P146	SPT	P 30.pdf	Point (381040 4749830)	345
044007P147	DL	P 35.pdf	Point (380461 4749801)	374
044007P148	SPT	P 38.pdf	Point (395846 4746600)	57

044007P149	SPT		Point (388147 4745022)	110
044007P150	DL	P42-Sism30.pdf	Point (389050 4746264)	210
044007P151	CPT	P43.pdf	Point (389256 4745806)	180
044007P152	DL	P44.pdf	Point (383545 4743530)	530
044007P153	DL	P45-Sism32.pdf	Point (385426 4743970)	260
044007P154	DL	P46.pdf	Point (378289 4743314)	220
044007P155	DL	P47.pdf	Point (378560 4743498)	200
044007P156	DL	P48.pdf	Point (378621 4743542)	198
044007P157	DL	P49.pdf	Point (387779 4745539)	152
044007P158	DL	P50.pdf	Point (387765 4745457)	170
044007P159	DL	P51.pdf	Point (387771 4745379)	136
044007P160	DL	P52.pdf	Point (387787 4745479)	140
044007P161	DL	P53.pdf	Point (387898 4745455)	137
044007P162	DL	P54.pdf	Point (386708 4745507)	155
044007P163	DL	P55.pdf	Point (383708 4747418)	195
044007P164	DL	P56.pdf	Point (383695 4746992)	175
044007P165	DL	P57.pdf	Point (383654 4747265)	190
044007P166	DL	P58.pdf	Point (384102 4746514)	150
044007P167	DL	P59.pdf	Point (384056 4746535)	151
044007P168	DL	P60.pdf	Point (385962 4746390)	184
044007P169	DL	P61.pdf	Point (385763 4746110)	165
044007P170	DL	P62.pdf	Point (382635 4746762)	197
044007P171	DL	P63.pdf	Point (382963 4746912)	208
044007P172	DL	P64.pdf	Point (382551 4746941)	210
044007P173	DL	P65.pdf	Point (385567 4744391)	210
044007P174	DL	P66.pdf	Point (385762 4744297)	200
044007P175	SPT	P67.pdf	Point (381447 4749328)	292
044007P176	HVSR	Sism 39.pdf	Point (385352 4745245)	134
044007P177	HVSR	Sism 40.pdf	Point (383930 4742790)	708
044007P178	HVSR	Sism 41.pdf	Point (394505 4745387)	56
044007P179	HVSR	Sism 42.pdf	Point (392652 4745167)	62
044007P180	HVSR	Sism 43.pdf	Point (387956 4744606)	113
044007P181	SS	P181SS.pdf	Point (388973.68911518336972222 4746077.61005969811230898)	196
044007P182	SS	P182SS.pdf	Point (383970.54325783834792674 4746287.22427737526595592)	145
044007P183	DS	P183DS.pdf	Point (385890.01182035158853978 4745592.85040521156042814)	166
044007P184	HVSR	P184HVSR.pdf	Point (385917.40836640540510416 4745616.78240345977246761)	168
044007P185	SS	P185SS.pdf	Point (384946.29864032019395381 4745379.11544701922684908)	145
044007P186	HVSR	P186HVSR.pdf	Point (384983.39224228501552716 4745227.52523060236126184)	145
044007P187	HVSR	P187HVSR.pdf	Point (384743.01943889446556568 4745628.70777568966150284)	144
044007P188	DH	P188SSDH.pdf	Point (385172.79380837403004989 4746356.75098731089383364)	145

Ex-novo

ID_SPU	Tipo_ind	Doc_ind	Wkt_geom (x y)	Quota_slm
044007P189	SS, SPT e DH	P189SS.pdf	Point (387000.19427071447717026 4745405.10381675511598587)	141
044007P190	SS, SPT e DH	P190SS.pdf	Point (384985.04507058026501909 4744884.70573601592332125)	176
044007P191	HVSR	P191.pdf	Point (382060.26107200956903398 4745373.79086115397512913)	197
044007P192	HVSR	P192.pdf	Point (382030.65510120283579454 4745715.12223498895764351)	160
044007P193	HVSR	P193.pdf	Point (383328.32015329512069002 4745726.94435366149991751)	151
044007P194	HVSR	P194.pdf	Point (383765.19333177845692262 4745480.7755815964192152)	154
044007P195	HVSR	P195.pdf	Point (382539.16476488602347672 4746225.34206484630703926)	175
044007P196	HVSR	P196.pdf	Point (383406.97643636271823198 4746530.49573001265525818)	175
044007P197	HVSR	P197.pdf	Point (384129.69761089497478679 4746131.5368055971339345)	143
044007P198	HVSR	P198.pdf	Point (383041.69321791979018599 4746121.70551116298884153)	152
044007P199	HVSR	P199.pdf	Point (385058.68770717963343486 4746423.66870035137981176)	144
044007P200	HVSR	P200.pdf	Point (383367.90223255287855864 4745351.84451341070234776)	210
044007P201	HVSR	P201.pdf	Point (383535.5825748378993012 4745282.46910472307354212)	178
044007P202	HVSR	P202.pdf	Point (383898.05937625101068988 4745179.1447132583707571)	172
044007P203	HVSR	P203.pdf	Point (388623.48548364464659244 4746923.04834596440196037)	228
044007P204	HVSR	P204.pdf	Point (389103.46217610617168248 4745871.07679903786629438)	195

044007P205	HVSR	P205.pdf	Point (388809.72256750171072781 4746532.91115119494497776)	215
044007P206	HVSR	P206.pdf	Point (389117.9466746742837131 4745279.84687274601310492)	85
044007P207	HVSR	P207.pdf	Point (389737.75703496229834855 4744604.18838811293244362)	86
044007P208	HVSR	P208.pdf	Point (390482.57121503009693697 4744473.33844554703682661)	77
044007P209	HVSR	P209.pdf	Point (387239.30575400486122817 4745424.98336768802255392)	151
044007P210	HVSR	P210.pdf	Point (386565.44686280481982976 4744718.66450870875269175)	120
044007P211	HVSR	P211.pdf	Point (388295.83431640279013664 4744257.77659087534993887)	112
044007P212	HVSR	P212.pdf	Point (387017.69110792141873389 4745404.64255968574434519)	144
044007P213	HVSR	P213.pdf	Point (384976.21492249681614339 4744890.99667437374591827)	174
044007P214	HVSR	P214.pdf	Point (384531.62399922881741077 4745853.32130074873566628)	141
044007P215	HVSR	P215.pdf	Point (384825.68642426782753319 4745794.61586198583245277)	142
044007P216	HVSR	P216.pdf	Point (389002.44970362761523575 4745464.36250657960772514)	96
044007P217	HVSR	P217.pdf	Point (388601.02160123694920912 4744972.80640822649002075)	97
044007P218	HVSR	P218.pdf	Point (388870.09241487219696864 4746794.5174994995428324)	224
044007P219	HVSR	P219.pdf	Point (388955.81667018181178719 4746469.87321790121495724)	212
044007P220	HVSR	P220.pdf	Point (388892.11878806934691966 4744550.45962872635573149)	107
044007P221	HVSR	P221.pdf	Point (389636.63860688050044701 4744971.96126228105276823)	84
044007P222	HVSR	P222.pdf	Point (389606.9416043689702941 4744390.63927175756543875)	88
044007P223	HVSR	P223.pdf	Point (390704.9054655836080201 4744657.70606767851859331)	76
044007P224	HVSR	P224.pdf	Point (384747.52227455348474905 4744909.73790896870195866)	173

