



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



Regione Emilia-Romagna



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell' articolo 11 dalla legge 24 giugno 2009, n. 77

# MICROZONAZIONE SISMICA

## Relazione illustrativa

Regione Emilia Romagna  
Comune di Montecreto



Regione Emilia Romagna

Soggetto realizzatore  
Geologica Toscana



Collaboratore:  
Dott. Geol. Aurora Martini

Data

08.09.2022

## INDICE

INDICE.....	1
1. INTRODUZIONE .....	2
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA .....	21
3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	23
3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	26
4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI .....	29
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO .....	31
6. ELABORATI CARTOGRAFICI.....	32
6.1 CARTA DELLE INDAGINI .....	33
6.2 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI.....	33
6.3 CARTA GEOLOGICO-TECNICA.....	34
6.4 CARTA DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO S ( $V_s$ ).....	43
6.5 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS).....	43
6.6 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	45
7. RISULTATI E CONCLUSIONI .....	47
8. BIBLIOGRAFIA.....	49

## 1. Introduzione

Con il termine Microzonazione Sismica si intende l'attività di valutazione su un territorio, a scala comunale, delle modificazioni apportate allo scuotimento del suolo dalle condizioni geologico-tecniche e dalle condizioni topografiche locali.

In relazione ai diversi contesti geologico-tecnic, alla pericolosità sismica di base ed in funzione dei diversi obiettivi degli studi di MS, possono essere effettuati n. 3 livelli di approfondimento, con complessità e costi crescenti:

- il livello 1 (MS1) è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee;
- il livello 2 (MS2) introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee (utilizzo di abachi), utilizzando ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce una vera carta di MS;
- il livello 3 (MS3) restituisce una carta di MS con approfondimenti su tematiche o aree particolari attraverso il calcolo dei fattori di amplificazione.

**Il presente studio di Microzonazione Sismica di terzo livello è stato condotto nel Comune di Montecreto (MO), in particolare nei centri abitati di Montecreto e Acquaria.**

**Tale approfondimento è finalizzato sia alla caratterizzazione degli effetti di amplificazione attesi nelle coperture detritiche, caratteristiche del territorio appenninico, e ottenuti sulla base di specifici calcoli di Risposta Sismica Locale (RSL) bidimensionali condotti nell'area, sia allo studio delle instabilità di versante presenti.**

Il territorio comunale di Montecreto è dotato di uno studio di Microzonazione di 2° livello, gli elaborati di tale studio sono parte integrante delle analisi proposte nel presente approfondimento per le aree non approfondite al 3° livello.

Tali cartografie sono state riverificate sulla base dei dati cartografici disponibili e sulla base di appositi rilevamenti geologici e indagini condotti nell'area in esame.

Gli shapefile delle cartografie prodotte sono stati revisionati e uniformati agli standard informatici e di archiviazione vigenti sia nelle aree studiate al terzo livello che nelle restanti aree.

Sono state reperite, con l'aiuto del Comune e dei tecnici della Regione Emilia Romagna, tutte le indagini geognostiche e sismiche presenti negli archivi e a tali indagini si sono poi aggiunte nuove indagini sismiche e geognostiche (sismica attiva e passiva ad hoc, penetrometrie DPSH, progettate e ubicate in accordo con il Comune di Montecreto e con il Servizio Sismico Regionale nella persona del Dott. Geol. Luca Martelli) effettuate ad hoc per il terzo livello di approfondimento per conto dell'Amministrazione Comunale a completamento delle aree meno coperte da questo tipo di indagini.

Per la redazione della cartografia necessaria all'approfondimento di terzo livello ci siamo avvalsi degli standard di archiviazione e rappresentazione informatica Versione 4.2 (Roma, Dicembre 2020) emanati dalla Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13 novembre 2010, n.3907).

Inoltre sono state prese come riferimento le carte geologica e geomorfologica regionali, reperite sul Geoportale della Regione Emilia Romagna.

La base topografica utilizzata per la redazione degli elaborati cartografici, è la CTR scala 1:5.000 reperita nel Geoportale della Regione Emilia Romagna.

Il lavoro è stato articolato nelle seguenti fasi:

- Raccolta delle indagini pregresse;
- Esecuzione delle nuove indagini;
- Redazione della Cartografia (*Carta delle indagini, Carta delle frequenze naturali dei terreni, Carta geologico – tecnica, Carta delle MOPS e Carte di Microzonazione Sismica*)

Inoltre, ai sensi del DGR n. 476/2021 e successive modifiche DGR n. 564/2021, è stata prodotta:

- Carta della distribuzione sul territorio del valore di  $H_{SM}$ ,  $H_{0408}$  e  $H_{0711}$

Il presente studio di Microzonazione è stato effettuato in ottemperanza e seguendo:

- OPCM 3274/2003;
- Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica volumi 1 e 2;
- Standard di rappresentazione e archiviazione informatica – versione 4.2;
- DGR n. 476/2021 e successive modifiche DGR n. 564/2021;
- “Microzonazione sismica. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC). Versione 1.0”;

- “Microzonazione sismica. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR). Versione 1.0”;
- “Microzonazione sismica. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ). Versione 1.0”.

## **2. Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento**

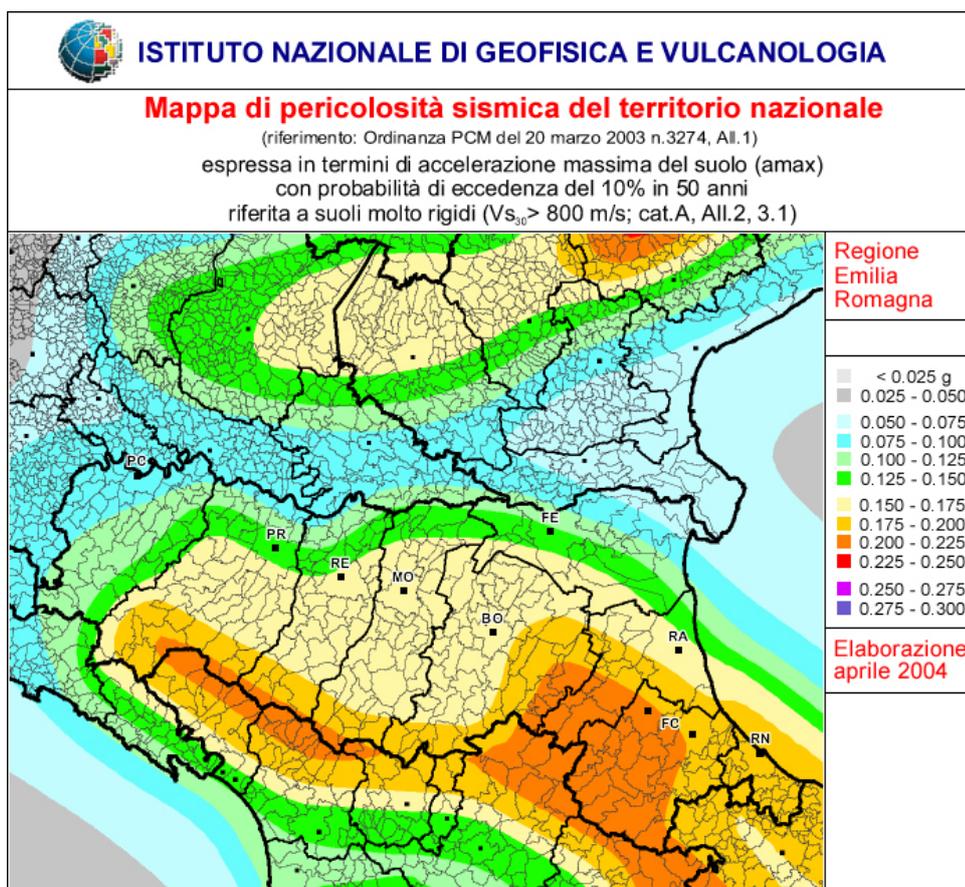
Ai sensi della Classificazione Sismica del Territorio Regionale dell’Emilia Romagna – Ord. PCM 3274/2003 – Delib. G.R. n° 1435 del 21/07/2003 – e successive modificazioni e integrazioni il Comune di Montecreto è censito tra le aree a sismicità 3.

L’accelerazione, considerata al suolo su bedrock rigido categoria di sottosuolo “A”, si intende per studi di Microzonazione Sismica come quello in esame, quella con la probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari a tempi di ritorno di 475 anni.

La classificazione sismica **non interferisce con la determinazione dell’azione sismica**, necessaria per la progettazione e la realizzazione degli interventi di prevenzione del rischio sismico.

L’azione sismica è definita per ogni sito dai **parametri di pericolosità sismica** previsti dalle norme tecniche per le costruzioni **NTC 2018**.

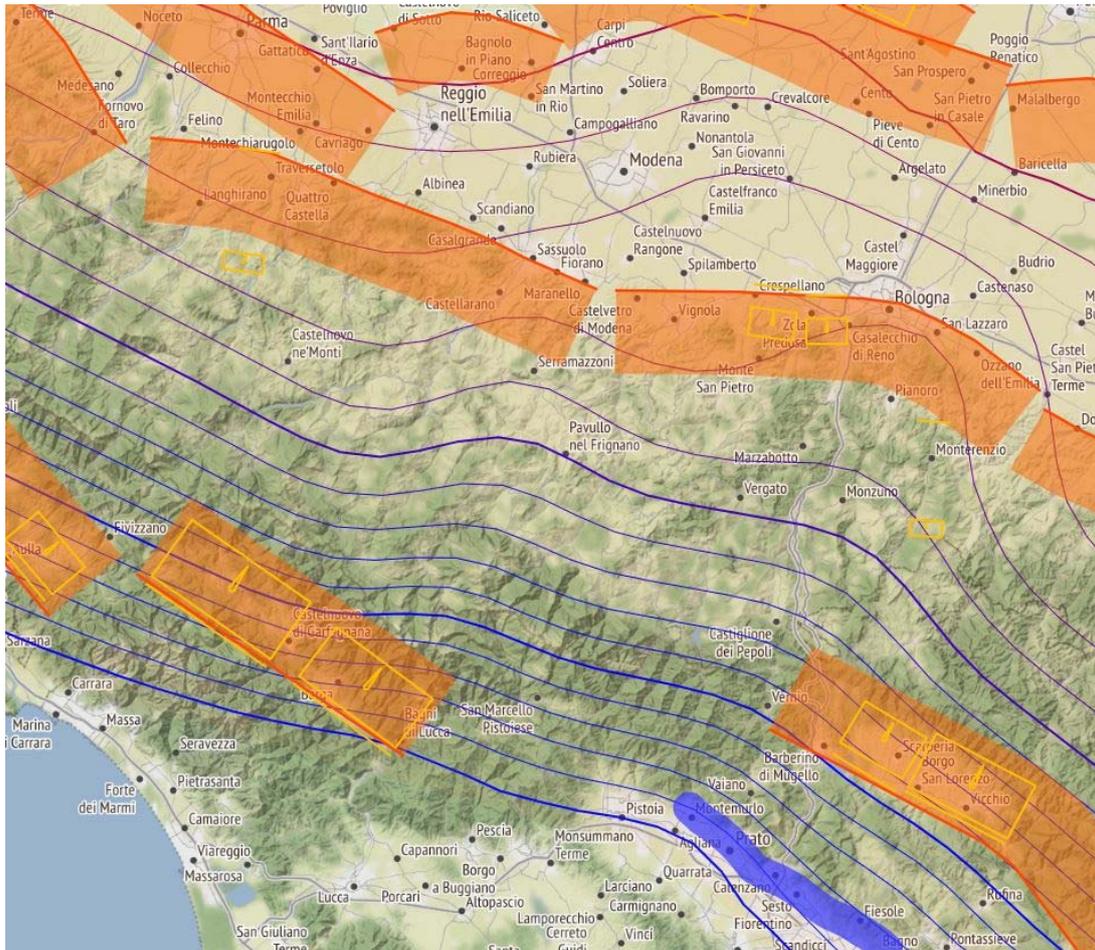
La **classificazione sismica** costituisce un **riferimento tecnico-amministrativo** per graduare l’attività di **controllo dei progetti** e la priorità delle azioni e misure di prevenzione e mitigazione del rischio sismico.



*Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale*

Dal progetto DISS\_3.3.0 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia si nota ancor meglio come le faglie attive e capaci e in particolare le sorgenti sismogenetiche siano disposte sia a Nord, Nord-Est che a Sud-Ovest del territorio comunale.

In particolare sono da mettere in luce sette importanti sistemi fessurativi “*Individual Seismogenic Sources*” e “*Composite Seismogenic Sources*”, che prendono il nome di *ITIS050: Garfagnana North*, *ITIS051: Garfagnana South*, *ITIS091: Casalecchio di Reno*, *ITIS103: Crespellano*, *ITCS046: Langhirano-Sassuolo*, *ITCS047: Castelvetro di Modena-Castel San Pietro Terme*, *ITCS083: Garfagnana*.



*Mappa delle fonti sismogenetiche*

Le fonti sismogenetiche individuali sono definite da dati geologici e geofisici e sono caratterizzate da una serie completa di dati geometrici (strike, dip, lunghezza, larghezza e profondità), cinematici (rake) e parametri sismologici (spostamento singolo evento, magnitudo, slip rate, periodo di ritorno).

Si assume che le fonti sismogenetiche individuali abbiano una ripetitività strettamente periodica in funzione del rapporto lunghezza/larghezza a rottura, dell'immersione dell'evento e della magnitudo attesa.

Esse sono confrontate con i database di tutto il mondo per la coerenza interna, in termini di lunghezza, larghezza, spostamento del singolo evento e magnitudo, oltre a poter essere aumentate attraverso la scarpata di faglia o asse della piega quando disponibili (di solito caratteristiche strutturali con attività documentata dal Pleistocene superiore - Olocene).

Questa categoria ha lo scopo di fornire le informazioni più accurate disponibili tra le migliori sorgenti identificate, ma la completezza delle fonti stesse non può essere garantita.

Le fonti sismogenetiche individuali possono quindi essere utilizzate per il calcolo di scenari di terremoto e tsunami e per le indagini tettonico/geodinamiche, ma non hanno lo scopo di comprendere un insieme di dati completo per la valutazione probabilistica della pericolosità sismica.

**INDIVIDUAL SEISMOGENIC SOURCES** *i*

Information    Commentary    Pictures    References

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITIS050
Name	Garfagnana North
Compiler(s)	Vannucci G.(1), Valensise G.(2)
Contributor(s)	Vannucci G.(1), Valensise G.(2)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione di Bologna; Via Donato Creti, 12, 40128 Bologna, Italy 2) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	31/10/2001
Updated	31/10/2001
Display map	
Related sources	<a href="#">ITCS083</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Value	Quality	Evidence
Location [Lat/Lon]	44.18 / 10.32	LD	Primarily based on the location of the associated historical earthquake.
Length [km]	18.0	OD	Based on geological and geomorphological data.
Width [km]	11.3	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	1.0	OD	Based on geological and geomorphological data.
Max depth [km]	8.3	AR	Derived from dip, width and min depth.
Strike [deg]	305	OD	Based on geological and geomorphological data.

Dip [deg]	40	OD	Based on geological and geomorphological data.
Rake [deg]	270	EJ	Inferred from geological data.
Slip Per Event [m]	0.79	ER	Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1000... 1.0000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	790... 7900	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.4	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

**INFORMATION ABOUT THE ASSOCIATED EARTHQUAKES**

Latest Earthquake	07 Sep 1920 CPTI04.
Penultimate Earthquake	Unknown See Commentary for information.

**ACTIVE FAULTS**

**ACTIVE FOLDS**

Information

Commentary

Pictures

References

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITIS051
Name	Garfagnana South
Compiler(s)	Vannucci G.(1), Valensise G.(2)
Contributor(s)	Vannucci G.(1), Valensise G.(2)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione di Bologna; Via Donato Creti, 12, 40128 Bologna, Italy 2) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	31/10/2001
Updated	31/10/2001
Display map	
Related sources	<a href="#">ITCS083</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
Location [Lat/Lon]	44.07 / 10.52	OD Based on geological and geomorphological observations.
Length [km]	15.0	OD Based on geological and geomorphological data.
Width [km]	10.0	ER Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	1.0	OD Based on geological and geomorphological data.
Max depth [km]	7.4	AR Derived from dip, width and min depth.
Strike [deg]	307	OD Based on geological and geomorphological data.

<b>Dip [deg]</b>	40	OD	Based on geological and geomorphological data.
<b>Rake [deg]</b>	270	EJ	Inferred from geological data.
<b>Slip Per Event [m]</b>	0.38	ER	Calculated from $M_0$ using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
<b>Slip rate [mm/y] min...max</b>	0.1000... 1.0000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
<b>Recurrence [y] min... max</b>	380... 3800	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
<b>Magnitude [Mw]</b>	6.1	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

**INFORMATION ABOUT THE ASSOCIATED EARTHQUAKES**

<b>Latest Earthquake</b>	Unknown	See Commentary for information.
<b>Penultimate Earthquake</b>	Unknown	See Commentary for information.

**ACTIVE FAULTS****ACTIVE FOLDS**

Information
Commentary
Pictures
References

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITIS091
Name	Casalecchio di Reno
Compiler(s)	Vannoli P.(1), Burrato P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Rovida A.(2)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione di Milano; Via Bassini 15, 20133 Milano, Italy
Created	05/11/2005
Updated	11/09/2007
Display map	
Related sources	<a href="#">ITCS047</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
Location [Lat/Lon]	44.47 / 11.24 OD	Based on macroseismic, geological and geomorphological observations.
Length [km]	5.0 OD	Based on geological and geomorphological observations.
Width [km]	3.9 ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	2.0 OD	Based on geological and geomorphological observations.
Max depth [km]	4.2 OD	Based on geological and geomorphological observations.
Strike [deg]	90 OD	Based on geological and geomorphological observations.
Dip [deg]	35 OD	Based on geological and geomorphological observations.
Rake [deg]	90 EJ	Inferred from geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Per Event [m]	0.40 ER	Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1000... 0.5000 EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	800... 4000 EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	5.5 LD	Value adopted from the historical earthquake catalogue CPTI04.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

**INFORMATION ABOUT THE ASSOCIATED EARTHQUAKES**

Latest Earthquake	03 Jan 1505 CPTI04.
Penultimate Earthquake	Unknown See Commentary for information.

**ACTIVE FAULTS**

---

**ACTIVE FOLDS**

---

Information
Commentary
Pictures
References

**GENERAL INFORMATION**

DISS-ID	ITIS103
Name	Crespellano
Compiler(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Rovida A.(2)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Rovida A.(2)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione di Milano; Via Bassini 15, 20133 Milano, Italy
Created	11/09/2007
Updated	11/09/2007
Display map	
Related sources	<a href="#">ITCS047</a>

**PARAMETRIC INFORMATION**

Parameter	Quality	Evidence
Location [Lat/Lon]	44.48 / 11.16	OD Based on macroseismic, geological and geomorphological observations.
Length [km]	5.6	OD Based on geological and geomorphological observations.
Width [km]	4.3	ER Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological and geomorphological observations.
Max depth [km]	4.5	OD Based on geological and geomorphological observations.
Strike [deg]	98	OD Based on geological and geomorphological observations.
Dip [deg]	35	OD Based on geological and geomorphological observations.
Rake [deg]	90	EJ Inferred from geological data, constrained by orientation of T axes.
Slip Per Event [m]	0.40	ER Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.1000... 0.5000	EJ Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	800... 4000	EJ Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	5.6	LD Value adopted from the historical earthquake catalogue CPTI04.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

**INFORMATION ABOUT THE ASSOCIATED EARTHQUAKES**

Latest Earthquake	20 Apr 1929 CPTI04.
Penultimate Earthquake	Unknown See Commentary for information.

**ACTIVE FAULTS**

---

**ACTIVE FOLDS**

Sempre nella figura sovrastante (Mappa delle fonti sismogenetiche), colorate con campitura arancio, sono rappresentate fonti sismogenetiche composite.

Le fonti sismogenetiche composite (aree sismogenetiche) sono basate su dati geologici e geofisici e sono caratterizzate da parametri geometrici (strike, dip, larghezza, profondità) e cinematici (rake).

12

Una sorgente sismogenetica composta è essenzialmente una struttura dedotta da dati geologici regionali superficiali e profondi.

La lunghezza della rottura del terremoto atteso, è comunque poco definita o sconosciuta; quindi una tipica sorgente sismogenetica composta si estende ad un numero imprecisato di sorgenti individuali.

Come risultato, fonti di questa categoria non vengono considerate capaci di un terremoto di specifiche dimensioni, ma il loro potenziale sismico può essere stimato dai cataloghi di terremoti esistenti.

A differenza delle fonti sismogenetiche individuali, questa categoria di sorgenti è stata concepita per raggiungere la completezza delle registrazioni delle potenziali fonti di terremoto, anche se questo può comportare una precisione minore nella loro descrizione.

Information	Commentary	Pictures	References
<b>GENERAL INFORMATION</b>			
DISS-ID	ITCS046		
Name	Langhirano-Sassuolo		
Compiler(s)	Burrato P.(1)		
Contributor(s)	Burrato P.(1), Basili R.(1)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy		
Created	08/01/2005		
Updated	25/06/2015		
Display map			
Related sources			

PARAMETRIC INFORMATION			
	Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8.0	OD	Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	95...120	OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2400... 0.6300	EJ	Inferred from geological data by Ponza et al. (2010) and Gunderson et al. (2013)
Max Magnitude [Mw]	6.8	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

Information	Commentary	Pictures	References
<b>GENERAL INFORMATION</b>			
DISS-ID	ITCS047		
Name	Castelvetro di Modena-Castel San Pietro Terme		
Compiler(s)	Burrato P.(1)		
Contributor(s)	Burrato P.(1), Basili R.(1)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy		
Created	08/01/2005		
Updated	25/06/2015		
Display map			
Related sources	<a href="#">ITIS091</a> <a href="#">ITIS103</a>		

PARAMETRIC INFORMATION			
	Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8.0	OD	Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	85...135	OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD	Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ	Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2400... 0.6300	EJ	Inferred from geological data by Ponza et al. (2010) and Gunderson et al. (2013)
Max Magnitude [Mw]	6.8	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

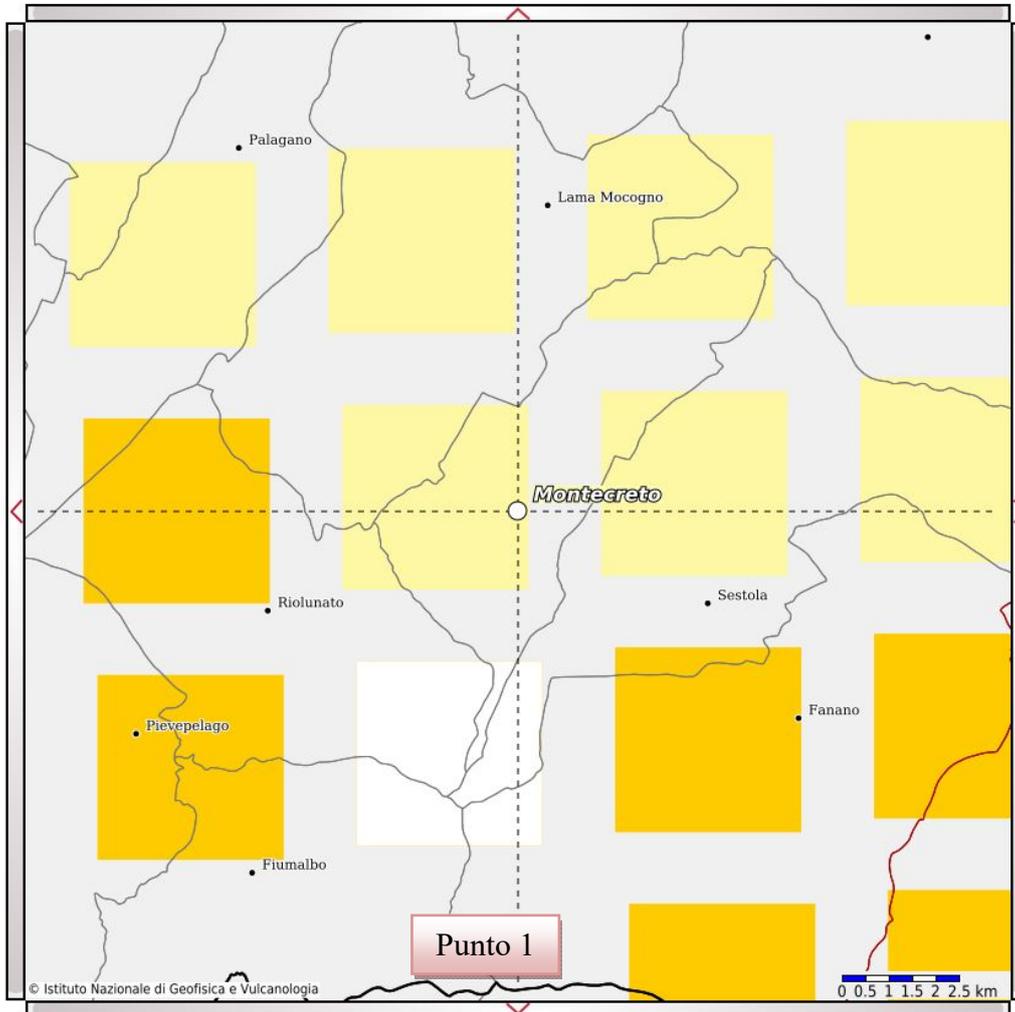
Information			
<b>GENERAL INFORMATION</b>			
DISS-ID	ITCS083		
Name	Garfagnana		
Compiler(s)	Burrato P.(1), Valensise G.(1)		
Contributor(s)	Burrato P.(1), Valensise G.(1)		
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy		
Created	08/01/2005		
Updated	14/05/2010		
Display map			
Related sources	<a href="#">ITIS050</a> <a href="#">ITIS051</a>		
<b>PARAMETRIC INFORMATION</b>			
	Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	1.0	OD	Based on geological and seismological data from Solarino (2007).
Max depth [km]	10.0	OD	Based on geological and seismological data from Solarino (2007).
Strike [deg] min... max	300...310	OD	Based on geological data.
Dip [deg] min... max	30...45	OD	Based on geological and seismological data from Solarino (2007).
Rake [deg] min... max	260...280	EJ	Inferred from geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 1.0000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.9	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

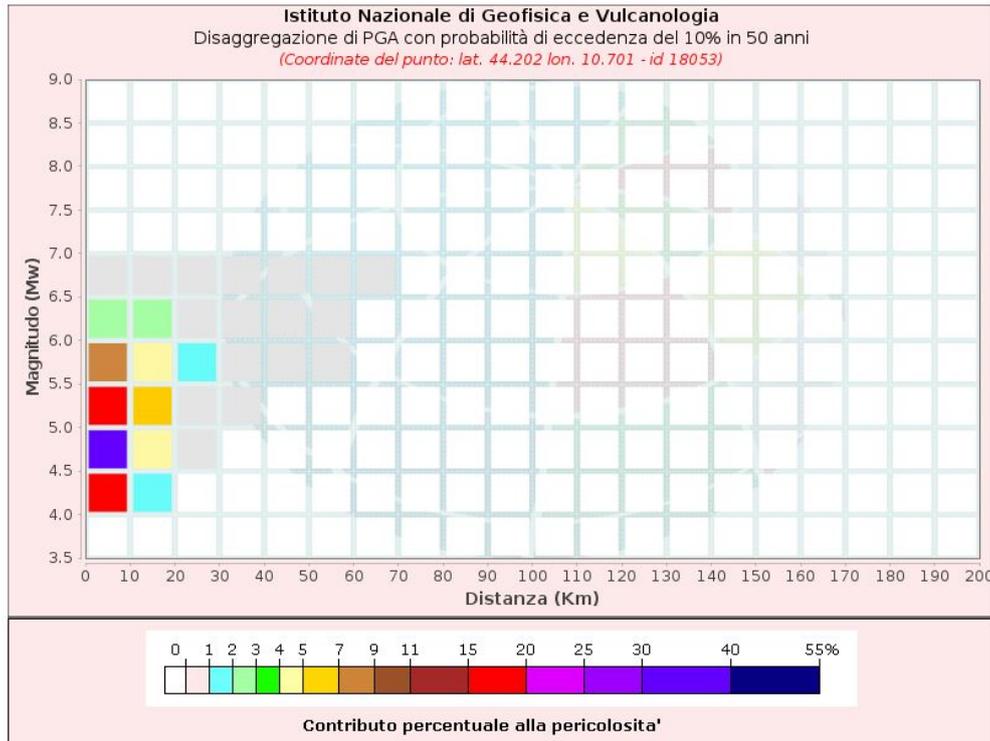
Dai dati di disaggregazione di  $a(g)$  delle mappe di pericolosità sismica dell'INGV possiamo valutare quale sia la magnitudo e la distanza epicentrale più probabile con tempi di ritorno di circa 475 anni (10% di superamento in 50 anni) attesi per il Comune studiato.

Si sceglie tale tempo di ritorno perché è quello ufficiale per gli studi di Microzonazione Sismica e perché è il più frequentemente usato per la costruzione degli spettri di risposta sismica per la maggior parte dei fabbricati di uso comune, secondo le NTC2018, e corrispondente ad una vita nominale di 50 anni e classe d'uso 2.

In particolare crediamo sia utile calcolare le magnitudo attese e le distanze epicentrali come appena spiegato, in corrispondenza dei nodi della griglia sismica di riferimento che ricadono subito esterni al confine comunale in esame.

