



# REGIONE CALABRIA

COMUNE DI TROPEA

PROVINCIA DI VIBO VALENTIA



P.O.R. Calabria FERS - FSE 2014/2020. Asse prioritario 7 - Obiettivo specifico 7.2 - Azione 7.2.2.

Potenziamento, riqualificazione e messa in sicurezza del porto di Tropea

## PROGETTO DEFINITIVO

ELAB.

3

TITOLO

RELAZIONE DI PERICOLOSITA' SISMICA

SCALA

Progettazione, Direzione dei lavori e geologia

Il Responsabile Unico del Procedimento

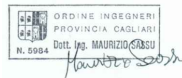
R.T.P. **TEC MED S.r.l.**



Arch. Gabriele CRISAFIO

Tec Med s.r.l.

Ing. Stefano Ponti  
Ing. Giovanni Oggiano  
Ing. Maurizio Sassu



E3 società cooperativa

Ing. Giuseppe Maradei  
dott.ssa Paola Angela Basta



Consultec società cooperativa

Ing. Omero Bassola  
Ing. Marco Consola



Ing. Rosario Bruzzaniti



Ing. Francesco Bagnato

Arch. Maria Carmela Giuditta



Responsabile della sicurezza: Ing. Rosario Bruzzaniti

## INDICE

PREMESSA .....	1
1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE .....	2
2 SISMICITÀ STORICA.....	3
3 PERICOLOSITÀ SISMICA .....	6
4 MICROZONAZIONE SISMICA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
5 CONCLUSIONI .....	13



## PREMESSA

La E3 Società Cooperativa, con sede a Rende (CS) in via Ponte P. Bucci snc, incaricata dal Comune di Tropea (VV), ha redatto lo studio geologico, di pericolosità sismica di base e analisi di risposta sismica locale (RSL), a corredo del progetto di *“Potenziamento, riqualificazione e messa in sicurezza del Porto di Tropea”* P.O.R. Calabria FERS - FSE 2014/2020. Asse prioritario 7 - Obiettivo specifico 7.2 - Azione 7.2.2.

Il sito oggetto degli interventi in progetto è ubicato in corrispondenza del centro del porto turistico di Tropea (VV), ad una quota di circa di circa 1 m s.l.m. e alle coordinate riportate in tabella:

	WGS84	ED50
Latitudine	38.679988	38.681019
Longitudine	15.901860	15.902669

**Tabella 1** – Ubicazione

Lo studio è stato compiuto in conformità delle seguenti normative vigenti:

- Circ. Min. 24/09/1988 n. 30483, *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, I criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l’applicazione”*.
- Ordinanza PCM n° 3274 del 20-03-2003, *“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”*.
- O.P.C.M. del 28-04-2006 n°3519 *“Criteri Generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento delle medesime zone sismiche”* (G.U. 11-05-2006 n°108)
- *“Norme Tecniche per le Costruzioni”* del 14 Gennaio 2008 in vigore dal 1 Luglio 2009
- *“Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico(PAI)”* (ai sensi dell’art. 1-bis della L. 365/2000, dell’art. 17 Legge 18 maggio 1989 n° 183, dell’art. 1 Legge 3 agosto 1998 n° 267);
- Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMZS), *“Standard di Rappresentazione ed Archiviazione dei Dati”* per la Microzonazione Sismica predisposti dalla Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (articolo 5, comma 7 dell’O.P.C.M. n. 3907 del 13/11/2010);
- PSEC (Piano di Bacino - Stralcio Erosione Costiera), adottato con la Delibera del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino della Regione Calabria n. 4 dell’11 aprile 2016;
- *“Norme Tecniche per le Costruzioni”* D.M. 17 gennaio 2018;



- Decreto del Segretario Generale DS n. 540 del 13.10.2020 dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale.

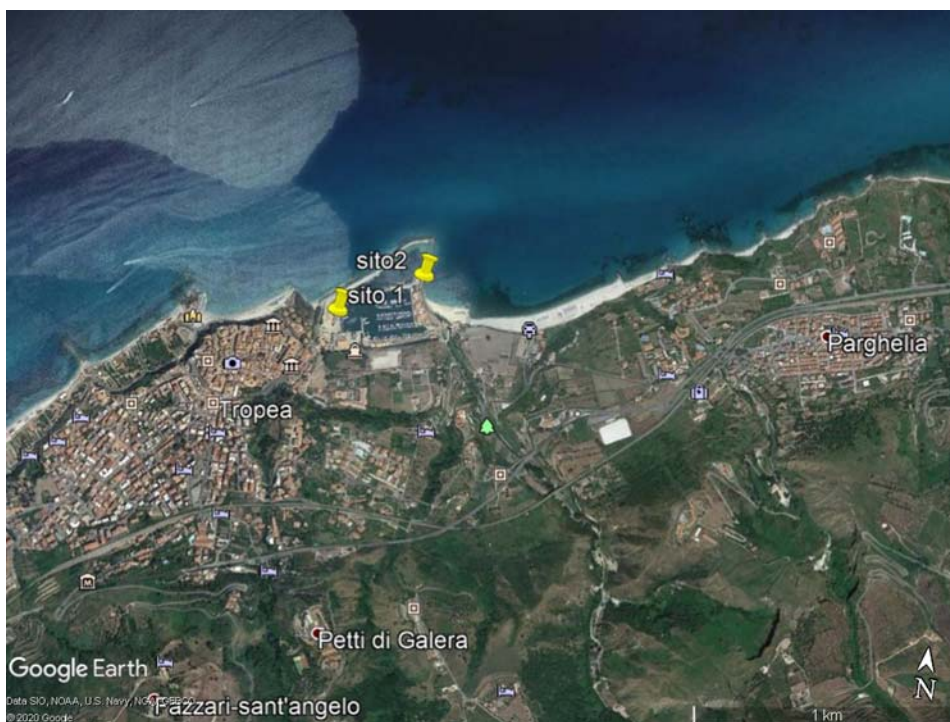


Figura 1. Ubicazione del sito d'interesse progettuale  
 Immagine satellitare da Google

## 1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il promontorio di Capo Vaticano è ubicato lungo il versante ionico dell'Arco Calabro-Peloritano, tra il golfo di Sant'Eufemia a nord e il golfo di Gioia Tauro a sud. Il promontorio rappresenta un *horst* bordato da faglie orientate NE-SO sia a ovest (Faglia di Tropea) che a est (faglia di Mileto) e da una faglia orientata ONO-ESE a sud (faglia di Coccorino) (Ghisetti 1979; Tortorici et al. 2003; letto and Bernasconi 2005; Antonioli et al. 2006; Cucci and Tertulliani 2006; De Ritis et al. 2010).

Nell'area di Tropea il basamento è costituito dal complesso granitoidale di Monte Poro (Unità di Polia-Copanello in Amodio Morelli et al. 1976; Unità di Stilo in Lorenzoni and Zanettin Lorenzoni 1979; Lorenzoni et al. 1980, 1983),

Il basamento è ricoperto lungo una superficie trasgressiva da una successione sedimentaria miocenica costituita da sedimenti silicoclastici (conglomerati e arenarie) nella parte inferiore che passano a depositi carbonatici.

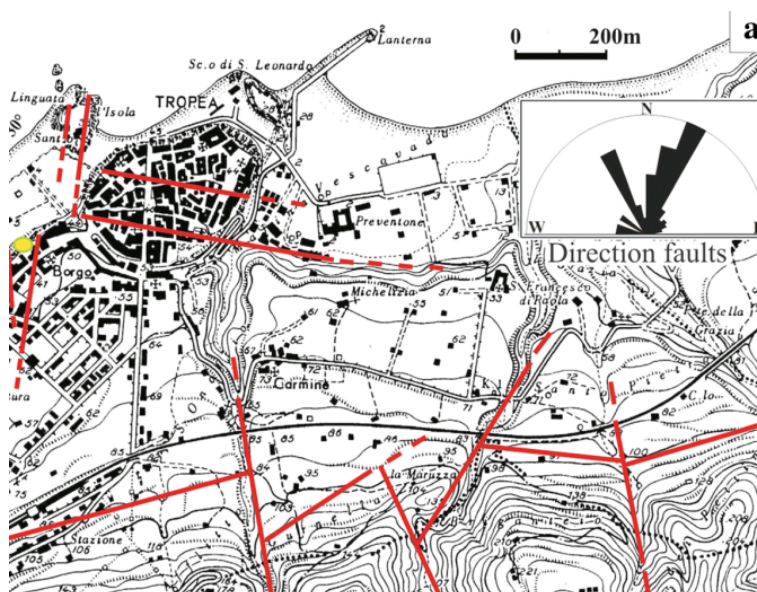


Figura 2 - Mappa strutturale dell'area di Tropea (da letto et al. 2018).

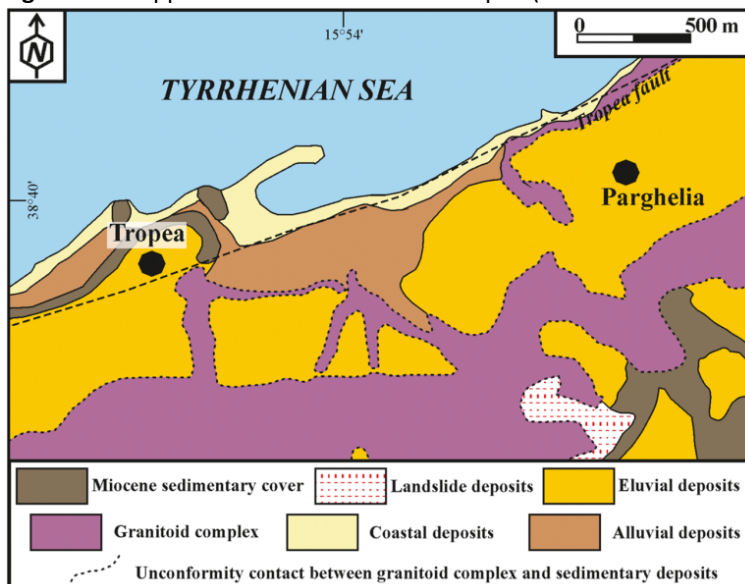


Figura 3 - Sketch geologico dell'area di Tropea (da letto et al. 2018).

## 2 SISMICITÀ STORICA

Per la definizione dei caratteri della sismicità storica della zona si è fatto a riferimento all'intero territorio comunale di Tropea (VV). La ricerca dei terremoti che hanno avuto ripercussioni nell'area di indagine dal 1000 in poi è avvenuta attraverso il Database Macrosismico Italiano 2015 ([https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/index\\_en.htm](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/index_en.htm)).



Quest'ultimo fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014. Per il territorio di Tropea vengono riportati 52 eventi sismici (fig. 4).

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7-8	1377	11	14				Tropea	1	7-8	5.33
7	1638	03	27	15	05		Calabria centrale	213	11	7.09
7	1687	10	02				Tropea	1	7	5.10
8	1783	02	05	12			Calabria meridionale	356	11	7.10
7	1791	10	13	01	20		Calabria centrale	76	9	6.14
6-7	1832	03	08	18	30		Crotonese	99	10	6.65
2-3	1870	10	04	16	55		Cosentino	54	9-10	6.24
3	1876	09	12	23	08		Reggio di Calabria	5	5	4.16
3	1883	07	25	09	50		Calabria centrale	8	5	4.47
3	1884	05	04	20	13		Calabria centrale	8	4	4.29
3	1886	02	06	06	30		Vibonese	15	5-6	4.50
3	1887	12	03	03	45		Calabria settentrionale	142	8	5.55
5	1889	10	05	13	52		Calabria meridionale	10	5	4.53
6-7	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9	6.12
F	1895	09	15	10	25		Calabria centrale	4	5	4.16
F	1895	11	18	16	32		Oppido Mamertina	17	5	4.61
4-5	1897	02	11	23	33	0	Ionio meridionale	96	5	5.03
4	1897	05	28	22	40	0	Ionio	132	6	5.46
3	1898	08	12				Sicilia nord-orientale	69	6-7	4.82
4-5	1901	12	13	00	10	2	Calabria	46	5	4.81
7-8	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
4	1907	10	23	20	28	1	Aspromonte	274	8-9	5.96
7-8	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
3	1909	01	23	18	28		Stretto di Messina	21	7	5.15
4	1909	07	01	06	24		Stretto di Messina	35	8	5.49
NF	1909	11	08	23	45		Calabria meridionale	12	4-5	3.93
3	1910	12	12	06	07		Calabria centrale	5	4	3.70
3	1911	03	11	03	29		Calabria meridionale	8	5	4.42
3	1912	11	07	14	12		Calabria centrale	18	5	4.37
2	1912	12	22	08	05		Stretto di Messina	56	5-6	4.68
4	1913	06	28	08	53	0	Calabria settentrionale	151	8	5.64



Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
2	1926	08	17	01	42		Isole Eolie	35	7-8	5.28
3	1930	05	06	20	48		Calabria centro-meridionale	27	5	4.35
5	1936	04	07	05	41		Calabria centrale	17	5-6	4.72
5	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8	5.70
4	1950	07	18	23	52	4	Sicilia nord-orientale	27	5-6	4.71
5	1953	02	25	00	07	4	Vibonese	56	5-6	4.88
3	1961	03	24	10	36		Calabria meridionale	59	5-6	4.62
4	1975	01	16	00	09	4	Stretto di Messina	346	7-8	5.18
5-6	1977	08	15	21	10	3	Calabria centrale	37		5.21
3-4	1978	03	11	19	20	4	Aspromonte	126	8	5.22
4	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03
3	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
5-6	1980	12	09	05	50	1	Golfo di Sant'Eufemia	15	6-7	4.67
NF	1988	01	08	13	05	4	Pollino	169	7	4.70
NF	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
NF	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
NF	1994	01	05	13	24	1	Tirreno meridionale	148		5.82
4	1997	06	09	14	10	5	Vibonese	69	6	4.27
3-4	1997	09	03	23	15	4	Calabria meridionale	83	5-6	4.38
3-4	2001	05	17	11	43	5	Tirreno meridionale	206	4	4.97
3	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42

Figura 4 - Terremoti con intensità massima ≥ 5 nel periodo 1000-2014 nel Comune di Tropea.

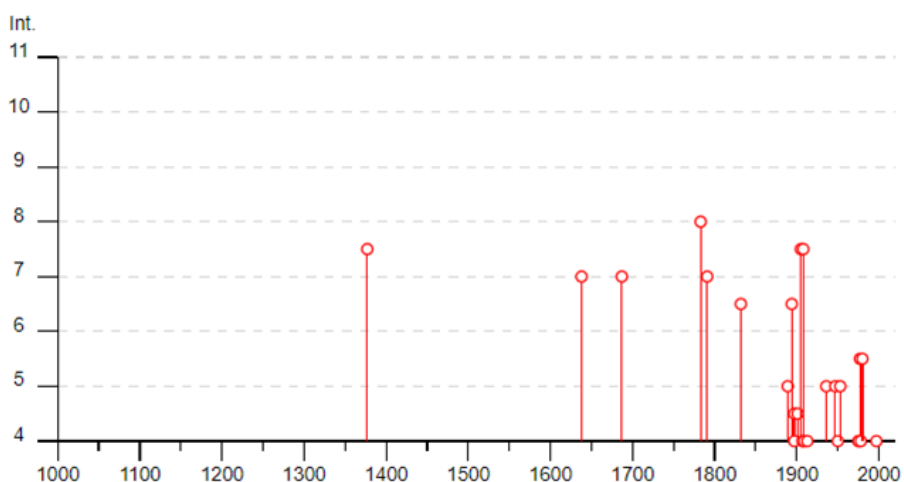


Figura 5 – Storia sismica. Grafico riassuntivo del comune di Tropea.



### 3 PERICOLOSITÀ SISMICA

Sotto il profilo sismico, gli studi sulla pericolosità sismica, promossi dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), hanno portato alla definizione di una nuova zonazione sismogenetica del territorio italiano, denominata ZS9, introdotta appositamente per la redazione della mappa di pericolosità 2004, per la quale il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, sulla base di informazioni tettoniche o geologico-strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con lettere da A a F, fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F). Ogni zona sismogenetica è stata caratterizzata da una propria sismicità, definita attraverso la distribuzione degli eventi in base alla loro severità. In particolare per la redazione della mappa di pericolosità 2004 si sono usate due diverse rappresentazioni: una distribuzione di tipo esponenziale degli eventi e una distribuzione discreta assegnando il numero medio annuo di eventi per classi di magnitudo.

La Calabria è suddivisa in due zone sismogenetiche (fig. 4) caratterizzate da livelli di sismicità. Una zona ubicata sul versante tirrenico della Regione (zona 929) caratterizzata da magnitudo momento massima  $M_{wmax}= 7.29$  ed una sul versante ionico (zona 930) con una  $M_{wmax}= 6.60$ .

In particolare l’area oggetto d’interesse progettuale ricade nella zona sismogenetica n. 929.

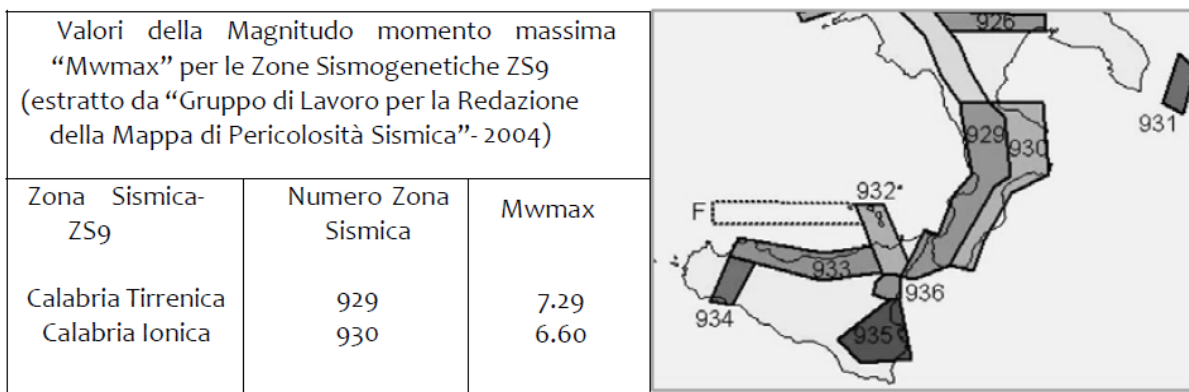


Figura 6 - Ubicazione delle zone sismogenetiche 929 e 930.

Il riconoscimento dei principali elementi strutturali dell’area si basa su dati di campagna, su foto-interpretazione e sulla sovrapposizione delle Faglie Capaci ITHACA - Catalogo delle faglie capaci a cura dell’ISPRA.