8.1.2 INDAGINI LINEARI

Progresso

ID_SLN	Tipo_ind	doc_ind	wkt_geom (A x y, B x y)	Aquota	Bquota
044007L1	SR	Sism 3.pdf	LineString (382886.52416804153472185 4746019.88959243521094322, 382896.9453640473075211 4746000.51438472513109446)	155	155
044007L2	SR	Sism 4.pdf	LineString (383026.52668746095150709 4746146.51137048937380314, 383055.61538211442530155 4746162.09494656696915627)		
044007L3	SR	Sism 5 - S 5.pdf	LineString (387436.32625438179820776 4745329.43006457574665546, 387501.32625438179820776 4745329.43006457574665546)	131	131
044007L4	SR	Sism 7.pdf	LineString (383221.25346824992448092 4746169.8442788440734148, 383239.2006191797554493 4746188.65650288853794336)	148	148
044007L5	SR	S 26 - Sism 11 - P 20.pdf	LineString (384621.1145356553606689 4745065.85821263957768679, 384619.39248498482629657 4745038.91318449936807156)	165	165
044007L6	SR	Sism 12 - P 22.pdf	LineString (385079.26805666973814368 4744879.96959141921252012, 385102.27164364838972688 4744856.30875909794121981)		164
044007L7	SR	Sism 13.pdf	LineString (387958.34242526581510901 4744999.06852484028786421, 387960.92163452412933111 4744927.3989937175065279)	112	112
044007L8	SR	S 47 - Sism 14.pdf	LineString (382403.86452106665819883 4745582.6957137081772089, 382410.5224830387160182 4745550.37433467898517847)	165	165
044007L9	SR	Sism 17.pdf	LineString (382589.12735905963927507 4746746.74405957013368607, 382575.99537423951551318 4746716.50283363554626703)		
044007L10	SR	Sism 19 - P 34.pdf	LineString (383526.31173106329515576 4743561.02465037256479263, 383563.81173106329515576 4743561.02465037256479263)	375	375
044007L11	SR	Sism 20 - P 36.pdf	LineString (383296.0882785227149725 4744958.05013883765786886, 383412.26663978723809123 4744928.00703024491667747)	175	
044007L12	SR	P 41 - Sism 24.pdf	LineString (388121.699372798204422 4745034.40918263699859381, 388154.69471309753134847 4745033.85463910177350044)		
044007L13	SR	Sism 25.pdf	LineString (390552.35495070088654757 4744455.6304573118686676, 390577.65943565452471375 4744406.79724073503166437)		
044007L14	SR	S 95 - Sism 27.pdf	LineString (395020.37289883242920041 4745746.30029672384262085, 395027.46333766123279929 4745714.07102932222187519)		
044007L15	SR	Sism 28.pdf	LineString (395007.65591560769826174 4745589.67799101211130619, 395034.75705694826319814 4745541.81852864567190409)		
044007L16	SR	S 79 - Sism 29.pdf	LineString (382997.254773766733706 4746253.21133347414433956, 382998.89005658123642206 4746298.18161088135093451)	158	158
044007L17	SR	P42-Sisma30.pdf	LineString (389046.16797594120725989 4746269.43721823766827583, 389079.04462741874158382 4746266.58664152026176453)		
044007L18	SR	S104-Sisma31.pdf	LineString (384088.56960310321301222 4742744.36024665087461472, 384059.77106023672968149 4742728.24677623715251684)	705	705

044007L19	SR	P45-Sism32.pdf	LineString (385461.03909132024273276 4743972.91076045576483011, 385455.4617308578453958 4744005.43602832965552807)	255	255
044007L20	SR	Sism 36.pdf	LineString (381357.09000000031664968 4749542.62000000011175871, 381271.71504636947065592 4749458.29255907703191042)	295	295
044007L21	MASW	L21MASW.pdf	LineString (384907.61246452294290066 4745830.23407963290810585, 384931.88924776547355577 4745837.4116134149953723)	141	141
044007L22	MASW	L22MASW.pdf	LineString (383981.96178787772078067 4746296.320929198525846, 384011.48547982238233089 4746319.24665580317378044)	145	145
044007L23	MASW	L23MASW.pdf	LineString (383958.91584909392986447 4746265.74549090396612883, 383985.82593857904430479 4746291.66902403347194195)	145	145
044007L24	MASW	L24MASW.pdf	LineString (383487.88825607299804688 4746315.79830431006848812, 383489.50819105096161366 4746291.71818698663264513)	148	148
044007L25	MASW	L25MASW.pdf	LineString (385268.47493343817768618 4745641.99046892486512661, 385284.45641335484106094 4745675.71983489580452442)	136	136

Ex-novo

ID_SLN	Tipo_ind	doc_ind	wkt_geom (A x y, B x y)	Aquota	Bquota
044007L26	MASW	L26MASW.pdf	LineString (382577.92295682796975598 4745575.92732275743037462, 382621.74981578119331971 4745603.91314835380762815)	162	162
044007L27	MASW	L27MASW.pdf	LineString (383931.98444170702714473 4746129.50943215284496546, 383935.07854211470112205 4746175.40525486785918474)	143	143
044007L28	MASW	L28MASW.pdf	LineString (384290.75277626613387838 4746116.02458893414586782, 384336.43916646623983979 4746110.66233656369149685)	140	140
044007L29	MASW	L29MASW.pdf	LineString (384155.72620170685695484 4745538.17327533103525639, 384201.70094856357900426 4745539.69730008859187365)	152	152
044007L30	MASW	L30MASW.pdf	LineString (384759.94170904695056379 4745405.00648924894630909, 384805.91374646290205419 4745406.61016497202217579)	148	148
044007L31	MASW	L31MASW.pdf	LineString (385592.81697031029034406 4746143.65701083373278379, 385603.57881704444298521 4746194.53119539562612772)	156	156
044007L32	MASW	L32MASW.pdf	LineString (387000.30108632508199662 4745435.96273928135633469, 387036.71631495206383988 4745407.85702591110020876)	143	143
044007L33	MASW	L33MASW.pdf	LineString (384786.13545907352818176 4744850.43982201907783747, 384847.27785212238086388 4744882.41806106176227331)	170	170
044007L34	MASW	L34MASW.pdf	LineString (387526.55733686021994799 4745803.73357298783957958, 387534.32271955360192806 4745849.07338806893676519)	153	154
044007L35	MASW	L35MASW.pdf	LineString (387394.85271433205343783 4744291.63982144463807344, 387371.78231429308652878 4744331.43626151233911514)	128	126
044007L36	MASW	L36MASW.pdf	LineString (388851.58729526406386867 4746728.33986633643507957, 388837.16810797166544944 4746772.02152195759117603)	220	221
044007L37	MASW	L37MASW.pdf	LineString (389069.45375599042745307 4744520.03503551613539457, 389115.14471078192582354 4744525.3582535507157445)	107	107
044007L38	MASW	L38MASW.pdf	LineString (390520.09389419393846765 4744691.60216893814504147, 390474.15976010955637321 4744689.14141175430268049)	77	77

8.2 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI (CFF)

Nella Carta delle frequenze di risonanza fondamentali, i punti di misura del rumore ambientale vengono rappresentati sulla base topografica con cerchi di colore e grandezza differenti per rendere immediatamente leggibili i valori di F0 (un diverso colore per ogni intervallo di frequenza in Hertz) e le rispettive Ampiezze A0 del picco H/V (un diametro crescente all'aumentare delle ampiezze).

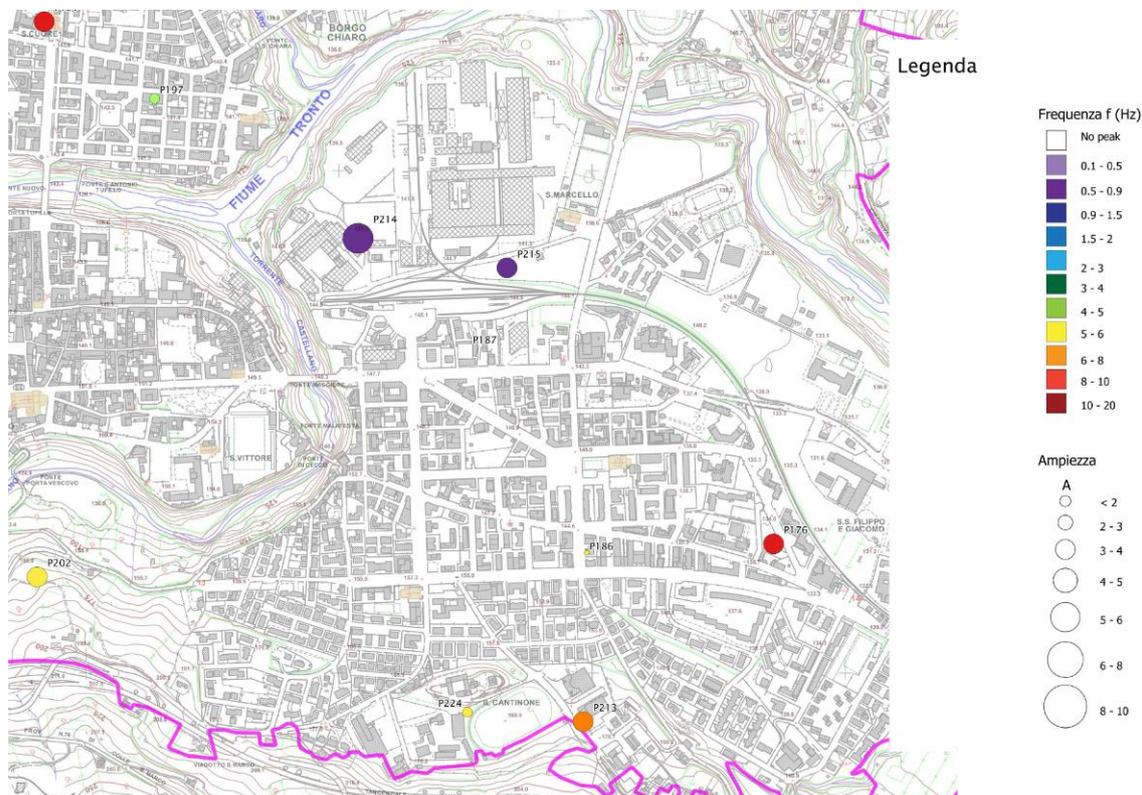


Figura 26: Stralcio della Carta delle frequenze naturali dei terreni e relativa legenda.