Punto 1:





Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni  
 (Coordinate del punto: lat. 44.202 lon. 10.701 - id 18053)

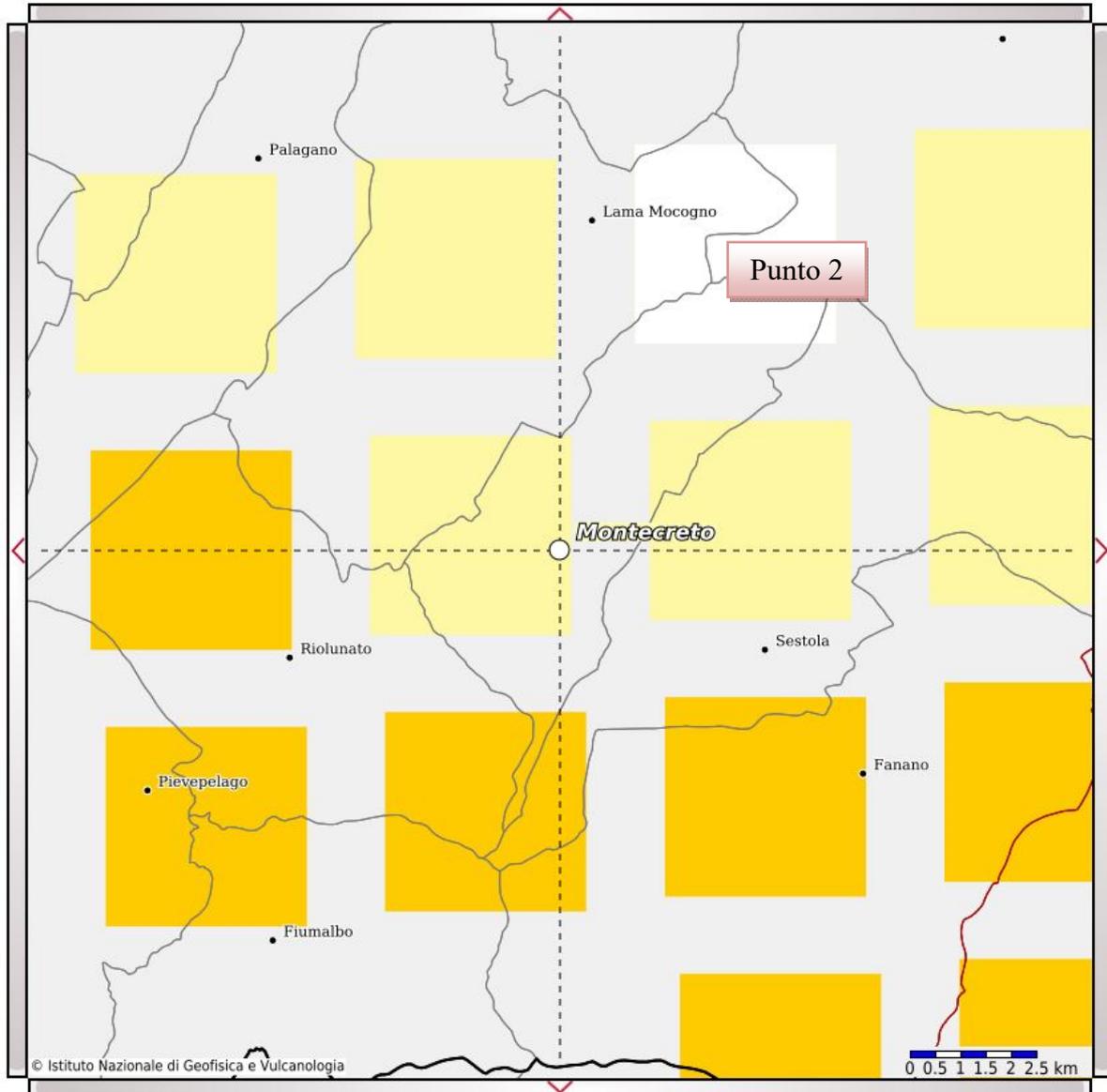
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	17.0000	31.9000	18.2000	8.3400	2.8800	0.3160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.2400	4.7900	5.5600	4.2600	2.2200	0.3240	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0708	0.6460	1.0100	0.7650	0.1410	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0130	0.1330	0.1620	0.0370	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0041	0.0294	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0043	0.0026	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

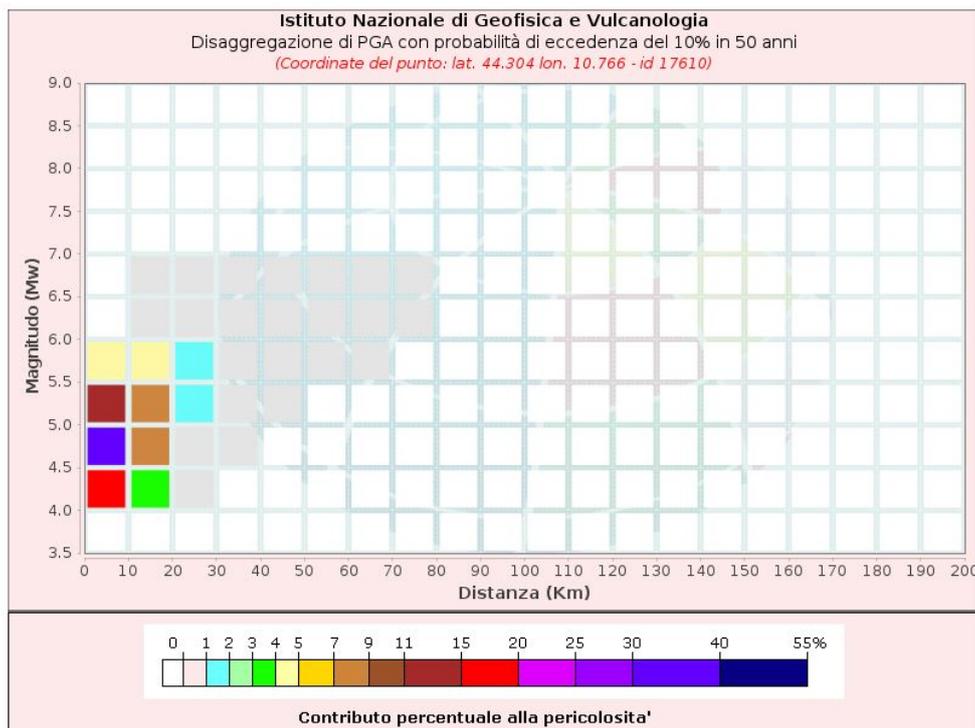
  

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.03	7.0	0.999

*Magnitudo media 5,03 con distanza epicentrale di 7,00 km*

Punto 2:





**Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni**  
 (Coordinate del punto: lat. 44.304 lon. 10.766 - id 17610)

Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	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	0.0000	19.5000	31.1000	14.0000	4.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.2800	8.8400	7.4700	4.1300	0.9820	0.1380	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0176	0.6110	1.6200	1.6100	0.8390	0.1420	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0009	0.1750	0.4810	0.3820	0.0764	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0092	0.1120	0.1150	0.0244	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0201	0.0287	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0057	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.91	8.66	0.924

*Magnitudo media 4,910 con distanza epicentrale di 8,66 km*

Si nota come la magnitudo attesa più probabile con tempo di ritorno 475 anni rimanga stabile sui due punti considerati è compresa tra un minimo di 4,91 ed un massimo di 5,03.

Questo dato, scaturito dall'elaborazione di innumerevoli serie storiche e registrazioni strumentali di eventi sismici, non indica la certezza che l'evento in questione sia l'unico possibile, ma solo che sia il più probabile tra tutti gli eventuali sismi.

Quanto finora detto è del tutto confermato dagli eventi storici le cui magnitudo raramente superano il 5° grado.

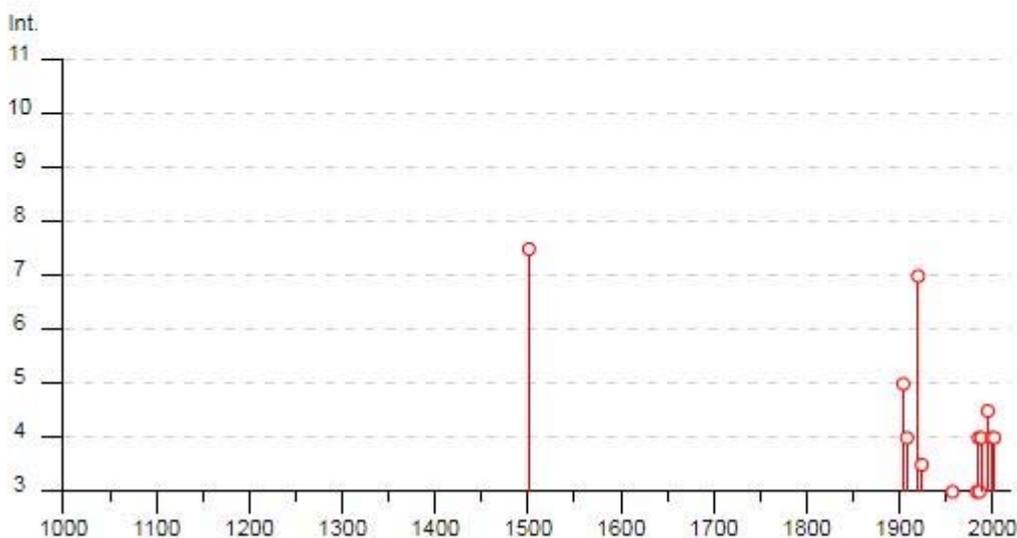
**Appare tuttavia chiaro che, essendo le zone in esame ricomprese in aree sismogenetiche, sia più corretto attribuire alle aree studiate la magnitudo attesa da zonazione sismogenetica che varia tra 5,6 secondo quanto sopra riportato a 6.9 nel DISS3.3.0.**

Riportiamo adesso i terremoti più recenti disponibili nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 v4.0 e quindi nel Database Macrosismico Italiano DBMI15 v4.0 per la località in studio:

## Montecreto



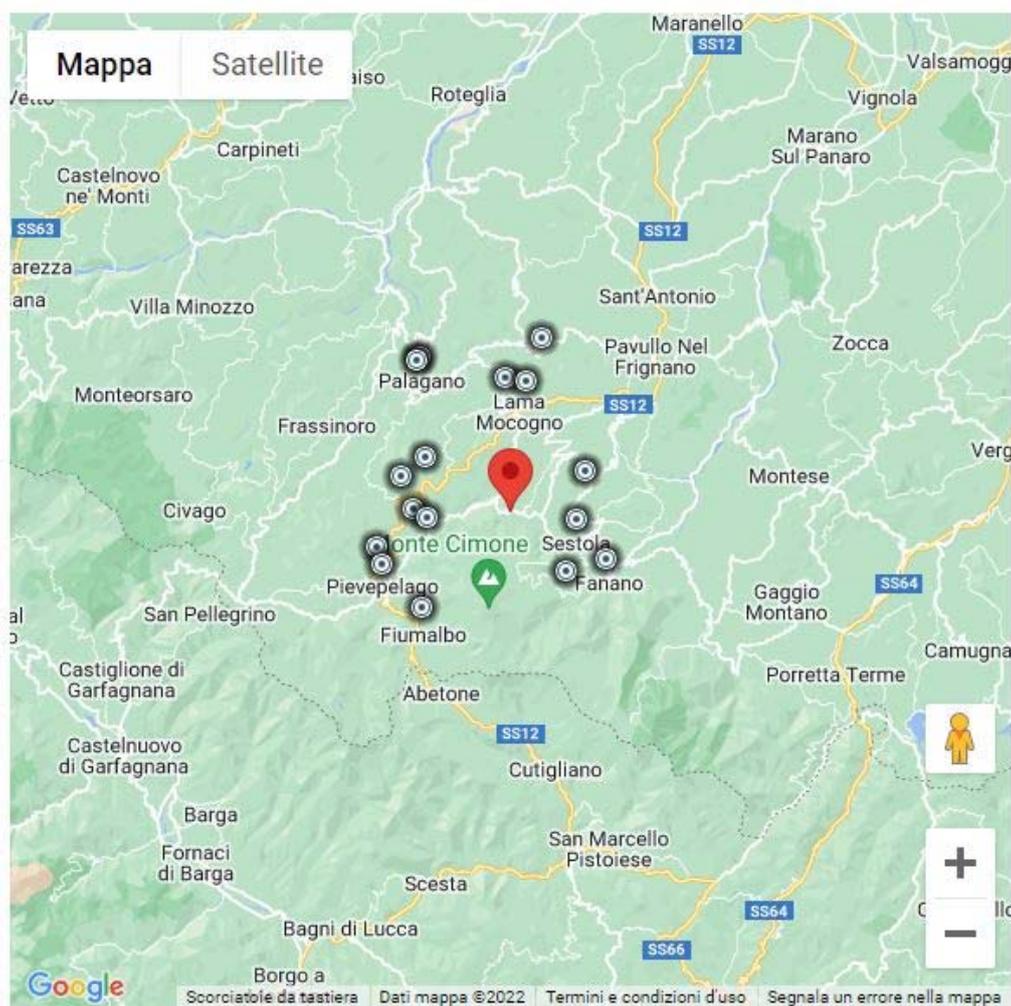
PlaceID	IT_38697
Coordinate (lat, lon)	44.248, 10.718
Comune (ISTAT 2015)	Montecreto
Provincia	Modena
Regione	Emilia-Romagna
Numero di eventi riportati	17



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1501	06	05	10			Modenese	17	9	6.05
5	1904	06	10	11	15	2	Frignano	101	6	4.82
4	1908	06	02	22	30		Frignano	18	4-5	4.50
7	1920	09	07	05	55	4	Garfagnana	750	10	6.53
3-4	1924	06	12	21	03	4	Frignano	25	5-6	4.46
2	1927	11	20	10	24	1	Appennino reggiano	16	5	4.29
3	1957	08	27	11	54		Appennino modenese	58	5	4.73
3	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
4	1985	01	23	10	10	1	Garfagnana	73	6	4.60
3	1986	10	01	19	53	3	Lunigiana	68	5	4.46
NF	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
NF	1987	05	02	20	43	5	Reggiano	802	6	4.71
4	1988	02	08	13	36	4	Frignano	43	5	4.28
4-5	1995	08	24	17	27	3	Appennino pistoiese	56	6	4.45
4	1999	07	07	17	16	1	Frignano	32	5	4.67
NF	2002	06	08	20	13	0	Frignano	115	4	4.23
4	2002	06	18	22	23	3	Frignano	186	4	4.30

Località vicine (entro 10km)

Località	EQs	Distanza (km)
Sestola	48	5
Castellaro	1	5
Riolunato	21	6
Barigazzo	2	6
Groppo	1	6
Canevare	1	6
Lama Mocogno (Lama)	34	7
Serpiano	1	7
Mocogno	1	7
Fanano	39	8
Sant'Andrea Pelago	1	9
Pievepelago	38	9
Fiumalbo	55	9
Brandola	1	10
Casina	3	10
Palagano	11	10



### 3. Assetto geologico e geomorfologico dell'area

L'assetto geologico e geomorfologico è stato ripreso dalla relazione illustrativa a corredo dello studio di Microzonazione Sismica di Secondo Livello a firma della Dott. Geol. Santi Bortolotti Marco.

L'evoluzione geologica del territorio in esame va necessariamente inquadrata in un contesto regionale. L'Appennino è una catena a falde, originata dall'impilamento di terreni di diversa origine paleogeografica, in seguito alla collisione tra la zolla europea e la microplacca apula, connessa alla zolla africana. Tale chiusura è stata preceduta dalla chiusura di un'area oceanica (paleocene ligure), interposta tra le due zolle.

Le formazioni appartenenti all'unità tettonica della Falda Toscana affiorano diffusamente in corrispondenza del crinale appenninico, ricoprendo l'Autoctono Apuano con vergenza verso nord est.

Dette formazioni, a loro volta, si immergono al di sotto delle unità alloctone Sub-Liguridi e Liguridi, che contraddistinguono la parte media e medio - alta dell'appennino modenese. Quest'ultimo è caratterizzato dall'affioramento di formazioni a prevalenza argillosa contenenti ofioliti ed estesi lembi di Flysch calcarei ed arenacei fortemente tettonizzati.

Al di sopra delle Unità Liguri e Sub Liguri, affiora in modo discontinuo la serie Epiligure con assetto strutturale complesso e talvolta di difficile interpretazione.

Dal punto di vista geologico-strutturale l'elemento di maggior risalto del territorio in studio è costituito dal sovrascorrimento del fronte delle Arenarie di M. Cervarola sulla Sotto-Unità di Sestola-Vidiciatico, (che dapprima si erano accavallate sulle stesse Arenarie di M. Cervarola), lungo l'allineamento Sestola-Montecreto. Nella zona di Montecreto le Arenarie di M. Cervarola sovrascorrono in posizione normale la Sotto-Unità di Sestola-Vidiciatico. La Sotto-Unità di Sestola-Vidiciatico è costituita dagli stessi terreni che compaiono nella parte basale della successione di M. Modino, anche se la massa principale è costituita dalle unità argillose e calcaree, mentre le Argille di Fiumalbo e le Marne di Marmoreto, sono presenti nell'area solo a luoghi e sotto forma di scaglie tettoniche di limitata estensione.

Inoltre contiene lembi di marne (Marne di Monte S. Michele) affioranti nei pressi di Montecreto.

I domini paleogeografici coinvolti sono di seguito riportati, dal basso verso l'alto:

- *Dominio Toscano*, di pertinenza africana;
- *Dominio Ligure Esterno*, coincidente con l'area oceanica. Il Dominio Ligure è, inoltre, tradizionalmente diviso in Dominio ligure esterno e Dominio ligure interno, i cui caratteri rispecchiano la differente posizione all'interno del paleoceanico Ligure;
- *Dominio Epiligure*, formato da sedimenti depositi a partire dall'Eocene Medio sulle unità Liguri già deformate.
- *Depositi Quaternari*

### 3.1 Inquadramento geologico

#### 3.1.1 Assetto geologico regionale

L'assetto geologico generale e la morfogenesi dell'area è ripresa in toto dalle descrizioni degli inquadramenti geologici riportati nelle Note Illustrative del Foglio 236 della Carta Geologica d'Italia.

*L'Appennino settentrionale è una catena a falde (ELTER, 1960; REUTTER & GROSCURTH, 1978) sviluppatasi principalmente nel Terziario in seguito alla collisione tra due blocchi continentali rappresentati dalla zolla europea, o sardo-corsa, e dalla microplacca Adria o Apula o Adriatico-Padana, inizialmente connessa alla zolla africana (BOCCALETTI et alii, 1971; BOCCALETTI & GUAZZONE, 1972).*

*Il processo di collisione tra queste due zolle continentali è stato preceduto dalla chiusura di un'area oceanica: il paleoceanico ligure o ligure-piemontese, parte della Tetide, precedentemente interposto tra di esse (ABBATE et alii, 1970). La catena deriva così dalla deformazione di differenti domini paleogeografici meso-cenozoici: il Dominio ligure, corrispondente in larga misura all'area oceanica, il Subligure, sviluppato sulla crosta assottigliata africana adiacente alla zona oceanica, e il Dominio tosco-umbro di pertinenza adriatico-padana. Da quest'ultimo sono derivati diversi elementi strutturali: la Falda toscana, le Unità metamorfiche toscane, le "Unità Modino e Cervarola", le Unità umbro-marchigiane. Oltre a questi domini entra a far parte dell'Appennino settentrionale il Dominio epiligure (RICCI LUCCHI & ORI, 1985; BETTELLI et alii, 1989b) formato da sedimenti depositi a partire dall'Eocene medio sulle unità liguri già tettonizzate.*

*La chiusura dell'Oceano ligure, con la completa consunzione della litosfera oceanica, e la collisione tra le due masse continentali portano alla formazione di un prisma di accrezione (TREVES, 1984; PRINCIPI & TREVES, 1986) costituito di rocce deformate per raschiatura ed impilamento a spese degli originari sedimenti depositi sui domini citati. Rocce che inizialmente occupavano aree paleogeografiche tra loro affiancate vengono a sovrapporsi, con i terreni del Dominio ligure accavallati su quelli del Subligure e di ambedue sul Dominio tosco-umbro-marchigiano costituito a sua volta di elementi strutturali sovrapposti.*

*Nell'Appennino ligure-emiliano il Dominio ligure viene tradizionalmente suddiviso in un Dominio ligure interno ed un Dominio ligure esterno (DECANDIA & ELTER, 1972; ELTER & MARRONI, 1992).*

*Questa distinzione originariamente intesa come il risultato della presenza di un elemento di suddivisione paleogeografico corrispondente ad un centro di espansione oceanico in analogia con le attuali dorsali medio-oceaniche (la "Ruga del Bracco": DECANDIA & ELTER, 1972), viene attualmente basata su due tipi di differenze sostanziali. Le Liguridi interne, affioranti prevalentemente sul versante tirrenico dell'Appennino settentrionale, nel settore nord-occidentale di questo sono caratterizzate dalla presenza di un debole metamorfismo e dalla presenza di un substrato costituito di rocce ofiolitiche (la crosta oceanica dell'Oceano ligure) che si ritrovano ancora nella loro giacitura primaria, ossia tuttora stratigraficamente ancorate alle sovrastanti successioni sedimentarie deposte su crosta oceanica (ABBATE & SAGRI, 1970).*

*Le Liguridi esterne, prevalentemente affioranti sul versante padano dell'Appennino settentrionale, non presentano alcuna impronta metamorfica e, alla base delle differenti successioni stratigrafiche, non conservano testimonianza dell'originario substrato oceanico sul quale esse si depositarono e dal quale si scollarono durante l'orogenesi appenninica.*

*Rocce ofiolitiche, tuttavia, sono presenti anche nelle successioni delle Liguridi esterne, ma sotto forma di masse isolate, anche se a luoghi di considerevoli dimensioni, incluse tettonicamente o per fenomeni sedimentari (frane in massa, ad esempio) per lo più all'interno delle Argille a Palombini o di complessi sedimentari tardo cretacei (BERTOTTI et alii, 1986; MECCHERI et alii, 1986; ELTER et alii, 1991). A luoghi, ancora ancorate a queste masse sradicate di rocce ofiolitiche, si rinvengono testimonianze dei primi sedimenti oceanici deposti sulla crosta oceanica stessa e rappresentate dalle formazioni dei Diaspri e dei Calcari a Calpionelle.*

*Nell'Appennino ligure-emiliano la suddivisione tra Liguridi interne e Liguridi esterne, oltre che rappresentare una comoda suddivisione anche dal punto di vista geografico, tiene conto del fatto che al substrato oceanico conservato delle prime si contrappone la presenza nelle Liguridi esterne di indirette testimonianze della vicinanza di un margine continentale identificabile con quello della placca Adria. In una successione appartenente a quest'ultime, infatti, sono presenti arenarie e conglomerati risedimentati in ambiente profondo (Arenarie di Ostia, Arenarie di Scabiazza, Conglomerati dei Salti del Diavolo) con clasti che indicano provenienze da successioni giurassiche deposte sul paleo- margine continentale apulo (SAMES, 1967) se non, in qualche caso, masse o scaglie tettoniche costituite da parti delle medesime successioni.*

*L'orogenesi dell'Appennino settentrionale, che ha scomposto i vari domini paleogeografici impilando e giustappoando tra loro in modo complicato le successioni stratigrafiche tanto da rendere problematica la ricostruzione degli originari rapporti, è il risultato di movimenti tettonici complessi sviluppatasi in un arco di tempo che dal Cretaceo superiore giunge sino all'attuale.*

*Le varie fasi di questa evoluzione sono solitamente raggruppate in cicli principali; il primo in ordine di tempo comprende le «fasi liguri» (o mesoalpine) ed ha interessato i Domini liguri, interno ed esterno e, probabilmente, anche quello Subligure; esso si considera concluso con l'inizio della deposizione nell'Eocene medio dei terreni della Successione epiligure. Il secondo ciclo, miocenico, comprende le «fasi toscane s.l.» (o neoalpine) durante le quali si ha la messa in posto sui Domini toscano-umbri delle Unità liguri e Subliguri già tettonizzate e della sovrastante Successione epiligure.*

*La tettonica delle Liguridi risulta caratterizzata (CASNEDI, 1982; MARINI, 1982; MECCHERI et alii, 1982; MARRONI, 1991; VESCOVI, 1991; BETTELLI et alii, 1994; 1996b) da una prima fase con pieghe isoclinali compresse, sinmetamorfiche nelle Liguridi interne, seguita da una seconda fase che ha prodotto un ulteriore raccorciamento ed ha ripiegato le strutture precedenti. Ambedue le fasi sono a vergenza europea, opposta a quella che caratterizza le fasi successive. Esse portano ad una profonda ristrutturazione del prisma di accrezione ligure che successivamente durante le fasi toscane non subirà, tranne poche eccezioni, ulteriori sostanziali modifiche.*

*L'insieme delle fasi liguri portano ad un impilamento delle successioni deposte nei Domini liguri in estese falde e alla chiusura dell'oceano ligure-piemontese. I movimenti avvengono in ambiente subacqueo e su questi terreni corrugati si impostano vari bacini minori entro cui si depositano le sequenze detritiche epiliguri.*

*Le fasi toscane sono caratterizzate a partire dall'Oligocene superiore dalla collisione delle due zolle continentali (stadio ensialico: BOCCALETTI et alii, 1980), l'europea o Sardo-Corsa e l'Apula e si sviluppano a spese del margine Apulo con una tettonica a thrusts e falde, prima con sottoscorrimento verso ovest delle Unità toscane al di sotto delle Unità tettoniche subliguri e liguri già impilate e successivamente di quelle umbro-marchigiane al di sotto delle precedenti. Vengono così ad individuarsi le principali unità tettoniche che ora costituiscono l'ossatura della catena in cui la parte più profonda dell'edificio è occupata dal nucleo metamorfico apuano (CARMIGNANI et alii, 1978) al quale si sovrappone la Falda toscana a sua volta sovrascorsa dalle Subliguridi e dalle Liguridi.*

*Nel settore emiliano, in corrispondenza dell'attuale crinale appenninico, sono presenti al di sopra della Falda toscana le Unità tettoniche Modino e Cervarola (REUTTER, 1969; DALLAN NARDI & NARDI, 1974; ABBATE & BRUNI, 1989; CHICCHI & PLESI, 1992) costituite in prevalenza da depositi terrigeni di avanfossa di età miocenica inferiore e dai terreni che ne rappresentano o ne rappresentavano l'originario substrato (Sotto-unità tettonica Sestola-Vidiciatico, Successione Modino). Falda toscana e Unità tettonica Modino-Cervarola si accavallano poi verso l'esterno sulle Unità umbro-marchigiane deformate durante le fasi neogeniche.*

*La strutturazione dell'Appennino, che è strettamente connessa da un lato all'evoluzione estensionale del Mediterraneo occidentale e dall'altro al contemporaneo sottoscorrimento del basamento padano-adriatico e delle coperture meso-cenozoiche al di sotto di quello ligure-toscano (TOMASELLI et alii, 1992) e della catena neofornata, ha portato le unità tettoniche liguri e subliguri con sovrapposte stratigraficamente le formazioni epiliguri a costituire una estesa coltre alloctona che a partire dal Miocene inferiore si accavalla via via sugli altri domini (quelli toscani e quelli umbro-marchigiani) sino al margine padano dell'Appennino; il fronte della catena, sepolto dai sedimenti quaternari padano-adriatici e deformato da sistemi di pieghe e thrusts strutturati in una serie di archi (PIERI & GROPPi, 1981; CASTELLARIN et alii, 1986b), si sviluppa nel Pliocene e nel Pleistocene.*

### **3.2 Inquadramento geomorfologico**

Le linee essenziali dell'assetto geomorfologico del territorio comunale di Montecreto sono controllate dalla tettonica ma anche dal diverso comportamento morfoselettivo delle litologie di substrato.

Il controllo della tettonica sulle forme del paesaggio è evidente nei lineamenti principali dell'orografia e, in particolare, del crinale appenninico, caratterizzato, da un andamento tortuoso e spezzato ma non irregolare.

Al diverso comportamento morfoselettivo del substrato litoide sono legate le numerose scarpate poste lungo i contatti dei Flysch con le formazioni argillose dei Complessi di base (Acquaria), e tra le formazioni arenacee e quelle marnose (Montecreto).

Altro elemento che caratterizza vistosamente i versanti del territorio comunale, è costituito dalle numerose frane per scivolamento rotazionale e per colata.

## MONTECRETO

L'abitato di Montecreto è adagiato su di una sella morfologica che si staglia all'interno di una dorsale con direzione principale NW-SE (Castello di Montecreto – M. Rondinara). A sud-ovest il versante declina verso il Rio Carnale per poi raccordarsi con il tratto che risale in direzione di M. Cavriale.

27

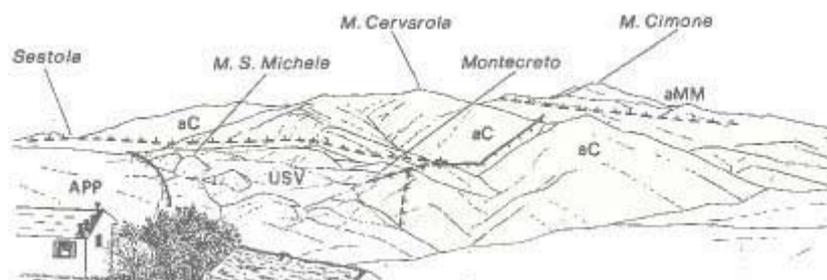
All'interno di questo anfiteatro naturale abbiamo un consistente accumulo di depositi di varia natura: in particolare si hanno depositi di versante provenienti dalle pareti della F. di Cervarola e depositi di degradazione dovuti al disfacimento della parte più superficiale delle Marne dell'Unità di Sestola-Vidiciatico.

Il settore del capoluogo si colloca in zona di contatto tettonico (sovrascorrimento) di due importanti unità geologiche: le Arenarie di Cervarola (CEV) e l'Unità Sestola-Vidiciatico qui rappresentata dalle Marne di Monte San Michele (MSM).

Il passaggio rocce arenacee – unità marnosa è di solito segnalato da un brusco cambio di pendio anche se talvolta il passaggio è reso più morbido dagli abbondanti depositi di versante.

L'evoluzione geomorfologica dell'area è molto complessa: sulle formazioni più competenti sono possibili frane per crollo o ribaltamento; sulle formazioni più marnose e sui depositi detritici, che ricoprono estesamente i versanti, si possono manifestare fenomeni di creep e processo gravitativi.

La genesi iniziale può essere probabilmente dovuta a processi periglaciali (Wurm); il successivo modellamento è invece imputabile a fattori di degradazione meteorica fra i quali il crioclastismo, l'irdoclastismo.



La figura mostra una panoramica sul fronte di accavallamento delle Arenarie di M. Cervarola in destra del T. Scoltenna. L'elemento di maggior risalto è il sovrascorrimento del fronte delle Arenarie di M. Cervarola lungo l'allineamento Sestola-Montecreto.

Nella zona di Montecreto le Arenarie di M. Cervarola sovrascorrono in posizione normale l'Unità Sestola-Vidiciatico. A nord di Montecreto, l'Unità Sestola-Vidiciatico, rappresentata in prevalenza dalle Marne di S. Michele, è interessata da sovrascorrimenti interni con piani inclinati verso S; più a nord una faglia diretta abbassa i terreni del sovrastante ricoprimento ligure. A sud, le Arenarie di M. Cervarola sono sovrascorse dalle Arenarie di M. Modino e dalla F. di Pievepelago rovesciate, nell'area di M. Cimone.

## ACQUARIA

Spostandosi verso i settori nord del territorio comunale di Montecreto (Acquaria), l'evoluzione morfologica generale dei rilievi è strettamente collegata alla geologia della zona, caratterizzata dalla giustapposizione della placca del Flysch di M. Venere su litofacies argillose a comportamento duttile dei Complessi di base liguri.

La morfologia dell'area di Acquaria è strettamente connessa al suo assetto strutturale. In particolare sono da considerare di origine strutturale o parastrutturale il ripiano che dal centro di Acquaria si estende verso Est e gli ampi avvallamenti posti sul crinale; le numerose fratture che segmentano il Flysch hanno fortemente condizionato lo sviluppo del reticolo idrografico.

In alcuni casi i rii e fossi, impostati su delle linee di frattura, hanno dato luogo a profonde e ripide incisioni a "V". La morfologia è inoltre caratterizzata dal contrasto di selettività tra il Flysch di M. Venere e le Argille a Palombini.

I versanti modellati nel Flysch rappresentano ripidi pendii e talora vere e proprie scarpate, quelli modellati nella formazione argillosa rappresentano invece pendii poco acclivi, con dossi ed ondulazioni che testimoniano dei movimenti gravitativi a cui sono stati soggetti.

I tipi di movimenti più comuni che hanno interessato la parte inferiore dei versanti sono le frane per colata e le deformazioni plastiche.

Questi movimenti, evolvendo verso monte, hanno rappresentato una delle cause principali dell'innescò di frane di crollo o scivolamento nella zona marginale della placca di Flysch. Frane di scivolamento in massa si possono osservare a NE e a O dell'abitato di Acquaria.

#### **4. Dati geotecnici e geofisici**

Per lo studio di Microzonazione Sismica di livello 3° sono indispensabili la raccolta, l'archiviazione organizzata dei dati pregressi e la realizzazione di nuove specifiche indagini.