Figura 7 - Localizzazione delle faglie capaci.

La seguente tabella è tratta dalla catalogazione ITHACA ed illustra la sintesi delle caratteristiche dei lineamenti che interessano il sito oggetto dell'intervento in progetto.

GEOLOGIC SETTING	
SYNOPSIS	
<b>FAULT NAME</b>	<b>Tropea</b>
FAULT CODE	37600
MACROZONE	0
REGION NAME	Calabria
SYSTEM NAME	Tropea – Pizzo Calabro
RANK	PRIMARY
AVERAGE STRIKE	230
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:50000
LAST ACTIVITY	Last Pleistocene
ACTIVITY RELIABILITY	Low reliability
STUDY QUALITY	LOW

A seguito dell'emanazione dell'OPCM n° 3274/2003 aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Calabria n. 47 del 10.02.2004, il Comune di Tropea, in cui ricade la l'area di interesse progettuale, è stato classificato in ZONA SISMICA 1 (Zona con pericolosità sismica alta), caratterizzata da un'accelerazione orizzontale massima (ag) >0.25g.



L'Ordinanza PCM n.3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone", nell' Allegato 1B "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale", riporta in carta, per territorio nazionale, la pericolosità sismica espresso in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi ( $V_s > 800\text{m/s}$ ). In tale elaborato l'area di interesse progettuale è compresa nel tratto di territorio comunale di Tropea ricadente nella fascia di accelerazione massima:  $0.225 < a_{max} < 0.250$  (fig. 7).

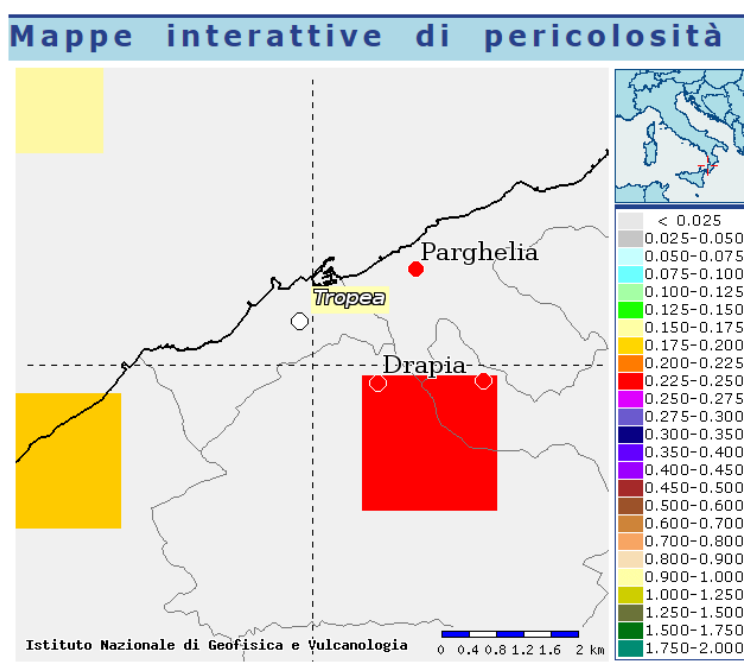


Figura 8 - Stralci della mappa di pericolosità sismica del Comune di Tropea espressa in termini di  $a_g$  per un tempo di ritorno di 50 anni.

#### 4 MICROZONAZIONE SISMICA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La microzonazione sismica consiste nell'individuazione delle risposte sismiche locali e si ottiene definendo la presenza di terreni dinamicamente instabili (quelli che in caso di sollecitazione sismica possono essere soggetti a deformazioni permanenti, quali frane, liquefazione, addensamento, etc.) e stimando in maniera qualitativa le accelerazioni che si possono determinare sui terreni dinamicamente stabili.

Per definire l'azione sismica di progetto si deve valutare la risposta sismica locale che è definita come l'azione sismica che emerge in "superficie" a seguito delle modifiche di ampiezza, durata e contenuto in frequenza, subite trasmettendosi dal substrato rigido.



La risposta sismica locale è funzione delle caratteristiche del sottosuolo (tipo di terreno, variazioni dello stesso in profondità, spessore, etc.) e delle condizioni topografiche, che possono favorire o meno i fenomeni di amplificazione (Tab. 3.2.III – NTC-2018).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

La definizione della categoria del sottosuolo necessita di indagini che permettano di effettuare una opportuna caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo. La classificazione si ottiene sulla base dei valori misurati della velocità equivalente ( $V_{seq}$ ) di propagazione delle onde di taglio ed in base a questi valori si distinguono 5 categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II).

Nell'area di interesse progettuale sono state realizzate n.3 indagini sismiche di tipo MASW al fine di definire la categoria di fondazione; il valore di  $V_{seq}$  ottenuto (tab. 4) ha evidenziato che i litotipi indagati presentano velocità tali da essere collocati in categoria C secondo la normativa vigente (NTC-2018-Tab. 3.2.II).



<b>V<sub>seq</sub></b> (Misurato in Sito mediante Prospezione sismica di tipo MASW al p.c.)	Categoria suolo di fondazione ai sensi delle NTC-2018
<b>V<sub>seq</sub>= 320.96 m/s</b>	<b>C</b>

Tab. 4 - Valori del parametro Vs,eq dedotti sulla base delle prova geofisiche di tipo MASW eseguite.

La distinzione delle categorie topografiche è stata eseguita attraverso la realizzazione di una carta delle pendenze a partire dalla Carta Tecnica Regionale. Secondo la normativa vigente il tratto di strada interessato dagli interventi in progetto rientra nella **Categoria topografica T1** (Tab. 3.2.III).

Con riferimento al programma sperimentale "Spettri di risposta" vers. 1.0.3, che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale, i parametri che definiscono l'azione sismica nel territorio di interesse progettuale sono riportati nella tabella 6, dove:

- a<sub>g</sub> =accelerazione orizzontale massima al sito;
- F<sub>0</sub> =valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T<sub>c</sub>\* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

T <sub>R</sub> [anni]	a <sub>g</sub> [anni]	F <sub>0</sub> [-]	T <sub>c</sub> * [s]
30	0.055	2.343	0.286
50	0.073	2.331	0.313
72	0.088	2.347	0.325
101	0.104	2.358	0.335
140	0.121	2.373	0.343
201	0.144	2.392	0.352
475	0.210	2.430	0.378
975	0.282	2.453	0.408
2475	0.403	2.520	0.438

Tab.5. Valori dei parametri a<sub>g</sub>, F<sub>0</sub> e T<sub>c</sub>\* per i periodi TR di riferimento.

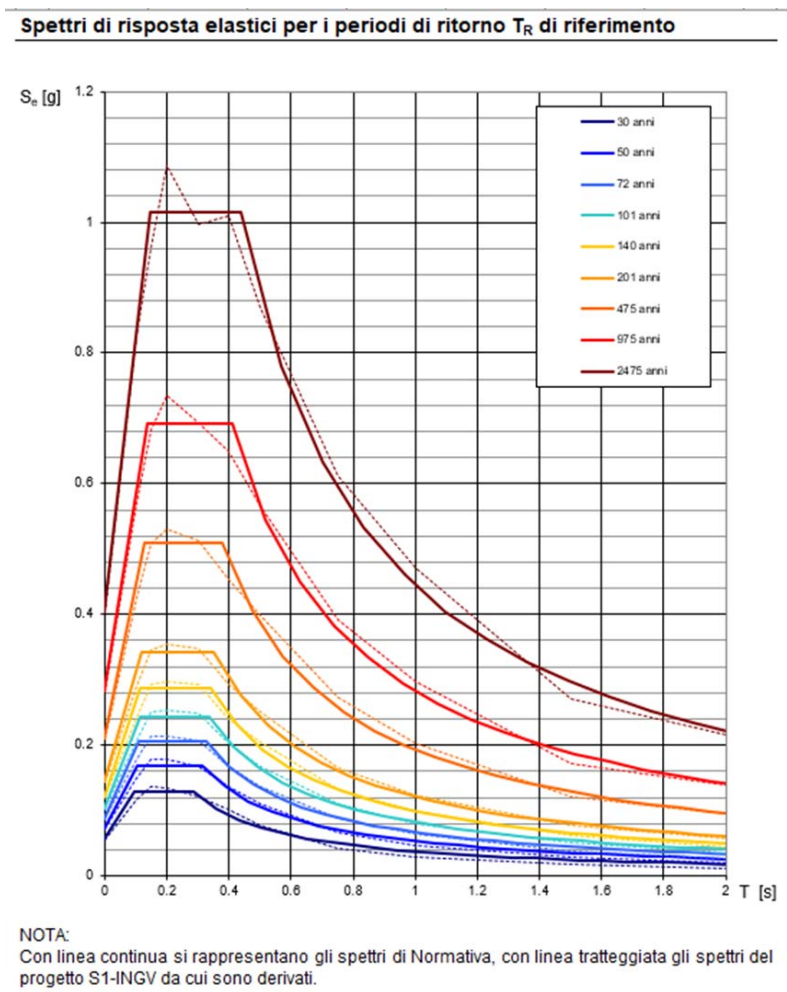


Figura 9 - Spettri di risposta elastici per i periodi  $T_R$  di riferimento.

**Parametri sismici**

Categoria sottosuolo:	<b>C</b>
Categoria topografica:	<b>T1</b>
Classe edificio:	<b>II</b>
Vita nominale:	<b>50 anni</b>
Periodo di riferimento:	<b>75 anni</b>
Coefficiente $c_u$ :	<b>1.5</b>

<b>Stato Limite - Operatività (SLO)</b>	
Probabilità di superamento:	81 %
Tr:	45 [anni]
ag:	0.068 g
Fo:	2.339
Tc*:	0.308 [s]



<b>Stato Limite - Danno (SLD)</b>
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 75 [anni]
ag: 0.088 g
Fo: 2.356
Tc*: 0.327 [s]

<b>Stato Limite - Salvaguardia della vita (SLV)</b>
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0.242 g
Fo: 2.447
Tc*: 0.399 [s]

<b>Stato Limite - Prevenzione dal collasso (SLC)</b>
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0.321 g
Fo: 2.488
Tc*: 0.424 [s]

Coefficients Sismici							
SLO:		SLD:		SLV:		SLC:	
Ss:	1.500	Ss:	1.500	Ss:	1.340	Ss:	1.220
Cc:	1.550	Cc:	1.520	Cc:	1.420	Cc:	1.390
St:	1.000	St:	1.000	St:	1.000	St:	1.000
Kh:	0.018	Kh:	0.024	Kh:	0.100	Kh:	0.121
Kv:	0.009	Kv:	0.012	Kv:	0.050	Kv:	0.061
Amax:	0.996	Amax:	1.292	Amax:	3.179	Amax:	3.838
Beta:	0.180	Beta:	0.180	Beta:	0.310	Beta:	0.310



## 5 CONCLUSIONI

Il presente studio è stato condotto al fine di definire le principali caratteristiche sismiche del sito (Lat. 38.681019°; Long. 15.902669°).

Nel dettaglio:

- il terreno di fondazione, è stato classificato in Categoria **C**;
- il sito investigato ricade in Categoria topografica **T1**.
- il sito oggetto degli interventi in progetto, presenta condizioni di potenziale liquefazione sismica.

Il confronto tra gli spettri di normativa e quelli ottenuti dalla RSL per ogni stato limite, evidenzia per gli spettri derivati dalla RSL valori di ag maggiori rispetto agli spettri di normativa. Per tale ragione si consiglia di utilizzare i parametri derivanti dalla RSL ai fini di una progettazione a favore di sicurezza.

Rende, 07/12/2020

E3 Società Cooperativa

Il Geologo

Dott. Paola Angela Basta

O.R.G.C. n° 1049



*Paola Angela Basta*

**E3 Società Cooperativa (Ealcubo)**

Via Ponte P. Bucci, snc - 87036 RENDE (CS)

e3coop@gmail.com

e3@pec.confcooperative.it

Partita IVA: 03412270781

PROGETTO PER IL POTENZIAMENTO,  
RIQUALIFICAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL  
PORTO DI TROPEA

Caratterizzazione Sismica

ELEMENTI DI SINTESI



## Sommario

Premessa.....	3
Indagini geofisiche .....	3
MASW multi-offset/single component (Z-Rayleigh) .....	3
Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSr).....	4
Categoria di sottosuolo (NTC 2018 Cap. 3.2) .....	5
Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.....	6
Storia sismica .....	7
Faglie capaci.....	10
Pericolosità sismica .....	12
Grafici degli spettri di risposta elastici.....	12
Variabilità dei parametri e valori di progetto .....	13
Spettri di risposta elastici .....	13
Azione sismica (NTC2018 – Cap 3.2).....	14
Spettri di risposta orizzontale .....	16
Disgregazione e pericolosità.....	19
Risposta sismica locale.....	23
Leggi di variazione del rapporto $G/G_{max}$ e del coefficiente di smorzamento in funzione della deformazione a taglio.....	23
Accelerogrammi naturali.....	25
Spettro-compatibilità.....	31
Amplificazione .....	40
Analisi numerica.....	43

## Premessa

In riferimento alla relazione geologica allegata ad un progetto di intervento per il “*progetto per il potenziamento, riqualificazione e messa in sicurezza del porto di tropea*”, in questo documento si riassumono i dati di caratterizzazione sismica del terreno in relazione alle indagini in situ e con riferimento agli obblighi di normativa.

TABELLA 1: UBICAZIONE

	WGS84	ED50
Latitudine	38.679988	38.681019
Longitudine	15.901860	15.902669

## Indagini geofisiche

### *MASW multi-offset/ single component (Z-Rayleigh)*

TABELLA 2: TABELLA DI SINTESI DEL MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO

N. Sismostrato	Profondità [m]		Spessore [m]	Gmax [MPa]	Peso unità vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1	0	5	5.0	215.51	22.0	310.0	55.0
2	5	15	10.0	162.88	19.0	290.0	205.0
3	15	45	30.0	262.23	21.0	350.0	615.0
4	45	80	35.0	709.23	23.0	550.0	1332.5
5	80	∞	--	1435.27	22.0	800.0	1735.0

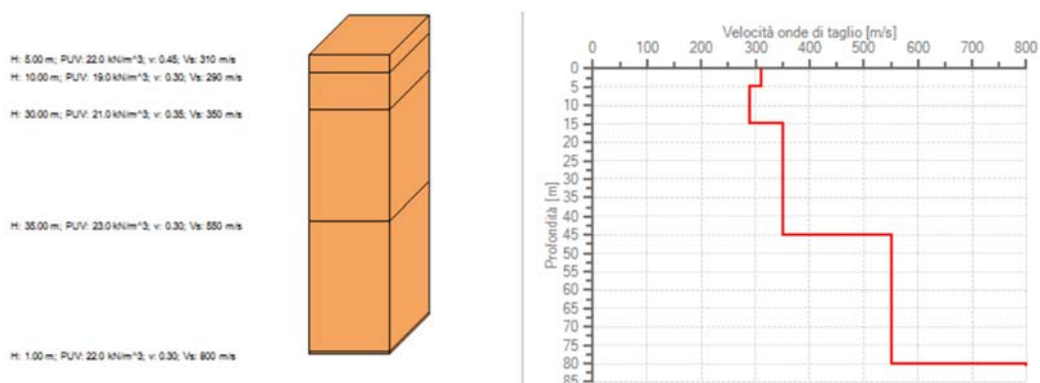


FIGURA 1: A SINISTRA, MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO; A DESTRA, PROFILO DI RIGIDEZZA

# Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSr)

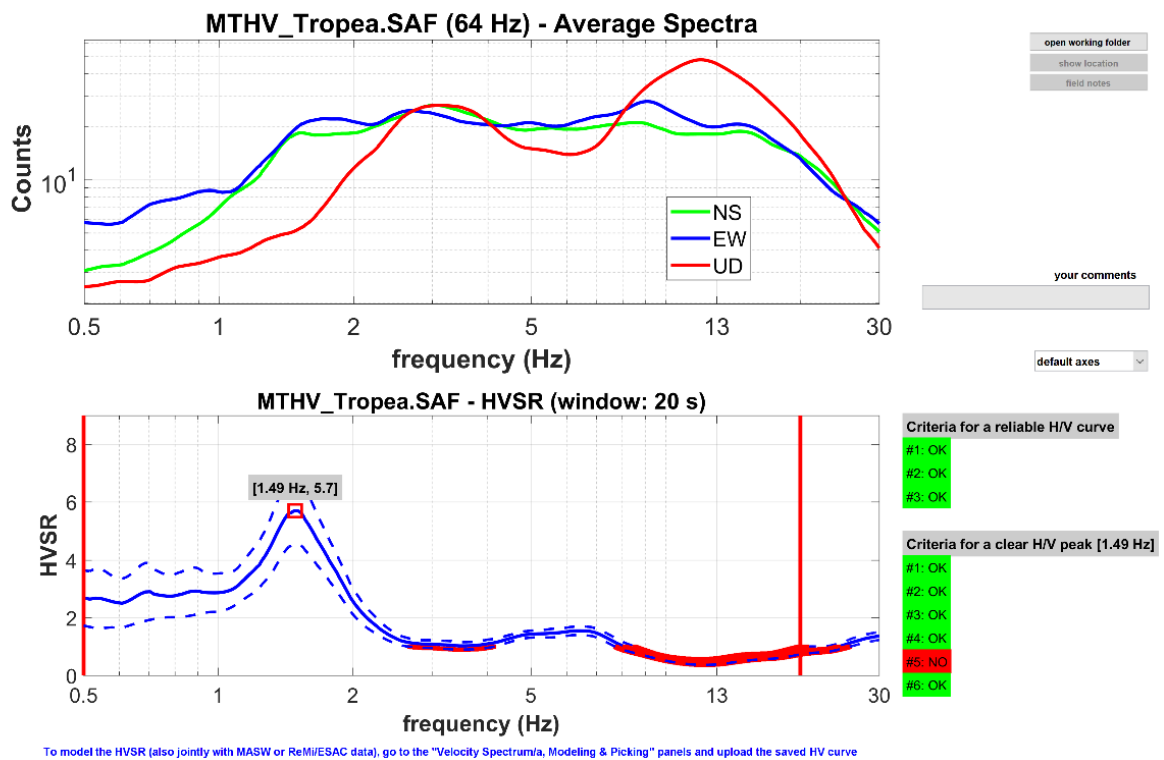


FIGURA 2: CURVA HVSr MEDIA E MEDIANA.