I valori illustrati nella carta sovrastante vengono di seguito riportati per tutte le misura HVSR in possesso, sia pregresse che eseguite ex-novo.

Name	F0	A0	F1	A1
044007P2	8.44	3.4		
044007P3	0	0		
044007P10	6.88	4.51		
044007P15	9.66	2.33		
044007P16	2	2.5		
044007P23	14.06	2.4		
044007P116	0	3.2		
044007P117	4.19	4		
044007P119	3.13	3.03		
044007P120	3	2.51		
044007P121	13.91	4.8		
044007P136	3.75	3.6		
044007P137	2.63	4.2		
044007P138	2.38	5		
044007P139	5.63	1.5		
044007P176	14.94	4.1		
044007P177	18.44	7		
044007P178	0	0		
044007P179	4.22	3.7		

Name	F0	A0	F1	A1
044007P197	5.429	2.511		
044007P198	0	4.831		
044007P199	0.9	3.233		
044007P200	4.044	4.092		
044007P201	4.084	2.616		
044007P202	6.068	4.613		
044007P203	6.188	3.115		
044007P204	5.557	2.37		
044007P205	4.097	2.9	4.1	2.8
044007P206	3.989	3.234		
044007P207	4.832	3.154		
044007P208	1.406	2.972	4.5	2.5
044007P209	0	0		
044007P210	14.652	3.349		
044007P211	8.559	2.61		
044007P212	6.092	2.472		
044007P213	8.175	4.099		
044007P214	1.004	7.216		
044007P215	1.052	4.359		

Name	F0	A0	F1	A1
044007P180	12.41	2.1		
044007P184	6.25			
044007P186	6.8			
044007P187	0	0		
044007P191	2.899	4.908		
044007P192	15.783	1.987		
044007P193	18.219	2.39		
044007P194	10.708	2.595		
044007P195	5.088	3.148		
044007P196	6.205	2.698		

Name	F0	A0	F1	A1
044007P216	3.332	4.804		
044007P217	5.345	2.82		
044007P218	6.693	2.999		
044007P219	4.162	3.276		
044007P220	0	0		
044007P221	3.115	2.145		
044007P222	3.268	2.428		
044007P223	3.536	2.982		
044007P224	6.869	2.762		

8.3 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MS (CGT_MS)

La Carta Geologico-Tecnica contiene le informazioni geologiche, geomorfologiche, litotecniche ed idrogeologiche, necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e delle aree omogenee in prospettiva sismica. L'elaborato prodotto è stato realizzato alla scala 1:5.000 a partire dalla Carta Geologico-Tecnica realizzata per lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, a sua volta basata sulla Carta Geologica della Regione Marche in scala 1:10.000 e sulla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 Foglio 133-134 "Ascoli Piceno - Giulianova", integrate da quelle del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) interregionale del Fiume Tronto, Tavole 10/05, 10/06, 10/12, 10/13, 10/14, 10/15, 10/21, 10/22, 10/23, 10/29, 10/30.

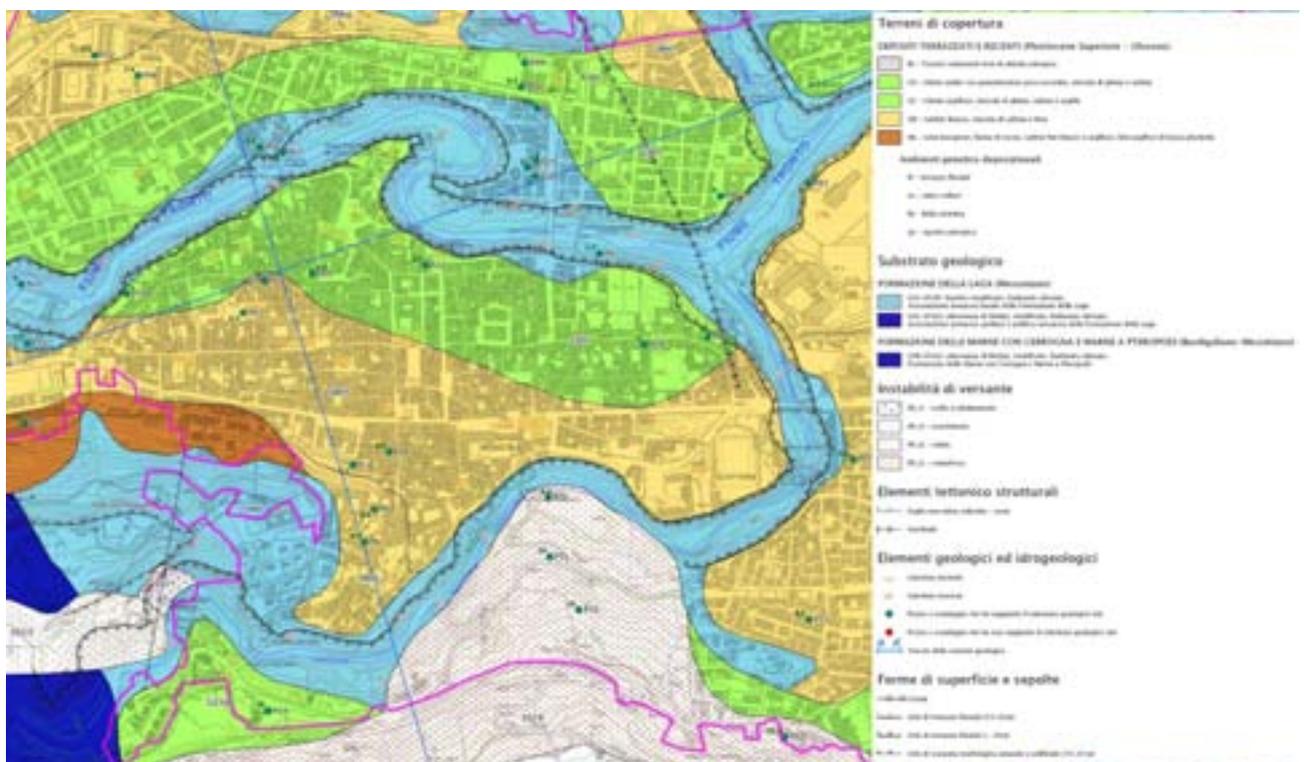


Figura 27: Carta Geologico-Tecnica e relativa legenda.

Dalla sovrapposizione delle aree in frana definite nella cartografia regionale con quelle individuate dal PAI del F. Tronto e dall'IFFI (che, come detto precedentemente, coincidono), è scaturita una perimetrazione risultante delle aree instabili relativa a zone specifiche sui versanti Nord Ovest e Sud Ovest del territorio del capoluogo e nella zona della frazione di Poggio di Bretta.

Oltre alle zone instabili, l'area di studio è contraddistinta da diverse unità geologiche riportate in carta con differenti tonalità di colore (vds. Figura 27). Esse sono distinte in substrato geologico e terreni di copertura. Il primo corrisponde al substrato sismico classificato cautelativamente come non rigido, mentre i secondi rappresentano i depositi continentali e di transizione quaternari.

8.3.1 SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE

Le sezioni geologiche sono normalmente inserite all'interno della Carta Geologico-Tecnica. L'estensione del territorio comunale analizzato nella sua interezza, ha però reso poco conveniente ai fini della praticità tale soluzione. È stato pertanto prodotto questo allegato aggiuntivo in cui sono riportate le 4 sezioni geologiche eseguite per lo studio in oggetto. La tavola evidenzia, oltre che gli spessori relativi delle unità geologiche individuate, i risultati di alcune delle indagini geofisiche intercettate nei profili.