Nel caso specifico il Comune di Montecreto era già provvisto di indagini d'archivio pregresse che ci sono state fornite dal Servizio Sismico Regionale e dall'Ufficio tecnico comunale.

In occasione del presente studio abbiamo realizzato numerose indagini geognostiche e geofisiche per caratterizzare al meglio dal punto di vista sia geotecnico che sismico il territorio in esame.

Il lavoro di ricerca bibliografica e di archivio ha messo a disposizione le seguenti indagini geognostiche e geofisiche disposte abbastanza omogeneamente nei centri urbani di Montecreto e Acquaria:

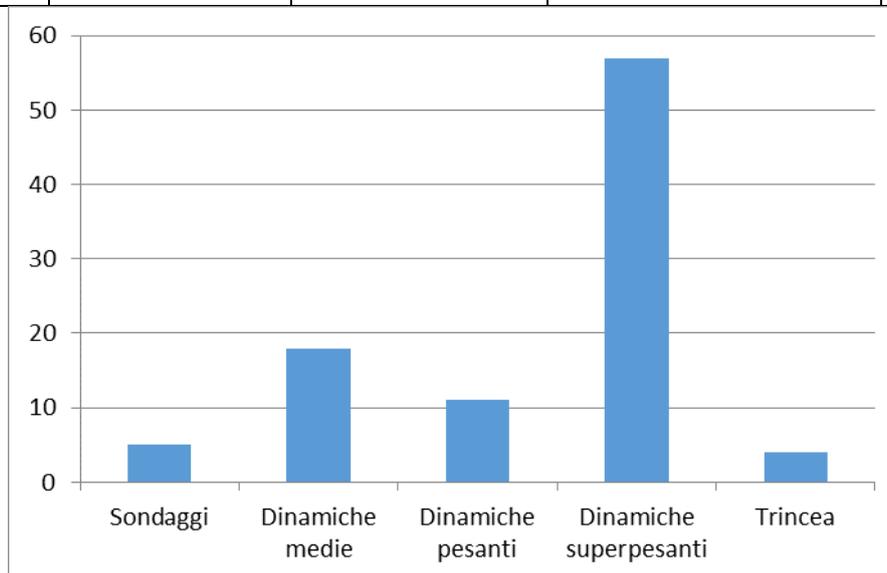
- 27 prove HVSR;
- 18 prove penetrometriche dinamiche medie;
- 11 prove penetrometriche dinamiche pesanti;
- 43 prove penetrometriche dinamiche superpesanti;
- 5 sondaggi geognostici;
- 16 prove MASW;
- 4 trincee esplorative.

Per il 3° livello di approfondimento sono state eseguite ulteriori indagini, in particolare:

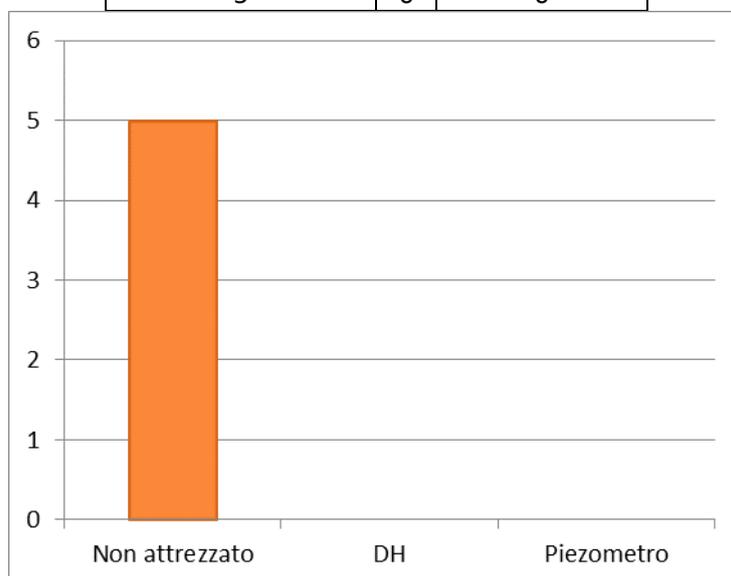
- 25 prove HVSR;
- 20 profili MASW;
- 14 prove DPSH;
- 5 prove ESAC;
- 3 sismiche a rifrazione.

Per quanto riguarda le indagini geotecniche possiamo vedere che la tipologia di indagini che più frequentemente è stata effettuata nei territori investigati è la prova penetrometrica dinamica superpesante seguita dalle dinamiche medie e dalle pesanti.

Prove geotecniche				
Sondaggi	Dinamiche medie	Dinamiche pesanti	Dinamiche superpesanti	Trincea
5	18	11	57	4

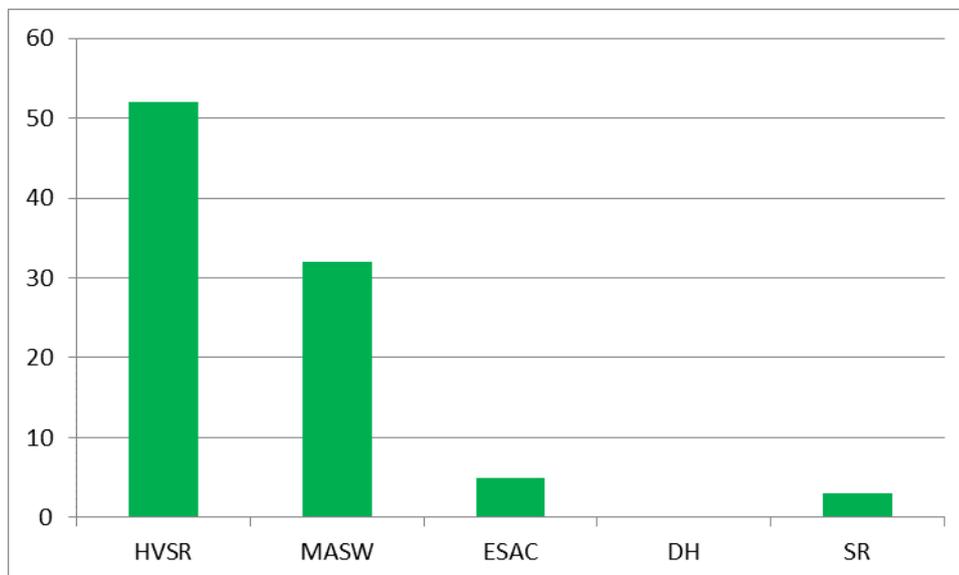


Differenziazione sondaggi		
Non attrezzato	DH	Piezometro
5	0	0



L'elenco relativo alle indagini geofisiche mostra che le prove maggiormente presenti sul territorio sono le HVSR, tale indagine risulta infatti veloce da realizzare e richiede minimi spazi d'esecuzione.

Prove geofisiche				
HVSR	MASW	ESAC	DH	SR
52	32	5	0	3



## 5. Modello del sottosuolo

La raccolta delle indagini disponibili e la realizzazione di prove geofisiche e geognostiche ex-novo ha consentito la ricostruzione del modello di sottosuolo sia nelle frazioni di Acquaria che nel Capoluogo.

L'ottima qualità della carta geologica regionale in scala 1:10.000 insieme alle informazioni reperite dai fogli CARG in scala 1:50.000 e ai rilevamenti geologici condotti in loco hanno permesso di riverificare l'assetto stratigrafico locale.

La qualità del modello, funzione della densità di indagini, risulta maggiore laddove queste ultime sono ben distribuite e in gran numero; nelle altre aree il modello presenta alcune lacune e incertezze, superate mediante correlazioni di tipo geologico ed interpretazioni stratigrafiche.

Inoltre si sono rivelate fondamentali le prove di sismica passiva interpretate congiuntamente a MASW e ESAC, le quali ci hanno fornito informazioni attendibili sulla profondità del substrato sismico.

In contrapposizione assumono minore importanza i risultati delle prove penetrometriche, che sebbene abbiano evidenziato gli spessori delle coperture, in molti casi non hanno consentito l'individuazione del bedrock geologico in quanto quest'ultimo si trova molto spesso fuori della portata di tali indagini.

Come detto, molto utili sono state invece le indagini geofisiche sia attive che passive: queste a differenza delle prove geotecniche hanno consentito di stimare nella maggior parte dei casi il bedrock sismico, utile per valutare eventuali effetti di amplificazione stratigrafica e quindi di stimare attraverso apposite modellazioni bidimensionali di RSL i relativi fattori di amplificazione.

Le indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSR) effettuate in buon numero, specificatamente per questo progetto, si sono correlate in maniera ottimale con le prove esistenti; questo ha consentito di utilizzarle, seppur con cautela, nella ricostruzione del modello geologico e geofisico del sottosuolo.

## **6. Elaborati cartografici**

Come previsto dalle linee guida per gli studi di Microzonazione Sismica sono state realizzate le seguenti cartografie:

- *Carta delle indagini*
- *Carta delle frequenze naturali dei depositi*
- *Carta geologico – tecnica*
- *Carta delle Vs*
- *Carta delle MOPS*
- *Carte di Microzonazione Sismica*

Inoltre, ai sensi del DGR n. 476/2021 e successive modifiche DGR n. 564/2021, è stata altresì prodotta:

- *Carta della distribuzione sul territorio del valore di  $H_{SM}$ ,  $H_{0408}$ ,  $H_{0711}$  e  $H_{0515}$*

In virtù delle prescrizioni riportate negli standard di archiviazione e rappresentazione informatica 4.2. La scala di tutte le cartografie è 1:5.000.

## 6.1 Carta delle indagini

La carta delle indagini è stata realizzata mediante tecnologia GIS, riportando su base topografica tutte le prove presenti nel database organizzato come esposto nel Capitolo 4.

Sono stati distinti graficamente gli elementi puntuali e lineari e ad ogni prova è stato assegnato un simbolismo funzione della tipologia d'indagine in ottemperanza agli standard di rappresentazione e archiviazione informativa per la Microzonazione Sismica Versione 4.2 del Dicembre 2020.

La carta è stata redatta in scala 1:5.000.

Le indagini eseguite per il presente studio e quelle d'archivio sono riportate negli specifici report inseriti nella cartellina "Indagini/Documenti" all'interno della struttura di archiviazione standard.

## 6.2 Carta delle frequenze naturali dei terreni

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratios) è basata sulla misura dei rapporti medi tra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontale e verticale del rumore sismico ambientale. Le frequenze di risonanza corrispondono ai massimi della funzione che rappresenta rapporti spettrali medi in funzione della frequenza (funzione H/V).

L'ampiezza di questi massimi è proporzionale (anche se non linearmente) all'entità del contrasto di impedenza sismica esistente alla base della copertura. La campagna di misure passive del rumore sismico ambientale ha avuto come obiettivo quello di individuare possibili fenomeni di risonanza sismica e misurare la corrispondente frequenza di vibrazione. Queste misure forniscono indicazioni sul rapporto fra la velocità media delle onde S nella copertura e la profondità del basamento sismico al di sotto del punto di osservazione.

Si può dimostrare che la frequenza di risonanza  $f_0$  di una copertura sedimentaria di spessore  $H$  sovrapposta ad un basamento rigido e in condizioni di stratificazione piana è data dal rapporto fra la velocità media delle onde S nel sedimento  $V_s$  e 4 volte lo spessore  $H$ :

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

Utilizzando questa relazione è possibile risalire dalla frequenza di risonanza misurata allo spessore della copertura una volta nota la velocità delle onde di taglio, o viceversa a quest'ultima se lo spessore  $H$  è noto.

La misura della funzione H/V richiede l'acquisizione del rumore sismico ambientale in un punto per tempi dell'ordine di diverse decine di minuti. Questa durata ha lo scopo di garantire la misura del campo di rumore generato da una molteplicità di sorgenti dalle diverse direzioni dello spazio.

La misura va effettuata utilizzando un sistema di acquisizione tridimensionale caratterizzato da sufficiente sensibilità. I dati raccolti vengono analizzati per determinare i rapporti medi fra le componenti spettrali del rumore misurate sui piani orizzontale e verticale.

A questo scopo, la serie di rumore ambientale viene suddivisa in segmenti di durata simile per ciascuna delle quali viene determinato lo spettro del moto. Dopo un opportuno liscio, le ordinate spettrali del moto sul piano orizzontale, ottenuto mediando opportunamente i valori ottenuti nelle due direzioni principali, vengono divise per quelle ottenute nella direzione verticale. Per definire la qualità delle misure vengono anche valutate le variazioni temporali e azimutali dei rapporti spettrali nel corso della sessione di misura. L'assenza di massimi della funzione H/V suggerisce l'assenza di fenomeni di amplificazione sismica dovuti a fenomeni di risonanza. Per maggiori dettagli riguardo i dati di acquisizione ed elaborazione delle indagini effettuate per lo studio in oggetto si rimanda alle relazioni tecniche allegate alla presente relazione. Per il presente studio sono state scelte 52 misure le quali sono state interpretate in chiave geologica alla ricerca della profondità del substrato sismico.

Gli elaborati (Carta delle frequenze fondamentali dei depositi) sono costituiti da una semplice base topografica su cui sono state riportate le misure di rumore con evidenziata la frequenza di risonanza in blu e il valore del rapporto H/V in rosso tra 0,2 e 20 Hz.

### **6.3 Carta geologico-tecnica**

La carta geologico - tecnica è stata revisionata a partire dagli elaborati geologici della carta del CARG e dalla carta geologico tecnica redatta per il secondo livello di approfondimento.

La perimetrazione di alcune formazioni è stata tuttavia leggermente rivista e modificata in funzione delle nuove indagini geognostiche e geofisiche e dei rilevamenti geologici eseguiti in occasione del presente lavoro.

La carta geologico tecnica è stata redatta per ogni ambito indagato in scala 1:5.000 e rappresentano, secondo quanto previsto dalle norme ICMS (versione 4.2 – Dicembre 2020), l'elaborato di compendio di tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla carta delle MOPS.

Le unità geologico-litologiche vengono distinte tra terreni di copertura, con spessore minimo di 3,0 m, e substrato geologico rigido o non rigido, per giungere ad una standardizzazione delle informazioni relative agli aspetti geologici e litotecnici. La suddivisione dei litotipi in classi predefinite permette, così, di identificare situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità.

Le tipologie dei terreni di copertura in base alle caratteristiche litologiche e i relativi codici corrispondenti vengono descritti utilizzando l'*Unified Soil Classification System* (ASTM, 1985, modificato) come di seguito presentato.

Vengono inoltre riportati tutti i tipi di instabilità presenti nelle aree.

Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	SC	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
	OH	Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomitici
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	PT	Torbe ed altre terre fortemente organiche

In aggiunta per i terreni di copertura vengono riportati i codici relativi agli ambienti di possibile genesi e deposizione dei terreni di copertura.

<b>Ambiente vulcanico</b>	
Colate/spandimenti/cupole/domi/dicchi/coni lavici	la
Coni scorie/ceneri	sc
Coltri ignimbrìtiche	ig
Lahar (colate di fango)	lh
<b>Ambiente di versante</b>	
Falda detritica	fd
Conoide detritica	cd
Conoide di deiezione	cz
Eluvi/colluvi	ec
<b>Ambiente fluvio - lacustre</b>	
Argine/barre/canali	es
Piana deltizia	dl
Piana pedemontana	pd
Bacino (piana) intramontano	in
Conoide alluvionale	ca
Terrazzo fluviale	tf
Varve	va
Lacustre	lc
Palustre	pa
Piana inondabile	pi
<b>Ambiente carsico</b>	
Riempimento di dolina/karren/vaschetta/sinkhole	do
Forme costruite presso sorgenti	so
Forme costruite in canyon carsici	cy
Croste calcaree	cc
<b>Ambiente glaciale</b>	
Morena	mr
Deposito fluvio glaciale	fg
Deposito lacustre glaciale	fl
Till	ti
<b>Ambiente eolico</b>	
Duna eolica	de
Loess	ls
<b>Ambiente costiero</b>	
Spiaggia	sp
Duna costiera	dc
Cordone litoraneo	cl
Terrazzo marino	tm
Palude/laguna/stagno/lago costiero	pl
<b>Altro ambiente</b>	zz

In tale cartografia sono stati valutati gli elementi geologici e idrogeologici puntuali derivanti dai dati di base (profondità di sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato rigido, profondità della falda).

Infine sono state valutate le forme morfologiche di superficie e sepolte.

Di seguito si riporta brevemente la descrizione delle varie “unità geologico - tecniche” individuate con il dettaglio delle varie formazioni geologiche che a ciascuna di esse si è ritenuto far corrispondere.

Si fa presente che non necessariamente la classe che abbiamo deciso di attribuire alla formazione geologico-tecnica corrisponde in maniera esatta alla sua descrizione geologica in quanto localmente le formazioni geologiche possono presentarsi in stati anche decisamente diversi dalla colonna tipo dove sono state descritte.

### **Depositi Quaternari**

#### **Detriti di versante (a3) GT: (CL, GC, GM)**

Con questo termine sono stati raggruppati detriti eterometrici ed eterogenei depositi alla base di scarpate ripide ed originati presumibilmente da processi per gravità e talora per ruscellamento superficiale; vi sono compresi anche corpi detritici che probabilmente sono resti di vere e proprie frane, ma che non possiedono più quelle caratteristiche morfologiche che ne consentono una facile distinzione.

#### **Detriti di falda (a6) GT: (CL, GC)**

Accumulo detritico costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico, generalmente a quote elevate o molto elevate, con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm<sup>3</sup> e decine di m<sup>3</sup>, privo di matrice o in matrice sabbioso-pelitica alterata e pedogenizzata, di origine gravitativa frequentemente alla base di scarpate e lungo i versanti più acclivi.

#### **Depositi alluvionali in evoluzione (b1) GT: (GM)**

Ghiaie, talora embriate, sabbie e limi argillosi di origine fluviale, attualmente soggetti a variazioni dovute alla dinamica fluviale; detrito generalmente incoerente e caotico, costituito da clasti eterometrici ed eterogenei, talora arrotondati, in matrice sabbiosa, allo sbocco di impluvi e valli secondarie. Sono talora fissati da vegetazione (b1a).

#### **Depositi eolici (d1) GT: (SM)**

Sabbie fini, limi e limi argillosi in genere notevolmente pedogenizzati, su paleosuperfici.

**Conoide torrentizia in evoluzione (i1) GT: (GP)**

Depositi alluvionali, prevalentemente ghiaiosi, a forma di ventaglio aperto verso valle, in corrispondenza dello sbocco di valli e vallecole trasversali ai corsi d'acqua principali ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dall'acqua, soggetti ad evoluzione dovuta alla dinamica torrentizia.

**Unità di Modena (AES8a) GT: (GM)**

AES8a è costituita da sabbie, limi e argille (con ghiaie molto subordinate) di pianura alluvionale; trattandosi di depositi molto recenti è caratteristica la preservazione delle morfologie deposizionali originarie. Per una descrizione dell'unità nell'area tipo, si vedano Cremaschi & Gasperi (1989). Il limite inferiore di AES8a, datato al periodo post-romano, è definito al margine appenninico da una scarpata di terrazzo fluviale. In pianura corrisponde alla superficie di appoggio di depositi alluvionali al di sopra del suolo sviluppatosi in epoca romana. Il limite superiore dell'unità coincide col piano topografico ed è caratterizzato da un suolo calcareo (Entisuolo) con fronte di alterazione inferiore al metro e colore bruno olivastro e bruno grigiastro.

**Dominio Ligure****Formazione di Monghidoro (MOH) GT: (ALS)**

E' costituita da alternanze di arenarie e peliti in strati tabulari, da sottili a molto spessi, con rapporto arenite/pelite variabile (valore modale compreso tra 2 e 1/2). Le arenarie sono generalmente quarzose, gradate da molto grossolane a fini, con grado di cementazione variabile, le peliti sono scure. La base è costituita di frequente da un livello di ghiaietto con prevalenti clasti quarzosi o frammenti di rocce metamorfiche, per uno spessore che può interessare fino ad un terzo del letto arenitico. La potenza massima affiorante è di circa 100 metri; la formazione affiora nell'estremità nord-occidentale, a nord di Pietramala, sul bordo orientale della cosiddetta "Placca di Monghidoro", dove si presenta con una giacitura degli strati rovesciata.

Il limite inferiore è tettonico con APA, non affiora il limite superiore. E' un deposito torbido di mare profondo.

L'età risulta compresa tra il Maastrichtiano superiore e il Paleocene superiore: nell'area del limitrofo Foglio 237 (Panini *et alii*, 2002) la formazione è riferibile (Fioroni *et alii*, 1996) ad un intervallo cronostratigrafico compreso tra il Maastrichtiano superiore (zone a *Litraphidites quadratus*, *Micula murus* e *M. prinsii*) ed il Paleocene superiore (zone NP1-NP6). In Val Rossenna (cfr. Foglio 236, Bettelli *et alii*, 2002) è stata documentata la presenza nella parte sommitale della formazione di associazioni a *Discoaster multiradiatus* che estende l'età della stessa alla sommità del Paleocene (zona NP9).

Formazione di Monte Venere (MOV) GT: (ALS)

Torbiditi arenaceo-marnose con base fine grigio-chiaro, in strati da medi a molto spessi, al tetto intervalli sottili o medi di argille scure o nerastre. Intercalazioni metriche di strati arenaceo-pelitici da sottili a spessi grigio brunastri, con rapporto A/P >1, a luoghi prevalenti sugli strati calcareo-marnosi. Regolari intercalazioni di megatorbiditi calcareo-marnose in strati spessi fino a 15 m. Contatto inferiore non preservato. Torbiditi di ambiente marino profondo.

Argille varicolori di Grizzana Morandi (AVT e AVTa) GT: (CO)

Argilliti e argille rosso violacee, verdastre, grigio-scure e grigio azzurrognole, con subordinate siltiti grigio-scure o nere manganeseifere, in strati sottili o molto sottili e calcilutiti grigio-verdi in strati sottili e medi. Formazione intensamente deformata con perdita dell'originario ordine stratigrafico alla scala dell'affioramento. Contatto inferiore non preservato. Pelagiti e torbiditi distali di ambiente di piana abissale. AVTa - Argille variegata di Grizzana Morandi - litozona argillitica: argilliti fissili varicolori, totalmente silicizzate, caratterizzate da diagenesi spinta fino al limite dell'anchimetamorfismo; sottili intercalazioni di calcilutiti grigiastre con patine di alterazione nere, e areniti fini grigie con frequenti sostituzioni di ossidi di ferro di color rosso ruggine, di consistenza pulverulenta.

Argille a Palombini (APA) GT: (CO)

Argilliti ed argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, rossastre o grigio-azzurrognole, fissili (nella pelite è spesso presente un clivaggio scaglioso a carattere pervasivo), alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre in superficie alterata, talvolta con base arenitica da fine a grossolana, in strati da medi a spessi (molto spesso discontinui per motivi tettonici) e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi.

Rapporto Argilla/Calcere quasi sempre  $>1$ . Frequenti intercalazioni di siltiti ed arenarie torbiditiche fini (talora manganesifere) a tetto pelitico in letti molto sottili e sottili di colore grigio scuro (o beige se alterate). La formazione in genere è intensamente deformata con perdita dell'originario ordine stratigrafico alla scala dell'affioramento; gli strati calcilutitici sono spesso "boudinati". Nei Fogli 219 -236 all'interno della formazione sono talora presenti lembi di ofioliti (of) giurassiche, spesso distinte in: arenarie ofiolitiche (ao), breccie ofiolitiche (bo), breccie poligeniche a elementi magmatici, calcarei e diasprigni: (bp1), basalti. Contatti ovunque tettonici o non affioranti. Sedimentazione pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri.

*Sigma – Serpentine GT: (LP)*

Peridotiti lherzolitiche serpentinizzate, di colore scuro, verde chiaro all'alterazione, talora brecciate.

**Dominio Toscano**

*Arenarie di Monte Cervarola (CEV): GT: (ALS)*

CEV4 - Arenarie di Monte Cervarola - membro del Rio Becco: Torbiditi a grana arenitica grossolana, talvolta conglomeratica, di spessore da decimetrico a plurimetrico, passanti verso l'alto ad intervalli più fini, fino ad un tetto siltitico spesso pochi centimetri e raramente associato ad un intervallo marnoso. Frequenti episodi di amalgamazione e bioturbazione. Agli strati grossolani si intercalano intervalli di torbiditi sottili siltitico-marnose talora di spessore plurimetrico. Presenti livelli a grossi intraclasti marnosi immersi in matrice pelitico-marnosa.

CEV3b - Arenarie di Monte Cervarola - membro del Rio Carnale - litofacies peliticoarenacea: Torbiditi sottili siltitico-marnose con rapporto  $A/P \ll 1$ , cui si intercalano nella parte alta intervalli di torbiditi relativamente più spesse (fino a 1 m) e grossolane.

CEV3a - Arenarie di Monte Cervarola - membro del Rio Carnale - litofacies arenaceopelitica: Strati torbiditici spessi circa 50 cm, a base arenitico fine-siltitica e tetto marnoso ben sviluppato; nella parte alta strati metrici a base arenitica grossolana e sottile tetto marnoso.

CEV2 - Arenarie di Monte Cervarola - membro del Torrente Fellicarolo: Torbiditi siltitico-pelitiche con rapporto  $A/P$  generalmente  $<1$  in strati sottili e medi cui si intercalano megatorbiditi, di spessore variabile da alcuni metri alle decine metri, a base arenitica medio-fine e tetto marnoso plurimetrico.

A diverse altezze sono presenti intervalli ricchi di liste di selce nera e orizzonti da centimetrici a decimetrici di argilliti scure. In prossimità del contatto con CEV1 è presente lo strato guida gp (spesso circa 8 m) con base a grana da ruditica ad arenitica ricca di bioclasti, rip-up marnosi e frustoli carboniosi, e tetto marnoso-sabbioso. A circa 100m dalla base è presente la coppia di megatorbiditi "Elisa" ed "Sandra" (es). A circa 450 m, 650 m e 730 m dalla base sono stati cartografati rispettivamente gli strati guida Fellicarolo1 (fe1), Fellicarolo2 (fe2) e Fellicarolo3 (fe3). Nella parte bassa del membro è localmente presente un deposito da slumping talora associato a un deposito da debris flow a elementi argilloso-calcarei di origine ligure e subligure (litofacies caotica CEV2a). Al tetto sono presenti marne e marne siltose laminate di colore grigio chiaro, con intercalati quattro strati calcsiltitici e siltitici di spessore centimetrico (CEV2b - litofacies pelitica); nella parte bassa di CEV2a è presente una vulcanoclastite di spessore centimetrico.

Orizzonti caotici intraformazionali (sl) GT: (COS)

Argille intensamente tettonizzate, argilliti - unità costituite in prevalenza da argille che a causa della loro storia tettonica risultano intensamente piegate e fratturate dalla scala dell'affioramento fino alla scala del campione

Marne del Monte San Michele (MSM) GT: (LPS)

Marne grigie, giallastre all'alterazione, a stratificazione spesso mal distinguibile, scheggieose, con diffusi arricchimenti in silice. A luoghi intercalazioni di siltiti e arenarie fini, talora glauconitiche, in strati da sottili a medi. La formazione risulta notevolmente tettonizzata, frequentemente interessata da fratture. Contatto inferiore non affiorante.

Marne di Marmoreto (MMA) GT:(CO)

Marne, marne siltose e marne calcaree, grigie, a stratificazione mal visibile con rare intercalazioni di siltiti ed arenarie fini grigio-chiare, giallastre per alterazione, anche di origine vulcanoclastica. Nella parte basale è talora presente un livello spesso pochi metri costituito da torbiditi a base arenacea molto fine e tetto marnoso. Contatto inferiore discordante su FIU e su AVC. Deposito di scarpata. Nell'area del Foglio 236 interdigitazione con BAP.

*Argille di Fiumalbo (FIU) GT:(COS)*

FIU - Argille di Fiumalbo: Argille, argilliti e argilliti-marnose grigio-scure, verdastre e rosse con stratificazione poco evidente, con intercalazioni di sottili strati gradati di siltiti e areniti finissime e fini, grigio verdastre, o di straterelli calcarenitico-marnosi nella parte bassa. Nella parte alta argilliti marnose grigio-cenere con intercalazioni di siltiti e areniti fini in strati sottili. Localmente è stato distinto un membro prevalentemente arenaceo (FIU1). Depositi pelagici emipelagici e torbiditici fini distali. Contatto stratigrafico discordante sulle successioni sottostanti o tettonizzato.

FIU1 - Argille di Fiumalbo - membro del Monte Sassolera: Arenarie litiche da medie a grossolane, localmente microconglomeratiche, in strati da medi a molto spessi, spesso amalgamati, di colore grigio-verdastro, alimentate da successioni granitico-gneissiche e da successioni di tipo ligure. Talora al tetto degli strati intervallo centimetrico di argilla grigio-verde.

*Brecce argillose poligeniche (BAP) GT: (CO)*

Brecce poligeniche a matrice argillosa nerastre o grigiastre, con clasti di calcari micritici grigio-giallastri, talora selciferi, siltiti nerastre, calcareniti, calcari marnosi grigi, areniti e marne calcaree grigie. Stratificazione indistinta. Depositi di colate miste di fango e detrito (debris flow) in ambiente marino profondo. Interdigitazione con AVC, FIU e MMA.

*Formazione dell'Abetina Reale (ABT) GT: (ALS)*

Torbiditi a base calcilutitica o calcarenitica grigia, passanti a marne calcaree biancastre, in strati da spessi a molto spessi, localmente plurimetrici, alternate a torbiditi a base arenitica fine e siltitica e tetto argilloso grigio-scuro in strati sottili e medi. Subordinate calcilutiti silicee in strati da medi a spessi grigio-bluastri. Locali intercalazioni di brecce poligeniche e arenarie silicoclastiche e ofiolitiche. Torbiditi di ambiente marino profondo. Passaggio discordante alla formazione sottostante; contatti tettonici prevalentemente con AVC.

*Argilliti variegata con calcari (AVC) GT: (CO)*

Argilliti, bruno verdastre, grigio-verdi o grigio piombo, talora in bande blu, in strati sottili con intercalate calcilutiti grigie, in strati da sottili a molto spessi, a volte marnose al tetto, e siltiti e arenarie fini in strati sottili. Argilliti brune o verdine più raramente varicolori intercalate a strati siltoso-calcarei o arenarie fini gradate.

Brecce argillitico-calcaree a prevalenti clasti di calcari tipo palombini. Rapporto A/C >1. Localmente presenti arenarie grigio-verdi da fini a grossolane, talora decementate, in strati prevalentemente sottili, che localmente costituiscono la litologia prevalente (ar). Deposito di ambiente marino profondo. Contatto inferiore generalmente non affiorante; nell'area del Foglio 235 in contatto tettonico col flysch di Sorba; nell'area del Foglio 236 interdigitazioni con BAP.

#### **6.4 Carta delle velocità delle onde di taglio S (Vs)**

In questa carta vengono riportati tutti i punti di misura di Vs delle aree oggetto di microzonazione e vengono evidenziati i valori di velocità di propagazione delle onde di taglio S o nei primi 30 metri del sottosuolo o della velocità equivalente.

I valori utilizzati di Vs sono da riferirsi sia alle indagini d'archivio che a quelle effettuate.

Dove è stato possibile riconoscere un substrato sismico sono stati inseriti anche i valori in metri dello spessore del pacchetto delle coperture.