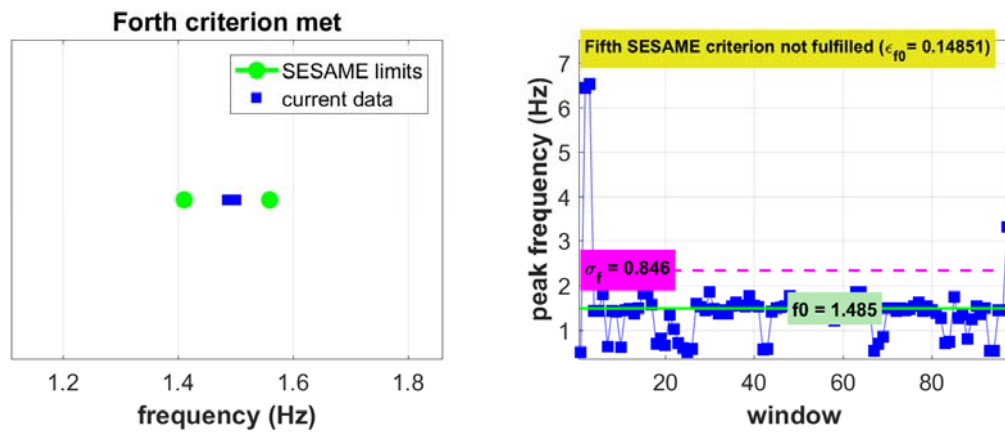


FIGURA 3: CALCOLO DELLA FREQUENZA FONDAMENTALE DI SITO (F0)

## Categoria di sottosuolo (NTC 2018 Cap. 3.2)

Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018:

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

- Z (piano di posa) = 0.00 m                       $V_{s-E} = 320.96$  m/s
- Z (piano di posa) = 1.00 m                       $V_{s-E} = 322.23$  m/s
- Z (piano di posa) = 1.5 m                       $V_{s-E} = 322.87$  m/s
- Z (bedrock sismico) = 80 m
- Cat. Sottosuolo: C

## Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 individua in Italia quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale (tabella 1).

Il territorio di Tropea, così come indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 e aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Calabria n. 47 del 10.02.2004, ricade nella Zona Sismica 1 che individua la zona con pericolosità sismica alta dove possono verificarsi fortissimi terremoti.

TABELLA 3: ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI N. 3274 DEL 20 MARZO 2003

Zona	Descrizione	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti	ag > 0.25
2	In questa zona possono verificarsi forti terremoti	0.15 < ag = 0.25
3	In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari	0.05 < ag = 0.15
4	E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari	ag = 0.05

## Storia sismica

La definizione della storia sismica del territorio è stata dedotta dalla consultazione del database Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 15 v. 2.0) disponibile on line sul portale dell'INGV. Di seguito si riporta la relativa tabella di sintesi (tabella 2).

Link: [https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/index\\_en.htm](https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/index_en.htm)

TABELLA 4: STORIA SISMICA - EVENTI

Effects	Reported earthquakes								
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io Mw
7-8	1377	11	14				Tropea	1	7-8 5.33
7	1638	03	27	15	05		Calabria centrale	213	11 7.09
7	1687	10	02				Tropea	1	7 5.10
8	1783	02	05	12			Calabria meridionale	356	11 7.10
7	1791	10	13	01	20		Calabria centrale	76	9 6.14
6-7	1832	03	08	18	30		Crotonese	99	10 6.65
2-3	1870	10	04	16	55		Cosentino	54	9-10 6.24
3	1876	09	12	23	08		Reggio di Calabria	5	5 4.16
3	1883	07	25	09	50		Calabria centrale	8	5 4.47
3	1884	05	04	20	13		Calabria centrale	8	4 4.29
3	1886	02	06	06	30		Vibonese	15	5-6 4.50
3	1887	12	03	03	45		Calabria settentrionale	142	8 5.55
5	1889	10	05	13	52		Calabria meridionale	10	5 4.53
6-7	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9 6.12
F	1895	09	15	10	25		Calabria centrale	4	5 4.16
F	1895	11	18	16	32		Oppido Mamertina	17	5 4.61
4-5	1897	02	11	23	33	0	Ionio meridionale	96	5 5.03
4	1897	05	28	22	40	0	Ionio	132	6 5.46

Effects	Reported earthquakes								
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io Mw
3	1898	08	12				Sicilia nord-orientale	69	6-7 4.82
4-5	1901	12	13	00	10	2	Calabria	46	5 4.81
7-8	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11 6.95
4	1907	10	23	20	28	1	Aspromonte	274	8-9 5.96
7-8	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11 7.10
3	1909	01	23	18	28		Stretto di Messina	21	7 5.15
4	1909	07	01	06	24		Stretto di Messina	35	8 5.49
NF	1909	11	08	23	45		Calabria meridionale	12	4-5 3.93
3	1910	12	12	06	07		Calabria centrale	5	4 3.70
3	1911	03	11	03	29		Calabria meridionale	8	5 4.42
3	1912	11	07	14	12		Calabria centrale	18	5 4.37
2	1912	12	22	08	05		Stretto di Messina	56	5-6 4.68
4	1913	06	28	08	53	0	Calabria settentrionale	151	8 5.64
2	1926	08	17	01	42		Isole Eolie	35	7-8 5.28
3	1930	05	06	20	48		Calabria centro-meridionale	27	5 4.35
5	1936	04	07	05	41		Calabria centrale	17	5-6 4.72
5	1947	05	11	06	32	1	Calabria centrale	254	8 5.70
4	1950	07	18	23	52	4	Sicilia nord-orientale	27	5-6 4.71
5	1953	02	25	00	07	4	Vibonese	56	5-6 4.88
3	1961	03	24	10	36		Calabria meridionale	59	5-6 4.62
4	1975	01	16	00	09	4	Stretto di Messina	346	7-8 5.18
5-6	1977	08	15	21	10	3	Calabria centrale	37	5.21
3-4	1978	03	11	19	20	4	Aspromonte	126	8 5.22
4	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8 6.03
3	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81

Effects	Reported earthquakes								
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io Mw
5-6	<a href="#">🔗</a>	1980	12	09	05	50	1 Golfo di Sant'Eufemia	15	6-7 4.67
NF	<a href="#">🔗</a>	1988	01	08	13	05	4 Pollino	169	7 4.70
NF	<a href="#">🔗</a>	1990	05	05	07	21	2 Potentino	1375	5.77
NF	<a href="#">🔗</a>	1990	12	13	00	24	2 Sicilia sud-orientale	304	5.61
NF	<a href="#">🔗</a>	1994	01	05	13	24	1 Tirreno meridionale	148	5.82
4	<a href="#">🔗</a>	1997	06	09	14	10	5 Vibonese	69	6 4.27
3-4	<a href="#">🔗</a>	1997	09	03	23	15	4 Calabria meridionale	83	5-6 4.38
3-4	<a href="#">🔗</a>	2001	05	17	11	43	5 Tirreno meridionale	206	4 4.97
3	<a href="#">🔗</a>	2004	05	05	13	39	4 Isole Eolie	641	5.42

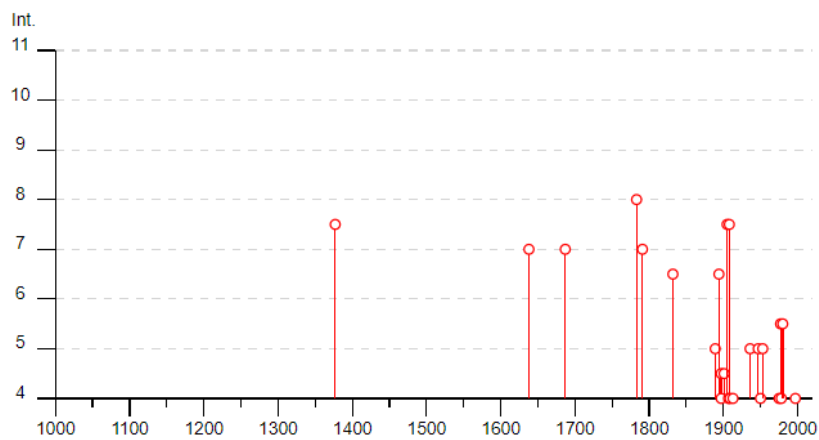


FIGURA 4: STORIA SISMICA - GRAFICO RIASSUNTIVO

Mw (max)

Effects	Reported earthquakes								
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io Mw
7-8	<a href="#">🔗</a>	1908	12	28	04	20	2 Stretto di Messina	772	11 7.10



# Faglie capaci



## GENERAL IDENTIFICATION

- Fault Code 37600
- Fault Name Tropea
- Region Name Calabria
- Tectonic Environment ND
- System Name Tropea-Pizzo Calabro
- Synopsis
- Rank Primary

## GEOMETRY AND KINEMATICS

- Segmentation Single Segment
- Average Strike (°) 230
- Dip (°) Undefined
- Dip Direction NW
- Fault Length (km) 11.4
- Mapping Scale 1:50000
- Fault Depth (m)
- Kinematics Normal

## ACTIVITY

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| - Surface Evidence        | ND  |
| - Last Activity           | Late Pleistocene                                      |
| - Applied Technique       | Field studies   |
| - Evidence for Capability | Displacement of Quaternary deposits and/or land forms |

## SLIP PARAMETERS

- Recurrence Interval (yr)
- Slip Rate (mm/yr)
- Max Credible Rupture Length (km)
- Max Credible Slip (m)
- Time Since Last Event (yr)
- Max Known Magnitude (Mw)
- Max Known Intensity (MCS)
- Known Seismic Events

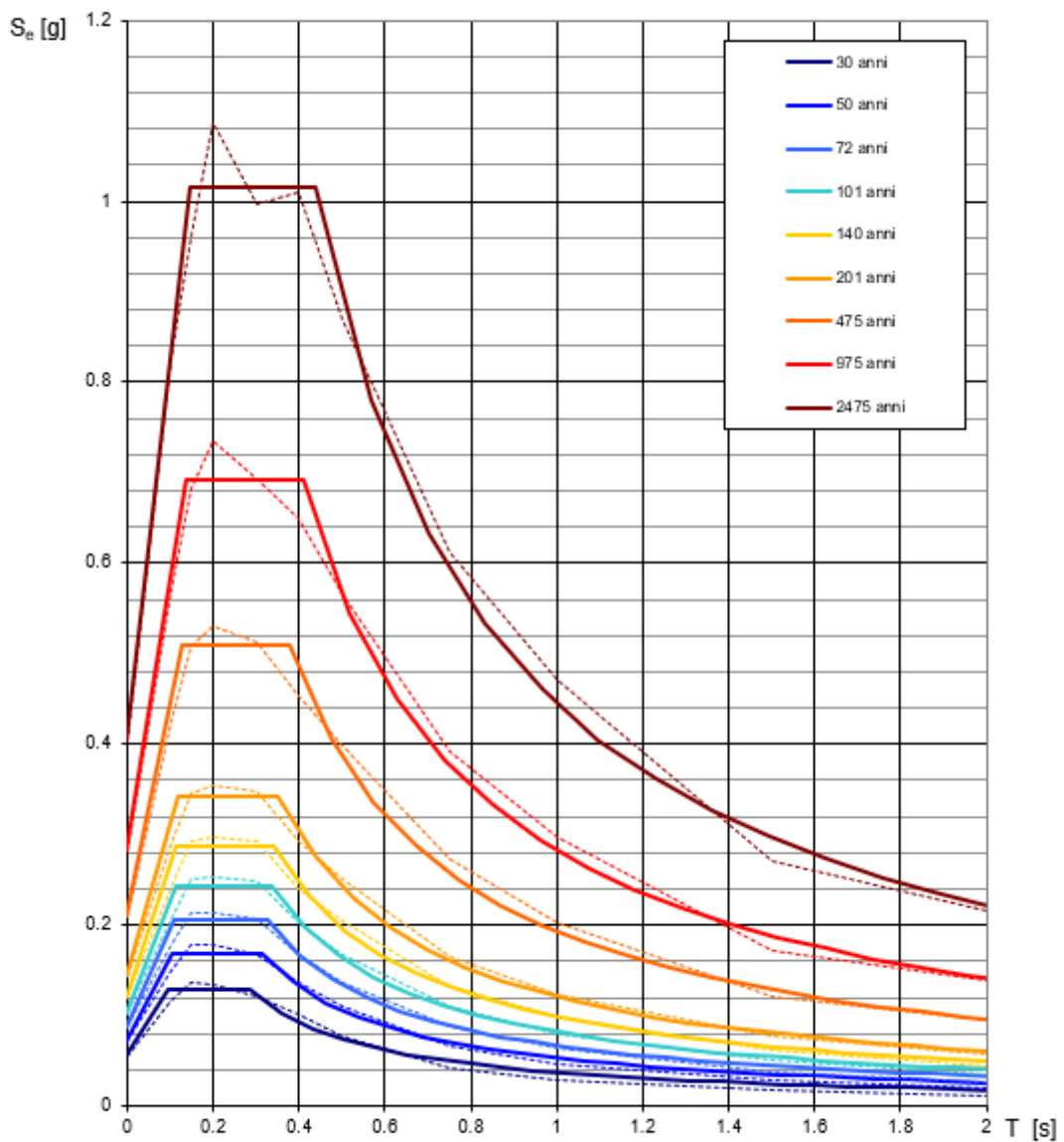
## FINAL REMARKS

Capability Consensus	Low reliability
Study Quality	LOW
Notes	
Fault Trace Reference	
Last Update	

# Pericolosità sismica

Grafici degli spettri di risposta elastici

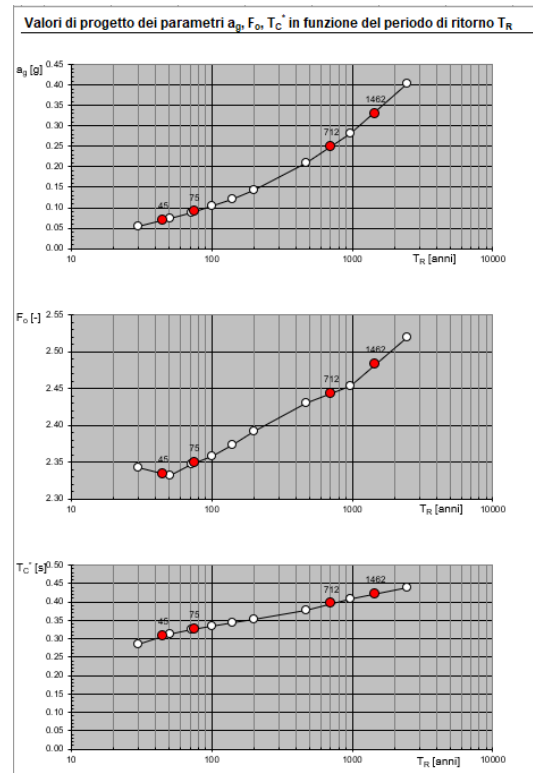
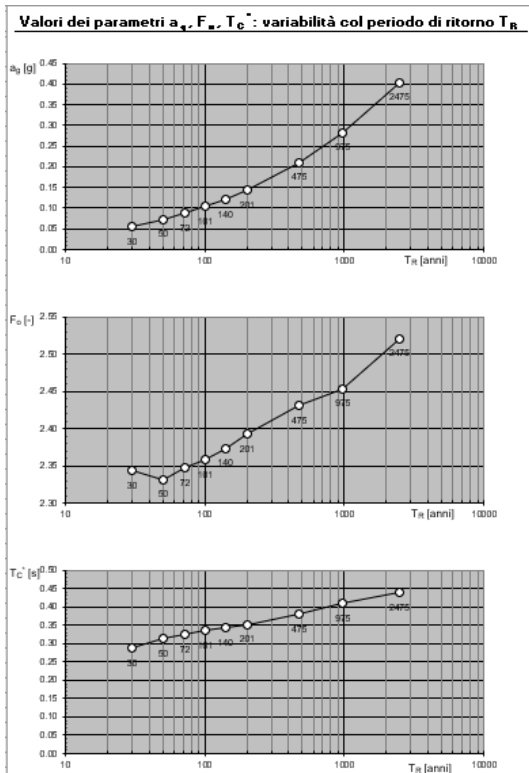
**Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  di riferimento**



NOTA:

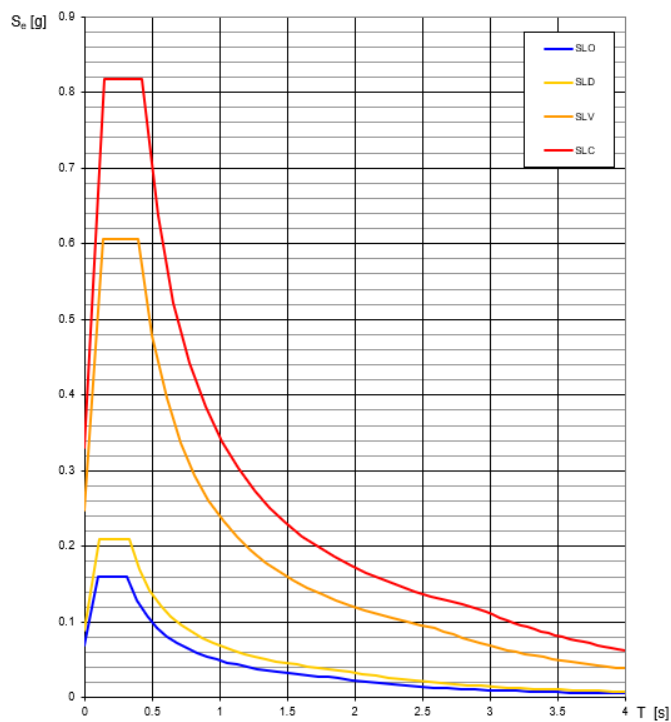
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

## Variabilità dei parametri e valori di progetto



## Spettri di risposta elastici

### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



## Azione sismica (NTC2018 – Cap 3.2)

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Classe edificio:	II
Vita nominale:	50 anni
Periodo di riferimento:	75 anni
Coefficiente cu:	1.5

### Stato Limite - Operatività (SLO)

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	45	[anni]
ag:	0.068	g
Fo:	2.339	
Tc*:	0.308	[s]

### Stato Limite - Danno (SLD)

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	75	[anni]
ag:	0.088	g
Fo:	2.356	
Tc*:	0.327	[s]

### Stato Limite - Salvaguardia della vita (SLV)

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	712	[anni]
ag:	0.242	g
Fo:	2.447	
Tc*:	0.399	[s]

### Stato Limite - Prevenzione dal collasso (SLC)

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1462	[anni]
ag:	0.321	g
Fo:	2.488	
Tc*:	0.424	[s]