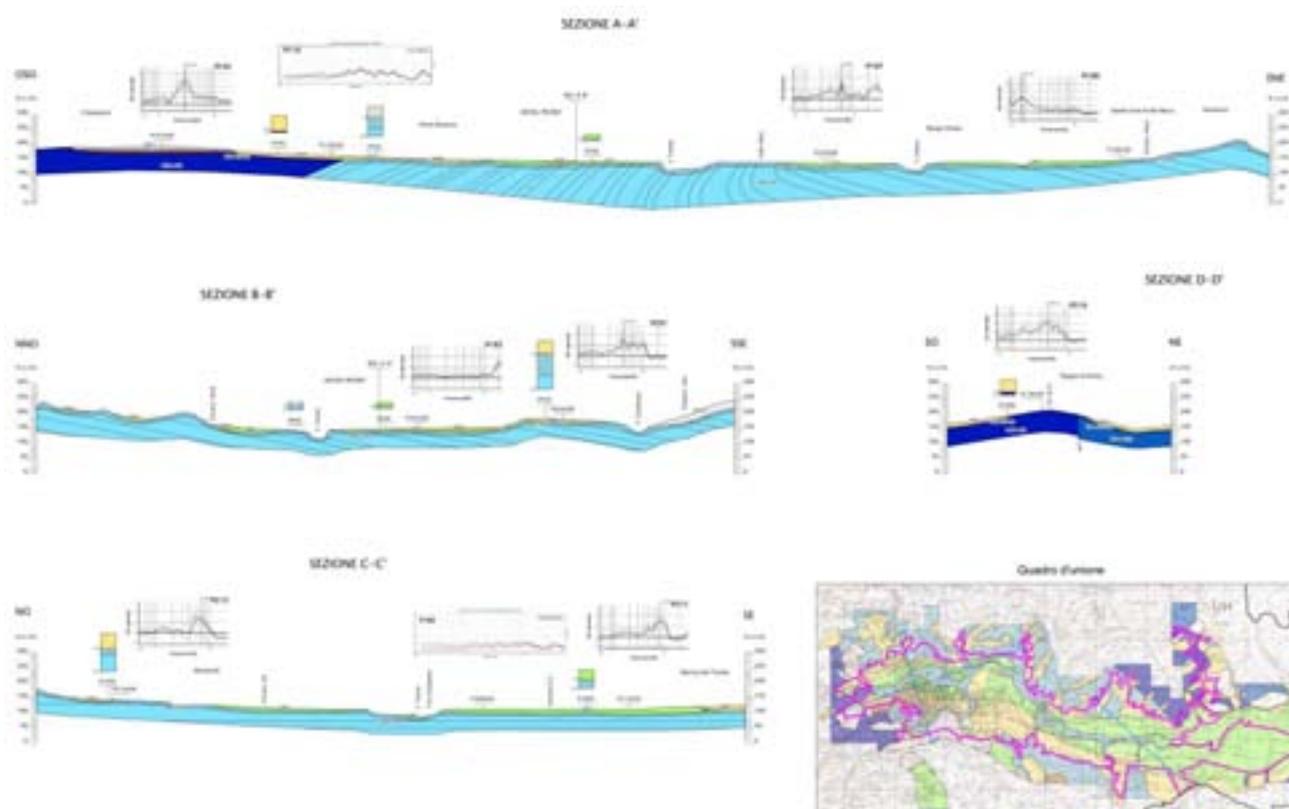


Figura 28: Sezioni Geologico-Tecniche.

8.4 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, realizzata alla scala 1:5.000, è finalizzata ad una suddivisione dell'area investigata in parti diversamente colorate sulla base della differente risposta sismica locale. La carta individua quindi le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici (si sottolinea che si tratta di dati pregressi, già disponibili per l'area), è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.).

Secondo gli Indirizzi e Criteri per redazione della carta di Microzonazione Sismica è prevista la classificazione in tre categorie:

1. Zone Stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura per la presenza di un substrato geologico rigido in affioramento su una morfologia pianeggiante o poco inclinata (pendii con inclinazione inferiore a 15°);
2. Zone Stabili suscettibili di Amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
3. Zone di Attenzione per instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto); i principali tipi di instabilità sono: instabilità di versante, liquefazione, faglie attive e capaci e cedimenti differenziali o crolli per cavità sotterranee.

Uno stralcio dello studio suddetto è riprodotto nella Figura 29 in cui si evidenziano le singole MOPS rappresentate ognuna da un colore differente. Alla cartografia sono stati quindi sovrapposti i punti di misurazione del rumore ambientale con l'indicazione della frequenza fondamentale F_0 per una più immediata lettura.