#### **6.5 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)**

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica costituisce il documento fondamentale per il primo livello di approfondimento e risulta una carta di vitale importanza anche per il secondo e il terzo livello di approfondimento in quanto vengono segnalate le problematiche da approfondire nei successivi step. La carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e delle valutazioni dei dati litostratigrafici e morfologici è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc...).

Le informazioni utilizzate, oltre alla cartografia di base disponibile sono:

- carta delle indagini, precedentemente prodotta;
- carte geologiche e geomorfologiche della Regione Emilia-Romagna;
- logs litostratigrafici dedotti da dati di sondaggi, pozzi;
- sezioni geologiche;
- carte di dissesto idrogeologico (progetto IFFI).

Le microzone della carta sono classificate in tre categorie:

- a) zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura;
- b) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, con effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale;
- c) zone di attenzione per le instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti nel territorio. I principali tipi di instabilità sono: instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci e cedimenti differenziali.

### **6.5.1 Zone stabili**

Le zone stabili sono quelle di affioramento del substrato geologico dove non si abbiano notizie di coperture maggiori di 3 metri e/o di amplificazioni dovute a differenze marcate di impedenza acustica tra la copertura alterata e il substrato integro.

- Per il Comune di Montecreto esistono 5 zone stabili, ALS, CO, COS, LP e LPS.

### **6.5.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**

Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono quelle per le quali è attesa un'amplificazione del moto sismico per effetto della sola stratigrafia o per effetti topografici locali in particolar modo per pendenze maggiori di 15°.

Per il territorio comunale di Montecreto sono state mappate e riportate in dettaglio nella tavola delle colonne MOPS le seguenti zone stabili suscettibili di amplificazioni locali:

- 41 zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

Rimandiamo alla consultazione delle tavole per capire la composizione stratigrafica delle singole zone.

### **6.5.3 Zone di attenzione per instabilità**

Le zone di attenzione per instabilità cartografate nelle aree oggetto di studio sono riferibili solamente a fenomeni di instabilità di versante.

In particolare, vista l'importanza areale che riveste, abbiamo portato al terzo livello di approfondimento la frana di Acquaria e quindi calcolato i fattori di amplificazione e il relativo spostamento in funzione dell'accelerogramma scaturito dall'elaborazione RSL2D.

## 6.6 Carta di Microzonazione Sismica

La carta di microzonazione sismica di terzo livello è stata redatta seguendo le specifiche tecniche riportate negli ICMS2008 e successive modificazioni e gli standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.2 per la rappresentazione cartografica.

Per la problematica dell'instabilità di versante ci siamo avvalsi:

- Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR). Versione 1.0.

I vari coefficienti di amplificazione sono stati calcolati attraverso analisi quantitative bidimensionali RSL2D.

In particolare sono stati calcolati i coefficienti:

- FA0105;
- FA0408;
- FA0711;
- FA0515;
- FPGA;
- FH0105;
- FH0510;
- FH0515.

Ogni microzona MOPS è stata suddivisa di nuovo in funzione del coefficiente di amplificazione risultante dall'elaborazione e mappato sulle carte di microzonazione sismica.

Sono state quindi redatte 6 carte di Microzonazione Sismica.

L'attribuzione dei coefficienti di amplificazione alle microzone sprovviste del calcolo è stata eseguita in base a similarità litostratigrafiche e geologiche con altre microzone che invece ne erano provviste.

Alle aree esterne a quelle analizzate con le RSL2D sono stati attribuiti coefficienti di amplificazione da abaco regionale utilizzando le tabelle relative all'Abaco Appenino sia in caso di coperture direttamente poggianti su substrato sismico rigido che in caso di coperture su substrato non rigido a seconda della situazione geologica locale riscontrata.

Per gli input sismici sono stati scelti gli accelerogrammi scaricati dal sito EUCENTRE e in particolare:

Montecreto - set di accelerogrammi Montecreto\_ TR475\_ID17831 riferiti ai seguenti siti di registrazione:

% Magnitude(Mw)	Epic.Distance(km)	Scaling_Factor	Source	File_Name
6.20	29.90	2.26	% ESM EU.HRZ..HNE.D.19790524.172317.C.ACC.ASC	
5.74	12.57	1.49	% NGA RSN146_COYOTELK_G01320.AT2	
5.99	54.21	2.80	% NGA RSN703_WHITTIER.A_A-VAS000.AT2	
6.93	83.53	1.65	% NGA RSN804_LOMAP_SSF205.AT2	
6.69	38.07	1.25	% NGA RSN1091_NORTHR_VAS090.AT2	
6.60	31.00	0.70	% KiKnet SMNH100010061330.EW2	
5.90	14.40	2.95	% ESM IT.SLO..HGE.D.20161026.191806.C.ACC.ASC	

Per quanto riguarda le instabilità di versante è stata valutata la frana ad est della frazione di Acquaria e, vista l'omogeneità sismica e litologica delle coltri in movimento nel territorio comunale, è stata reputata rappresentativa per le altre presenti nelle aree studiate.

Chiaramente le frane attive sono state direttamente identificate come ZS<sub>FR</sub> senza eseguire lo screening.

In particolare è stata fatta la verifica  $kh_{eq} < kc$ :

- **Monterenzio**

Frana su SEZ. 10

$$kh_{eq} = 0,032 < kc = 0,095$$

Verifica soddisfatta (pag. 23 - *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR) Versione 1.0.*

Sebbene ai sensi della norma questo tipo di frane non dovrebbero andare al Terzo Livello, abbiamo comunque deciso di calcolare gli spostamenti sismoindotti vista l'importanza areale di tali manifestazioni e riportate nella carta di Microzonazione Sismica.

Per la rappresentazione delle ZS<sub>FR</sub> si nota una discrepanza tra quanto riportato a pag.23 delle Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FR). Versione 1.0. e gli standard di rappresentazione 4.2 a pag. 106.

Infatti per le ZS<sub>FR</sub> non è richiesto (secondo le Linee Guida) il calcolo dello spostamento sismoindotto ma solo la verifica della disuguaglianza sopra riportata, ma tuttavia gli standard per la corretta rappresentazione lo prevedono.

Per ovviare a tale problema è stato deciso, in accordo con il Servizio Sismico Regionale, di calcolare lo spostamento sismoindotto e quindi procedere con la relativa rappresentazione come previsto negli standard.

In “Allegato 1” riportiamo la verifica di stabilità della frana sopra richiamata.

In “Allegato 2” riportiamo tutte le sezioni sulle quali è stata eseguita la RSL2D con gli spettri di output relativi ai singoli nodi.

In aggiunta alle cartografie richieste a livello nazionale, sono state altresì prodotte quelle richieste ai sensi del DGR n. 476/2021 e successive modifiche DGR n. 564/2021 e in particolare:

- Carte dello scuotimento in accelerazione (g): H<sub>SM</sub>, H<sub>0408</sub>, H<sub>0711</sub> e H<sub>0515</sub>.

## **7. Risultati e Conclusioni**

Il presente studio di Microzonazione Sismica di terzo livello è stato condotto nel territorio del Comune di Montecreto, in particolare in corrispondenza dei centri abitati di Montecreto e Acquaria.

Tale studio è finalizzato sia alla caratterizzazione degli effetti di amplificazione attesi nelle coperture detritiche di versante e ottenuti sulla base di specifici calcoli di Risposta Sismica Locale (RSL) bidimensionali condotti nell’area, sia allo studio delle instabilità di versante presenti.

L’esecuzione di numerosi rilevamenti in loco di concerto con la valutazione delle indagini pregresse e l’interpretazione delle numerose indagini geognostiche e geofisiche realizzate in occasione del presente studio, hanno permesso di individuare e di conoscere in modo chiaro l’assetto geologico e sismico dell’area permettendo una peculiare suddivisione della zona in diverse microzone omogenee di dettaglio.

La definizione di tali modelli del sottosuolo sia a livello stratigrafico che sismico ha avuto un ruolo fondamentale nella caratterizzazione degli effetti di amplificazione attesi.

Le varie Risposte Sismiche Locali (RSL2D) eseguite hanno permesso di calcolare in modo quantitativo i fattori di amplificazione attesi per le varie zone e in relazione a quanto previsto dalle normative vigenti. Si nota come nel territorio studiato i fattori di amplificazione ottenuti dalle RSL mostrino tendenzialmente un'amplificazione dei periodi che vanno tra 0,4 e 1,0 secondi a discapito di quelli tra 0,1 e 0,5 secondi. Questo è da ricondurre alla conformazione geologica e sismica del territorio dove il substrato alterato (spesso alcune decine di metri), caratterizzato da un modulo elastico elevato, ma da velocità delle onde sismiche non altrettanto elevate, intrappolano le onde sismiche amplificandone le basse frequenze.

Lo studio condotto sulla frana ad est dell'abitato di Acquaria è stato eseguito sulla base di quanto disposto dalle Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante. I risultati delle analisi condotte hanno permesso la valutazione dello spostamento cumulato (FRT) che è stato quantificato in 32,52 cm.

## 8. Bibliografia

Bartoloni C., Bernini M., Carloni G.C., Castaldini P., Costantini A., Federici P.R., Francavilla F., Gasperi G., Lazzaretto G., Mozzanti A., Papani G., Pranzini G., Rau A., Sandrelli P. & Vercesi P.L., 1982 – *Carta Neotettonica dell'Appennino Settentrionale*. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 101: 523-549;

Biondi G. & Maugeri M. – *A modified Newmark type-analysis according to EC-8 requirements for seismic stability analysis of natural slope*. University of Catania Italy;

Boccaletti M., Coli M., Eva C., Ferrari G., Giglia G., Lazzaretto A., Merlanti F., Nicolich R., Papani G. & Postpischl D., (1985) – *Considerations on the seismotectonics of the Northern Apennines*. *Tectonophysics*; 117, 7-38;

Boccaletti M., Cerrina Feroni A., Martinelli P., Moratti G., Plesi G. & Sani F. (1991) – *L'alternanza distensione-compressione nel quadro evolutivo dei bacini neogenici dell'Appennino Settentrionale*. *Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. 1991/1*, 187-192;

Boncio P. & Lavecchia G. (2001) – *Interpretazioni controverse del profilo CROP03: stato dell'arte e considerazioni per un'ipotesi alternativa*. In: A. Brogi, M. Ghinassi, Lazzaretto L., Lotta D. (eds.). *Studi per l'interpretazione del profilo sismico Crop18, stato di avanzamento*. *Atti della riunione scientifica, Siena, 26 giugno 2001, Dipartimento di scienze della Terra*, 75-80;

M. Ghinassi, Lazzaretto L., Lotta D. (eds.). *Studi per l'interpretazione del profilo sismico Crop18, stato di avanzamento*. *Atti della riunione scientifica, Siena, 26 giugno 2001, Dipartimento di scienze della Terra*, 81-88.

Brune, J.N. 1970. *Tectonic Stress and the Spectra of Seismic Shear Waves from Earthquakes*. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 75, N. 26, pp. 4997-5009;

Collettini C., Barchi M., Paeselli C., Federico C. and Pialli G., 2000, *Seismic expression of active extensional fault in northern Umbria (Central Italy)*. *Journal of Geodynamics* 29 (2000): 309-321;

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 cd-rom*;

Grünthal G, ed. (1998). *European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98)*. *European Seismological Commission, subcommission on Engineering Seismology, working Group Macroseismic Scales*. *Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie*, 15, Luxembourg;

Martini I.P., Sagri M. (1993) – *Tectono – Sedimentary characteristics of Late Miocene – Quaternary extensional basins of the Northern Apennines, Italy*. *Earth Science Reviews*, 34, 197 – 233;

Matini P., Sagri M., Coltella A. (2001) – *Neogene-Quaternary basin of the inner Apennine and Calabrian arc*.

G.B. Vai and I.P. Martini (eds.), "Anatomy of an Orogen: the Apennines and adjacent mediterranean basin". *Kluw Accad. Pubbl. London*, 375-400;

McGuire R.K. 2001. *Deterministic vs. probabilistic earthquake hazards and risks. Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 21, 377- 384;

Newmark N.M.1965. *Effects of earthquakes on dams and embankments. Géotechnique*, 15, 139-160;

Patacca E., Sartori R. & Scandone P. (1990) -*Tyrrhenian basin and Apenninic arc: kinematic relation since Late Tortonian time. Memorie Società Geologica Italiana* 45, 425-451. Principi G. e Treves B. (1984) – *Interpretazione attualistica del Sistema Corso-Appenninico. Riflessi sul problema generale del limite Alpi-Appennino. Memorie Società Geologica Italiana*; 28, 549-576. Valensise G. and Pantosti D., (Eds.), 2001 – *Database of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy*;

SGA [ed] (2007). *Viaggio nelle aree sismiche: Liguria basso Piemonte, Toscana, Emilia Romagna, coste e Appennino, dal I secolo a.C. al 2000. Guida monografica a cura della società SGA (Storia Geofisica Ambiente) Bologna*, 496 pp;

Dott. Geol. Giorgio Frassinetti (2010) *Piano Operativo Comunale di Ravenna*;

Dott. Geol. Santi Bortolotti Marco per la redazione del secondo livello di approfondimento.

Siti web consultati:

<https://diss.ingv.it/>;

<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

<http://esse1-gis.mi.ingv.it/> Pericolosità sismica e disaggregazione;

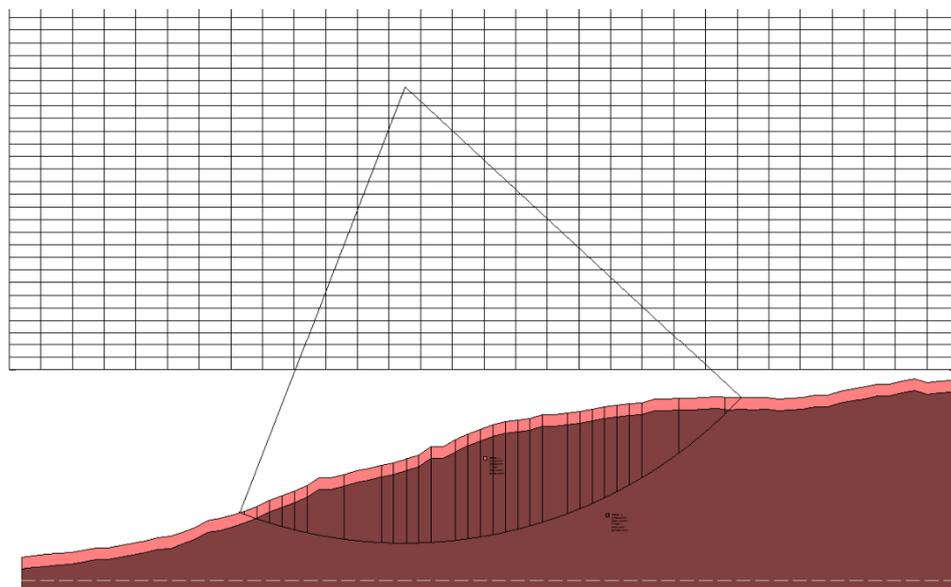
<http://itaca.mi.ingv.it/ItacaNet> Database terremoti;

<http://www.ingv.it/it/> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

Poggibonsi (SI), 08.09.2022

**ALLEGATO 1**  
**VERIFICHE DI STABILITA'**

## SEZIONE 10 – CONDIZIONE SISMICA



### Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	44,278293/10,765459
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	30,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	80,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	400,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	240,0 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	30,0
Numero di celle lungo y	30,0

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:

E

Categoria topografica:

T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,57	2,49	0,25
S.L.D.	50,0	0,72	2,47	0,26
S.L.V.	475,0	1,63	2,53	0,29
S.L.C.	975,0	2,04	2,54	0,3

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera:

Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,0944	0,18	0,0201	0,01
S.L.D.	1,3824	0,18	0,0254	0,0127
S.L.V.	3,0071	0,24	0,0736	0,0368
S.L.C.	3,4731	0,31	0,1098	0,0549

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,074

Coefficiente azione sismica verticale

0,037

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	5,23	0,54
2	10,45	1,29
3	15,68	1,75
4	20,9	2,18
5	26,13	2,57
6	31,35	3,71
7	36,58	4,52
8	41,8	4,52
9	47,03	5,65
10	52,25	6,4
11	57,48	7,44
12	62,7	8,77
13	67,93	9,35
14	73,15	11,17
15	78,38	13,1
16	83,6	16,19
17	88,83	16,95
18	94,05	18,39
19	99,28	20,04
20	104,5	22,07
21	109,73	24,69
22	114,95	26,81
23	120,18	28,8
24	125,4	31,12
25	130,63	34,2
26	135,85	34,2
27	141,08	35,61
28	146,3	37,16
29	151,53	38,31
30	156,75	39,44
31	161,98	40,61

32	167,2	42,34
33	172,43	43,87
34	177,65	47,43
35	182,88	47,43
36	188,1	50,31
37	193,33	52,74
38	198,55	54,87
39	203,78	56,61
40	209,0	57,98
41	214,23	58,8
42	219,45	59,42
43	224,68	61,08
44	229,9	61,08
45	235,13	61,7
46	240,35	62,46
47	245,58	63,42
48	250,8	64,32
49	256,03	65,02
50	261,25	65,73
51	266,48	66,11
52	271,7	67,59
53	276,93	67,59
54	282,15	68,06
55	287,38	68,02
56	292,6	68,36
57	297,83	68,67
58	303,05	68,14
59	308,28	68,15
60	313,5	68,15
61	318,73	68,39
62	323,95	67,58
63	329,18	67,92
64	334,4	68,43
65	339,63	69,14
66	344,85	69,39
67	350,08	70,92
68	355,3	71,82
69	360,53	72,76
70	365,75	73,9
71	370,98	73,9
72	376,2	75,14
73	381,43	76,35
74	386,65	74,65
75	391,88	75,13
76	397,1	75,62
77	402,33	74,98

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	5,23	-4,46
2	10,45	-3,71
3	15,68	-3,25
4	20,9	-2,82
5	26,13	-2,43
6	31,35	-1,29
7	36,58	-0,48
8	41,8	-0,48
9	47,03	0,65

10	52,25	1,4
11	57,48	2,44
12	62,7	3,77
13	67,93	4,35
14	73,15	6,17
15	78,38	8,1
16	83,6	11,19
17	88,83	11,95
18	94,05	13,39
19	99,28	15,04
20	104,5	17,07
21	109,73	19,69
22	114,95	21,81
23	120,18	23,8
24	125,4	26,12
25	130,63	29,2
26	135,85	29,2
27	141,08	30,61
28	146,3	32,16
29	151,53	33,31
30	156,75	34,44
31	161,98	35,61
32	167,2	37,34
33	172,43	38,87
34	177,65	42,43
35	182,88	42,43
36	188,1	45,31
37	193,33	47,74
38	198,55	49,87
39	203,78	51,61
40	209,0	52,98
41	214,23	53,8
42	219,45	54,42
43	224,68	56,08
44	229,9	56,08
45	235,13	56,7
46	240,35	57,46
47	245,58	58,42
48	250,8	59,32
49	256,03	60,02
50	261,25	60,73
51	266,48	61,11
52	271,7	62,59
53	276,93	62,59
54	282,15	63,06
55	287,38	63,02
56	292,6	63,36
57	297,83	63,67
58	303,05	63,14
59	308,28	63,15
60	313,5	63,15
61	318,73	63,39
62	323,95	62,58
63	329,18	62,92
64	334,4	63,43
65	339,63	64,14
66	344,85	64,39
67	350,08	65,92
68	355,3	66,82

69	360,53	67,76
70	365,75	68,9
71	370,98	68,9
72	376,2	70,14
73	381,43	71,35
74	386,65	69,65
75	391,88	70,13
76	397,1	70,62
77	402,33	69,98

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

### Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kN/m <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (kN/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	10	30	20	18	20	
2	35	200	30	20,5	21,5	

### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,0
Ascissa centro superficie	166,67 m
Ordinata centro superficie	200,0 m
Raggio superficie	193,62 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**xc = 166,667 yc = 200,00 Rc = 193,617 Fs=1,004**

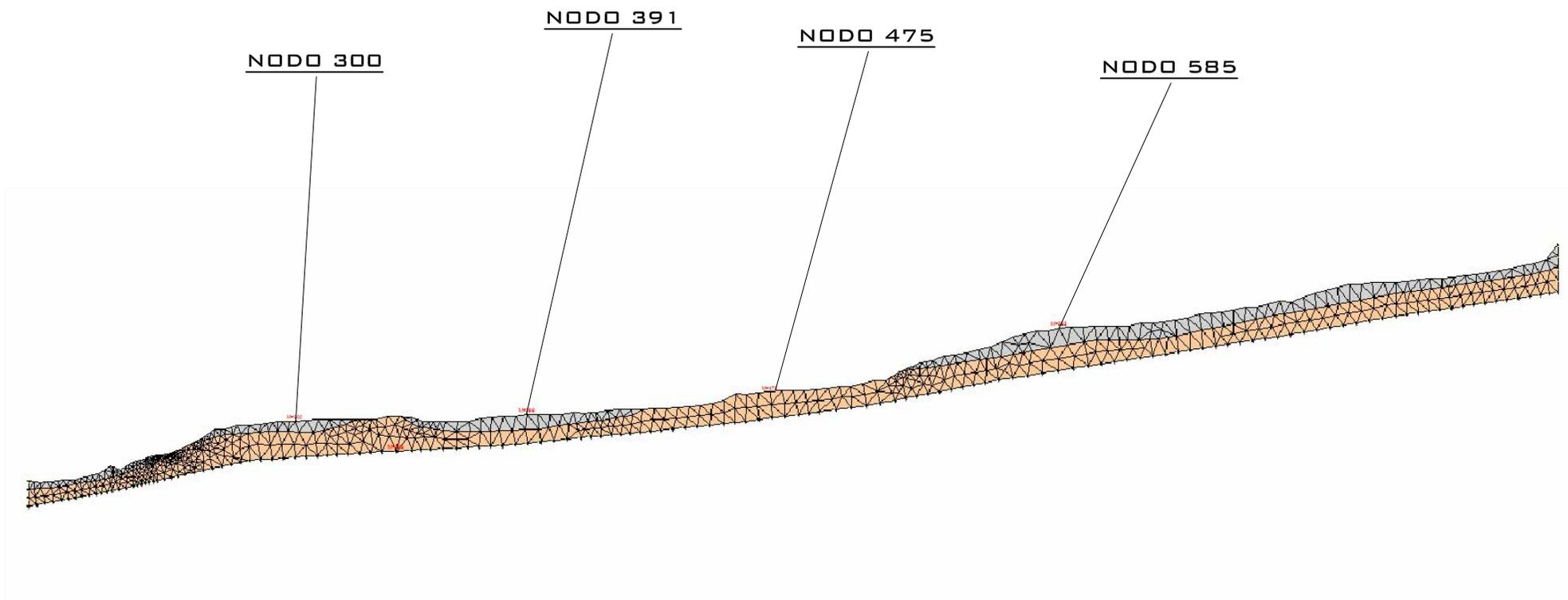
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	2,24	-20,7	2,39	34,87	2,58	1,29	30,0	0,0	0,0	61,8	64,9
2	5,23	-19,5	5,54	367,18	27,17	13,59	30,0	0,0	0,0	443,1	150,6
3	5,23	-17,9	5,49	815,74	60,36	30,18	200,0	0,0	0,0	1178,8	994,4
4	5,23	-16,3	5,44	1262,47	93,42	46,71	200,0	0,0	0,0	1603,5	985,8
5	5,23	-14,7	5,4	1656,24	122,56	61,28	200,0	0,0	0,0	1968,7	978,1
6	5,23	-13,1	5,36	2043,52	151,22	75,61	200,0	0,0	0,0	2324,2	971,4
7	15,68	-10,0	15,91	8277,39	612,53	306,26	200,0	0,0	0,0	8909,4	2881,8
8	15,68	-5,3	15,74	10174,37	752,9	376,45	200,0	0,0	0,0	10480,2	2850,5

9	5,23	-2,2	5,23	3724,71	275,63	137,81	200,0	0,0	0,0	3763,1	946,8
10	5,54	-0,6	5,54	4139,5	306,32	153,16	200,0	0,0	0,0	4149,7	1002,4
11	4,91	1,0	4,92	3845,19	284,54	142,27	200,0	0,0	0,0	3830,6	890,1
12	5,23	2,5	5,23	4351,78	322,03	161,02	200,0	0,0	0,0	4314,9	947,0
13	10,45	4,8	10,49	8991,08	665,34	332,67	200,0	0,0	0,0	8863,2	1899,0
14	5,23	7,1	5,27	4863,56	359,9	179,95	200,0	0,0	0,0	4782,2	953,5
15	5,23	8,7	5,29	5038,25	372,83	186,42	200,0	0,0	0,0	4950,4	957,2
16	5,23	10,3	5,31	5157,75	381,67	190,84	200,0	0,0	0,0	5067,5	961,5
17	5,23	11,8	5,34	5217,63	386,1	193,05	200,0	0,0	0,0	5128,4	966,7
18	5,23	13,4	5,37	5208,76	385,45	192,72	200,0	0,0	0,0	5122,9	972,7
19	5,23	15,0	5,41	5140,72	380,41	190,21	200,0	0,0	0,0	5059,7	979,6
20	5,23	16,6	5,45	5102,88	377,61	188,81	200,0	0,0	0,0	5030,7	987,4
21	10,45	19,1	11,06	9826,2	727,14	363,57	200,0	0,0	0,0	9704,6	2002,2
22	5,23	21,5	5,62	4699,35	347,75	173,88	200,0	0,0	0,0	4650,7	1017,2
23	5,23	23,2	5,69	4553,93	336,99	168,5	200,0	0,0	0,0	4513,5	1029,5
24	5,23	24,9	5,76	4396,53	325,34	162,67	200,0	0,0	0,0	4362,9	1043,1
25	5,23	26,6	5,84	4203,4	311,05	155,53	200,0	0,0	0,0	4171,4	1058,3
26	5,23	28,4	5,94	3977,47	294,33	147,17	200,0	0,0	0,0	3939,6	1075,2
27	5,23	30,1	6,04	3710,04	274,54	137,27	200,0	0,0	0,0	3654,8	1094,0
28	15,68	33,8	18,87	9496,11	702,71	351,36	200,0	0,0	0,0	9141,4	3416,7
29	19,26	40,4	25,27	6509,62	481,71	240,86	200,0	0,0	0,0	4654,0	4576,0
30	7,05	45,6	10,07	519,17	38,42	19,21	30,0	0,0	0,0	462,7	273,5

**ALLEGATO 2**  
**SEZIONI SULLE QUALI SONO STATE ESEGUITE LE RSL2D**

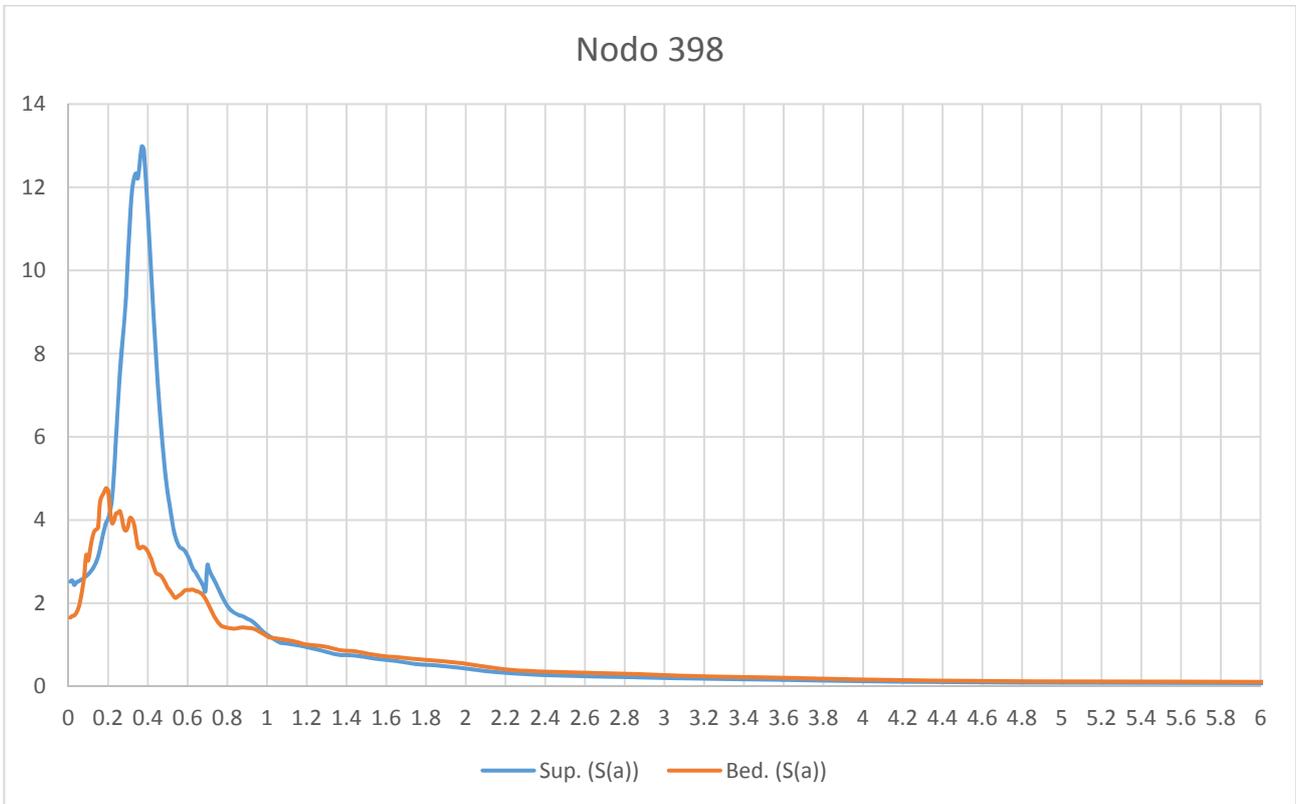
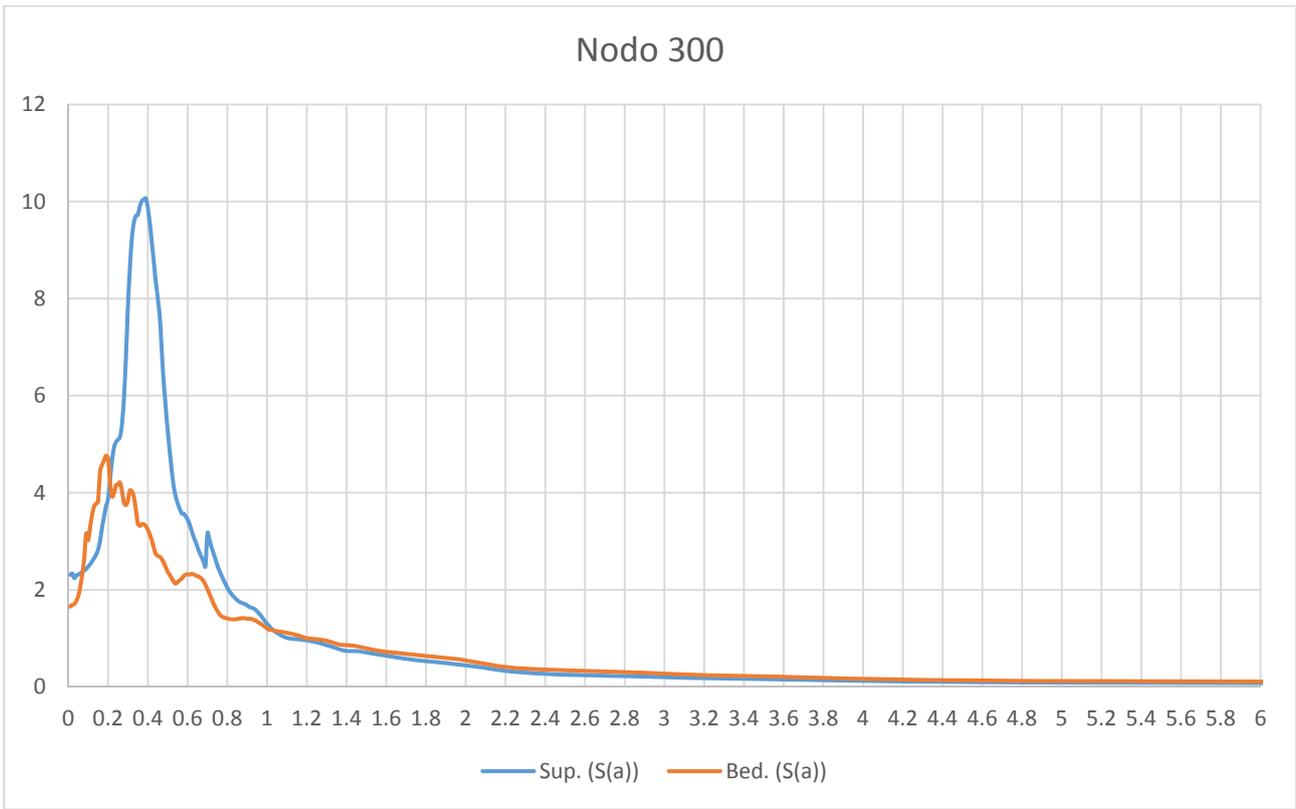
## SEZIONE 1