### Coefficienti Sismici

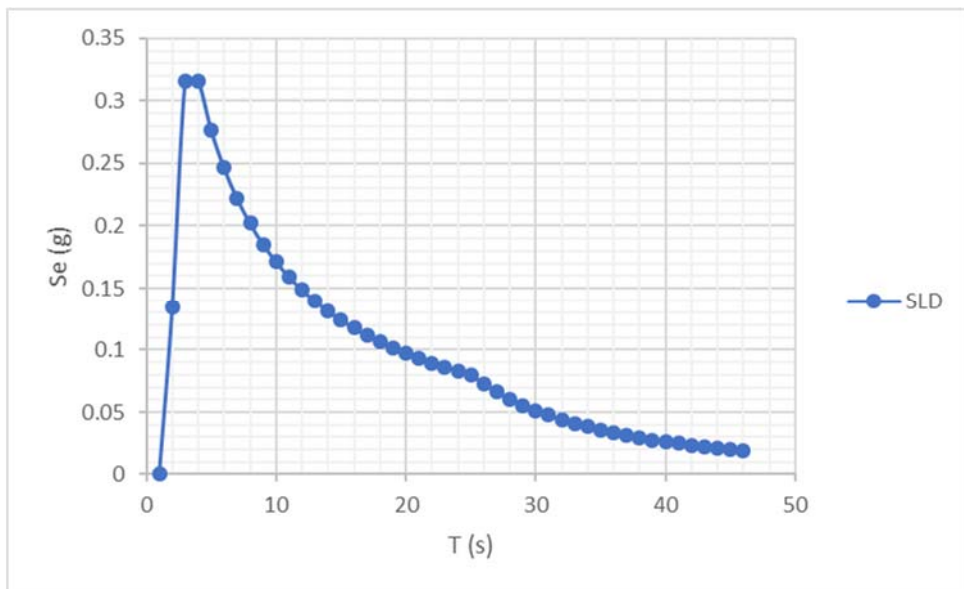
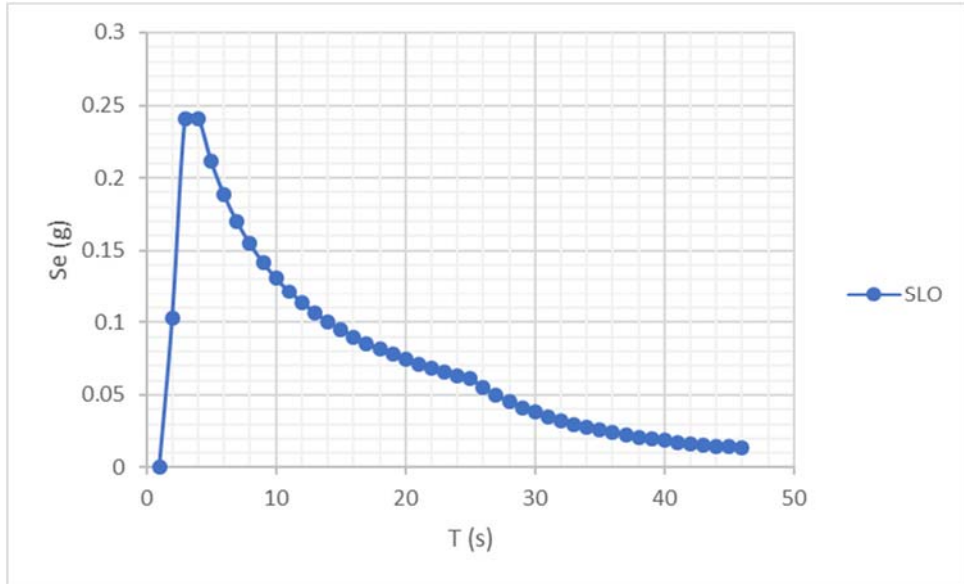
SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Ss: 1.500	Ss: 1.500	Ss: 1.340	Ss: 1.220
Cc: 1.550	Cc: 1.520	Cc: 1.420	Cc: 1.390
St: 1.000	St: 1.000	St: 1.000	St: 1.000
Kh: 0.018	Kh: 0.024	Kh: 0.100	Kh: 0.121
Kv: 0.009	Kv: 0.012	Kv: 0.050	Kv: 0.061
Amax: 0.996	Amax: 1.292	Amax: 3.179	Amax: 3.838
Beta: 0.180	Beta: 0.180	Beta: 0.310	Beta: 0.310

*Spettri di risposta orizzontale*

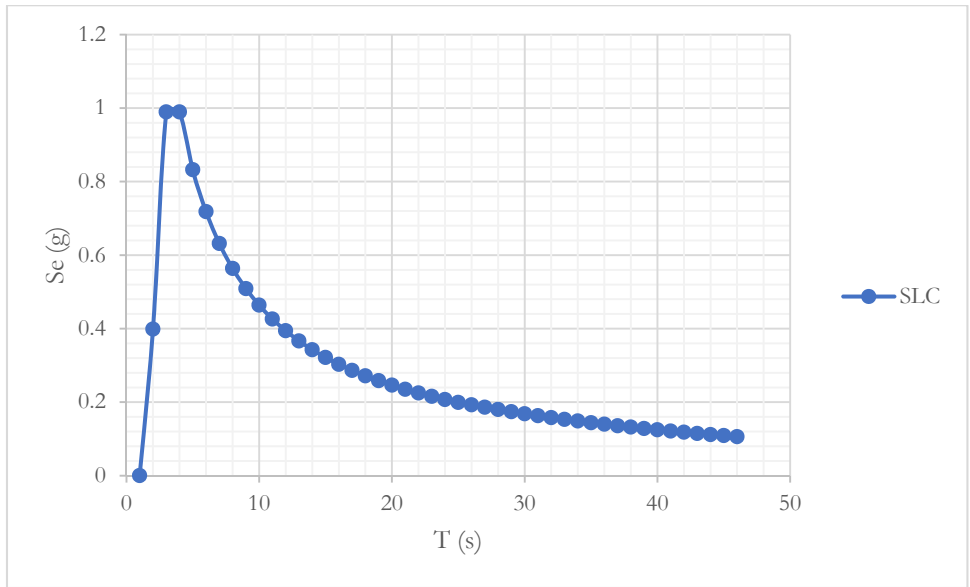
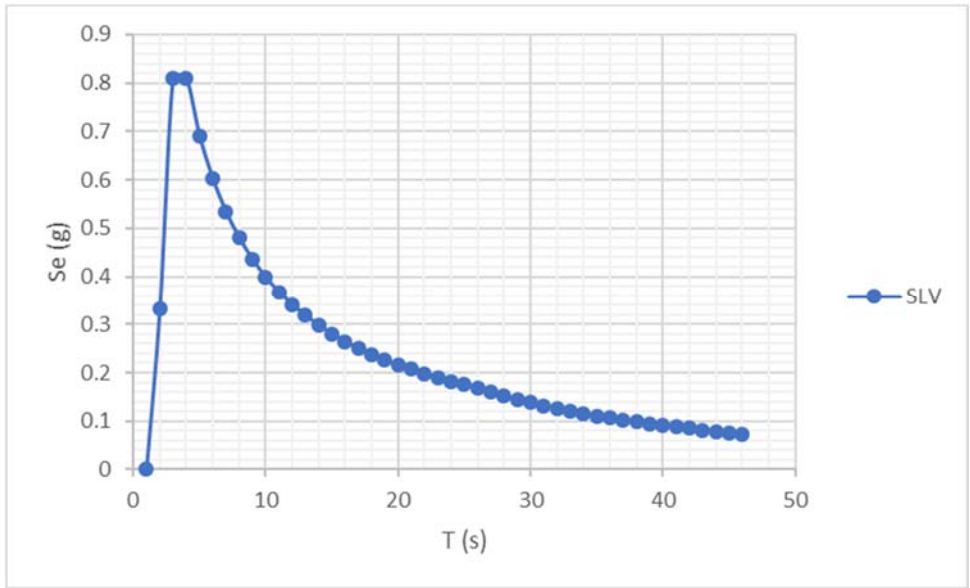
TABELLA 5: COSTRUZIONE DELLO SPETTRO

St. Limite: SLO			St. Limite: SLD			St. Limite: SLV			St. Limite: SLC		
TB	T (s)	Se (g)	TB	T (s)	Se (g)	TB	T (s)	Se (g)	TB	T (s)	Se (g)
	0.000	0.103		0.000	0.134		0.000	0.331		0.000	0.399
TC	0.159	0.241	TC	0.165	0.316	TC	0.188	0.810	TC	0.196	0.989
	0.477	0.241		0.496	0.316		0.563	0.810		0.588	0.989
	0.543	0.212		0.565	0.277		0.660	0.691		0.699	0.832
	0.610	0.188		0.635	0.246		0.757	0.603		0.810	0.718
	0.676	0.170		0.705	0.222		0.853	0.535		0.921	0.632
	0.743	0.155		0.774	0.202		0.950	0.480		1.032	0.564
	0.810	0.142		0.844	0.185		1.046	0.436		1.143	0.509
	0.876	0.131		0.914	0.171		1.143	0.399		1.254	0.464
	0.943	0.122		0.983	0.159		1.240	0.368		1.365	0.426
	1.009	0.114		1.053	0.149		1.336	0.341		1.476	0.394
	1.076	0.107		1.123	0.139		1.433	0.318		1.587	0.367
	1.143	0.101		1.192	0.131		1.529	0.298		1.698	0.343
	1.209	0.095		1.262	0.124		1.626	0.281		1.809	0.322
	1.276	0.090		1.332	0.118		1.723	0.265		1.920	0.303
	1.343	0.086		1.401	0.112		1.819	0.251		2.031	0.286
	1.409	0.082		1.471	0.106		1.916	0.238		2.142	0.272
	1.476	0.078		1.541	0.102		2.012	0.227		2.252	0.258
	1.542	0.074		1.610	0.097		2.109	0.216		2.363	0.246
	1.609	0.071		1.680	0.093		2.206	0.207		2.474	0.235
	1.676	0.069		1.750	0.089		2.302	0.198		2.585	0.225
	1.742	0.066		1.819	0.086		2.399	0.190		2.696	0.216
	1.809	0.064		1.889	0.083		2.495	0.183		2.807	0.207
TD	1.876	0.061	TD	1.959	0.080	TD	2.592	0.176	TD	2.918	0.199
	1.977	0.055		2.056	0.073		2.659	0.167		2.970	0.192
	2.078	0.050		2.153	0.066		2.726	0.159		3.021	0.186
	2.179	0.045		2.250	0.061		2.793	0.152		3.073	0.180
	2.280	0.041		2.347	0.056		2.860	0.145		3.124	0.174
	2.381	0.038		2.445	0.051		2.927	0.138		3.176	0.168
	2.483	0.035		2.542	0.047		2.994	0.132		3.227	0.163
	2.584	0.032		2.639	0.044		3.061	0.126		3.279	0.158
	2.685	0.030		2.736	0.041		3.128	0.121		3.330	0.153
	2.786	0.028		2.833	0.038		3.195	0.116		3.382	0.148
	2.887	0.026		2.931	0.036		3.262	0.111		3.433	0.144
	2.988	0.024		3.028	0.033		3.329	0.107		3.485	0.140
	3.090	0.023		3.125	0.031		3.397	0.102		3.536	0.136
	3.191	0.021		3.222	0.030		3.464	0.099		3.588	0.132
	3.292	0.020		3.320	0.028		3.531	0.095		3.639	0.128
	3.393	0.019		3.417	0.026		3.598	0.091		3.691	0.125

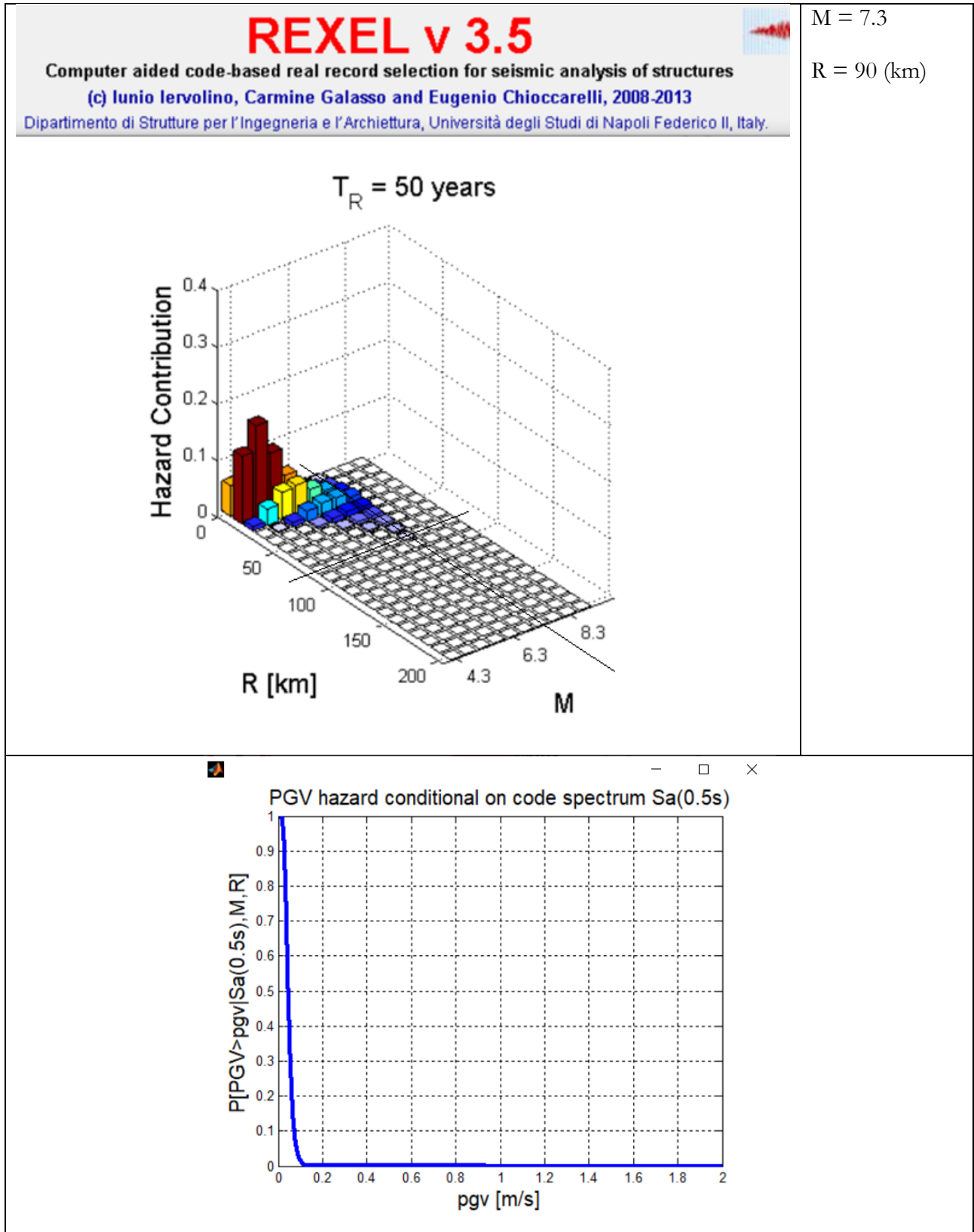
3.494	0.018			3.514	0.025			3.665	0.088			3.742	0.121
3.595	0.017			3.611	0.024			3.732	0.085			3.794	0.118
3.697	0.016			3.708	0.022			3.799	0.082			3.845	0.115
3.798	0.015			3.806	0.021			3.866	0.079			3.897	0.112
3.899	0.014			3.903	0.020			3.933	0.076			3.948	0.109
4.000	0.013			4.000	0.019			4.000	0.074			4.000	0.106







Stato Limite – SLO



# REXEL v 3.5

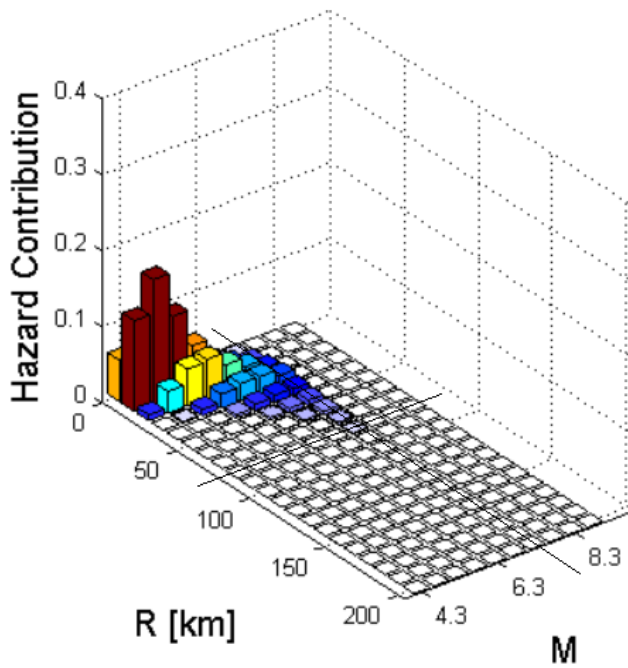
Computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures  
 (c) Iunio Iervolino, Carmine Galasso and Eugenio Chioccarelli, 2008-2013

Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy.