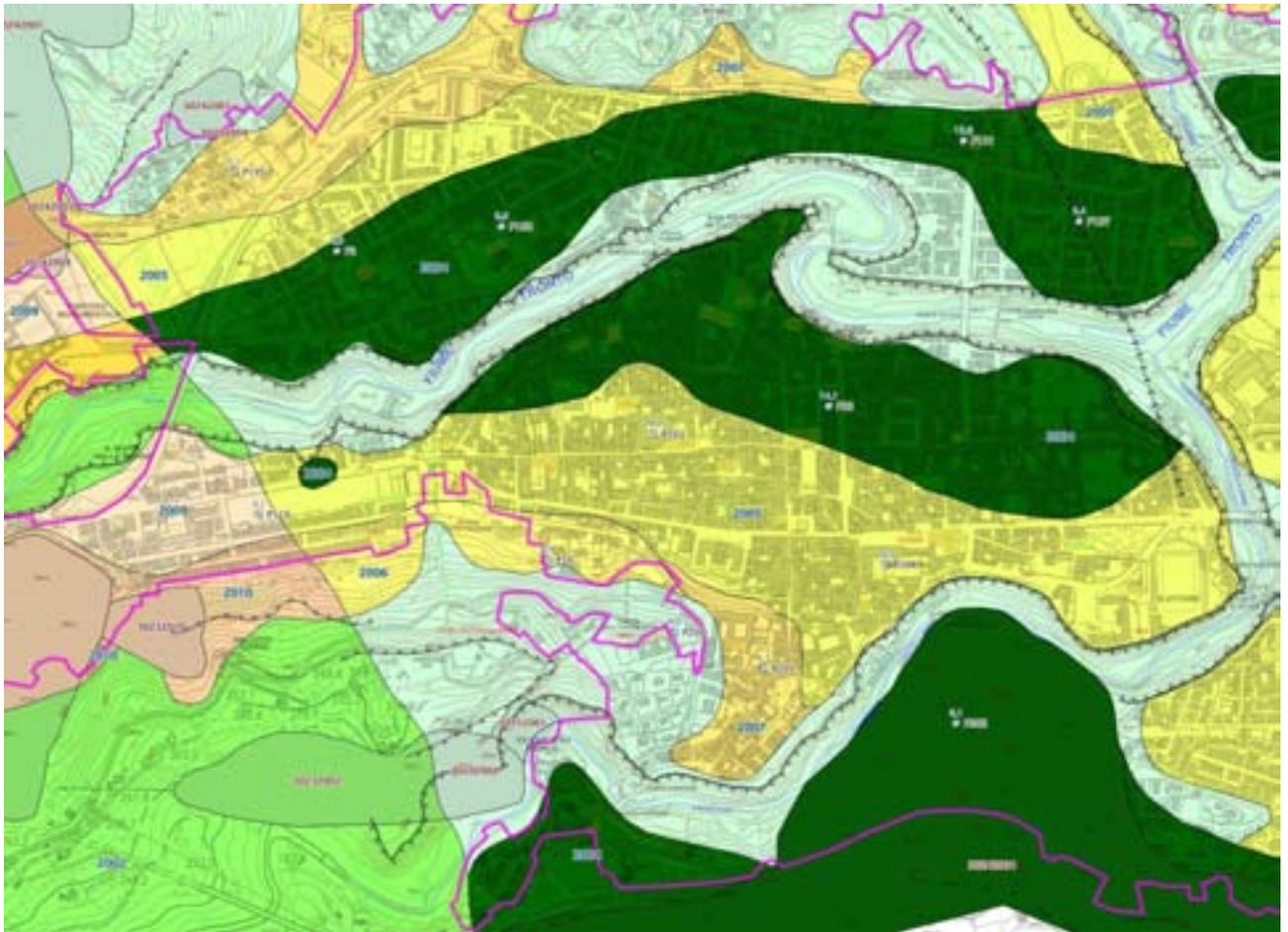


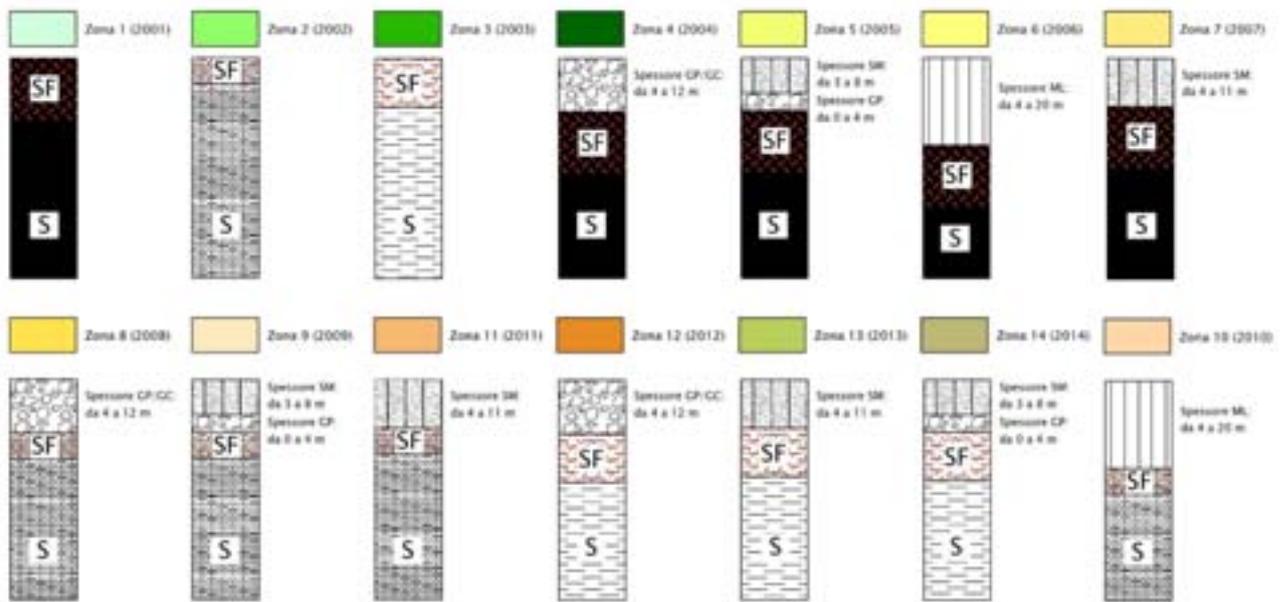
Figura 29: Miniatura della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

Delle categorie previste nella classificazione delle MOPS, nel territorio comunale di Ascoli Piceno non sono presenti Zone Stabili in quanto il substrato geologico corrispondente alle Marne con Cerrognana, alle Associazioni arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea della Laga e alle Argille Azzurre pleistoceniche, per le sue caratteristiche reologiche non è stato considerato sufficientemente rigido da garantire una velocità delle onde di taglio $V_s > 800$ m/s. Per quanto concerne invece il substrato prettamente arenaceo classificato come LPS, benché in alcune zone è stato considerato sufficientemente rigido da attribuirgli il ruolo di substrato sismico, affiorando quasi sempre su pendii scoscesi e scarpate verticali, come quella lungo il corso del F. Tronto, è stato anch'esso considerato suscettibile di amplificazione per effetti topografici.

Si distinguono pertanto microzone appartenenti alle sole categorie 2 e 3 di seguito descritte.

8.4.1 ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

Zone Stabili suscettibili di Amplificazioni locali



Litologia dei terreni di copertura



Zone di attenzione per instabilità



Litologia del substrato geologico



Punto di misura di rumore ambientale



Forme di superficie e sepolte



Confini amministrativi



Figura 30: Zone Stabili suscettibili di Amplificazione sismica definite per il Comune di Ascoli Piceno.

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali del territorio sono le aree che risultano stabili ma che potrebbero manifestare amplificazioni del moto sismico. Nel territorio comunale ne sono state individuate 14 definite in funzione dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale e in considerazione di spessori dei terreni di copertura superiori a 3 m.

La Figura 30 visualizza tutte le Zone Stabili suscettibili di Amplificazioni locali individuate per il comune di Ascoli Piceno e rappresentate negli elaborati cartografici denominati "*Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*"; di seguito si effettua la descrizione della litologia, dell'ambiente di formazione e degli spessori per ciascuna di esse.

La **Zona 1 (codice 2001)** rappresenta le aree in cui affiora il substrato geologico costituito dall'associazione arenacea della Formazione della Laga integra (LPS) con una parte fratturata/alterata superficiale per uno spessore che va da 8 a 14 metri (SFLPS). Tale MOPS si rinviene nella parte centrale dell'area in studio, lungo le scarpate del Fiume Tronto e sulle zone di cresta e di versante più acclivi.

La **Zona 2 (codice 2002)** rappresenta le aree in cui affiora il substrato geologico costituito dalle Marne con Cerrognana (ALS), ad Ovest rispetto alla città di Ascoli Piceno nell'intorno del Cimitero Monumentale e del Torrente Castellano a Sud, e dall'associazione arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea della Formazione della Laga che si rinviene tra la zona di Monticelli alto e la frazione di Poggio di Bretta (ALS). Tali formazioni presentano una parte fratturata/alterata per uno spessore di circa 6 metri (SFALS).

La **Zona 3 (codice 2003)** rappresenta le aree in cui affiora il substrato geologico costituito dalle Argille Azzurre pleistoceniche affioranti all'estremità nord-orientale dell'area in esame (COS) con sovrastante una parte fratturata/alterata di spessore variabile da 8 a 11 metri (SFCOS).

La **Zona 4 (codice 2004)** riguarda esclusivamente i depositi ghiaiosi del terrazzo di 3° ordine del F. Tronto (GP/GC), che si sviluppano principalmente attorno alle sponde rocciose dell'asta fluviale, sovrastanti le arenarie della Formazione della Laga (SFLPS e LPS). Il loro spessore varia dai 4 ai 12 m circa.

La **Zona 5 (codice 2005)** riguarda i depositi sabbiosi e ghiaiosi (SM e GP) del "Terrazzo Ascoli" sovrastanti la *facies* arenacea della Formazione della Laga (SFLPS e LPS), ed interessano la maggior parte dell'abitato nonché, verso Est, la parte meridionale dell'area a sviluppo industriale. Alla base si rinviene spesso un limitato spessore di ghiaie variabile da 0 a 4 metri, mentre le sabbie sovrastanti oscillano tra un minimo di 3 e un massimo di 8 metri di spessore.

La **Zona 6 (codice 2006)** riguarda i depositi limoso-argillosi colluviali (ML) sovrastanti le arenarie litiche della Laga (SFLPS e LPS). Si rinvencono solo a Sud di Porta Romana e della Zona Industriale Castagneti ed hanno uno spessore piuttosto elevato variabile da 4 a 20 metri.

La **Zona 7 (codice 2007)** comprende le sabbie limose (SM) sovrastanti il substrato classificato come SFLPS e LPS. Sono presenti principalmente nella parte settentrionale del territorio in località Monte Rocco e nelle vallecole in cui si sviluppa l'abitato di Monticelli alto. La loro consistenza è stata stimata dai 4 agli 11 metri.

La **Zona 8 (codice 2008)** riguarda esclusivamente i depositi ghiaiosi del terrazzo di 3° ordine del F. Tronto (GP/GC), che si sviluppano principalmente attorno alle sponde rocciose dell'asta fluviale, sovrastanti le Marne con Cerrognana ad Ovest e, ad Est, le arenaceo-pelitiche e pelitico-arenaceo della Formazione della Laga

(SFALS e ALS). Si localizzano in corrispondenza della zona cimiteriale le prime e dell'are industriale di Campolungo le seconde. Il loro spessore varia dai 4 ai 12 m circa.

La **Zona 9 (codice 2009)** riguarda i depositi sabbiosi e ghiaiosi (SM e GP) del "Terrazzo Ascoli" sovrastanti le Marne con Cerrognana e le *facies* arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea della Formazione della Laga (SFALS e ALS). Interessano ad Ovest la porzione settentrionale del Cimitero Monumentale e la parte occidentale del quartiere di Porta Romana, mentre ad Est si rinvencono a Nord e a Sud del terrazzo alluvionale della zona industriale di Campolungo. Alla base si rinviene spesso un limitato spessore di ghiaie variabile da 0 a 4 metri, mentre le sabbie sovrastanti oscillano tra un minimo di 3 e un massimo di 8 metri di spessore.

La **Zona 10 (codice 2010)** riguarda i depositi limoso-argillosi colluviali (ML) sovrastanti le Marne con Cerrognana (SFALS e ALS). Si rinvencono solo a Sud di Porta Romana ed hanno uno spessore piuttosto elevato variabile da 4 a 20 metri.

La **Zona 11 (codice 2011)** comprende le sabbie limose (SM) sovrastanti il substrato classificato come SFALS e ALS. Sono presenti principalmente nella parte settentrionale del territorio sul versante Ovest di Monte Rocco e sugli impluvi sud-orientali ubicati tra Monticelli alto e Poggio di Bretta. La loro consistenza è stata stimata dai 4 agli 11 metri.