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1_limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1_limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1_limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1_limi

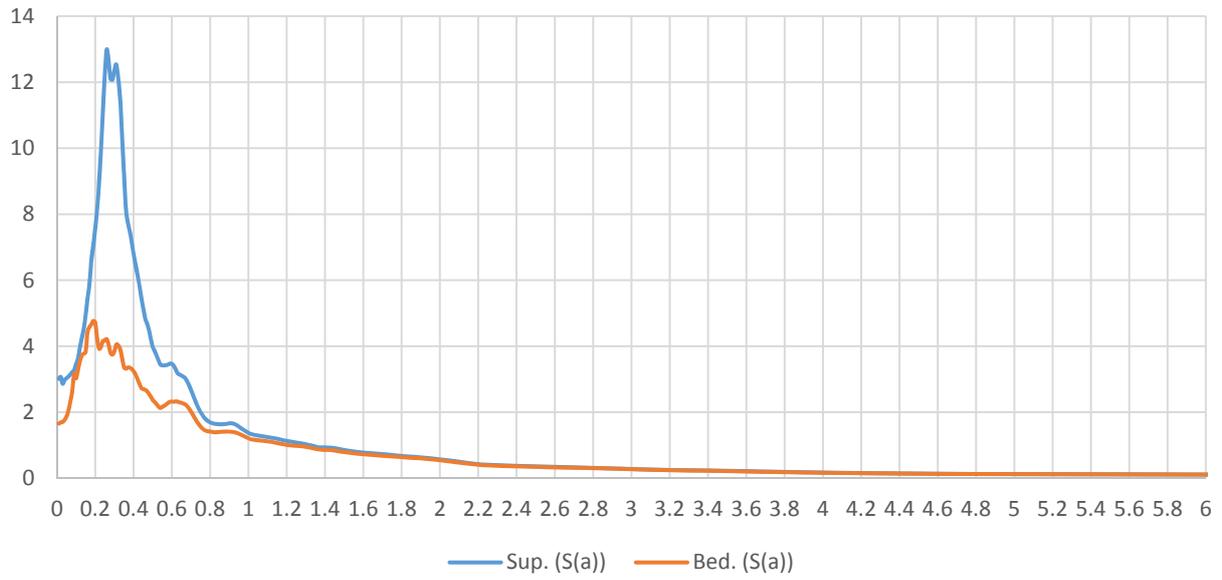


SEZIONE 1  
ELABORAZIONE RSL2D

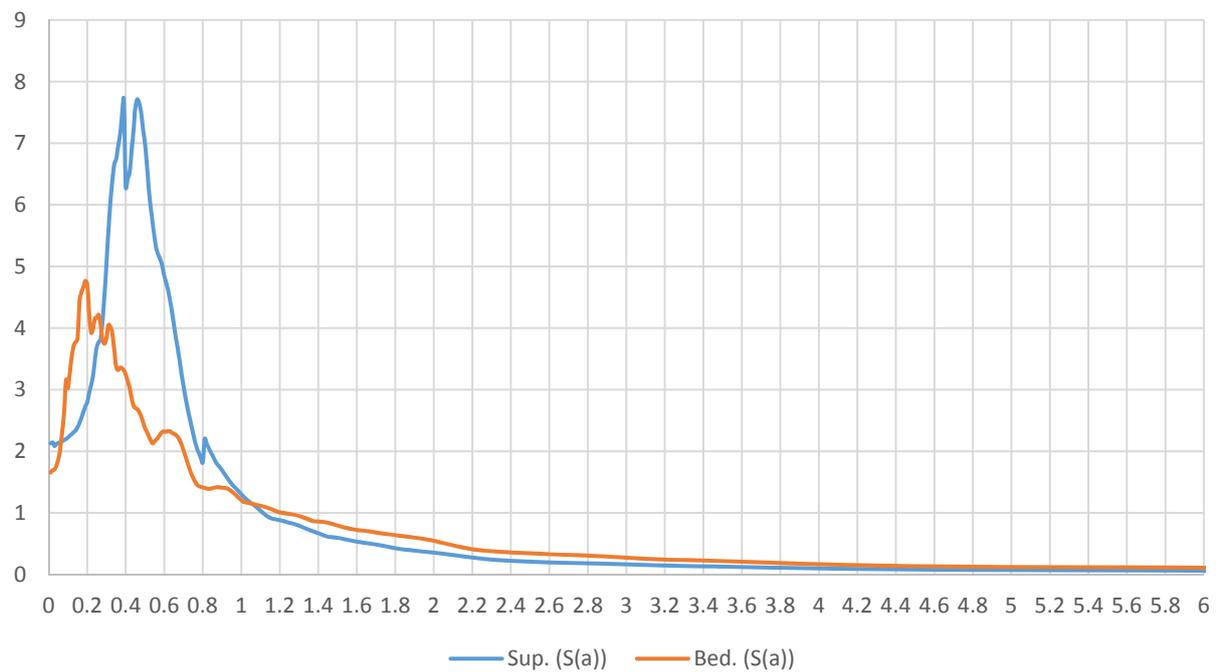
### SPETTRI SEZIONE 1



Nodo 475

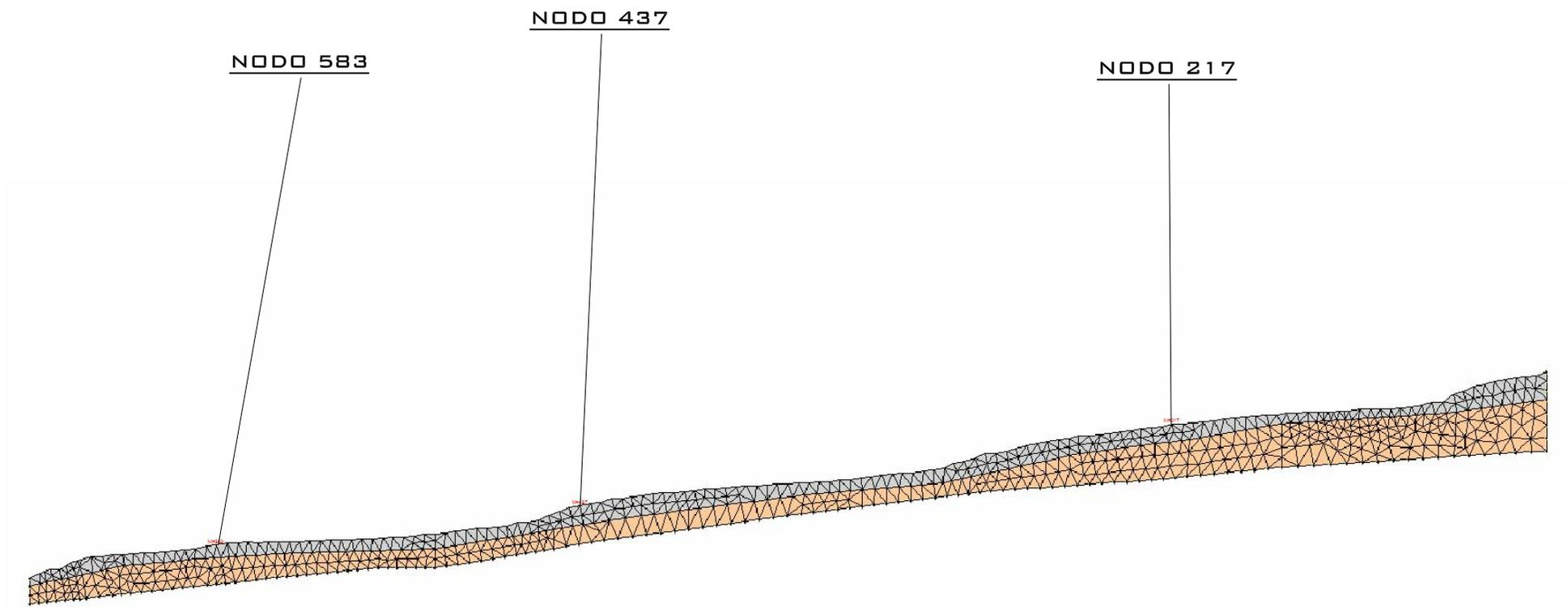


Nodo 585



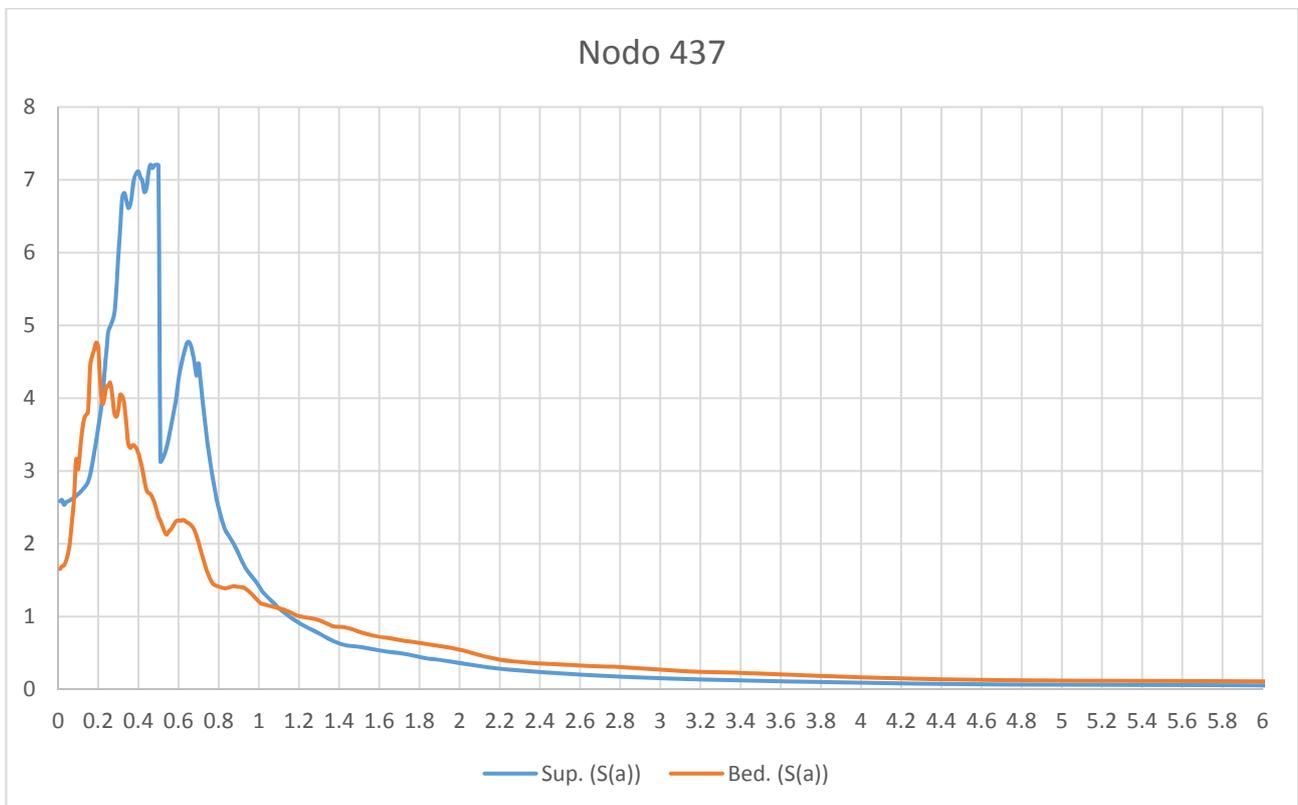
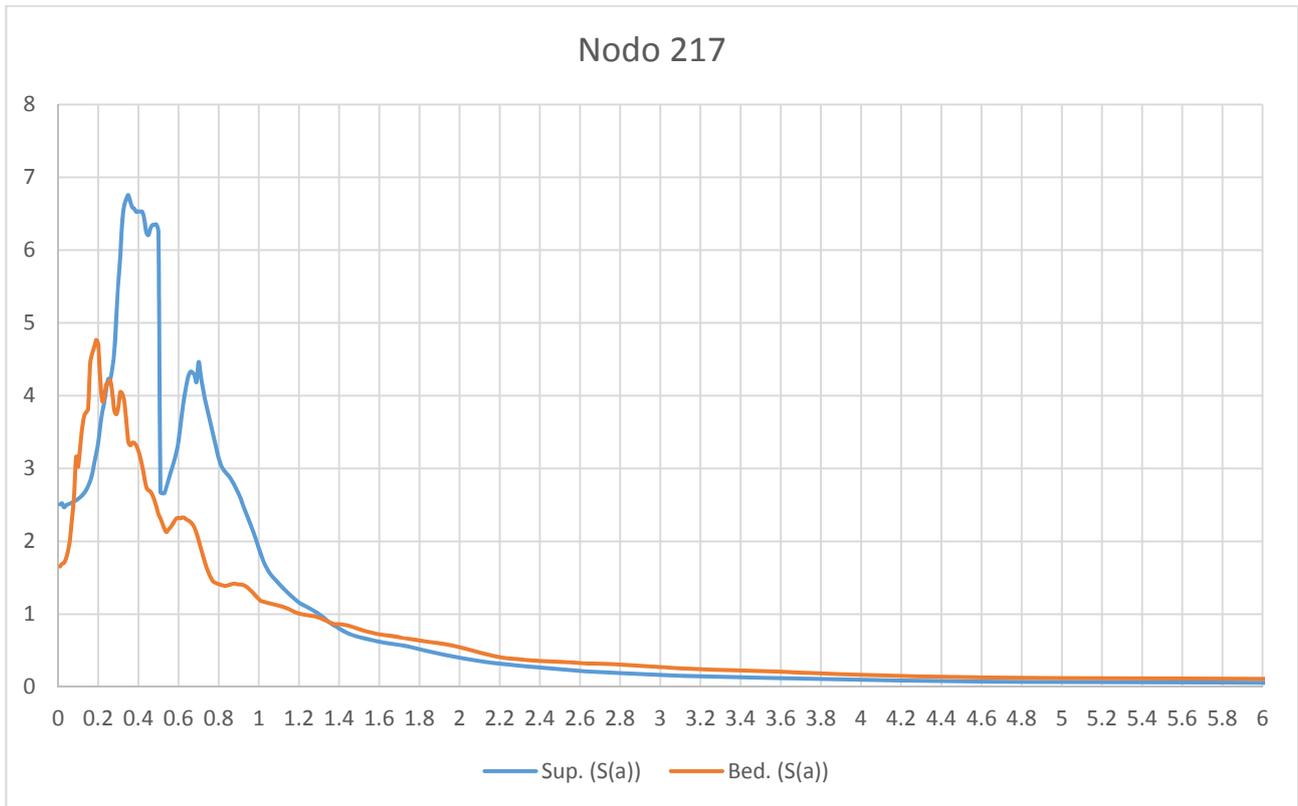
## SEZIONE 2

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1 _limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1 _limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1 _limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1 _limi

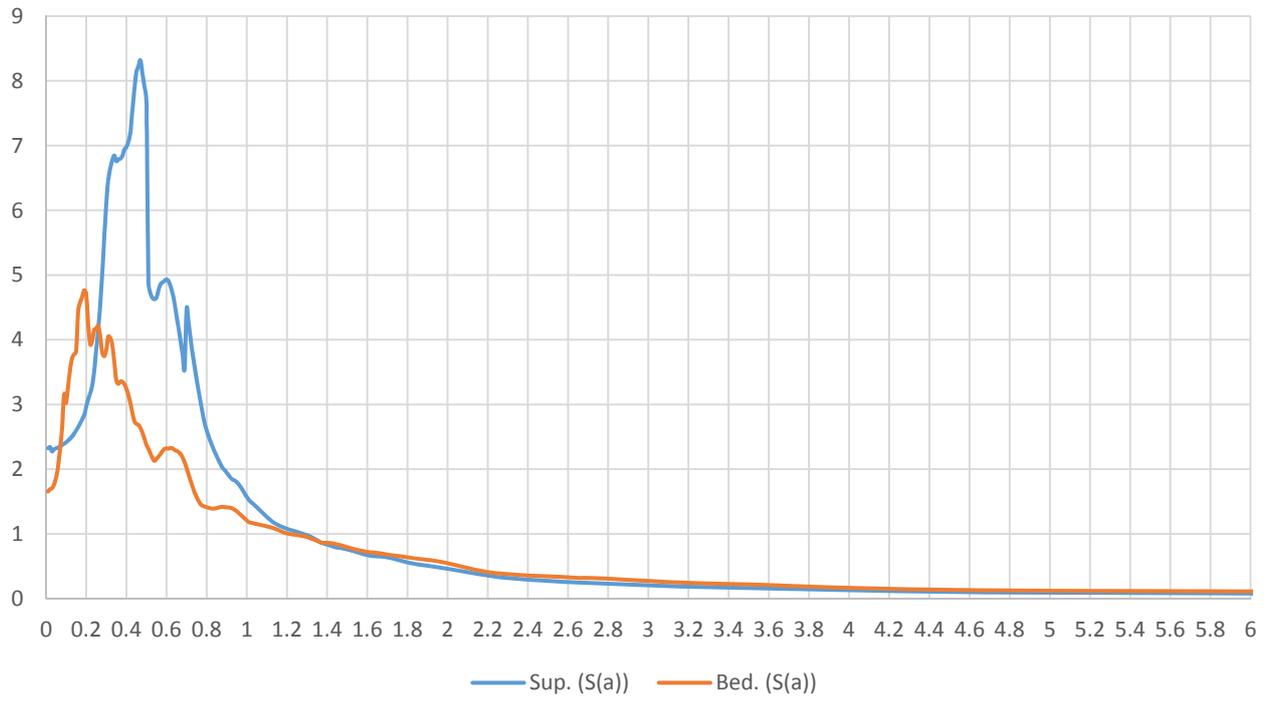


SEZIONE 2  
ELABORAZIONE RSL2D

## SPETTRI SEZIONE 2

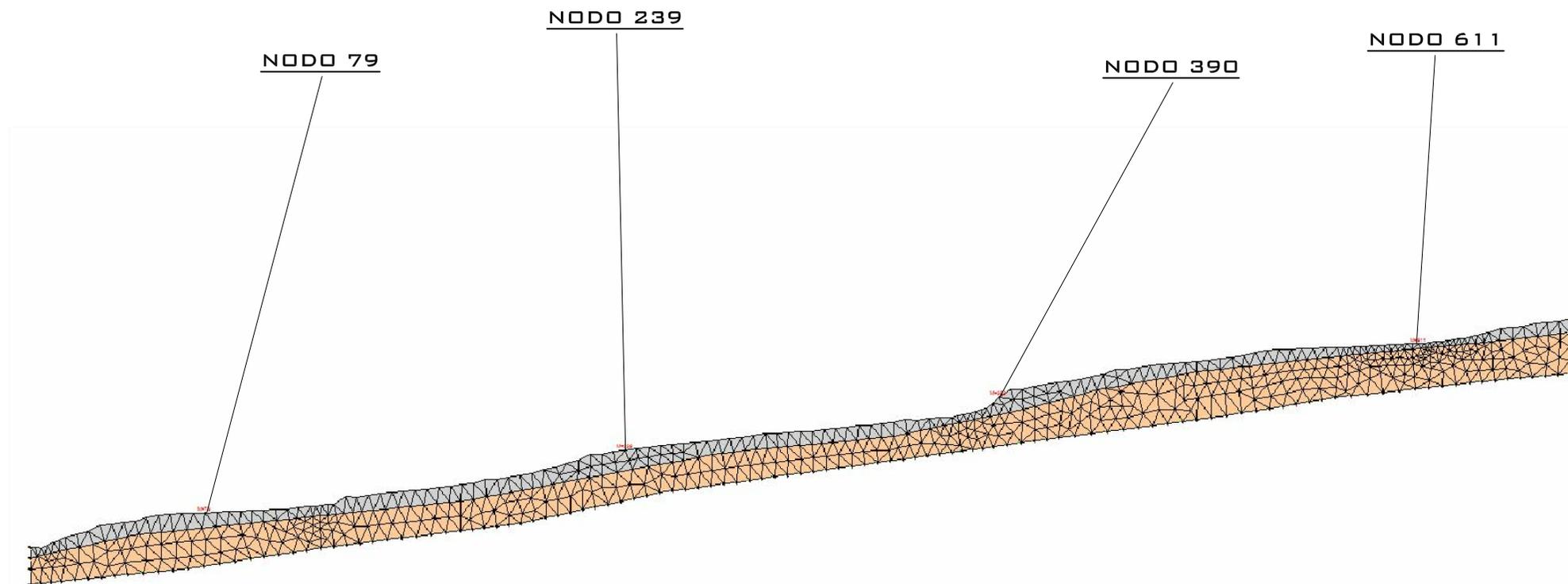


### Nodo 583



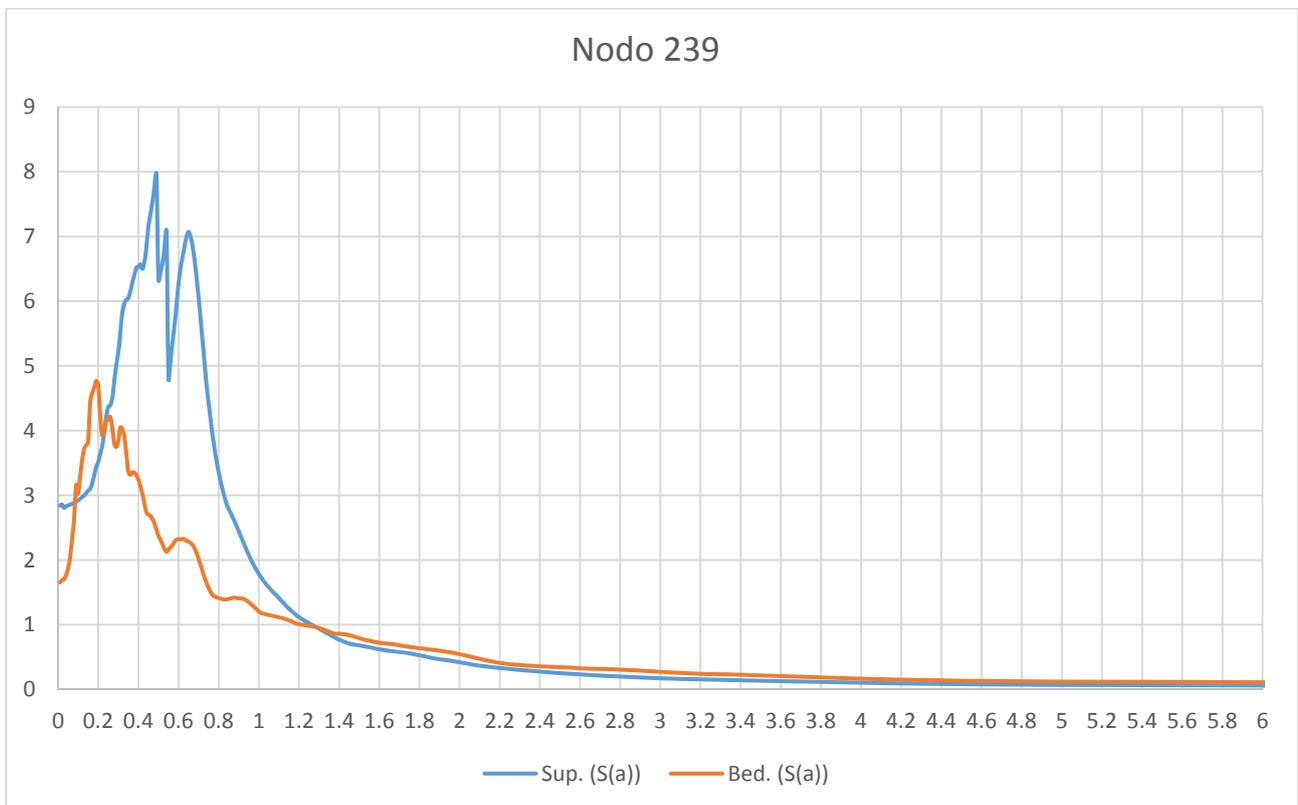
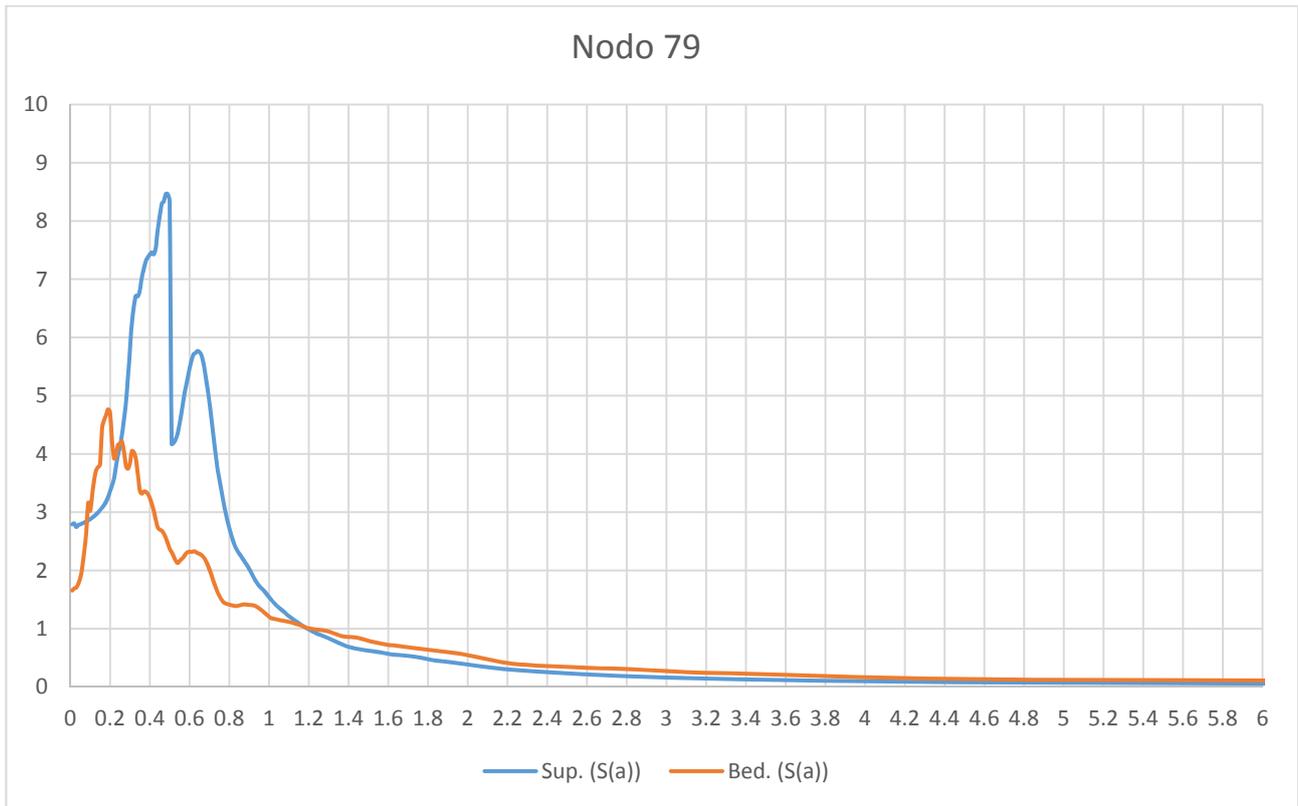
## SEZIONE 3

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1 _limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1 _limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1 _limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1 _limi