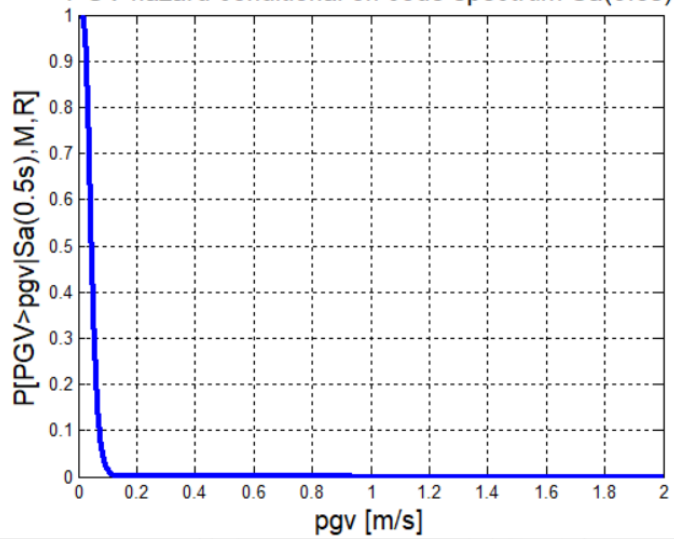
$M = 7.3$

$R = 90$  (km)

$T_R = 50$  years



PGV hazard conditional on code spectrum  $S_a(0.5s)$



<p>St. Limite: SLV</p>	<p>Risultati</p>
<div style="text-align: center;"> <h2 style="color: red;">REXEL v 3.5</h2> <p>Computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures                  (c) Iunio Iervolino, Carmine Galasso and Eugenio Chioccarelli, 2008-2013                  Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><math>T_R = 475</math> years</p> </div>	<p>M = 7.5                  R = 40 (km)</p>
<div style="text-align: center;"> <p>PGV hazard conditional on code spectrum <math>S_a(0.5s)</math></p> </div>	

<p>St. Limite: SLC</p>	<p>Risultati</p>
<div style="text-align: center;"> <h2 style="color: red;">REXEL v 3.5</h2> <p>Computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures                  (c) Iunio Iervolino, Carmine Galasso and Eugenio Chioccarelli, 2008-2013                  Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><math>T_R = 975</math> years</p> </div>	<p>M = 7.5 R = 40 (km)</p>
<div style="text-align: center;"> <p>PGV hazard conditional on code spectrum Sa(0.5s)</p> </div>	

## Risposta sismica locale

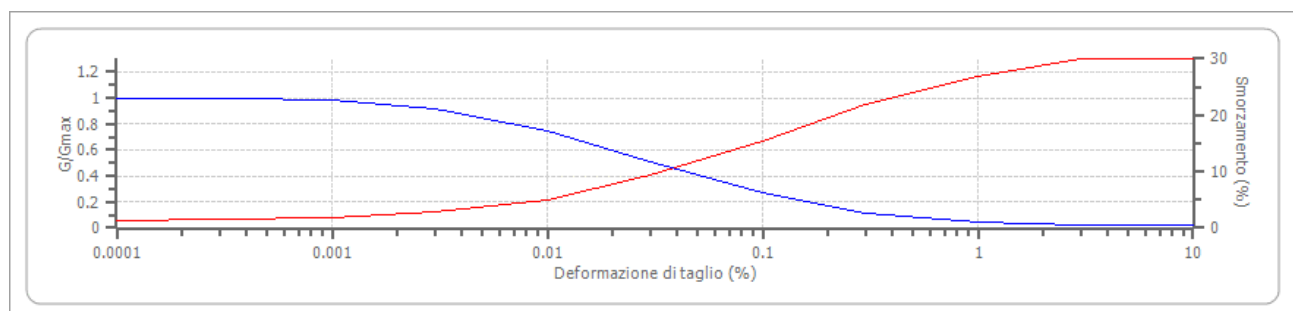
*Leggi di variazione del rapporto  $G/G_{max}$  e del coefficiente di smorzamento in funzione della deformazione a taglio*

### Modello geologico

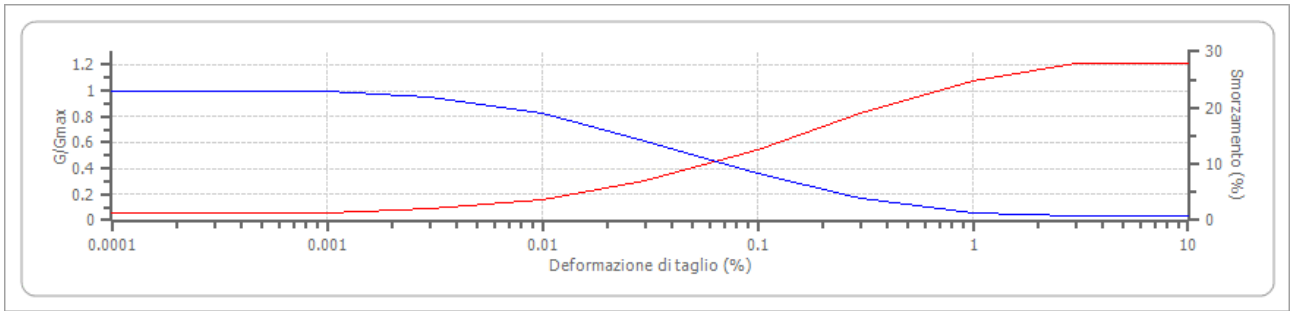
N. Sismostrato	Profondità [m]		Spessore [m]	$G_{max}$ [MPa]	Peso unità vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	$V_s$ [m/s]	Tensione verticale [kPa]	Litologie
1	0	5	5.0	215.51	22.0	310.0	55.0	Sabbie
2	5	15	10.0	162.88	19.0	290.0	205.0	
3	15	45	30.0	262.23	21.0	350.0	615.0	Sabbie debolmente limose
4	45	80	35.0	709.23	23.0	550.0	1332.5	
5	80	∞	--	1435.27	22.0	800.0	1735.0	Basamento

### Andamento di $G/G_{max}$ e dello Smorzamento

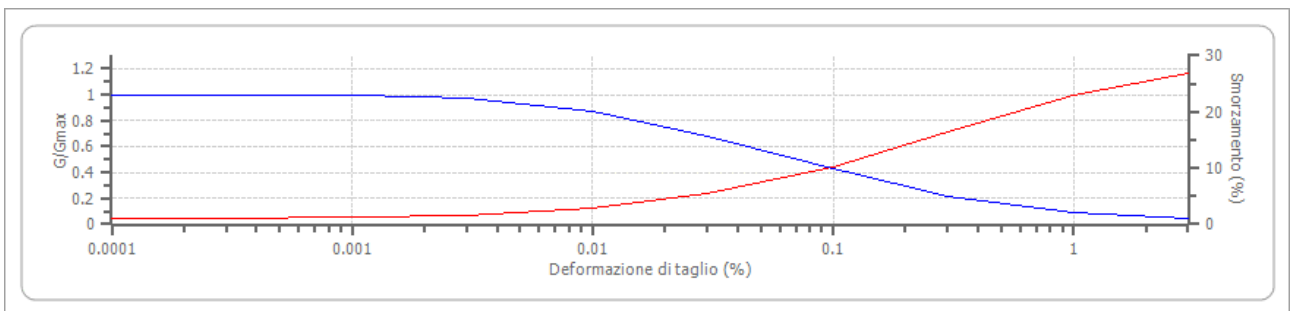
EPRI Sand (1993) 0.00 – 6.00 m



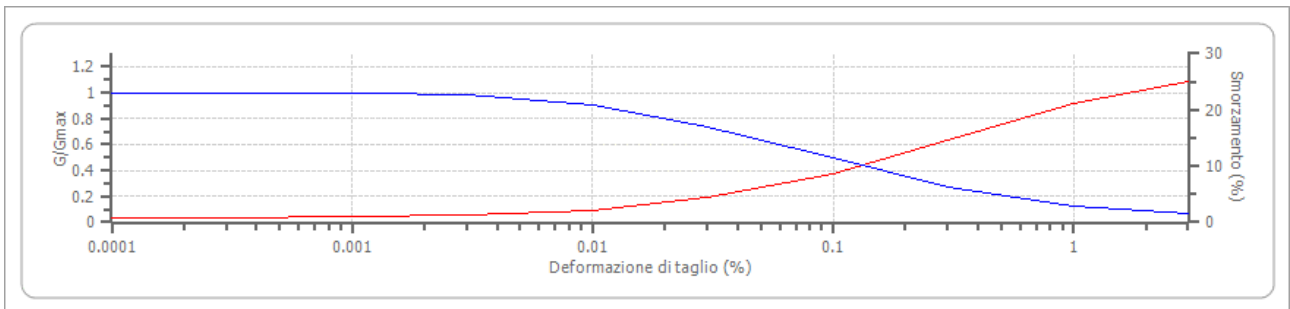
EPRI Sand (1993) 6.40 – 15.24 m



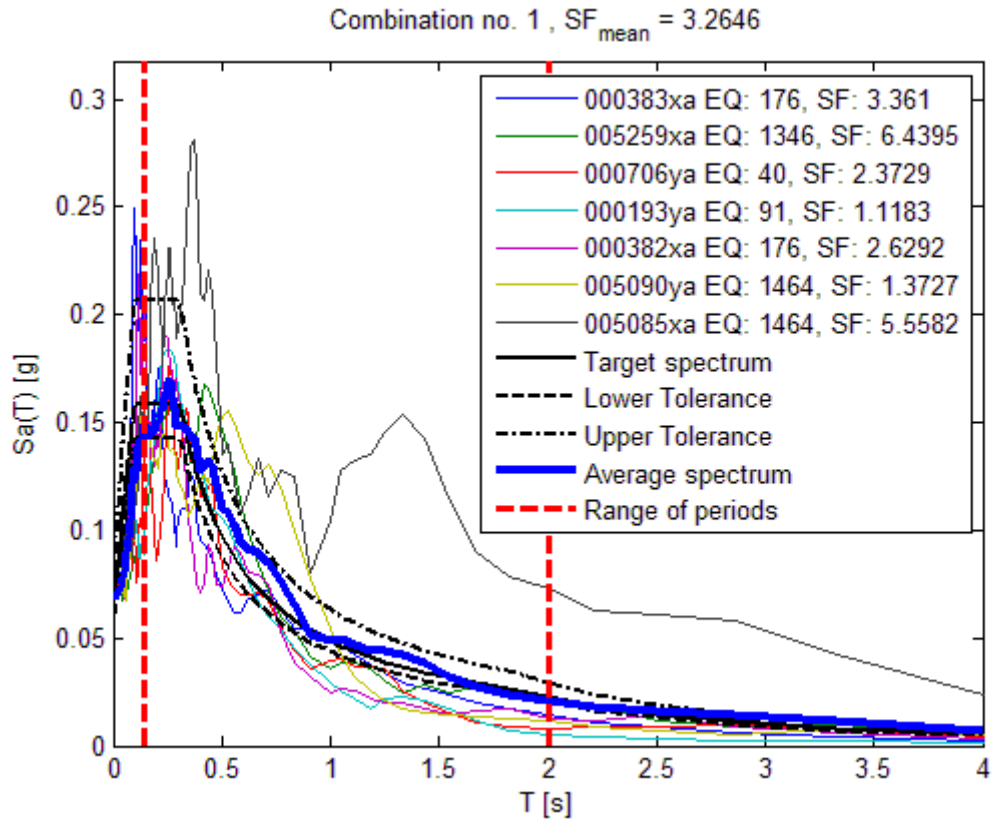
EPRI Sand (1993) 15.54 – 36.57 m



EPRI Sand (1993) 36.88 – 76.20 m



Stato Limite – SLO

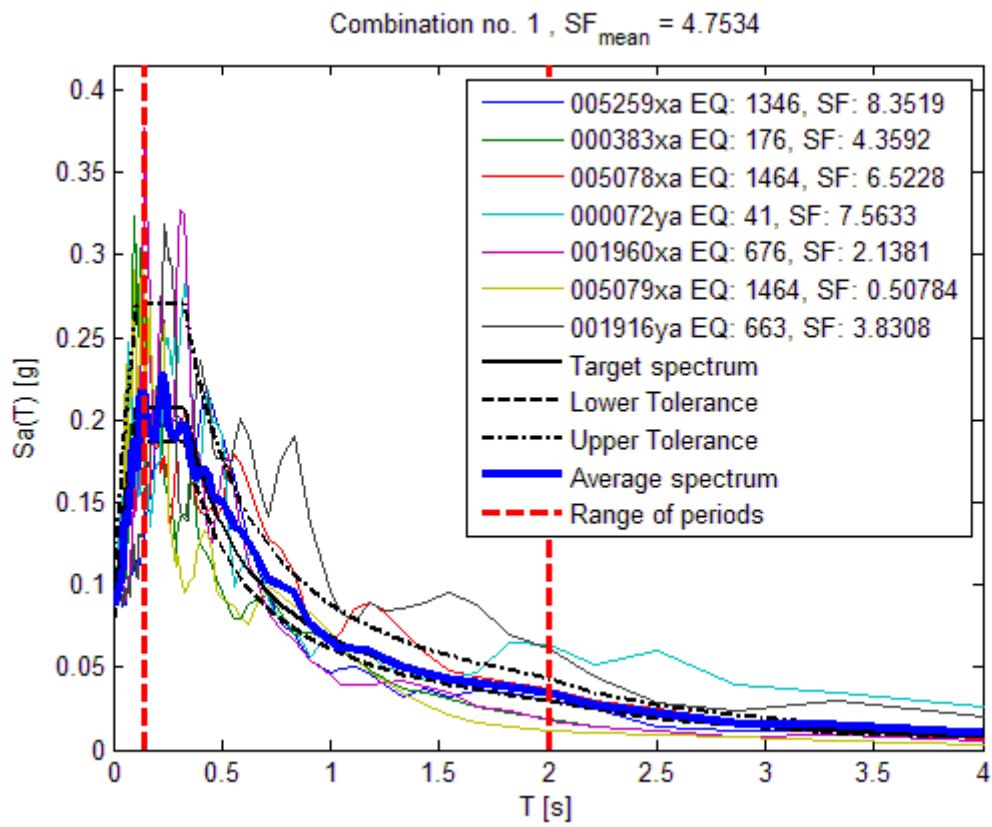




Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s <sup>2</sup> ]
383	176	ST153	Lazio Abruzzo (aftershock)	11/05/1984	05:05	normal	14	1.38
5259	1346	ST2493	Reykjanes Peninsula	19/03/1990	04:07	?	16	0.72
706	40	ST20	Friuli (aftershock)	11/05/1976	04:09	thrust	14	0.20
193	91	ST64	Montenegro	09/04/1979	05:04	thrust	15	2.97
382	176	ST140	Lazio Abruzzo (aftershock)	11/05/1984	05:05	normal	16	1.76
5090	1464	ST2495	Mt. Hengill Area	04/06/1998	05:04	strike slip	18	2.13
5085	1464	ST2497	Mt. Hengill Area	04/06/1998	05:04	strike slip	15	0.83
mean:					5.26		15.43	0.24

Waveform ID	PGA_Y [m/s <sup>2</sup> ]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
383	1.40	0.10	0.009	82592.00	102276.00	0.85738	0.73207	A
5259	0.077	0.0078	0.0057	38393.00	73078.00	0.54528	0.49413	A
706	1.95	0.11	0.10	127497.00	83515.00	0.52	0.72742	A
193	4.14	0.11	0.27	74737.00	38812.00	0.59687	0.60542	A
382	1.02	0.09	0.0088	106982.00	204325.00	0.81843	0.69474	A
5090	3.37	0.14	0.27	85577.00	48224.00	10543.00	0.76585	A
5085	1.19	0.13	0.16	83003.00	58882.00	6.03	10397.00	A
mean:	0.28	0.01	0.02	8.55	8.70	0.78	0.72	

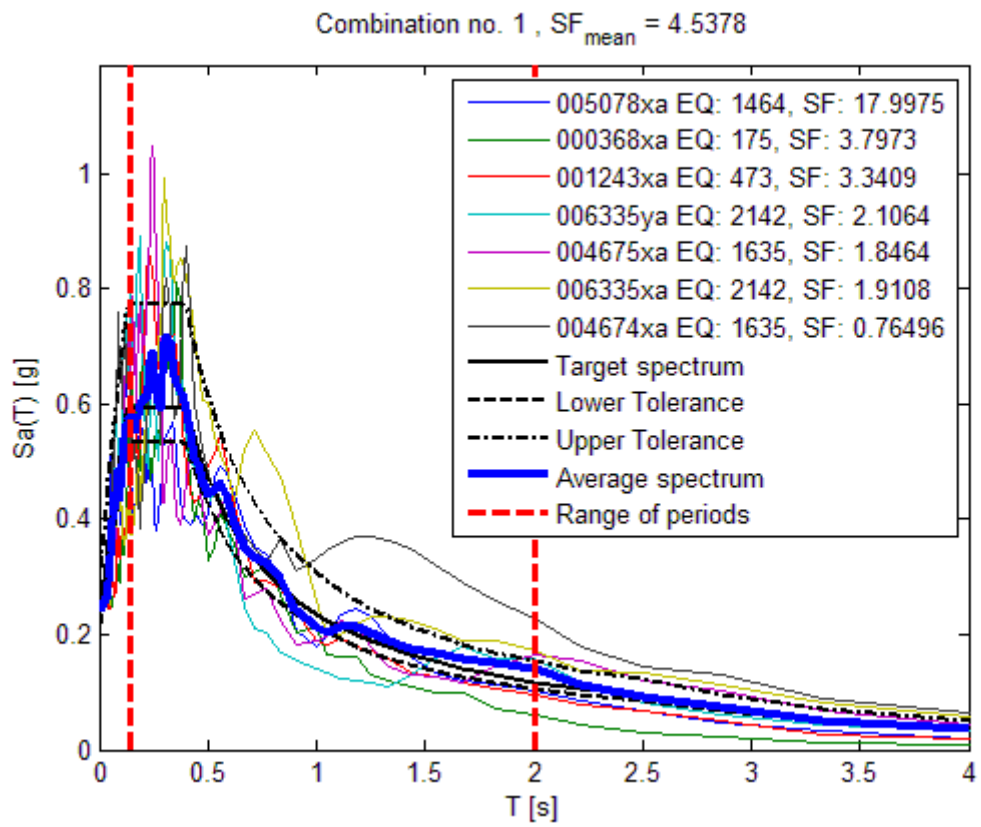
# Stato Limite – SLD



Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s <sup>2</sup> ]
5259	1346	ST2493	Reykjanes Peninsula	19/03/1990	04:07	?	16.00	0.72
383	176	ST153	Lazio Abruzzo (aftershock)	11/05/1984	05:05	normal	14.00	1.38
5078	1464	ST2496	Mt. Hengill Area	04/06/1998	05:04	strike slip	18.00	0.92
72	41	ST20	Friuli (aftershock)	13/05/1976	04:05	thrust	20.00	1.29
1960	676	ST1335	Near NE coast of Rodos island	25/10/1987	05:01	?	19.00	2.81
5079	1464	ST2552	Mt. Hengill Area	04/06/1998	05:04	strike slip	6.00	1702.00
1916	663	ST1328	Ierissos (foreshock)	14/06/1983	04:04	strike slip	13.00	1.25
mean:					5		15.14	0.42

Waveform ID	PGA_Y [m/s <sup>2</sup> ]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
5259	0.077	0.0078	0.0057	38393.00	73078.00	0.54528	0.49413	A
383	1.40	0.10	0.009	82592.00	102276.00	0.85738	0.73207	A
5078	1.66	0.07	0.13	52737.00	26775.00	0.86643	0.68945	A
72	0.79	0.11	0.011	47474.00	87551.00	0.82393	0.51522	A
1960	2.73	0.15	0.13	99538.00	87717.00	0.57059	0.61057	A
5079	1332.00	0.76	0.35	53469.00	5526.00	0.94232	1006.00	A
1916	1.57	0.14	0.16	96277.00	80882.00	0.79298	0.92054	A
mean:	0.37	0.03	0.02	6.72	7.34	0.77	0.71	

Stato Limite – SLV



Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s <sup>2</sup> ]
5078	1464	ST2496	Mt. Hengill Area	04/06/1998	05:04	strike slip	18	0.920139
368	175	ST143	Lazio Abruzzo	07/05/1984	05:09	normal	22	0.436111
1243	473	ST575	Izmit (aftershock)	13/09/1999	05:08	oblique	15	4.956944
6335	2142	ST2557	South Iceland (aftershock)	21/06/2000	06:04	strike slip	15	12,481
4675	1635	ST2487	South Iceland	17/06/2000	06:05	strike slip	13	12,916
6335	2142	ST2557	South Iceland (aftershock)	21/06/2000	06:04	strike slip	15	12,481
4674	1635	ST2486	South Iceland	17/06/2000	06:05	strike slip	5	31,176
mean:					6.128571		14.71429	1.1971

Waveform ID	PGA_Y [m/s <sup>2</sup> ]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
5078	1.656944	0.072917	0.134028	52,737	26,775	0.86643	0.68945	A
368	4.656944	0.390972	0.267361	70,298	90,898	6.454861	0.84769	A
1243	3,112	0.382639	1.009722	58,117	40,128	0.72006	0.42541	A
6335	11,322	1.152083	0.752083	64,075	70,906	0.78039	0.61902	A
4675	15,325	1.11875	0.070139	48,619	7,669	0.79499	0.70631	A
6335	11,322	1.152083	0.752083	64,075	70,906	0.78039	0.61902	A
4674	33,109	4.251389	1.650694	40,709	98,457	0.79545	0.58565	A
mean:	1.589857	0.175286	0.108357	5.694714	6.782286	0.8096	0.641794	

## Spettro-compatibilità

La spettro-compatibilità è il processo finalizzato a determinare quel “fattore scala” che permette di rendere compatibili gli accelerogrammi naturali ricercati mediante la consultazione dei database contenuti nel software REXEL (simili per magnitudo e distanza ma riferiti a siti diversi) alle caratteristiche del sito oggetto di studio.