La **Zona 12 (codice 2012)** riguarda esclusivamente i depositi ghiaiosi del terrazzo di 3° ordine del F. Tronto (GP/GC) sovrastanti le Argille Azzurre plio-pleistoceniche (SFCOS e COS) e si localizzano esclusivamente a Sud-Est del Villaggio dei Ragazzi (Villaggio del Fanciullo). Il loro spessore varia dai 4 ai 12 m circa.

La **Zona 13 (codice 2013)** comprende le sabbie limose (SM) sovrastanti il substrato classificato come SFCOS e COS. Sono presenti principalmente lungo il versante orientale della Frazione Poggio di Bretta. Non ci sono indagini di riferimento ma, per corrispondenza con situazioni analoghe, anche ad esse viene attribuito uno spessore tra i 4 e gli 11 metri.

La **Zona 14 (codice 2014)** riguarda i depositi sabbiosi e ghiaiosi (SM e GP) del "Terrazzo Ascoli" sovrastanti le Argille Azzurre (SFCOS e COS) che si rinvencono esclusivamente nell'area del Villaggio dei Ragazzi. Alla base si rinviene spesso un limitato spessore di ghiaie variabile da 0 a 4 metri, mentre le sabbie sovrastanti oscillano tra un minimo di 3 e un massimo di 8 metri di spessore.

8.4.2 ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ (ZA)

Le zone di attenzione per instabilità rappresentano le porzioni di territorio in cui gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio. Delimitano pertanto tutte quelle aree che manifestano, hanno manifestato, o potrebbero manifestare, instabilità di vario genere.

Le frane evidenziate nel territorio di Ascoli Piceno hanno principalmente un codice che le classifica come quiescenti: nell'area a Nord-Ovest, presso il versante Sud di Monte Rocco si hanno principalmente

fenomeni complessi (3024) il più esteso dei quali dalla cima dell'altura progradata fino ad incombere sopra la zona cimiteriale; in quella Sud-Ovest si hanno fenomeni di colata (3023) impostati sulle litologie limoso-argillose rinvenute in zona Monteverde (il Salvatore). L'unica zona di attenzione definita attiva è quella di crollo, anche recente, in corrispondenza della Cartiera Papale (3013).

Nell'ambito comunale, il fenomeno gravitativo più esteso, definito dal PAI di tipo quiescente (3024), è quello che interessa il versante meridionale del Colle San Marco in corrispondenza di Porta Torricella, con un'estensione laterale che va da Porta Cartara fino alla zona Pennile.

Nell'area centrale del capoluogo non si rinvencono eventi rilevanti anche in considerazione del fatto che ci troviamo in una zona pressoché pianeggiante; uniche manifestazioni di instabilità sono piccoli crolli lungo porzioni limitate della scarpata rocciosa su alcuni tratti dell'asta fluviale (3011).

Altre zone di attenzione di tipo colata attiva (3013) sono state segnalate sui versanti del crinale della frazione Poggio di Bretta dove si rinvencono anche aree calanchive. Un'estesa fascia ad instabilità quiescente (3023) interessa il versante sud-orientale dello stesso abitato e si estende per tutta la lunghezza fino a raggiungere il sottostante Fosso Riccione.

8.5 CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA (MS) DI LIVELLO 3

Le Carte di Microzonazione Sismica, realizzate alla scala 1:5.000, costituiscono l'atto conclusivo del presente studio e sono finalizzate ad una suddivisione dell'area investigata in parti diversamente colorate sulla base della differente risposta sismica locale espressa come Fattore di Amplificazione (vds. Figura 31).

Essa si suddivide in 3 differenti cartografie in quanto gli effetti suddetti vengono calcolati in 3 diversi periodi di riferimento: 0.1-0.5, 0.4-0.8 e 0.7-1.1 s. Ciò sta a significare che per ogni zona con simile comportamento sismico si ottengono 3 distinti fattori di amplificazione dell'accelerazione massima che possono essere anche molto diversi fra loro.



Figura 31: Legenda delle Carte MS3.

8.5.1 PERIODO 0.1–0.5 s

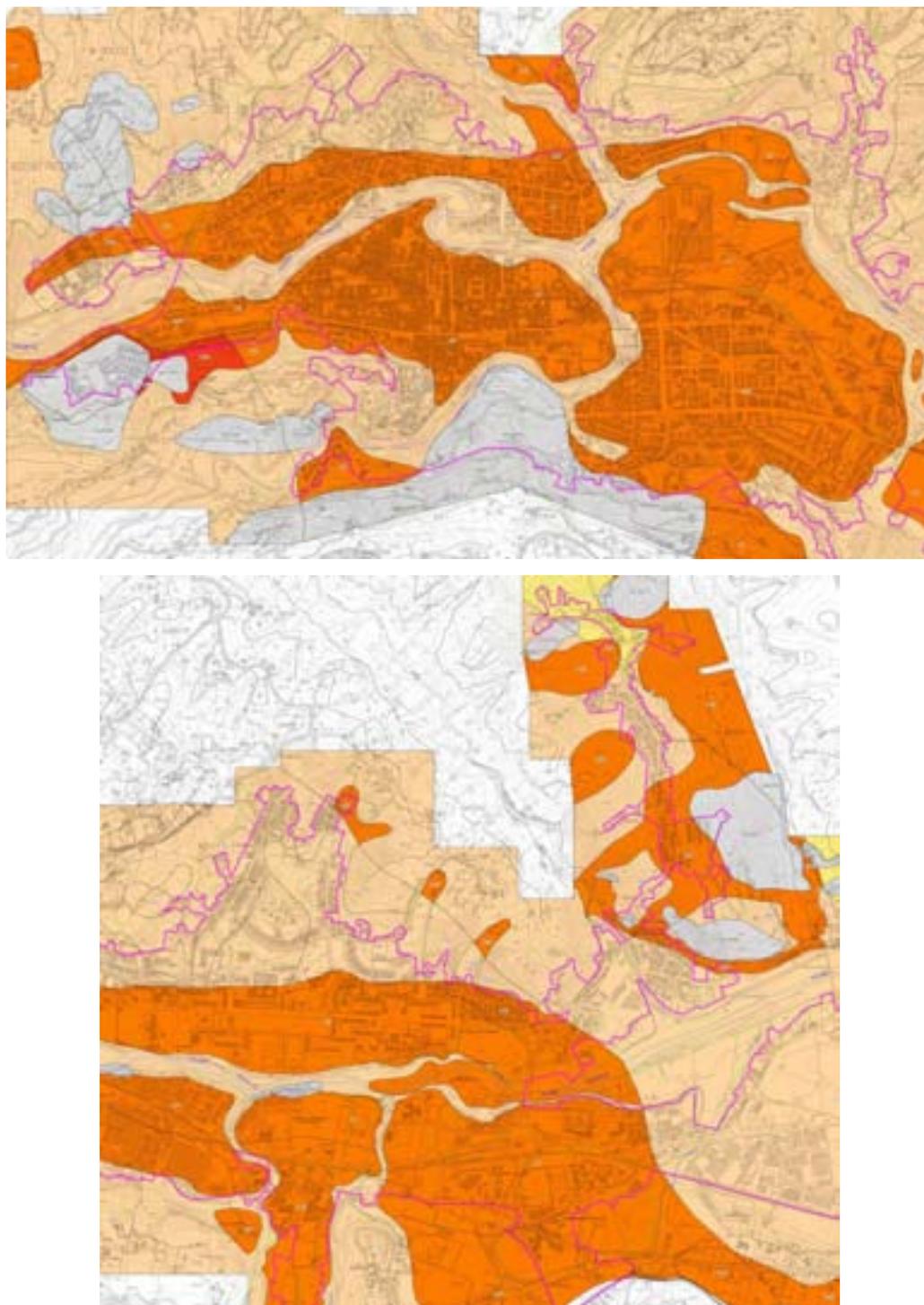


Figura 32: Stralcio delle due Carte di Microzonazione Sismica relative al fattore FA ottenuto nel periodo di riferimento 0.1–0.5 s.

Come si evince dalle figure soprastanti l'amplificazione sismica dell'intero territorio studiato, in questo periodo di riferimento, è piuttosto omogenea e collocabile in un intervallo di medio–bassa entità (1.50–1.80). Quelle con risposta sismica leggermente più alta sono le aree di terrazzo fluviale in cui si sviluppa la città di Ascoli Piceno e le zone di versante del crinale in cui si colloca Poggio di Bretta.