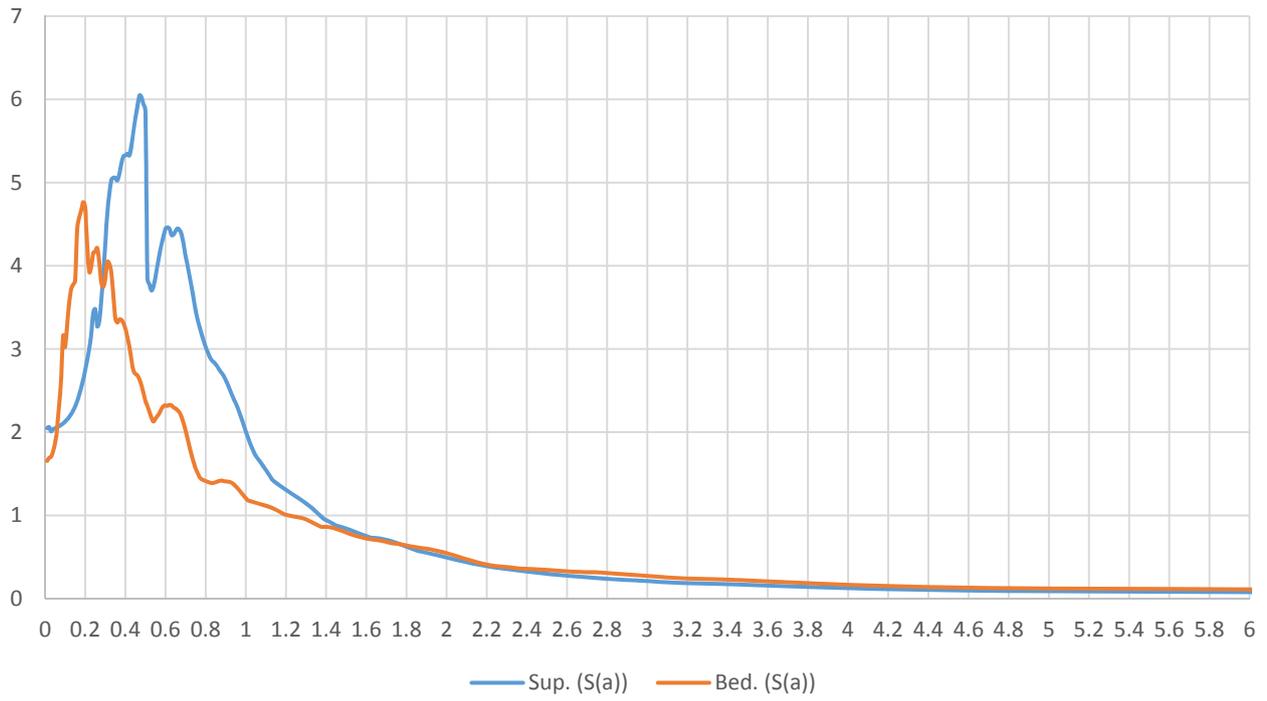


SEZIONE 3  
ELABORAZIONE RSL2D

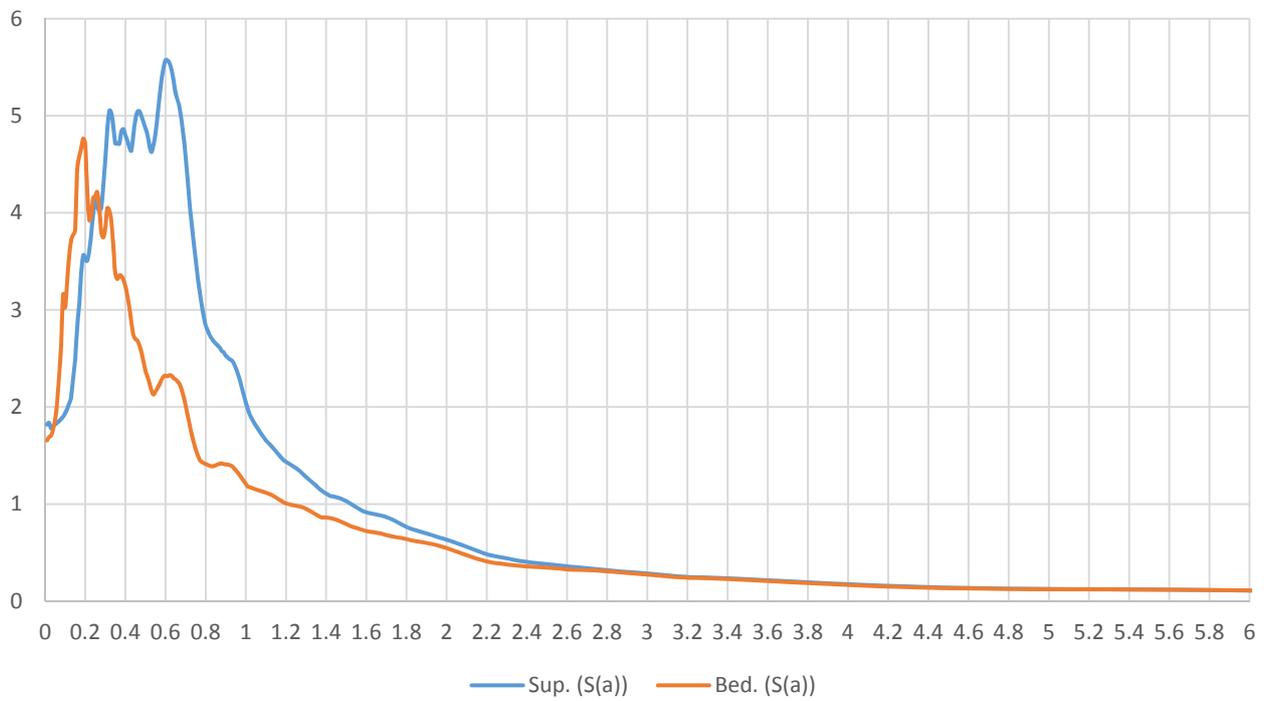
### SPETTRI SEZIONE 3



Nodo 390

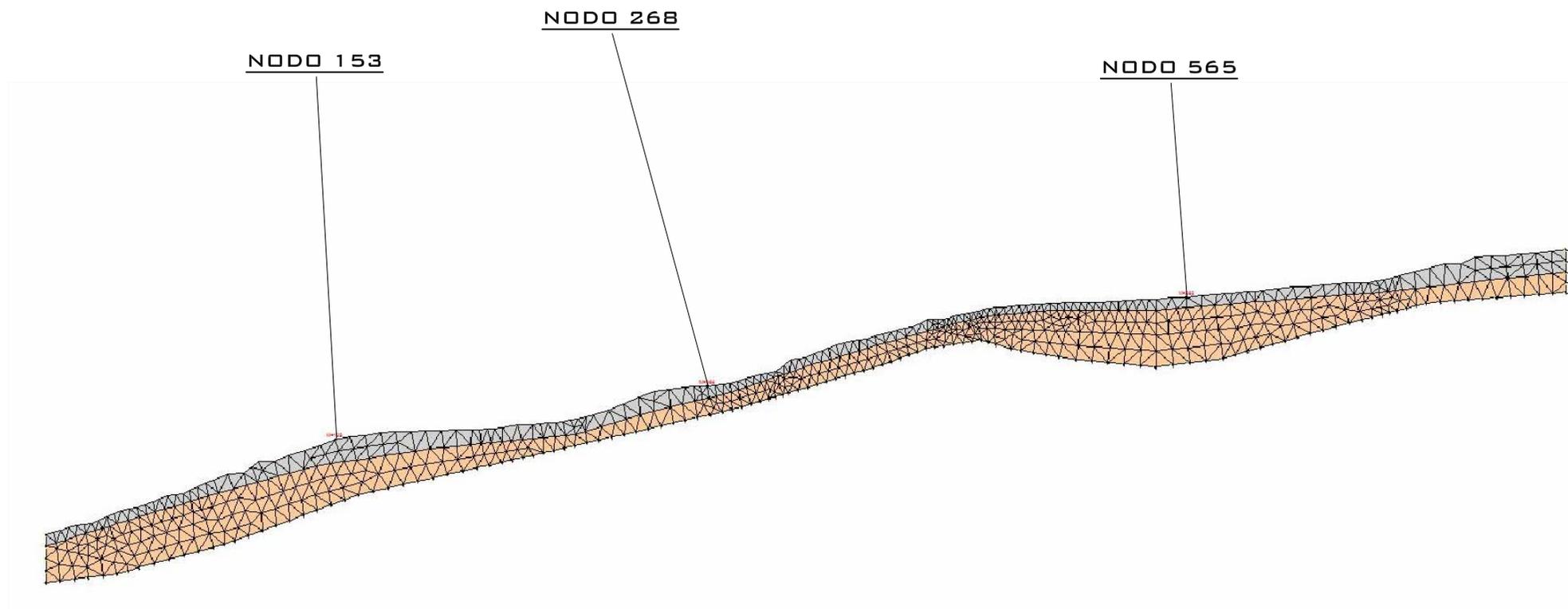


Nodo 611



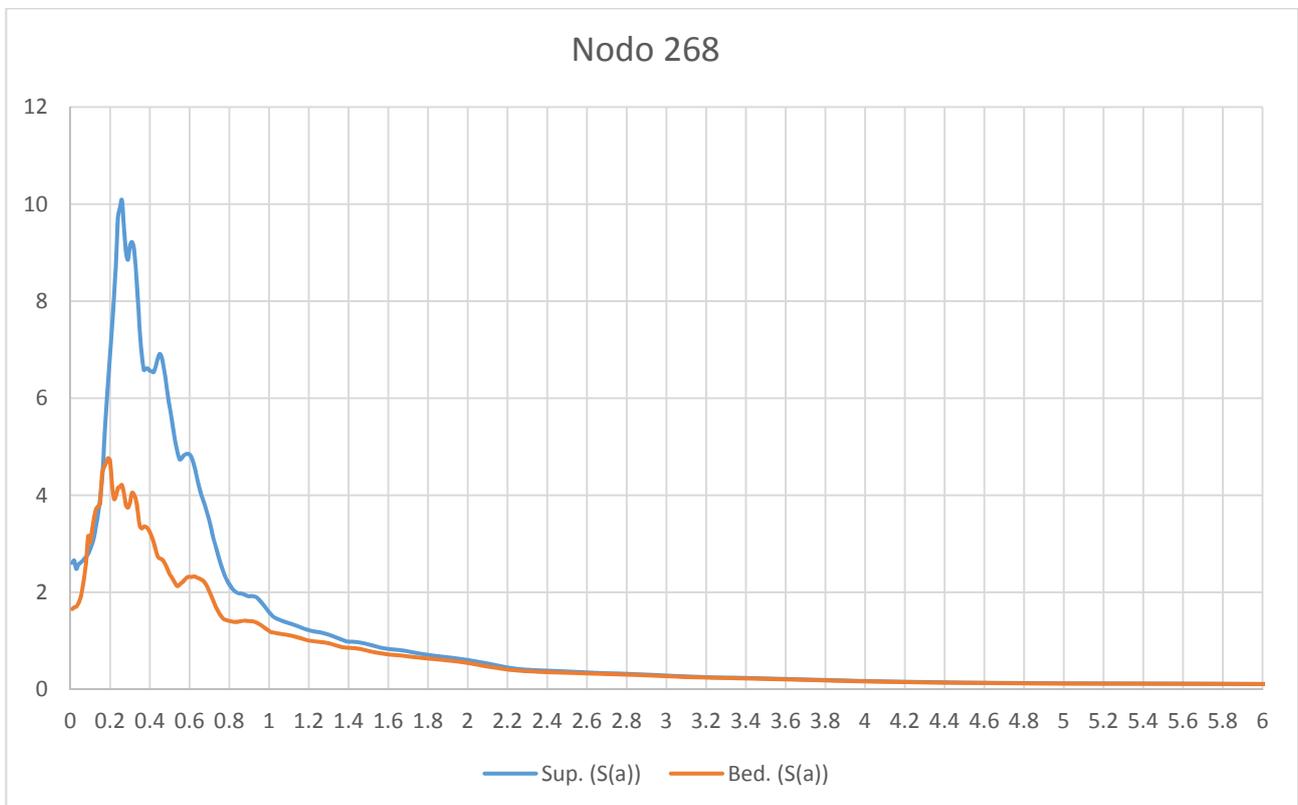
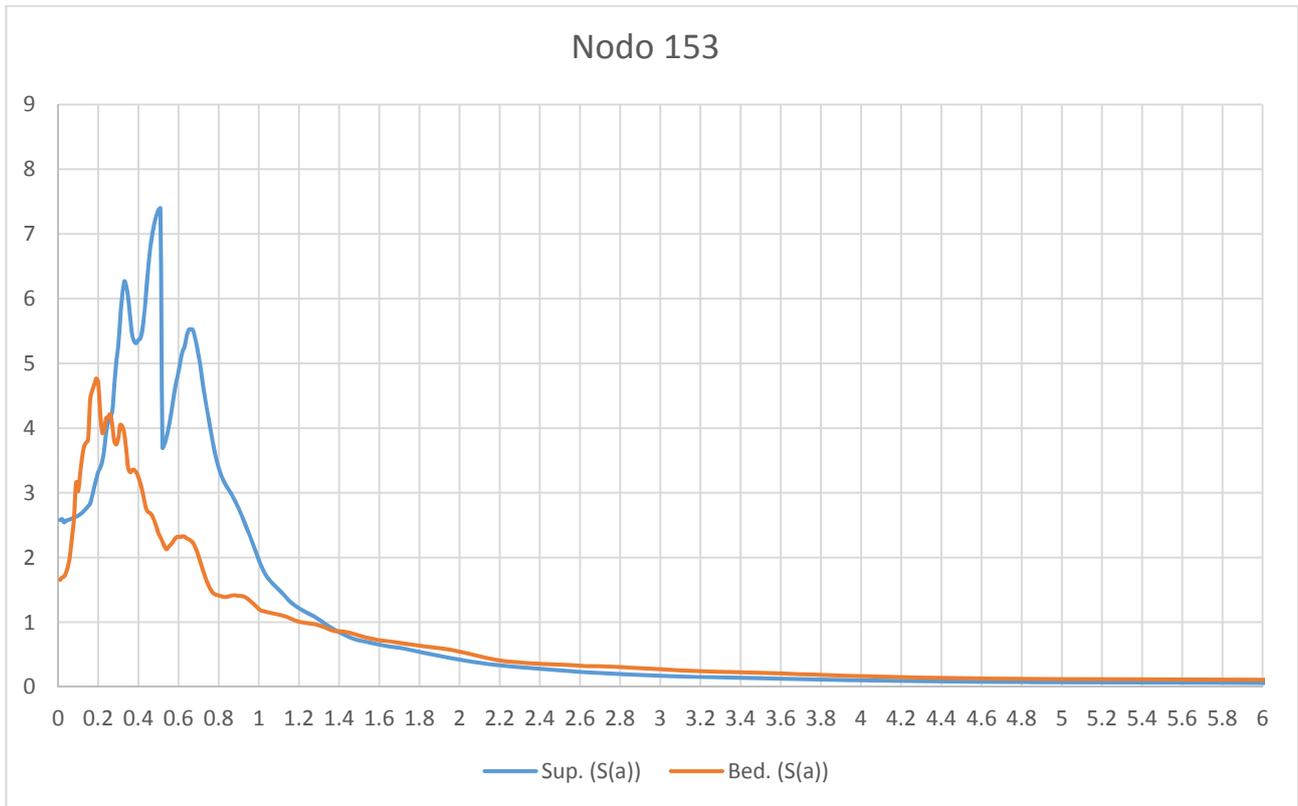
## SEZIONE 4

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1 _limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1 _limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1 _limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1 _limi

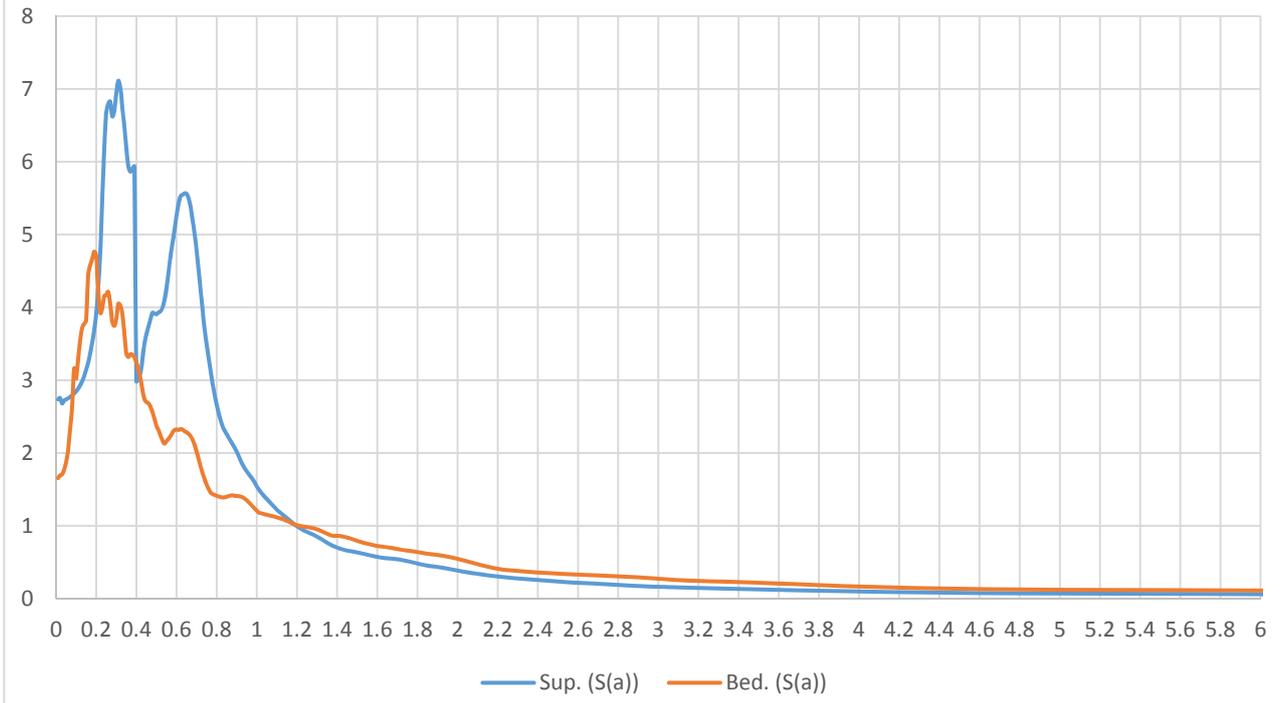


SEZIONE 4  
ELABORAZIONE RSL2D

### SPETTRI SEZIONE 4

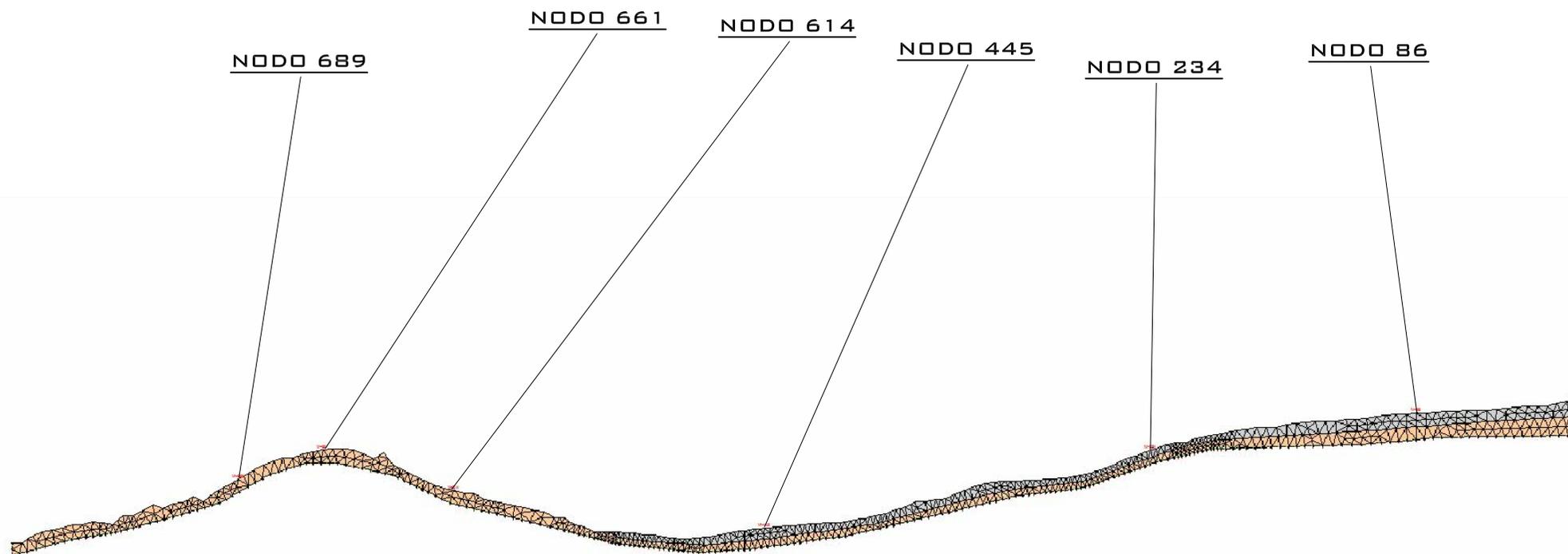


# Nodo 565



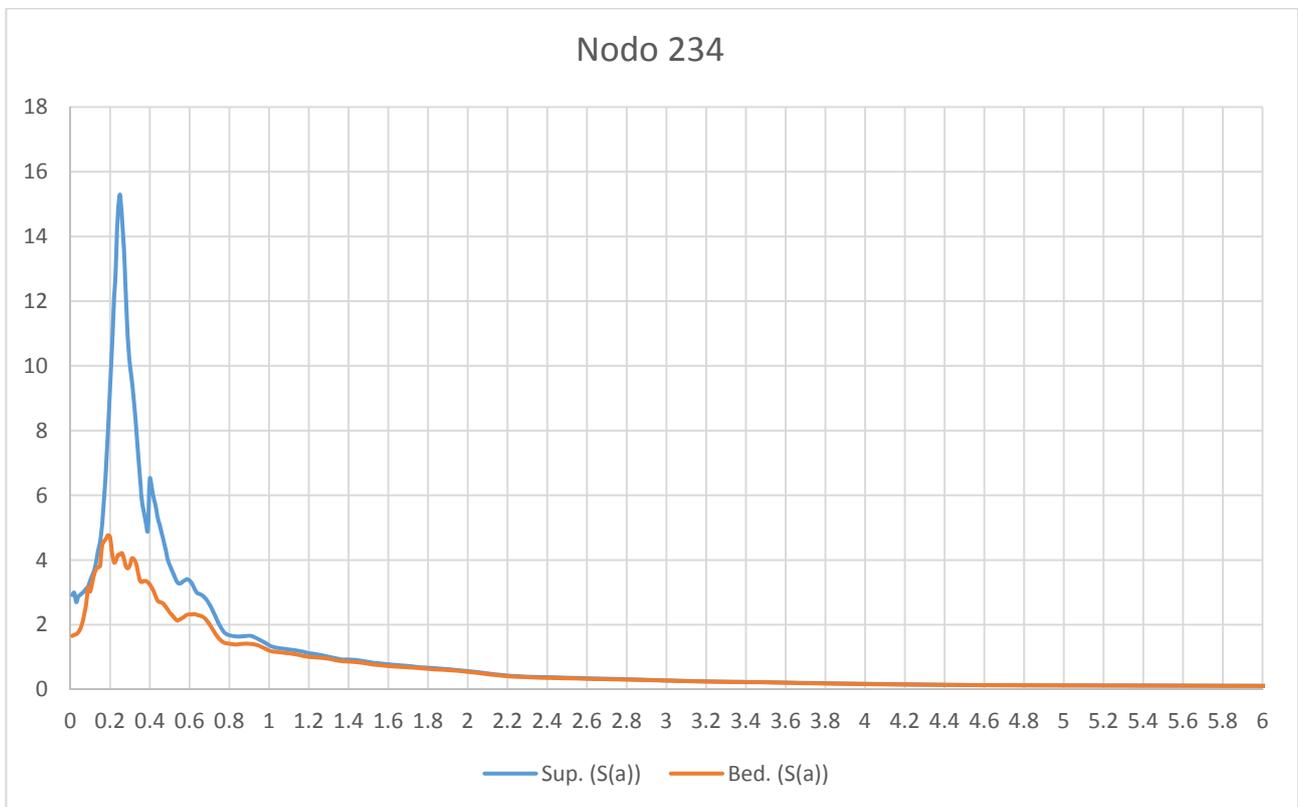
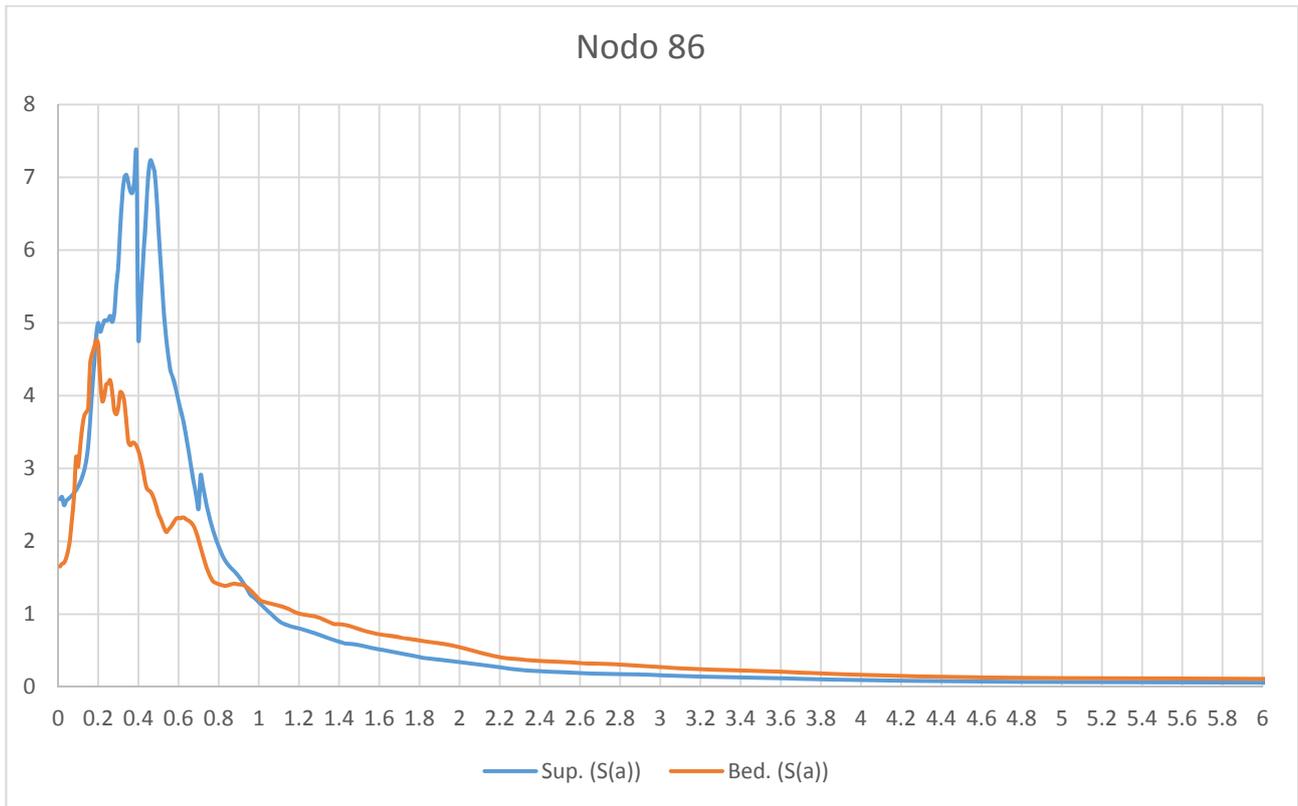
## SEZIONE 5

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1 _limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1 _limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1 _limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1 _limi