La procedura consiste nel far tendere la PGA di ogni accelerogramma naturale al valore di  $a_g$  di Pericolosità Sismica. Questo parametro è stato ricavato mediante il software Strata () di cui, di seguito, si riportano i risultati per ogni stato limite.

### Stato Limite – SLO

$a_g$  (Pericolosità Sismica): 0.068

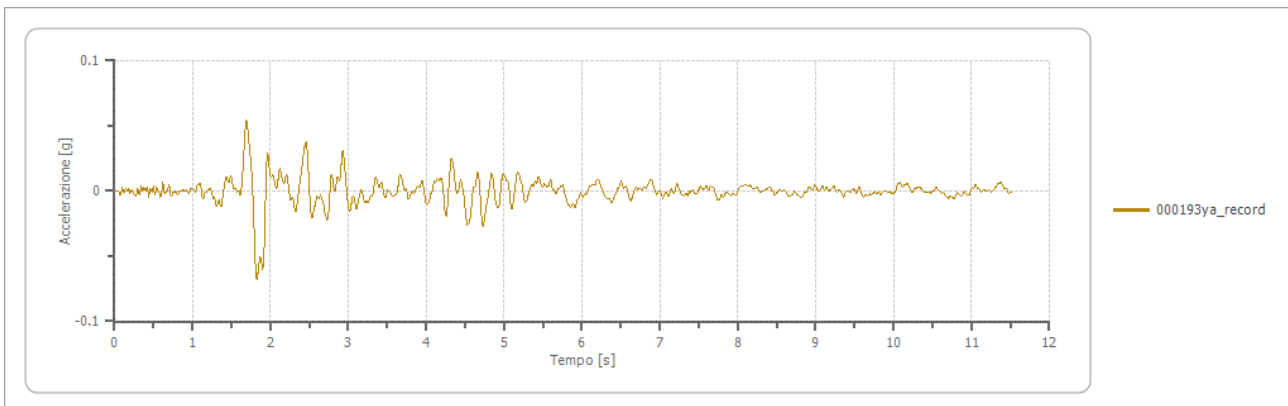
Motion Input Location

Specify the location to input the motion(s):

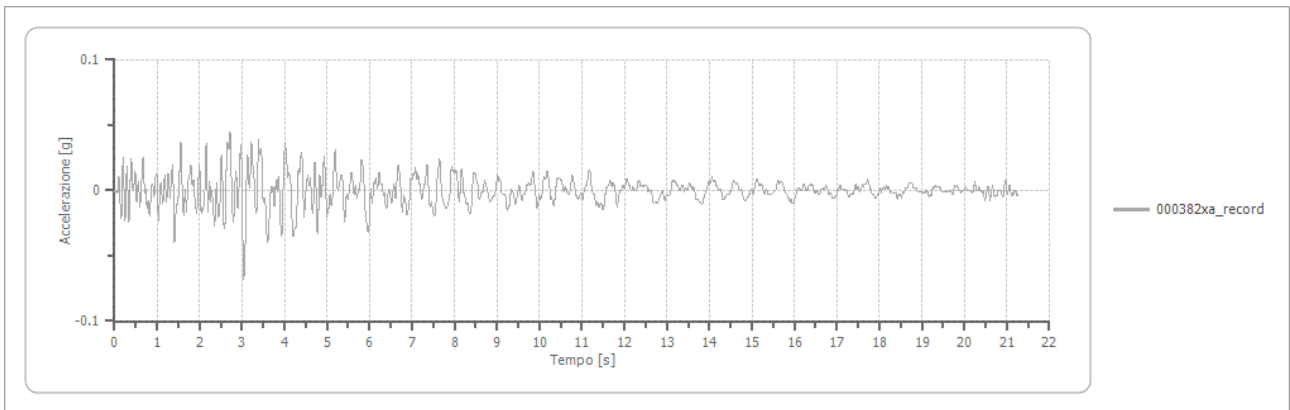
Input Motions

	Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
1	<input checked="" type="checkbox"/> accelerogrammi\000193ya_record.txt		Outcrop	0.07	4.26	0.11
2	<input checked="" type="checkbox"/> accelerogrammi\000382xa_record.txt		Outcrop	0.07	3.39	0.27
3	<input checked="" type="checkbox"/> accelerogrammi\000383xa_record.txt		Outcrop	0.07	4.81	0.35
4	<input checked="" type="checkbox"/> accelerogrammi\000706ya_record.txt		Outcrop	0.07	3.57	0.24
5	<input checked="" type="checkbox"/> accelerogrammi\005085xa_record.txt		Outcrop	0.07	10.50	0.57
6	<input checked="" type="checkbox"/> accelerogrammi\005090ya_record.txt		Outcrop	0.07	5.27	0.14
7	<input checked="" type="checkbox"/> accelerogrammi\005259xa_record.txt		Outcrop	0.06	4.74	0.62

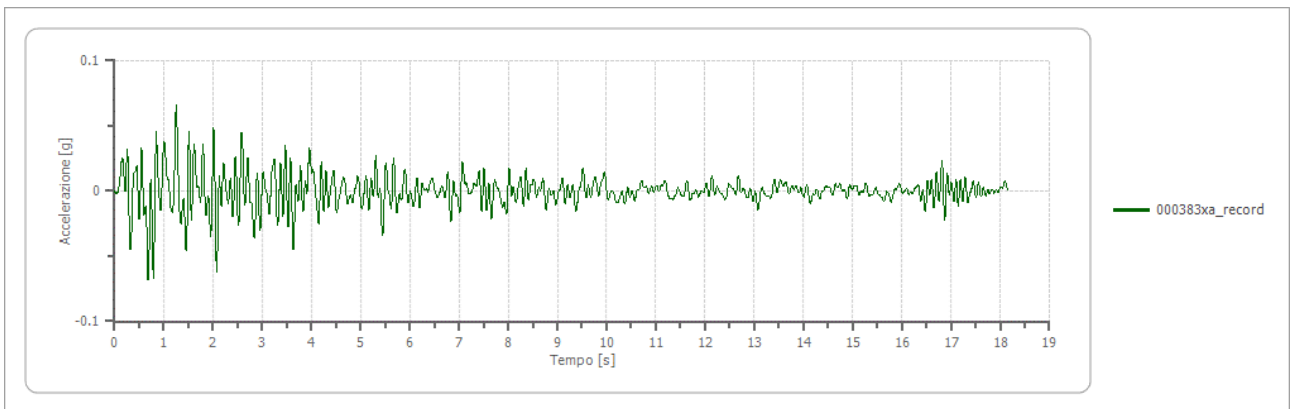
Waveform ID: 000193ya\_record



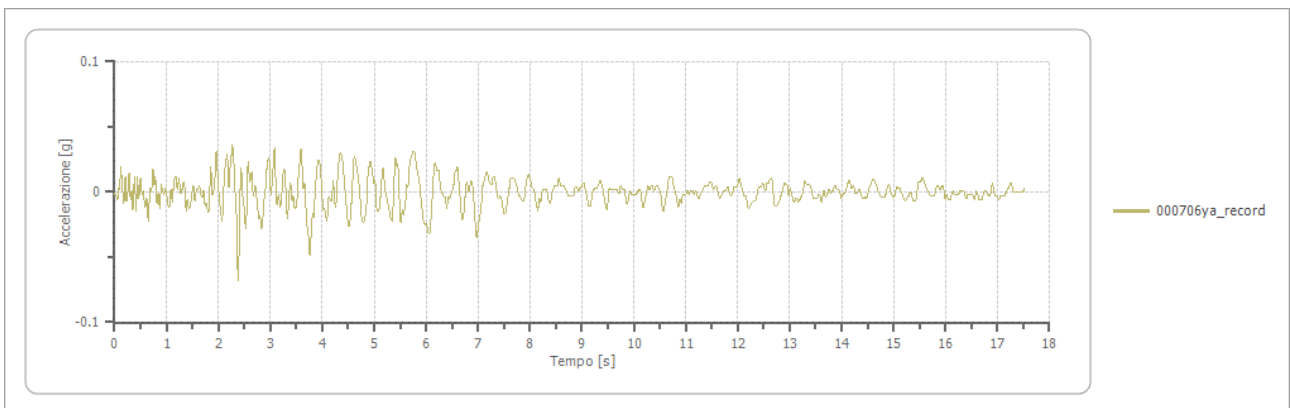
Waveform ID: 000382xa\_record



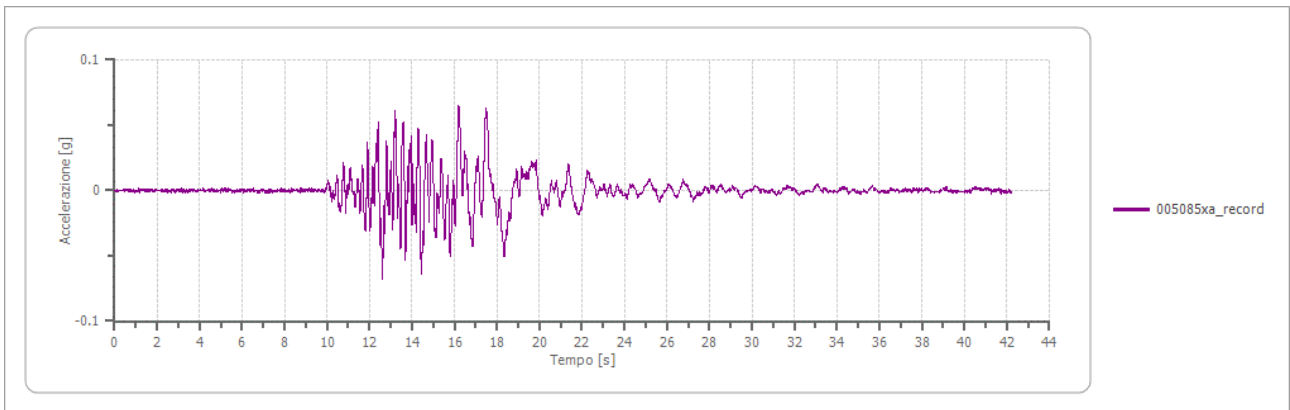
Waveform ID: 000383xa\_record



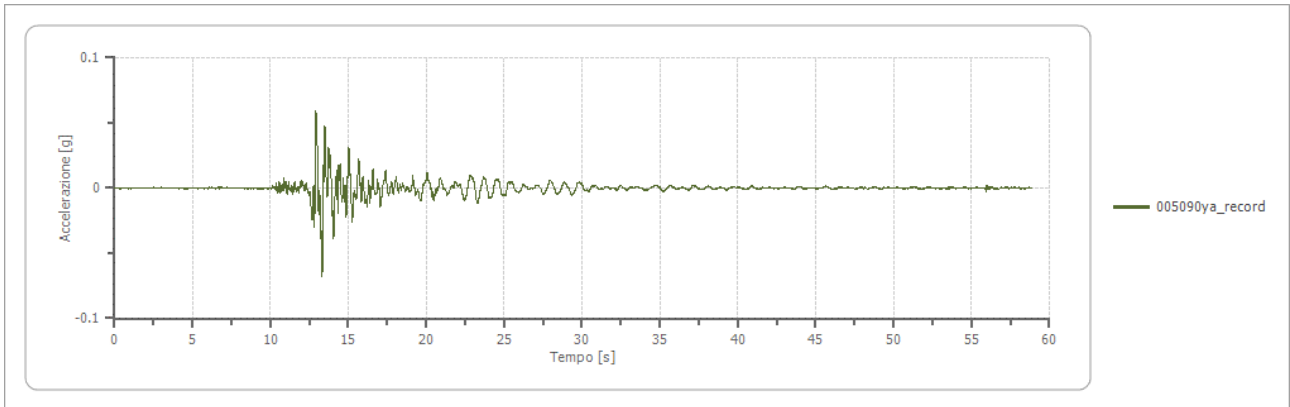
Waveform ID: 000706ya\_record



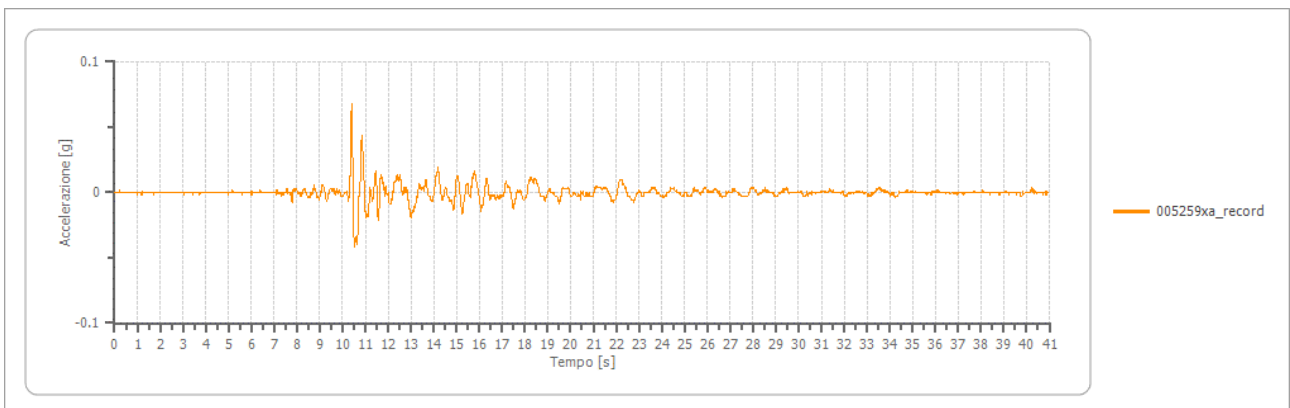
Waveform ID: 005085xa\_record



Waveform ID: 005090ya\_record



Waveform ID: 005259xa\_record





## Stato Limite – SLD

$a_g$  (Pericolosità Sismica): 0.088

Motion Input Location

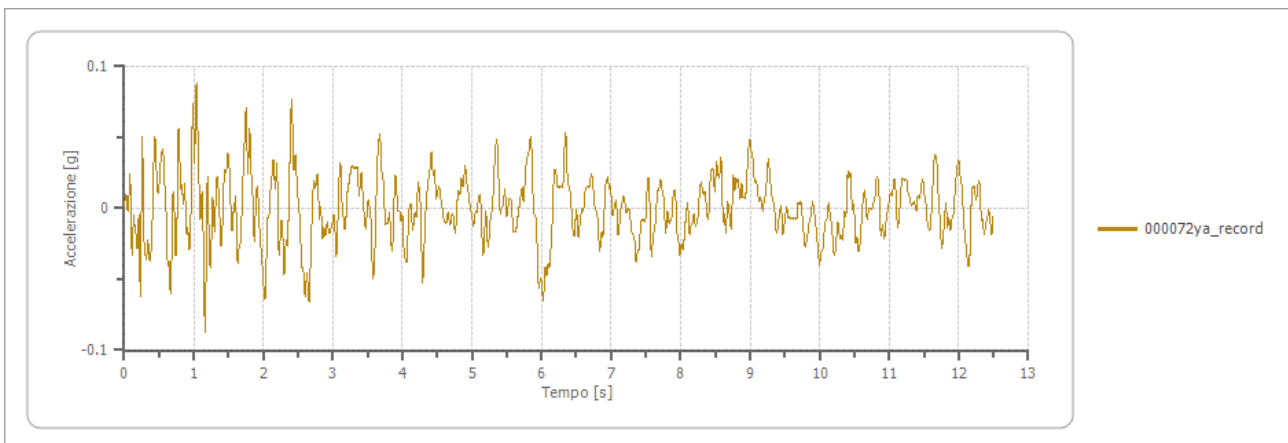
Specify the location to input the motion(s): Bedrock