8.5.2 PERIODO 0.4–0.8 s

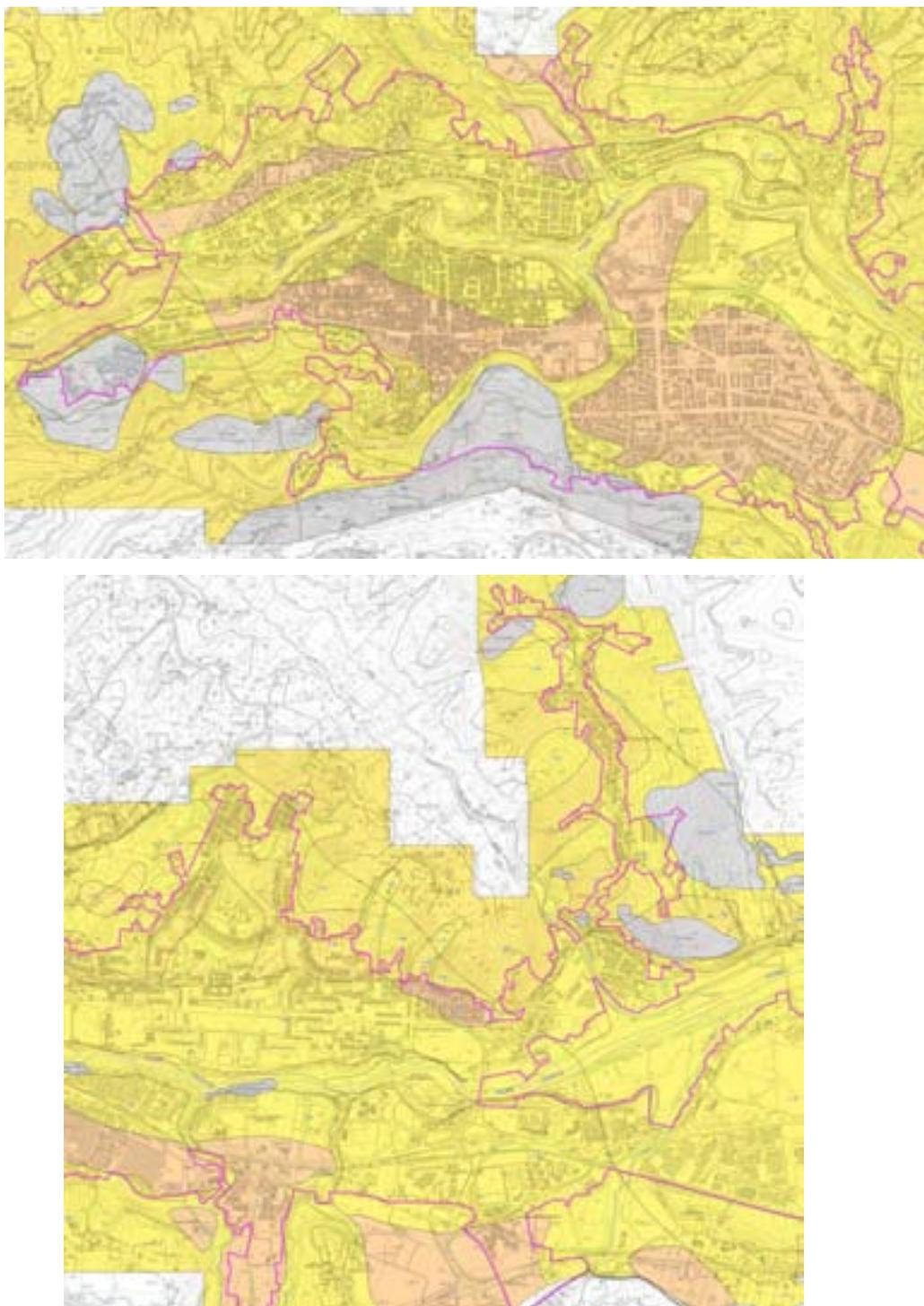


Figura 33: Stralcio delle due Carte di Microzonazione Sismica relative al fattore FA ottenuto nel periodo di riferimento 0.4–0.8 s.

In questo periodo di riferimento si nota come l'amplificazione sismica sia piuttosto contenuta con valori di FA che variano da 1.1 a 1.6. Le zone arancio chiaro che corrispondono ai valori maggiori di questo intervallo si collocano in corrispondenza delle litologie più sabbioso-limose quindi ai margini esterni del terrazzo alluvionale e lungo i versanti meridionali.

8.5.3 PERIODO 0.7-1.1 s

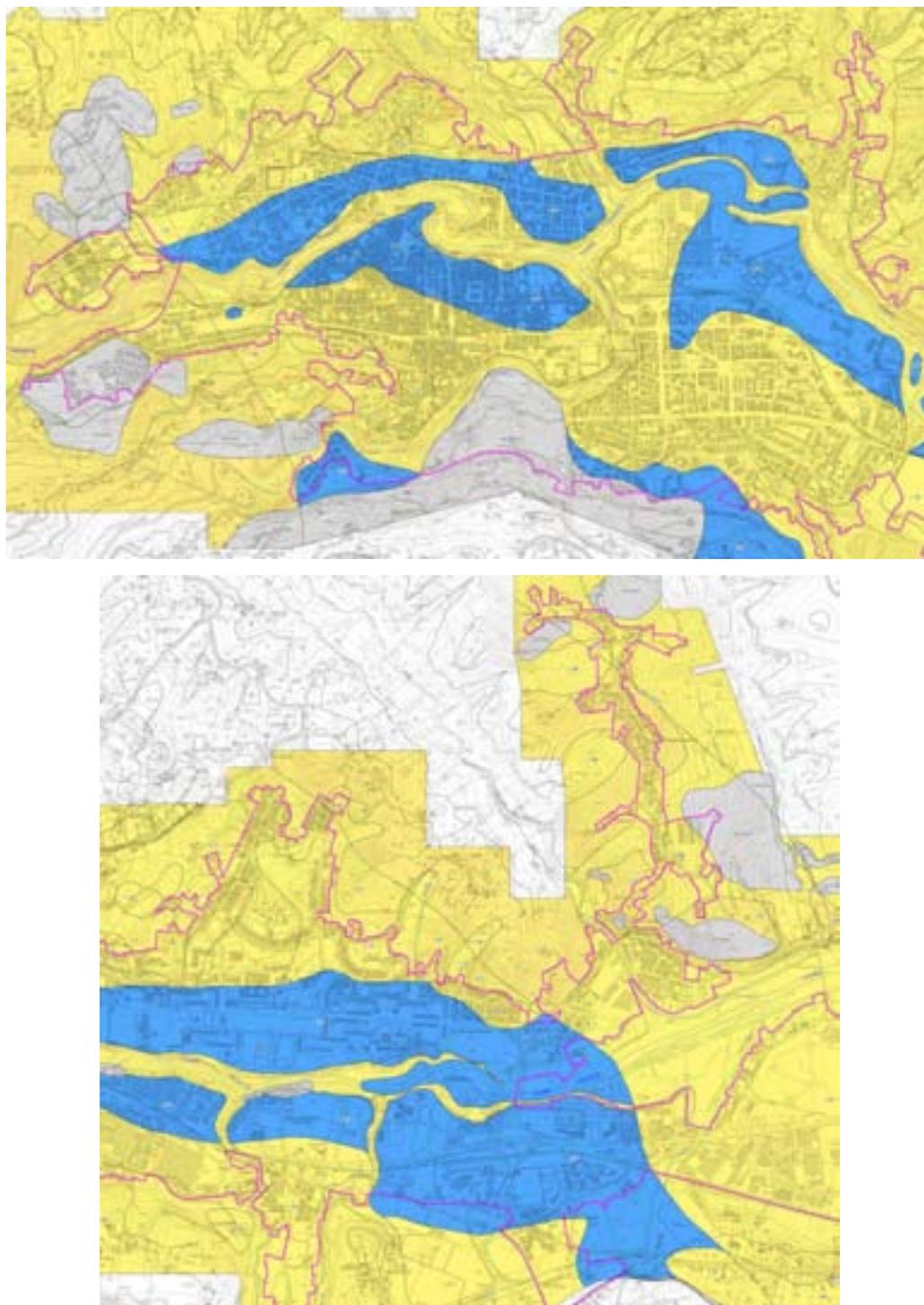


Figura 34: Stralcio delle due Carte di Microzonazione Sismica relative al fattore FA ottenuto nel periodo di riferimento 0.7-1.1 s.