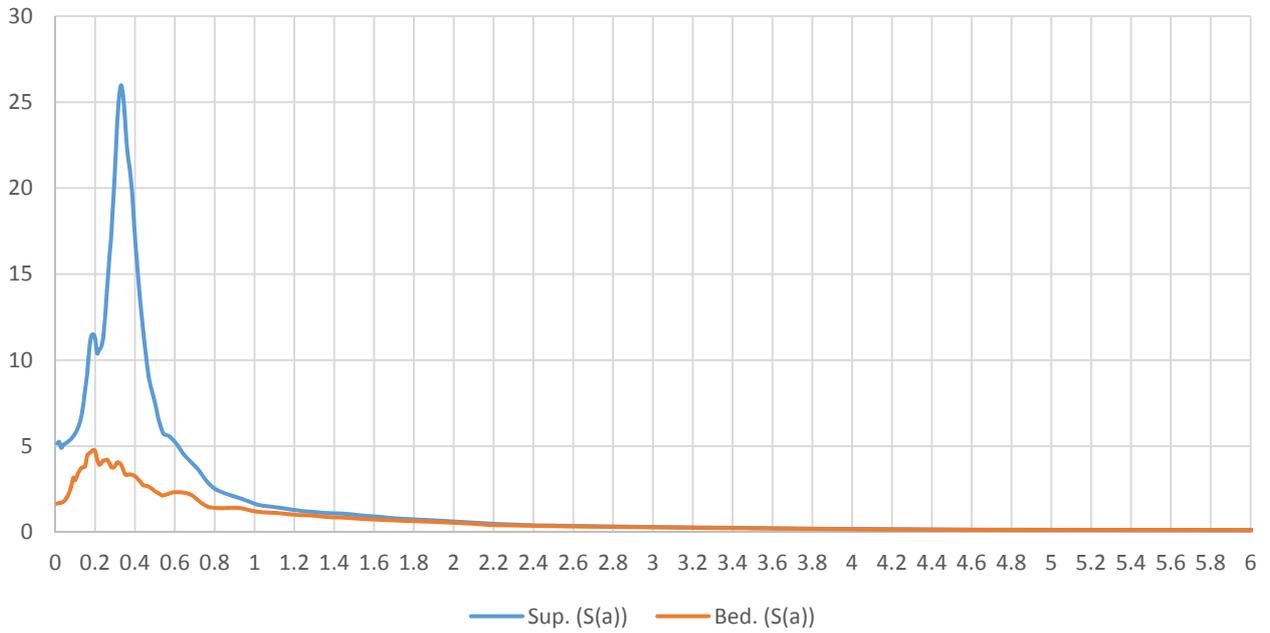


SEZIONE 5  
ELABORAZIONE RSL2D

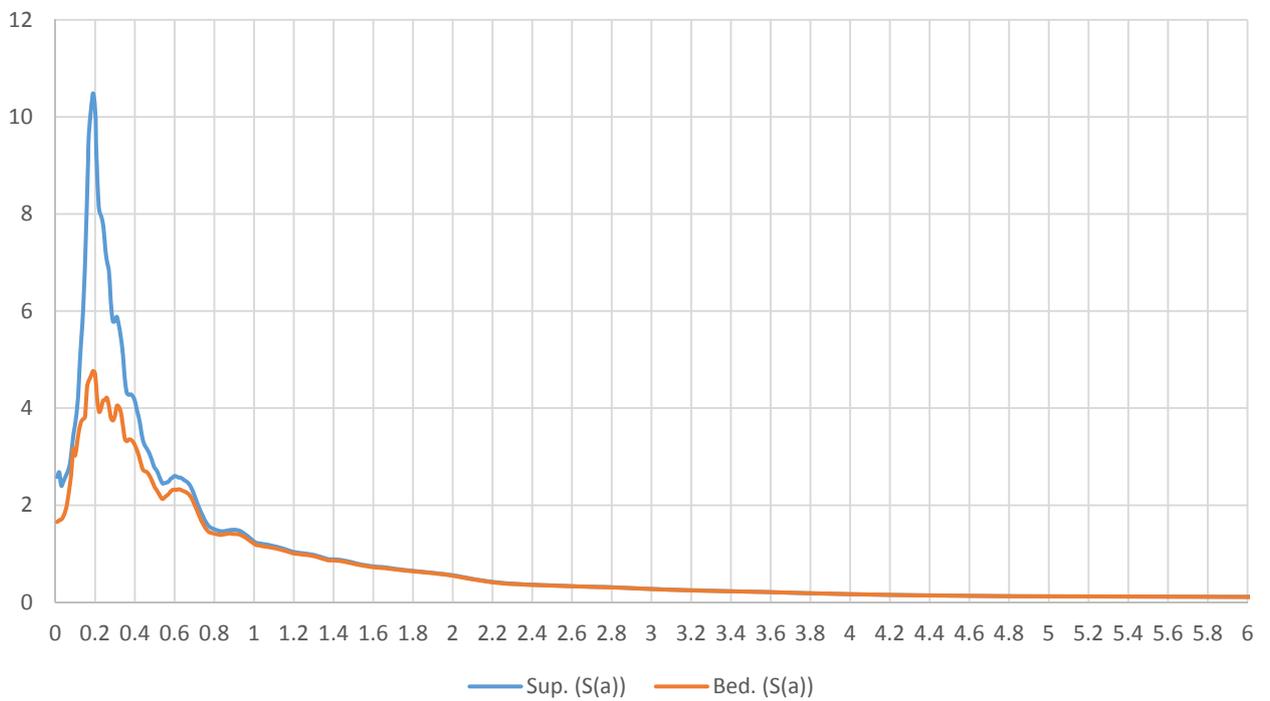
### SPETTRI SEZIONE 5



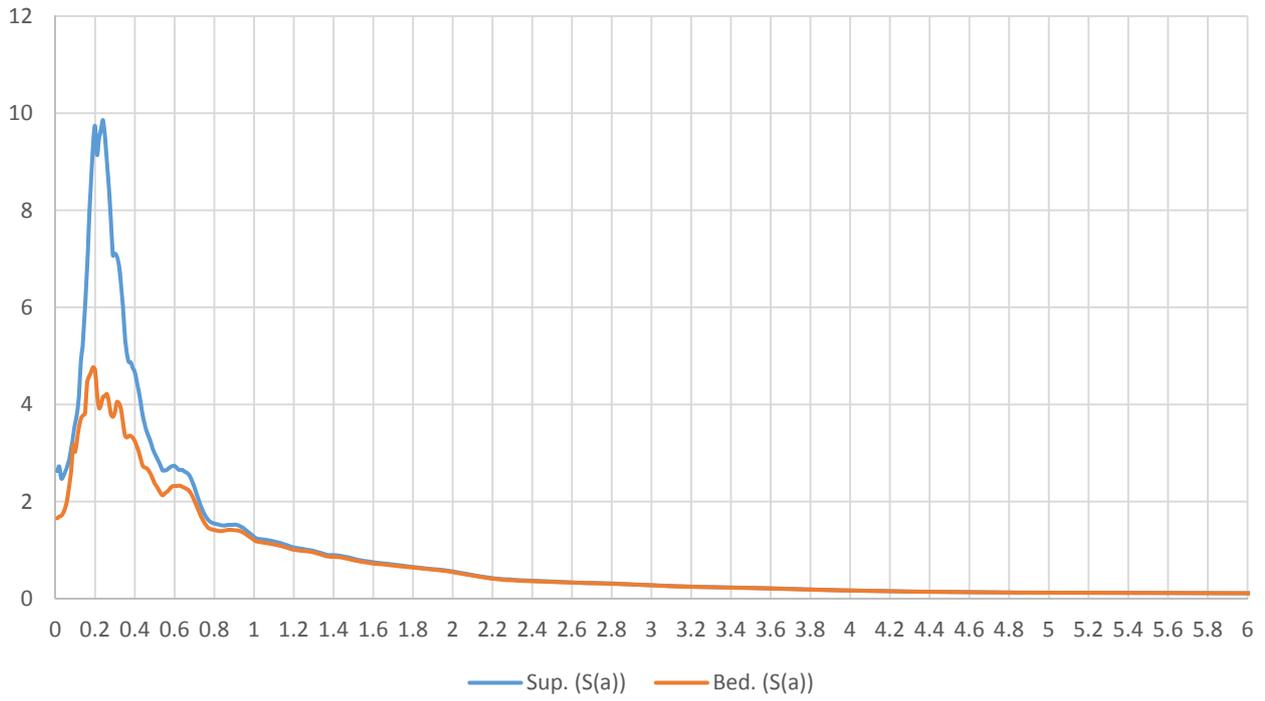
Nodo 445



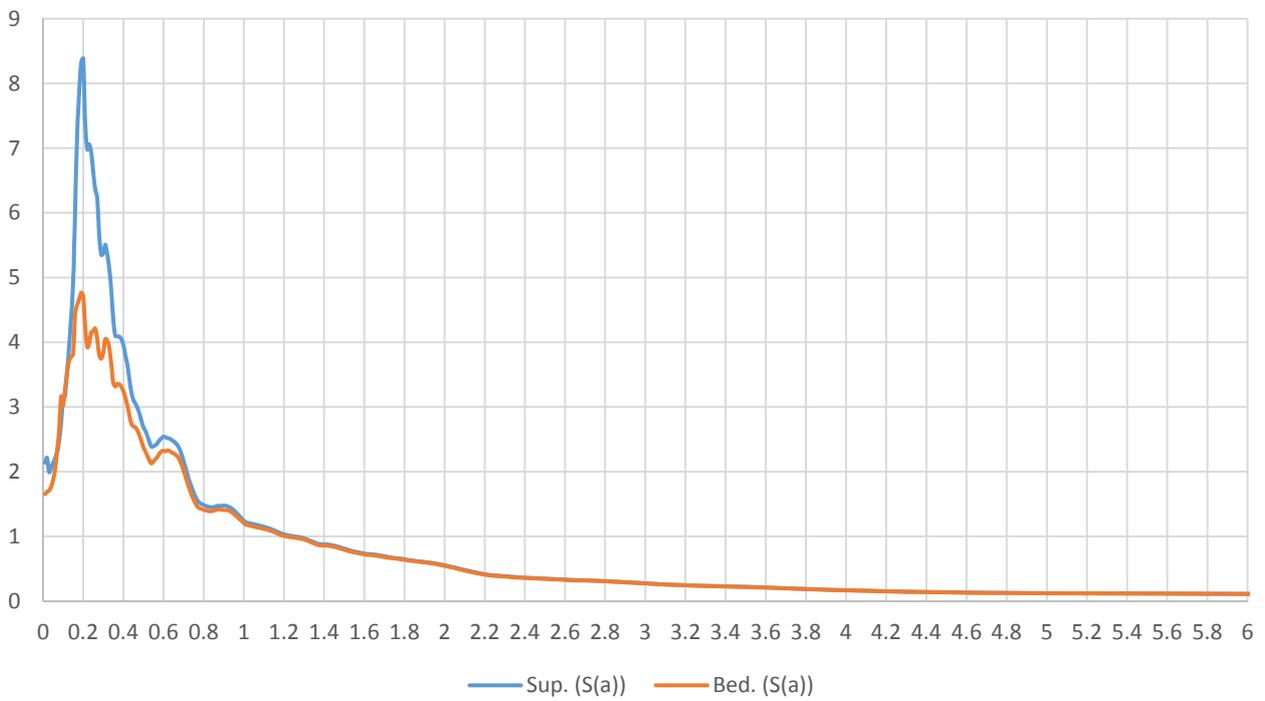
Nodo 614



### Nodo 661

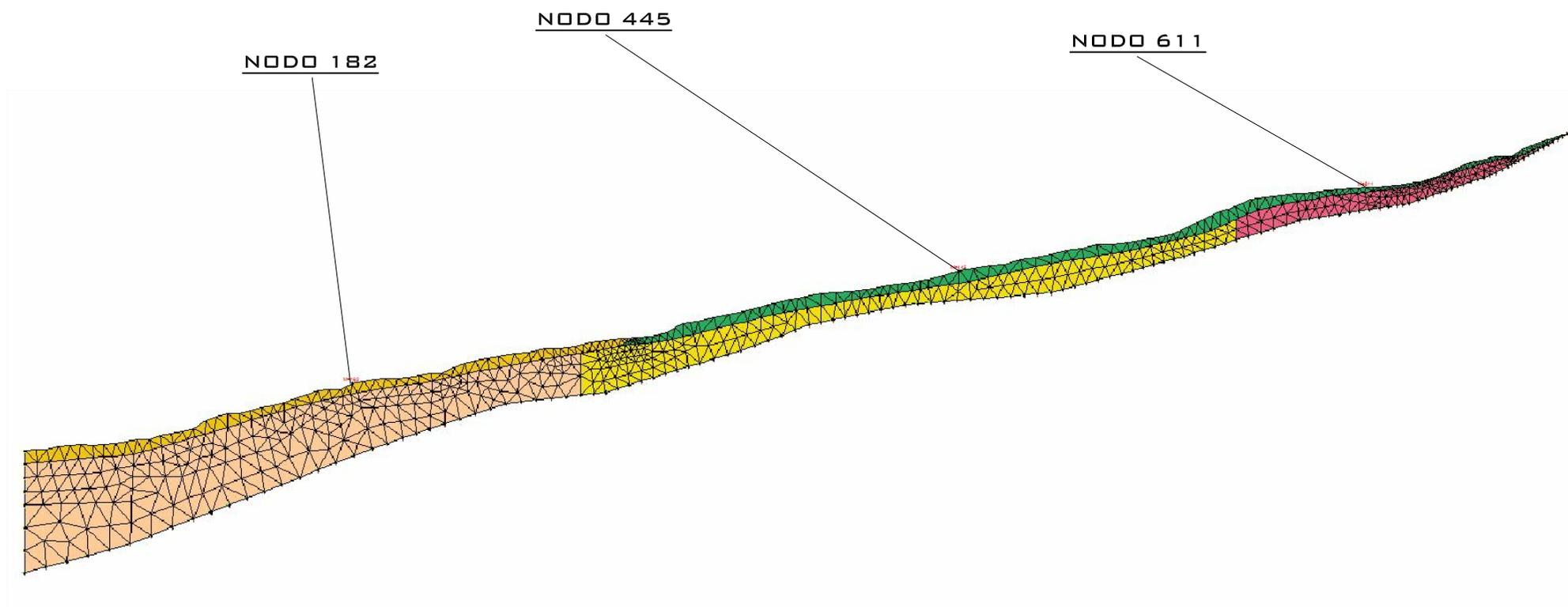


### Nodo 689



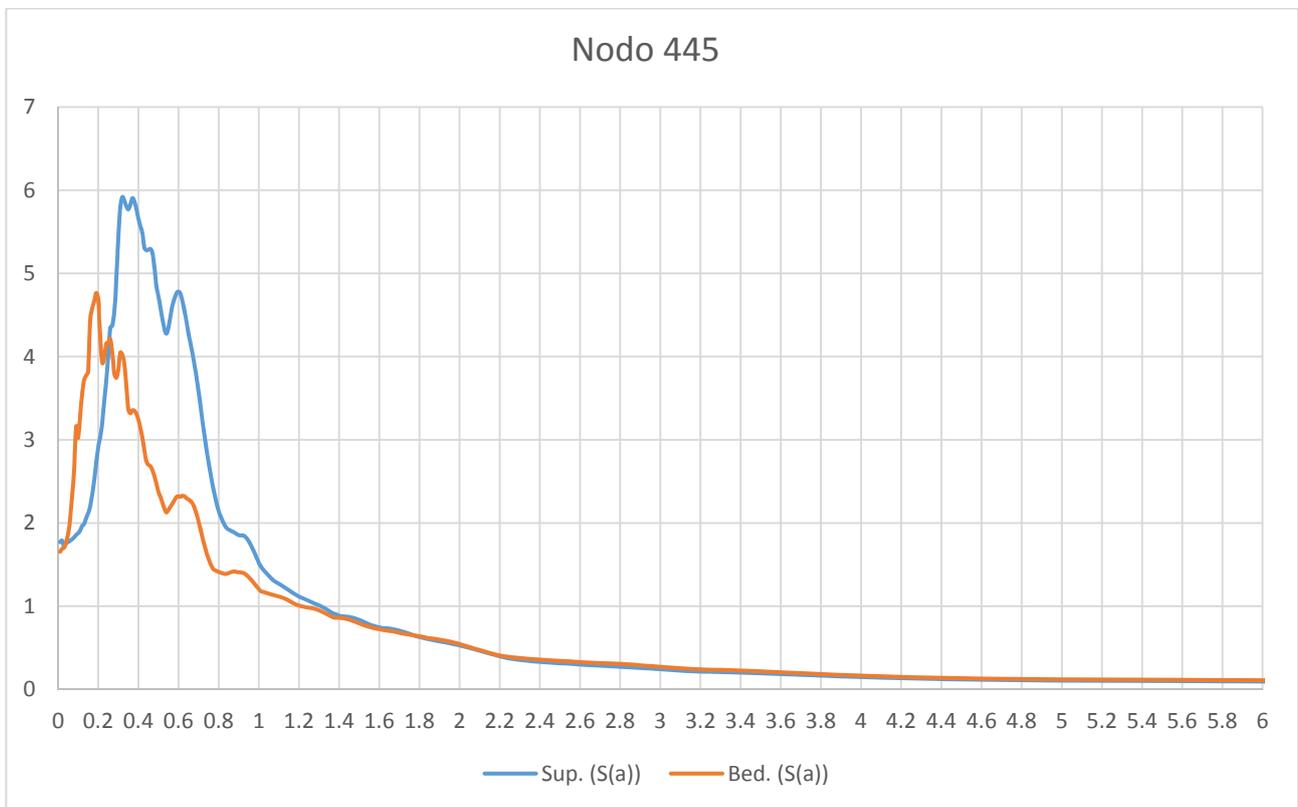
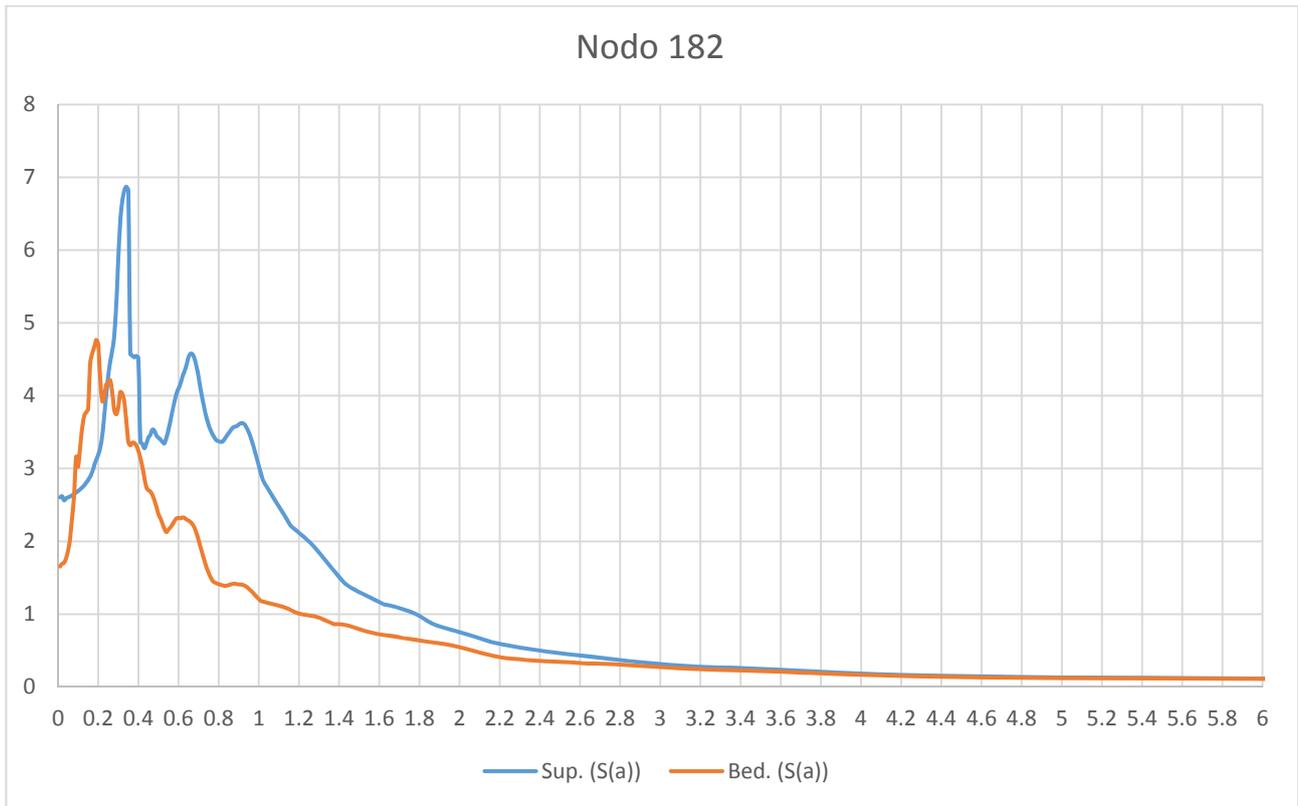
## SEZIONE 6

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1_limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1_limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1_limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1_limi

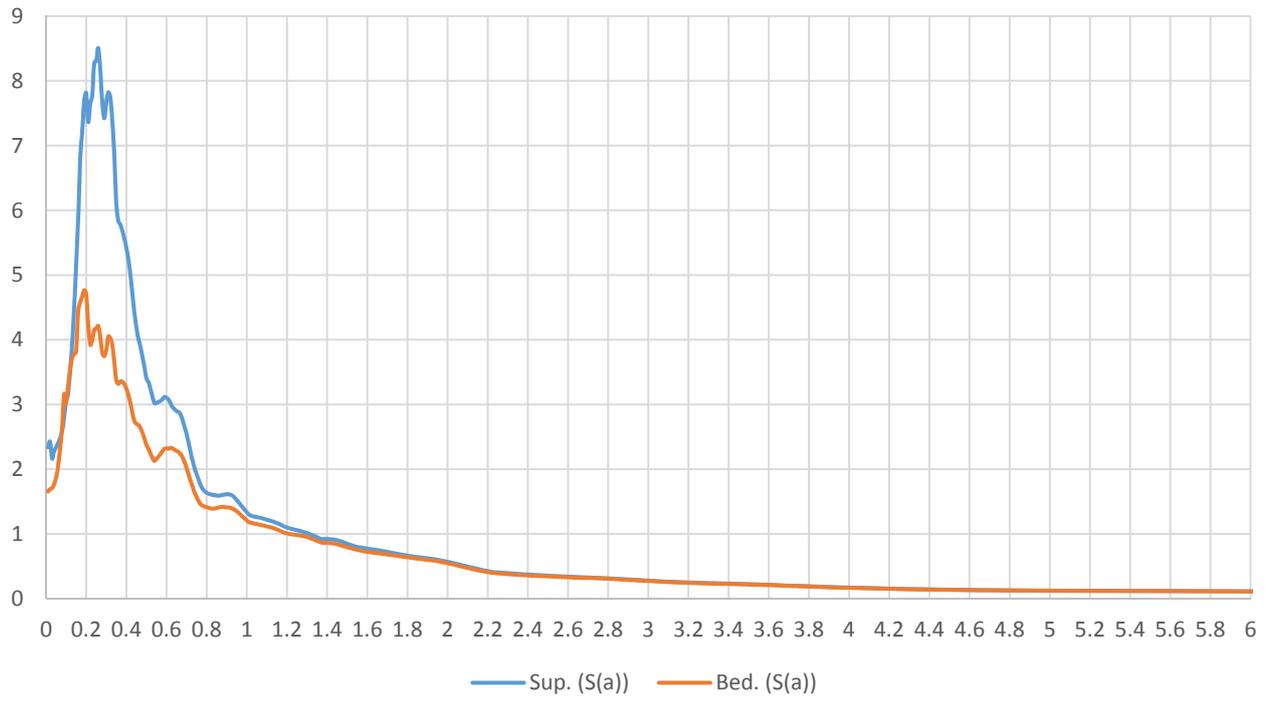


SEZIONE 6  
ELABORAZIONE RSL2D

### SPETTRI SEZIONE 6

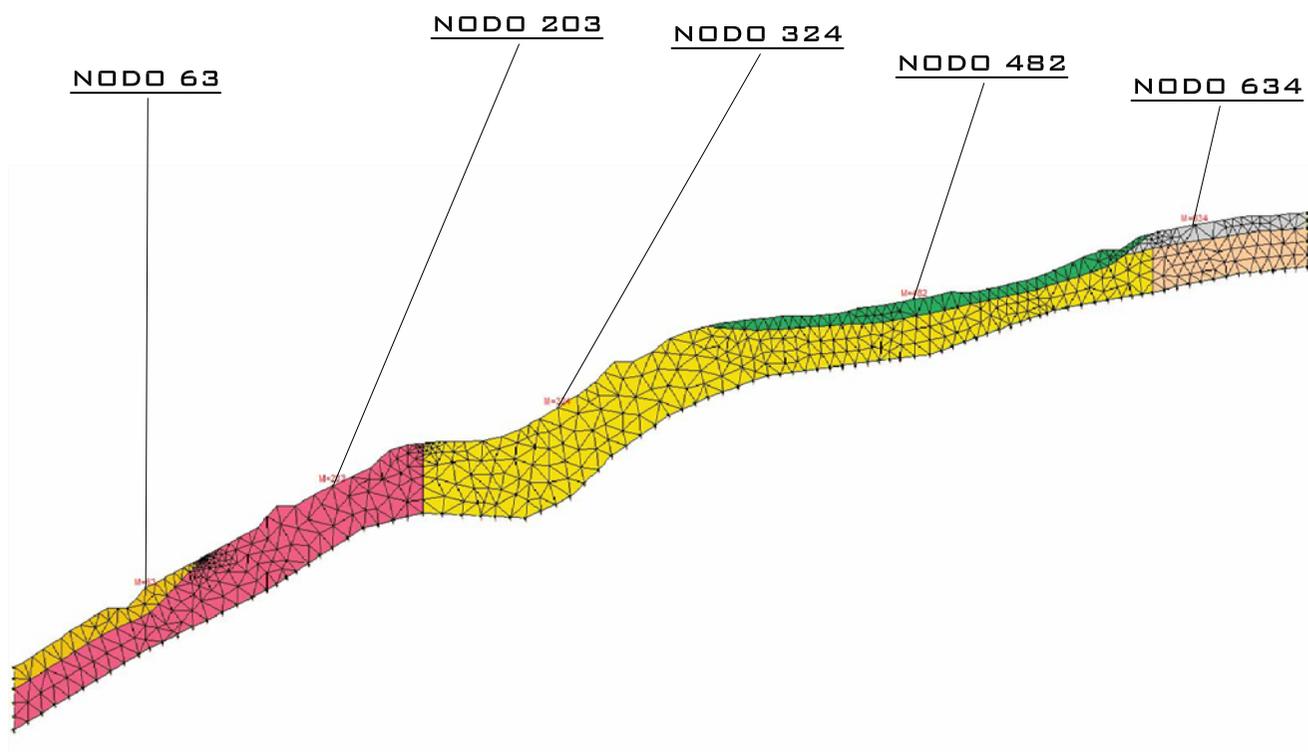


# Nodo 611



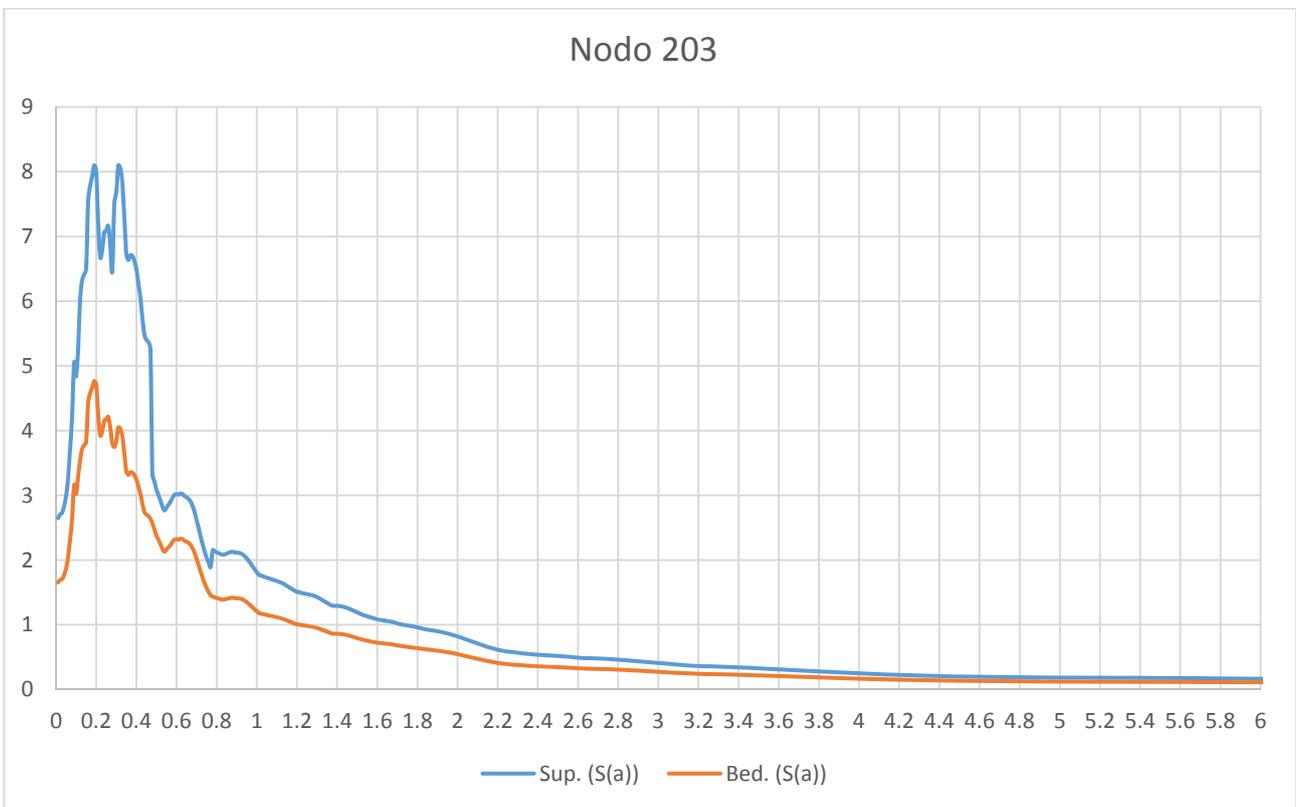
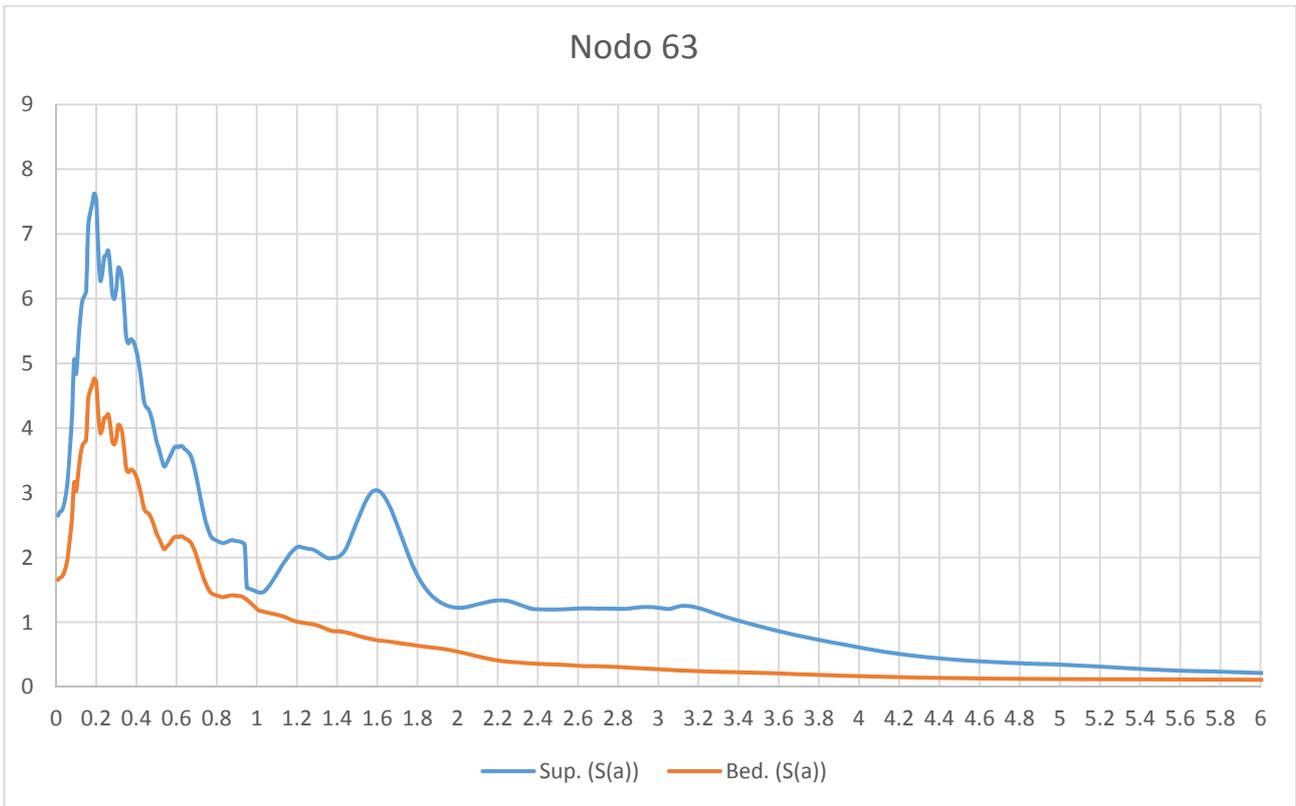
## SEZIONE 7

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1_limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1_limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1_limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1_limi