Input Motions

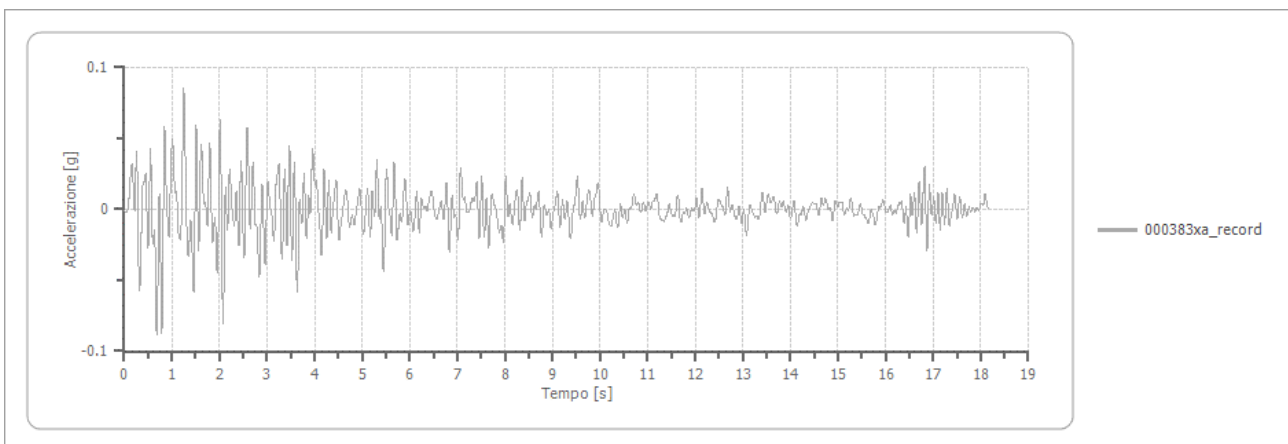
+ Add Remove Edit

	Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
1	<input checked="" type="checkbox"/> sld\000072ya_record.txt		Outcrop	0.09	7.90	0.77
2	<input checked="" type="checkbox"/> sld\000383xa_record.txt		Outcrop	0.09	6.18	0.45
3	<input checked="" type="checkbox"/> sld\001916ya_record.txt		Outcrop	0.09	8.63	0.39
4	<input checked="" type="checkbox"/> sld\001960xa_record.txt		Outcrop	0.09	4.87	0.22
5	<input checked="" type="checkbox"/> sld\005078xa_record.txt		Outcrop	0.09	6.91	0.67
6	<input checked="" type="checkbox"/> sld\005079xa_record.txt		Outcrop	0.09	5.35	0.05
7	<input checked="" type="checkbox"/> sld\005259xa_record.txt		Outcrop	0.09	6.50	0.85

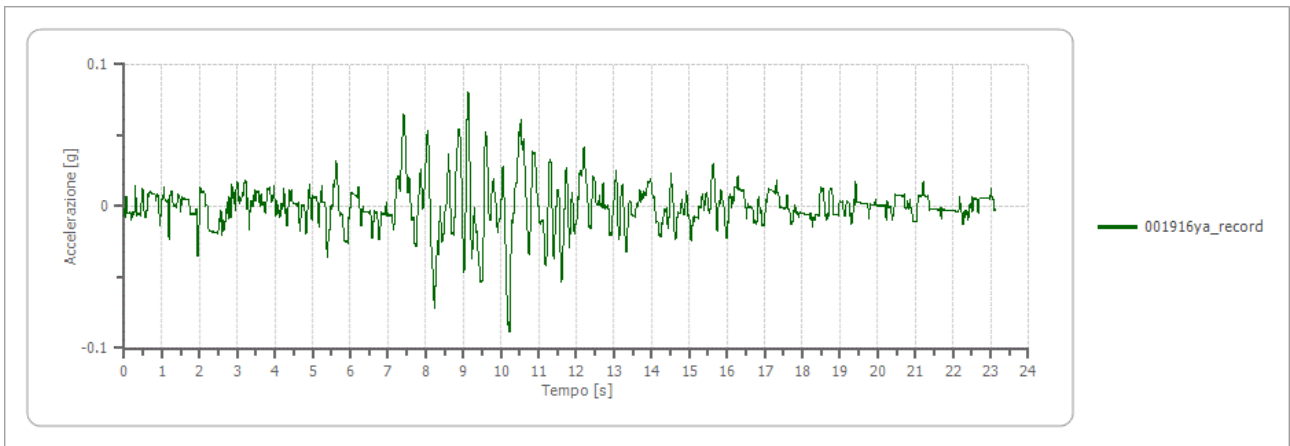
Waveform ID: 000072ya\_record



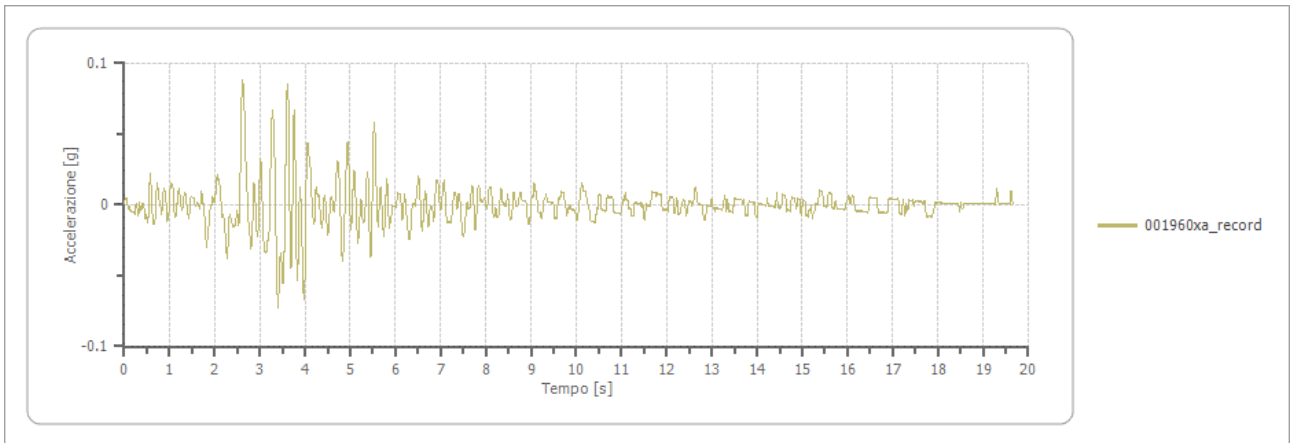
Waveform ID: 000383xa\_record



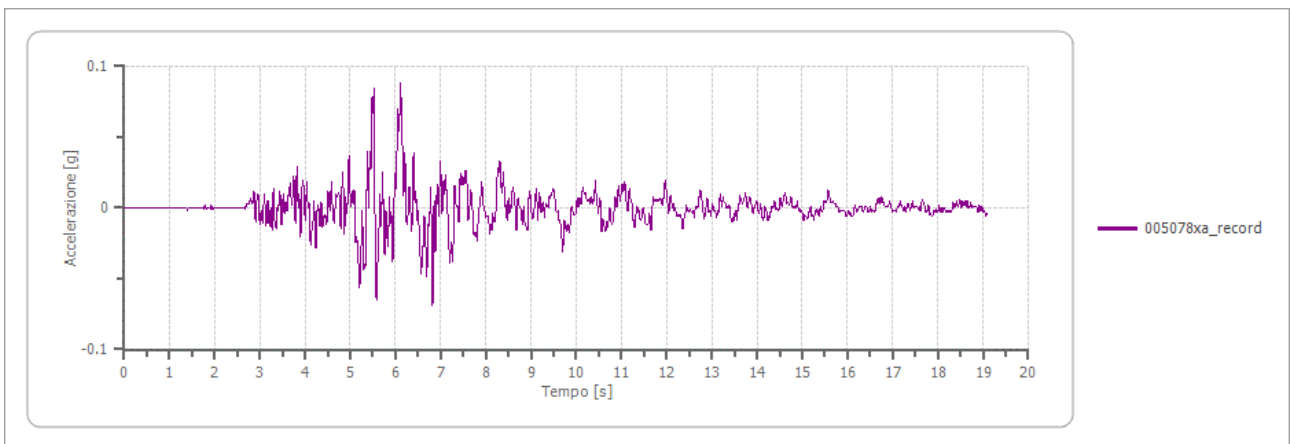
Waveform ID: 001916ya\_record



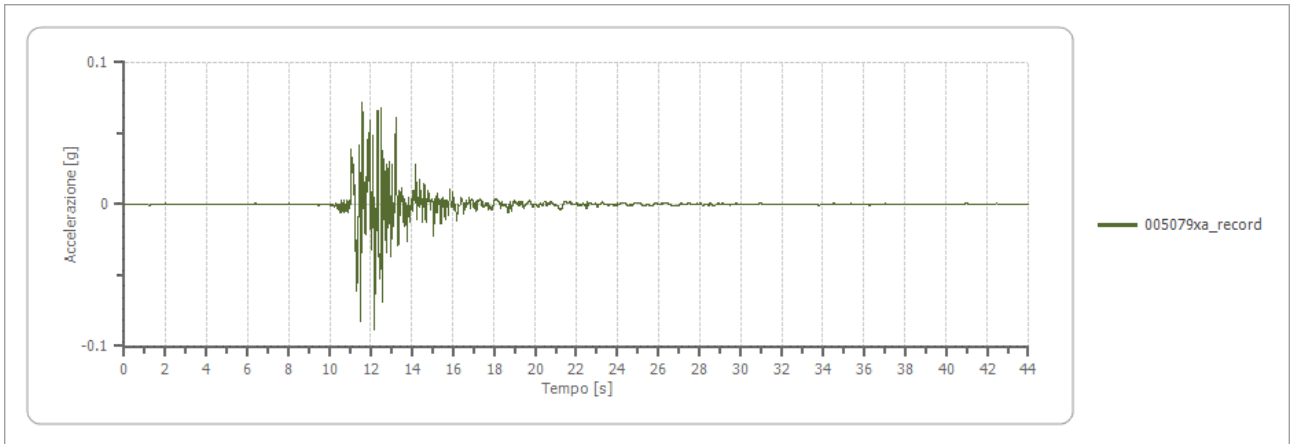
Waveform ID: 001960xa\_record



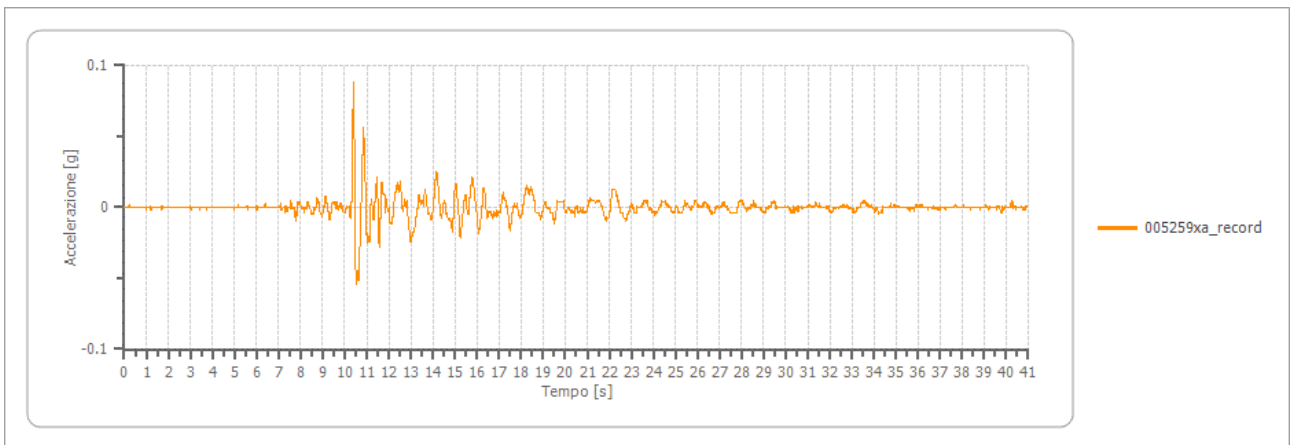
Waveform ID: 005078xa\_record



Waveform ID: 005079xa\_record



Waveform ID: 005259xa\_record



## Stato Limite – SLV

$a_g$  (Pericolosità Sismica): 0.242

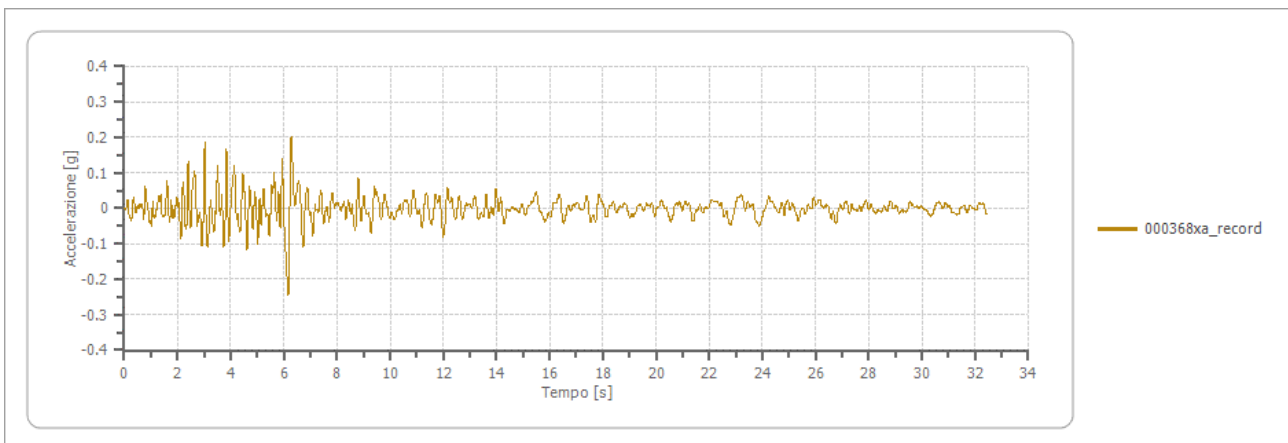
Motion Input Location

Specify the location to input the motion(s): **Bedrock**

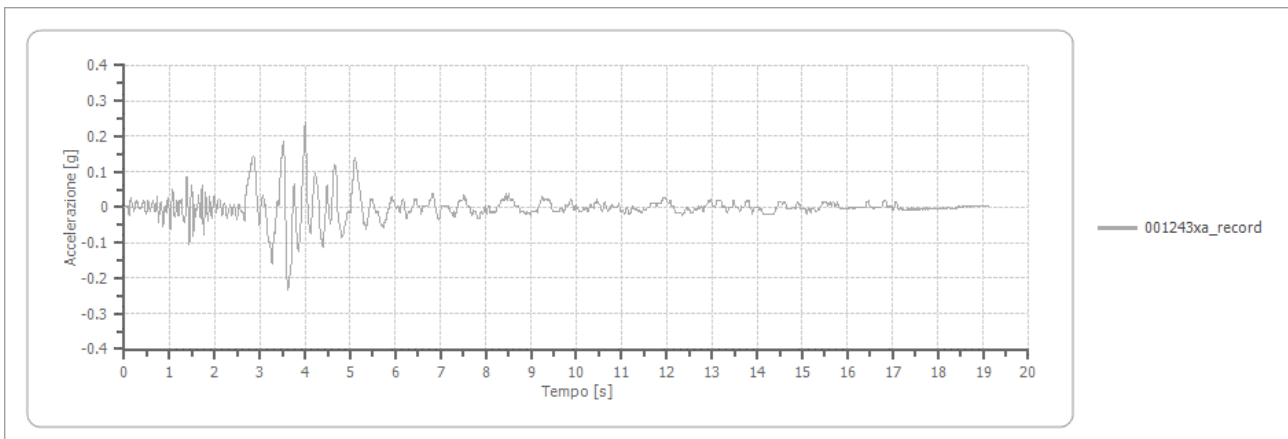
Input Motions

	Name	Description	Type	PGA (g)	PGV (cm/s)	Scale Factor
1	<input checked="" type="checkbox"/> slv\000368xa_record.txt		Outcrop	0.24	21.58	0.39
2	<input checked="" type="checkbox"/> slv\001243xa_record.txt		Outcrop	0.24	18.22	0.34
3	<input checked="" type="checkbox"/> slv\004674xa_record.txt		Outcrop	0.25	48.07	0.08
4	<input checked="" type="checkbox"/> slv\004675xa_record.txt		Outcrop	0.25	30.08	0.19
5	<input checked="" type="checkbox"/> slv\005078xa_record.txt		Outcrop	0.24	18.88	1.83
6	<input checked="" type="checkbox"/> slv\006335xa_record.txt		Outcrop	0.25	32.68	0.20
7	<input checked="" type="checkbox"/> slv\006335ya_record.txt		Outcrop	0.25	23.32	0.22