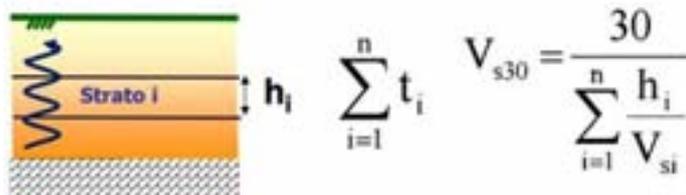
Tale periodo di riferimento è quello che risulta avere un minor fattore di amplificazione con addirittura alcune aree con risposta sismica pari ad 1.00 (zone stabili) attribuibili principalmente a quelle zone di terrazzo in cui prevalgono le ghiaie che probabilmente, in questo *range* di frequenza, producono un maggior smorzamento dell'onda sismica.

Il resto dell'area ha comunque un Fa molto basso che va da un valore di 1.1 ad un massimo di 1.4.

8.5.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E Vs30

Il D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) disciplina la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, oltre alla valutazione della sicurezza e degli interventi di adeguamento su edifici esistenti soggetti al medesimo tipo di azioni. La definizione dell'azione sismica a cui gli edifici sono soggetti è legata alla determinazione di alcuni fattori importanti per l'edificio stesso, tra i quali la classificazione del suolo di fondazione su cui l'edificio verrà costruito.

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, espressa in metri al secondo (m/s), entro i primi 30 m di profondità (Vs30), calcolata mediante la seguente espressione:



$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{si}}}$$

hi = spessore dello strato in metri;

Vi = velocità delle onde di taglio dello strato iesimo, per un totale di "n" strati presenti nei 30 m superiori;

n = numero di strati.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < Cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e Cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Tabella 9: Categorie di sottosuolo definite nella tabella 3.2.II delle NTC 2008.

Per ognuna delle 14 MOPS individuate nel Comune di Ascoli Piceno viene pertanto definita la categoria di sottosuolo in relazione alle Vs30 calcolate sulla base dei modelli elaborati nel paragrafo 7.1.3.

Zona 2001

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	2.00	SM	350.00	538	B
2.00	14.00	SFLPS	450.00		
16.00	10.00	LPS	720.00		
26.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2002

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	3.00	SM	221.00	526	B
3.00	6.00	SFALS	400.00		
9.00	10.00	ALS	680.00		
19.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2003

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	2.00	ML	190.00	466	B
2.00	11.00	SFCOS	370.00		
13.00	10.00	COS	650.00		
23.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2004

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	2.00	GP	210.00	480	B
2.00	7.00	GP	370.00		
9.00	8.00	SFLPS	450.00		
17.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2005

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	1.00	SM	200.00	503	B
1.00	4.00	SM	340.00		
5.00	2.00	GP	370.00		
7.00	9.00	SFLPS	450.00		
16.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2006

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	2.00	ML	190.00	429	B
2.00	7.00	ML	275.00		
9.00	8.00	SFLPS	450.00		
17.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2007

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	5.00	SM	305.00	505	B
5.00	3.00	SM	385.00		
8.00	8.00	SFLPS	450.00		
16.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	2.00	GP	210.00	466	B
2.00	7.00	GP	370.00		
9.00	6.00	SFALS	400.00		
15.00	10.00	ALS	680.00		
25.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2009

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	3.00	SM	200.00	430	B
3.00	4.50	SM	340.00		
7.50	2.50	GP	370.00		
10.00	6.00	SFALS	400.00		
16.00	10.00	ALS	680.00		
26.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2010

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	3.00	ML	190.00	395	B
3.00	7.00	ML	275.00		
10.00	6.00	SFALS	400.00		
16.00	10.00	ALS	680.00		
26.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2011

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	2.00	SM	200.00	433	B
2.00	7.00	SM	300.00		
9.00	6.00	SFALS	400.00		
15.00	10.00	ALS	680.00		
25.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2012

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	3.00	GP	210.00	420	B
3.00	6.00	GP	400.00		
9.00	9.00	SFCOS	370.00		
18.00	10.00	COS	650.00		
28.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Zona 2013

Profondità (m)	Spessore (m)	Litotipo	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria
0.00	2.00	SM	200.00	394	B
2.00	7.00	SM	275.00		
9.00	8.00	SFCOS	370.00		
17.00	10.00	COS	650.00		
27.00	Half-Space	Bedrock	800.00		

Le velocità indicate sono piuttosto sottostimate per le motivazioni specificate nel precedente capitolo al paragrafo 7.1.3, in cui viene indicato anche il perché non viene valutata sismicamente la Zona 2014.

9 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

La distribuzione dei danni per eventi sismici passati come per i più recenti avvenimenti, ha messo in evidenza come le aree del centro abitato più predisposte al danneggiamento sono quelle dei quartieri Piazzarola (soprattutto per questioni di amplificazione topografica), Sant'Emidio (soprattutto per la vulnerabilità degli edifici), e gli edifici posti in adiacenza delle scarpate, molto elevate, lungo i corsi d'acqua principali: F. Tronto, T. Castellano e T. Chiaro.

Dr. Geol. Andrea Cola

10 BIBLIOGRAFIA

- ALBARELLO D., CESI C., EULILLI V., GUERRINI F., LUNEDEI E., PAOLUCCI E., PILEGGI D., PUZZILLI L.M. (2010) – The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26th April 2009 L'Aquila (Italy) earthquake, *Boll. Geofis. Teor. Appl.*
- AA. VV. Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Tronto (PAI) Approvato con [Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 07/06/2006](#)
- AA.VV. – Progetto IFFI – Inventario dei fenomeni franosi in Italia. Realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome
- BARCHI M., GALADINI F., LAVECCHIA G., MESSINA P., MICHETTI A.M., PERUZZA L., PIZZI A., TONDI E., VITTORI E. (2000) – Sintesi delle conoscenze sulle faglie attive in Italia Centrale: parametrizzazione ai fini della caratterizzazione della pericolosità sismica. CNR–Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, 62 pp.
- CANTALAMESSA G., MICARELLI A., PICCINI M., POTETTI M. & RICCI LUCCHI F. (1993)–Physical stratigraphy of Pleistocene nearshore and continental deposits in southern Marche (between Aso and menocchia valleys). *International Symposium on dynamics of fluvial–coastal system and environmental changes. Abstracts.*
- Caratterizzazione dinamica del sottosuolo ai fini dell'Ingegneria Sismica. Silvia Castellaro – Dipartimento di Fisica e Astronomia Università di Bologna V.le Carlo B. Pichat 8 – 40127 Bologna silvia.castellaro@unibo.it
- CASNEDI R., CRESCENTI U. & TONNA M. (1984) – Evoluzione della avanfossa adriatica meridionale nel Plio–Pleistocene sulla base di dati del sottosuolo. *Mem. Soc. Geol. It.*, 24.
- 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 volume speciale.*
- CNR (1986) – Elementi per una guida alle indagini di Microzonazione Sismica, Progetto Finalizzato Geodinamica. CNR, Quaderni della ricerca scientifica, N.114.
- CRESCENTI U. et alii (1987) – Plio–pleistocene del sottosuolo abruzzese–marchigiano, *Boll. Soc. Geol.* 1987.
- Database of Individual Seismogenic Sources, versione 3, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>
- Database macrosismico italiano. DBMI08aq è realizzato nell'ambito dell'attività del Tema Trasversale Coordinato INGV 5.1 "Banche dati e metodi macrosismici", con il contributo iniziale del Progetto INGV–DPC S1 della convenzione INGV–DPC 2004–2006. <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI08/> A cura di Locati M. INGV–MI) Aprile 2009

Guida all'escursione: "Geologia e geomorfologia del settore fermano nel bacino periadriatico marchigiano-abruzzese". E. CENTAMORE (*), P. FARABOLLINI (**) & S. ANGELINI (°). Rendiconti online Soc. Geol. It., Vol. 8 (2009), 162-168.

Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Fogli 133-134, Ascoli Piceno-Giulianova, 1969 - Girotti.

NUOVO CATALOGO NAZIONALE DEI PROCESSI DI LIQUEFAZIONE AVVENUTI IN OCCASIONE DEI TERREMOTI STORICI IN ITALIA (a cura di P. Galli dell'ISMES Spa di Roma e F. Meloni, GALLI P. & MELONI F., Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia, 1993). Il Quaternario 6(2), 1993, 271-292.

Progetto di cartografia geologica alla scala 1:50.000 (Progetto CARG - Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG) - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA).

11 ALLEGATI

11.1 CARTA DELLE INDAGINI Scala 1:5.000

11.2 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI (F0) Scala 1:5.000

11.3 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MS Scala 1:5.000

11.4 SEZIONI GEOLOGICO-TECNICHE Scala 1:5.000

11.5 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA Scala 1:5.000

11.6 N. 3 CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 Scala 1:5.000

11.7 ACCELEROGRAMMI CALCOLATI IN SUPERFICIE (File .TXT)

11.8 SPETTRI DI RISPOSTA IN ACCELERAZIONE (File .TXT)