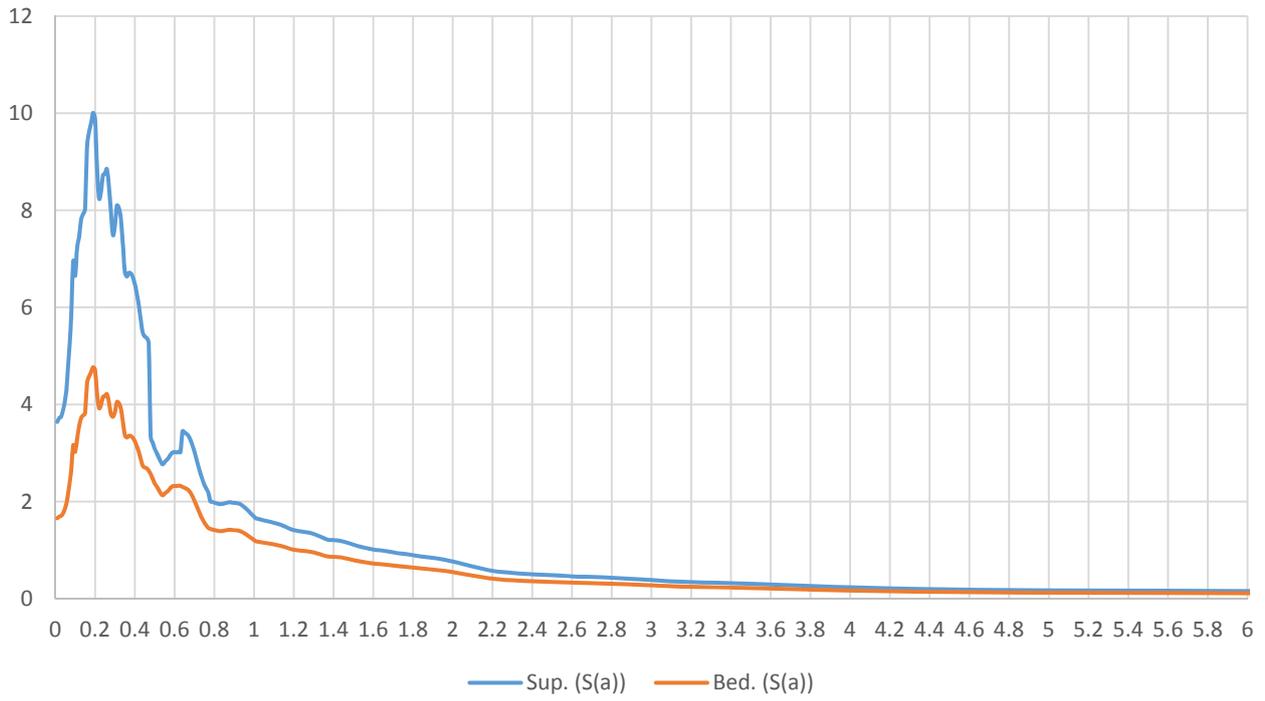


SEZIONE 7  
ELABORAZIONE RSL2D

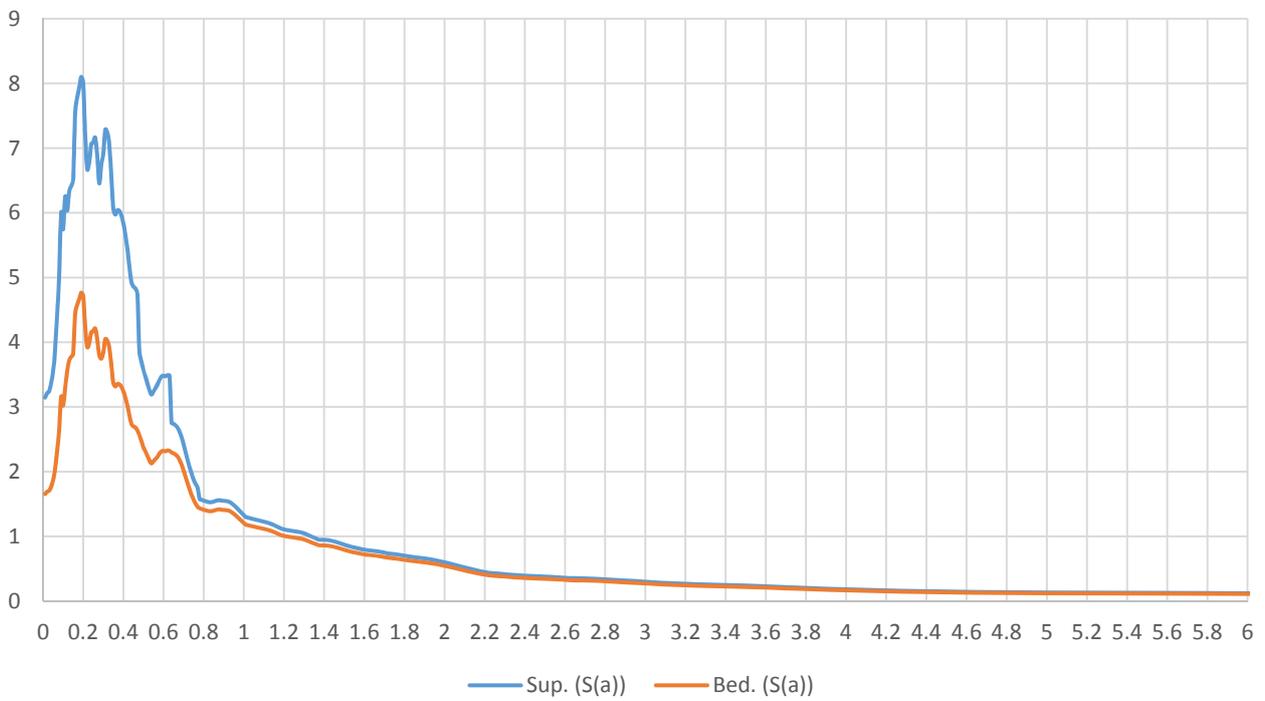
### SPETTRI SEZIONE 7



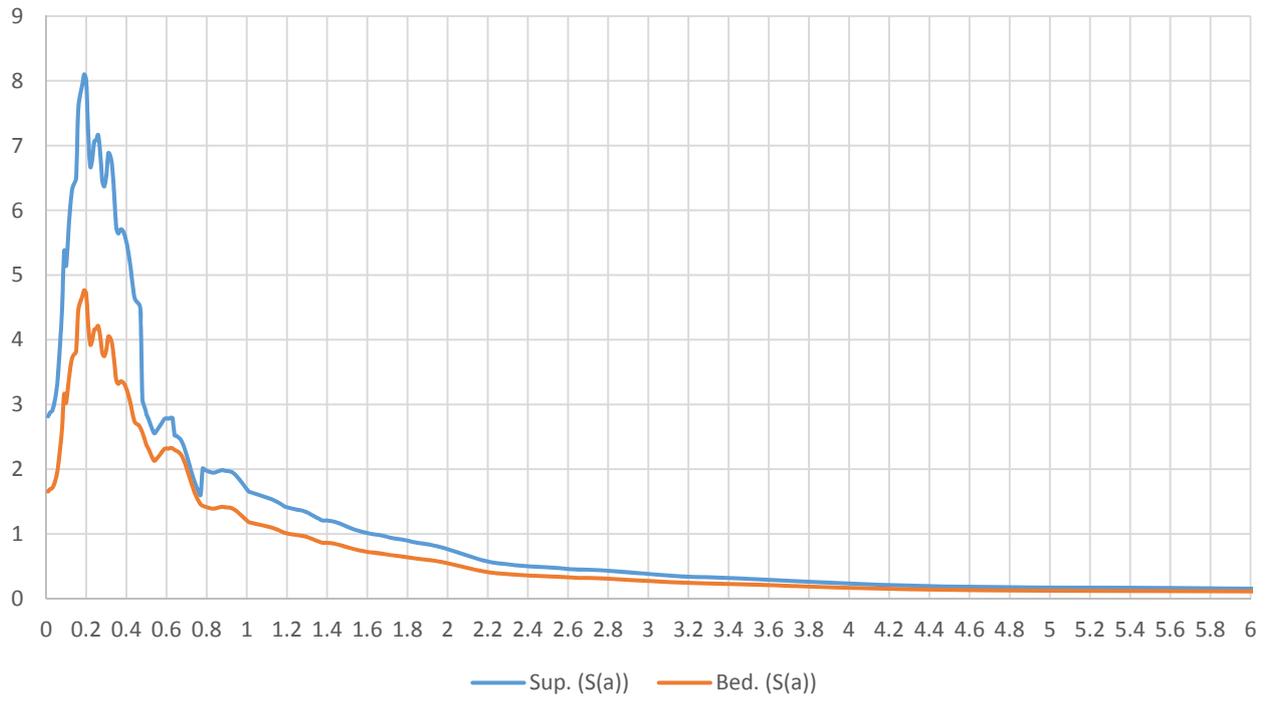
Nodo 324



Nodo 482

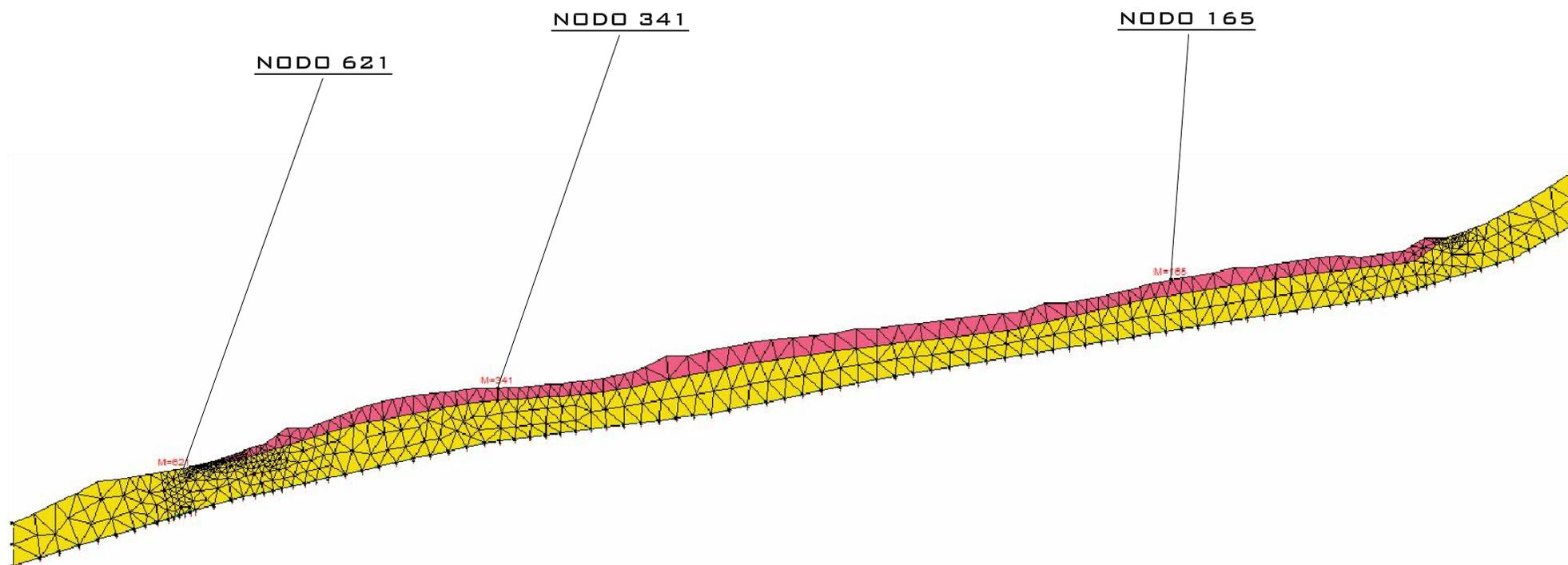


# Nodo 634



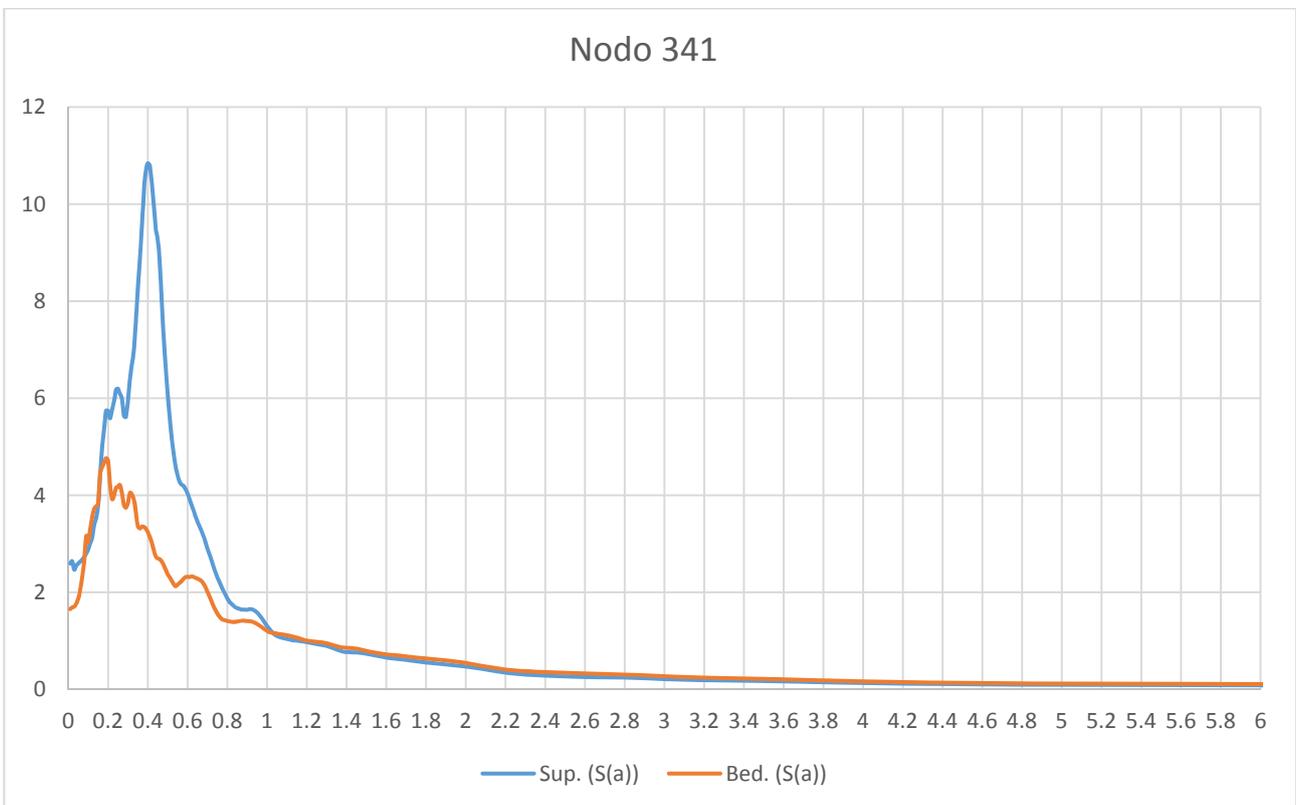
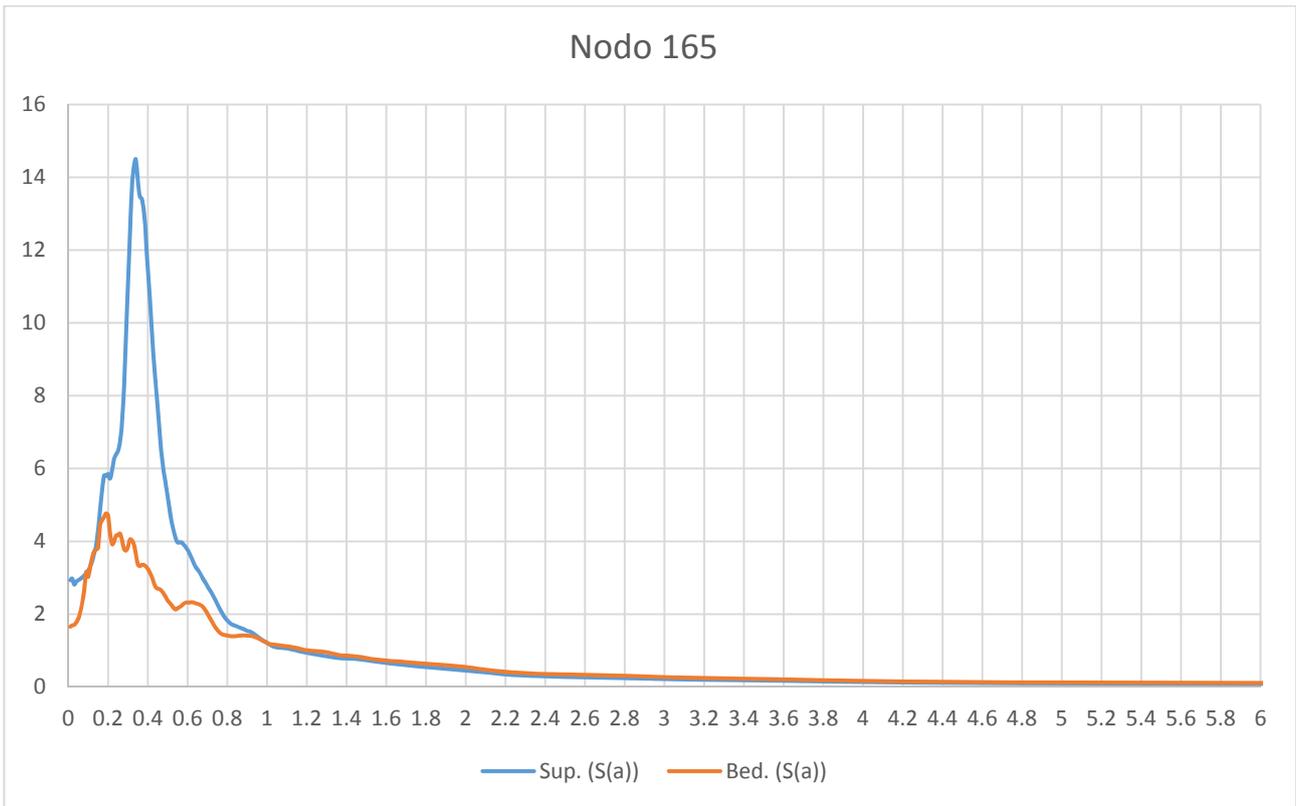
## SEZIONE 8

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1 _limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1 _limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1 _limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1 _limi

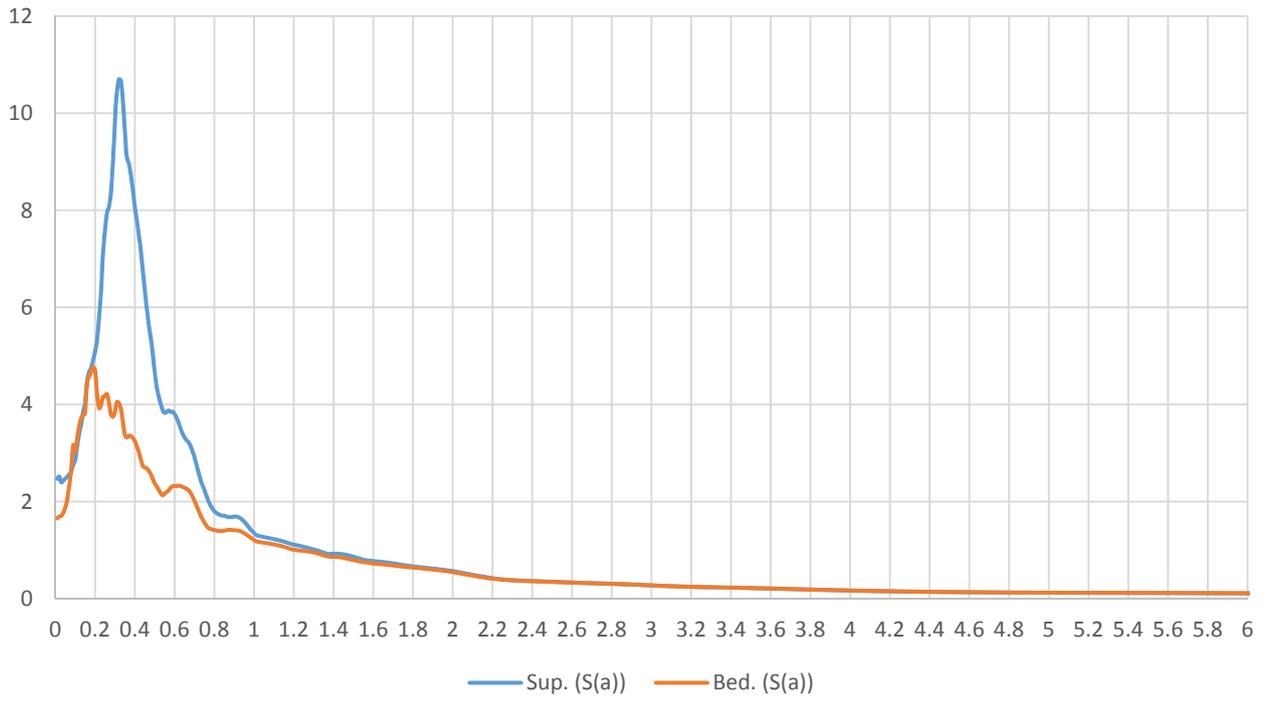


SEZIONE 8  
ELABORAZIONE RSL2D

### SPETTRI SEZIONE 8



# Nodo 621

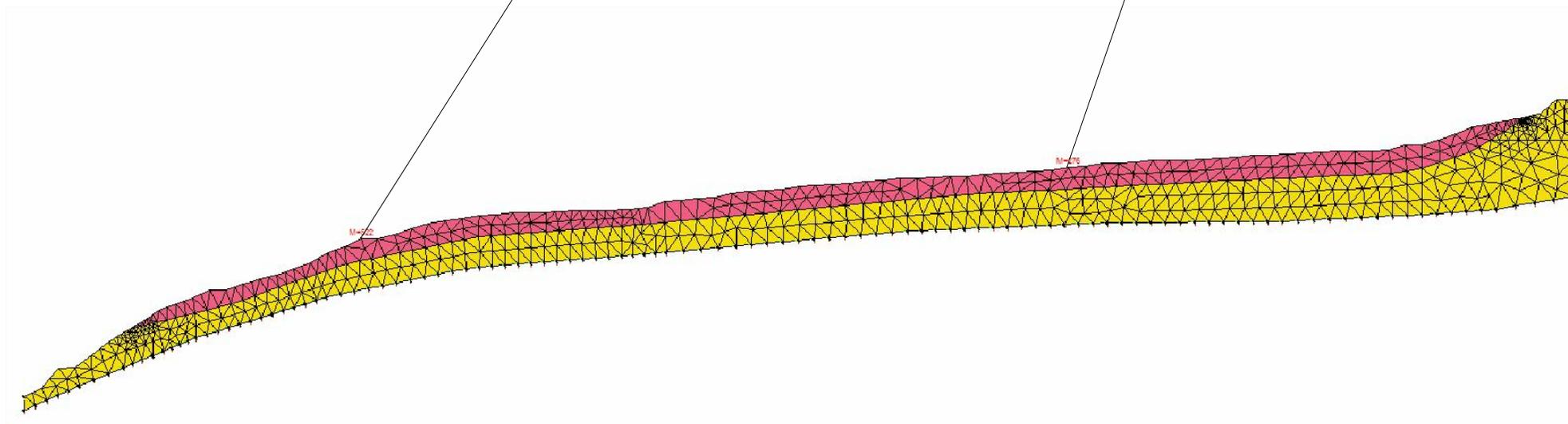


## SEZIONE 9

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1_limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1_limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1_limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1_limi

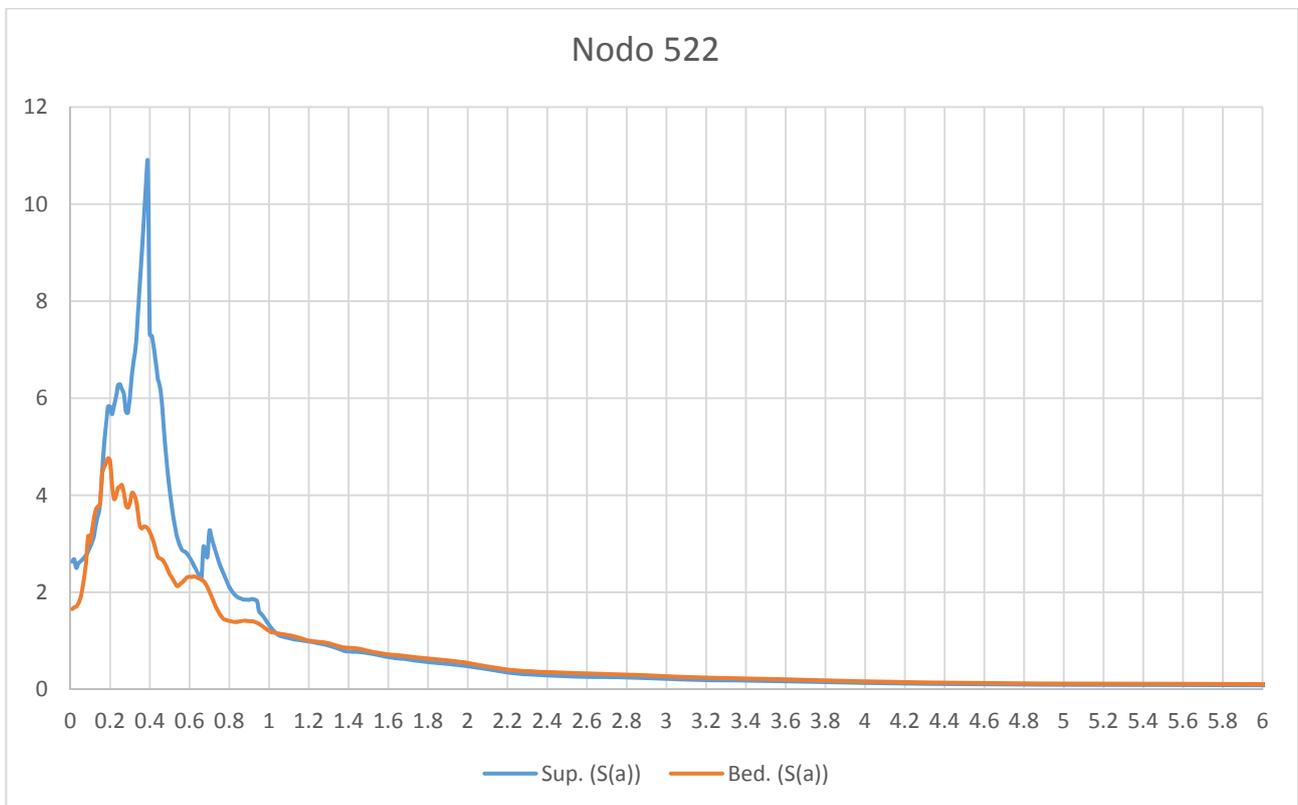
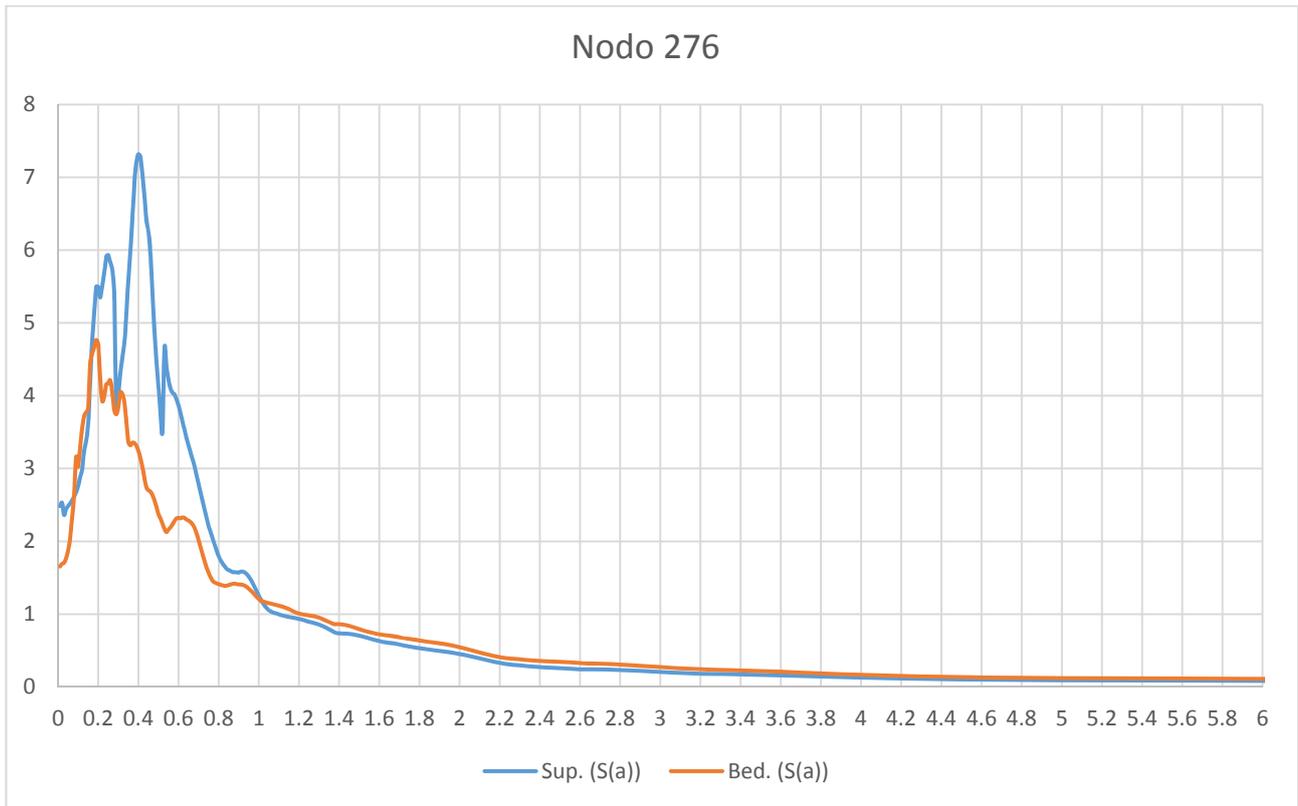
NODO 522

NODO 279



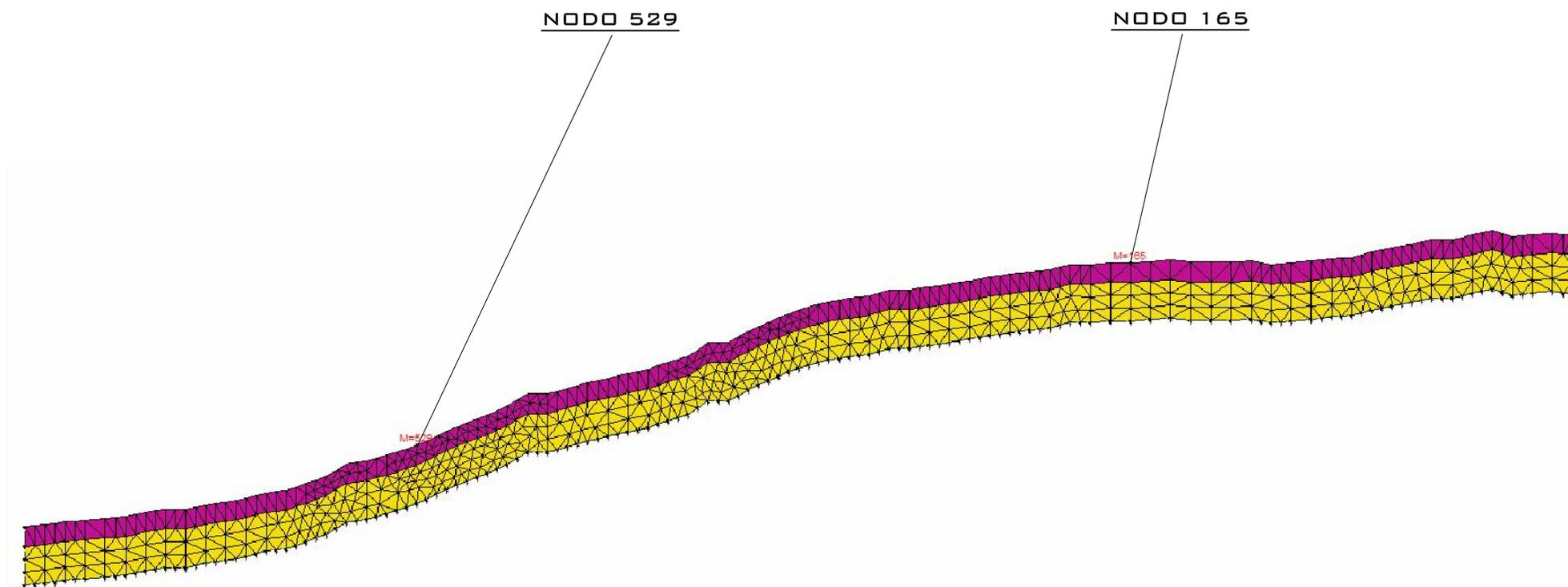
SEZIONE 9  
ELABORAZIONE RSL2D

### SPETTRI SEZIONE 9



## SEZIONE 10

#	Nome	Colore	Modulo elastico [kPa]	Coefficiente di Poisson	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	GMax [kPa]	G0 [kPa]	Onde di taglio VS [m/s]	Onde di Compressione VP	Proprietà dinamiche
1	GC - a3		8000	0.34	18.5	117864.4	117864.4	250	700	Idriss (1990) Sand (Seed and Idriss
2	SFALS - CEV2		20000	0.3	21	647553.5	647553.5	550	1200	Seed et al. (1986) Gravel
3	CL - a3		7000	0.4	18.5	117864.4	117864.4	250	700	curve_decadimento_web1 _limi
4	Frana - a2g		5000	0.25	18	73394.49	73394.49	200	400	curve_decadimento_web1 _limi
5	SFCO - AVC		17000	0.33	20.5	334352.7	334352.7	400	1000	Seed et al. (1986) Gravel
6	SFLPS - MSM		20000	0.35	21	578837.9	578837.9	520	1200	Seed et al. (1986) Gravel
7	SFALS - MOV		20000	0.36	20.5	423165.1	423165.1	450	1200	Seed et al. (1986) Gravel
8	GM - a3		8000	0.3	19	174311.9	174311.9	300	800	curve_decadimento_web1 _limi
9	Frana - a2d		5000	0.31	18	73394.49	73394.49	200	450	curve_decadimento_web1 _limi



SEZIONE 10  
ELABORAZIONE RSL2D

### SPETTRI SEZIONE 10