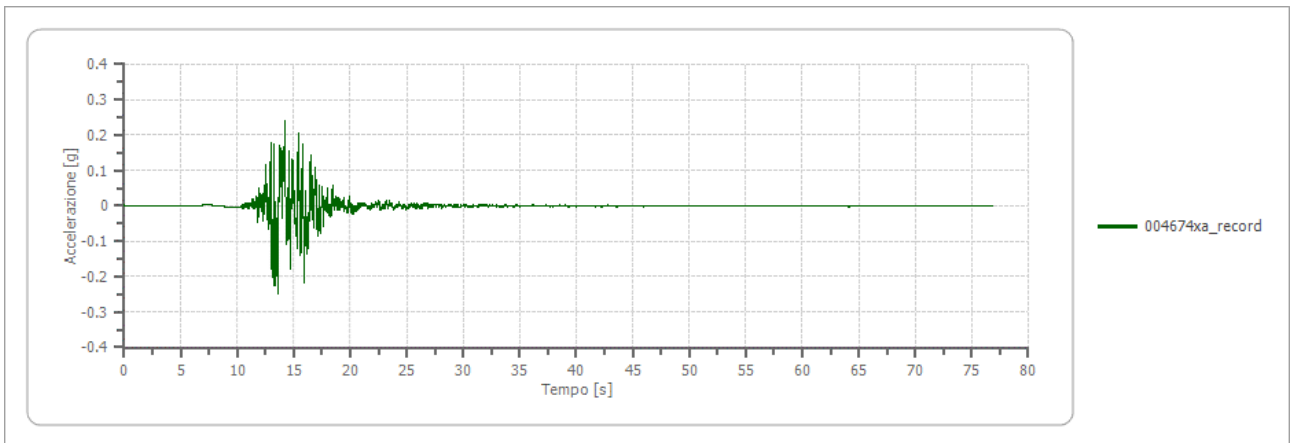
Waveform ID: 000368xa\_record



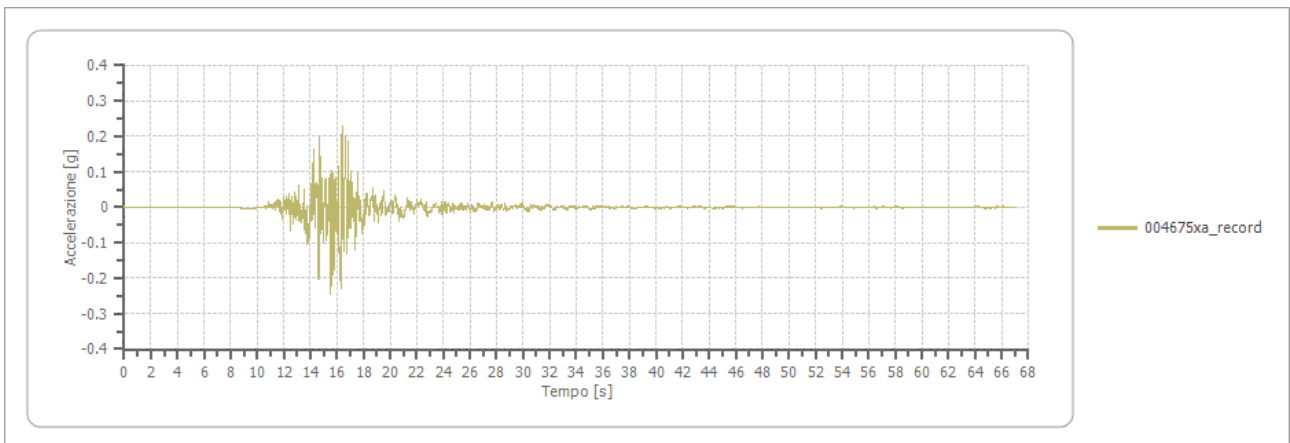
Waveform ID: 001243xa\_record



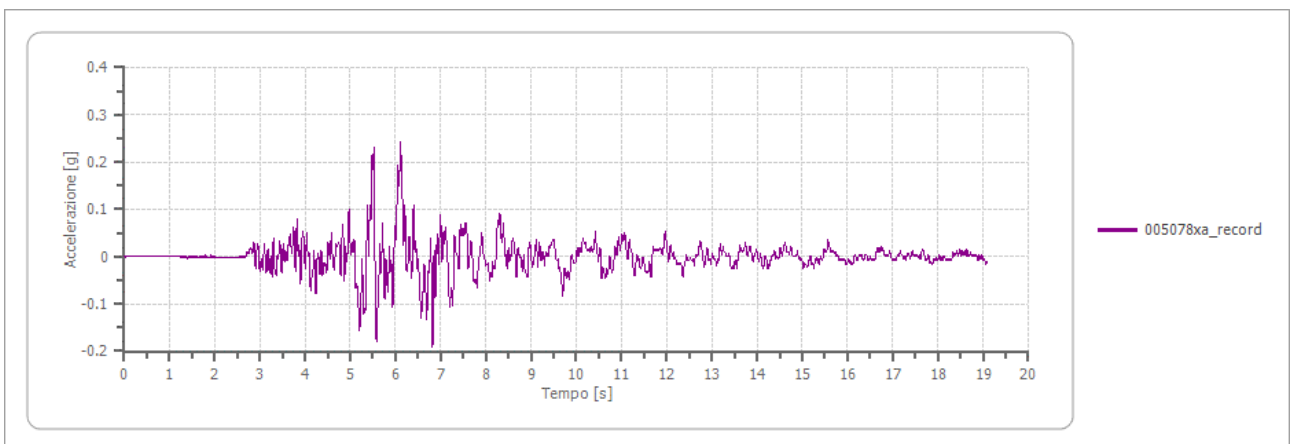
Waveform ID: 004674xa\_record



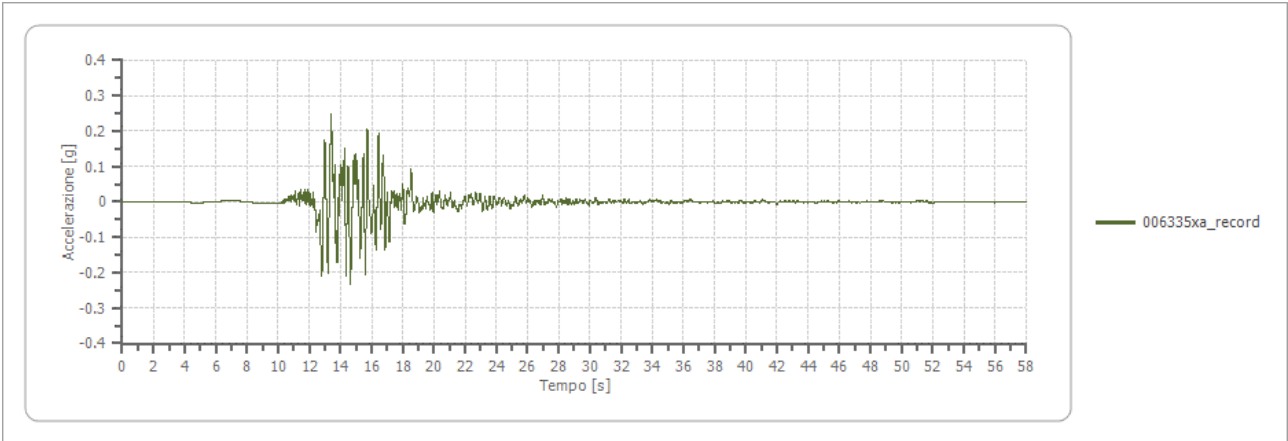
Waveform ID: 004675xa\_record



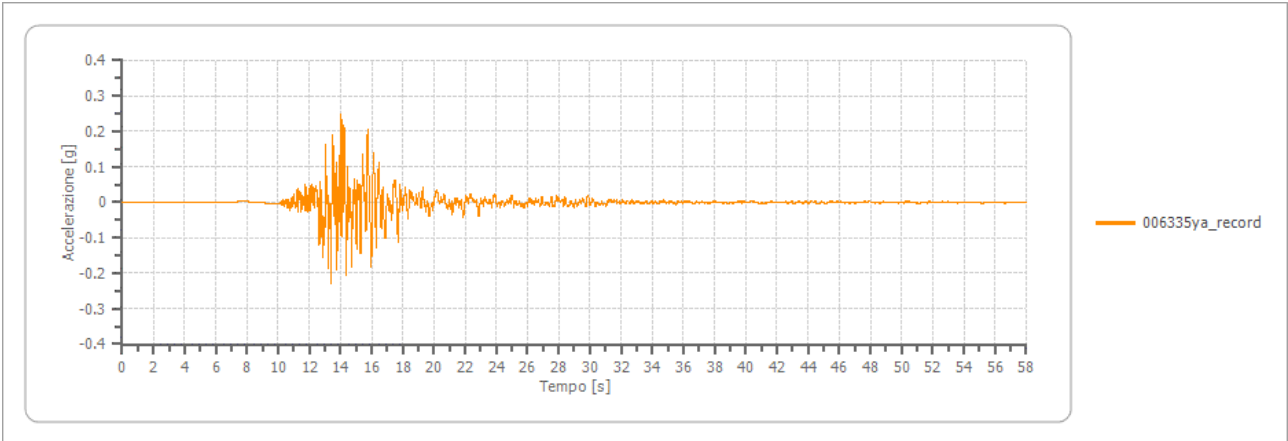
Waveform ID: 005078xa\_record



Waveform ID: 006335xa\_record



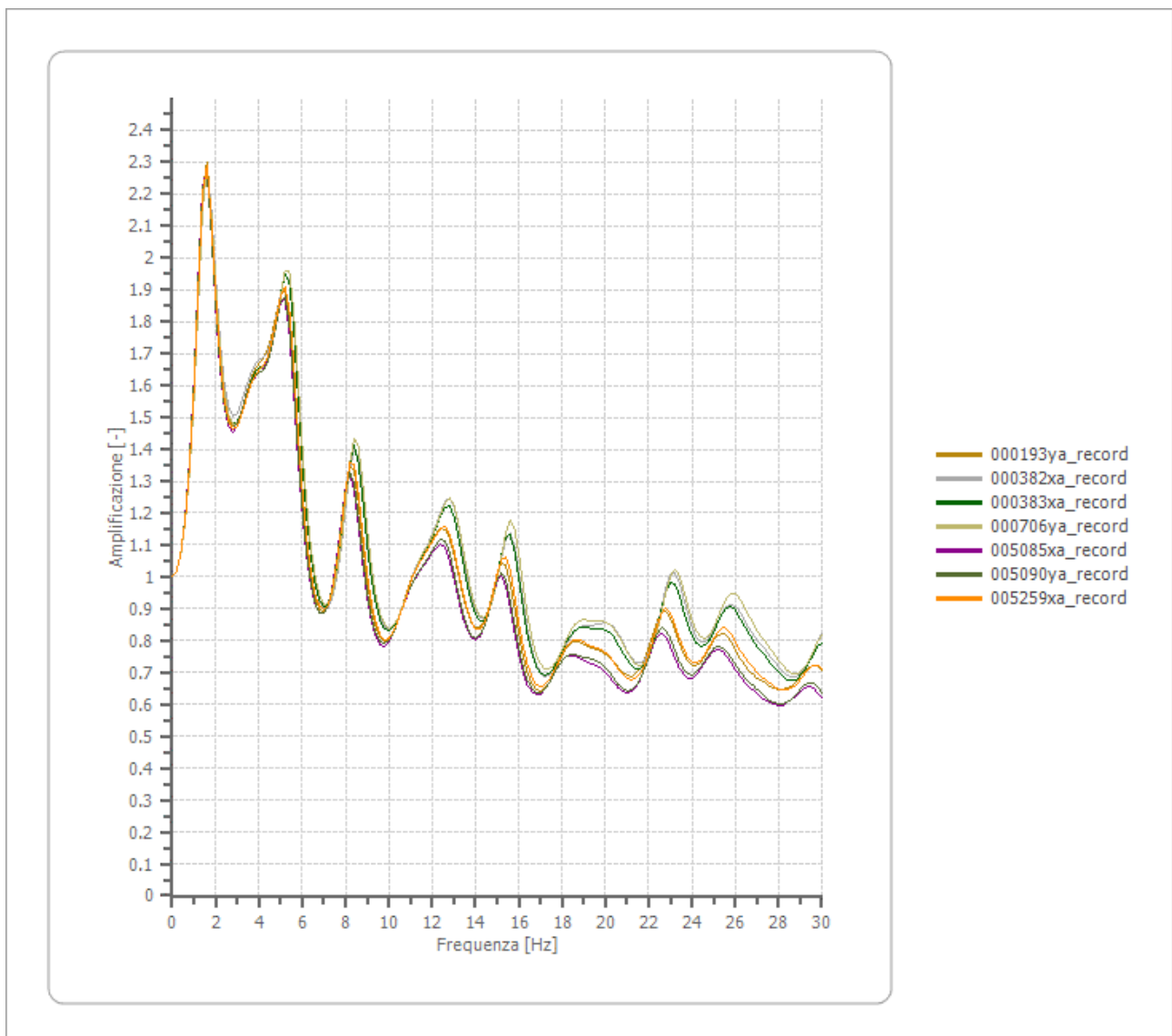
Waveform ID: 006335ya\_record



## Amplificazione

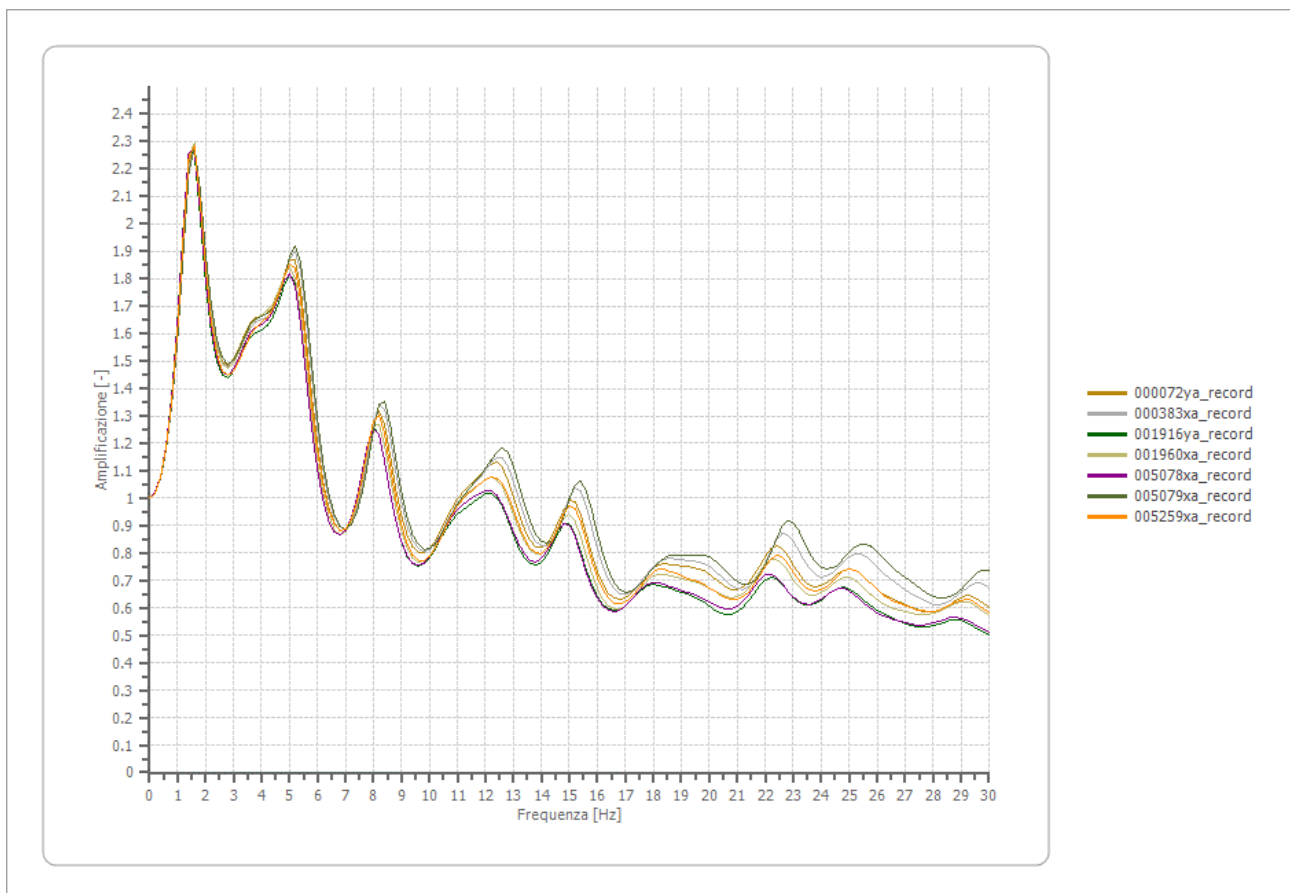
### Stato Limite – SLO

Numero di iterazioni:	8
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima:	0.5
Tipo di modulo di taglio:	Shake 91
Frequenza massima	30.00 (Hz)
Passo frequenza:	0.20 (Hz)
Errore di convergenza:	0.003 (%)



## Stato Limite – SLD

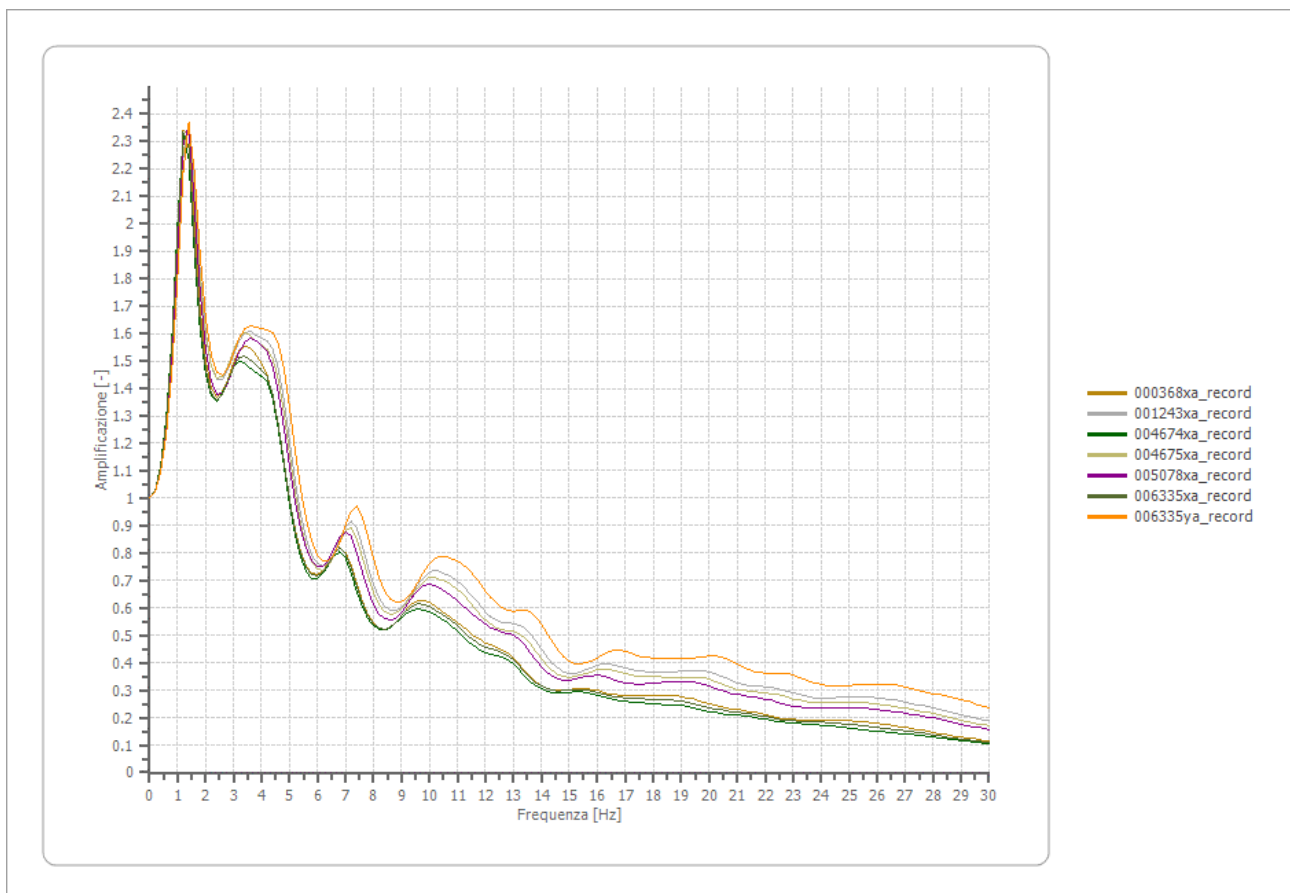
Numero di iterazioni:	8
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima:	0.5
Tipo di modulo di taglio:	Shake 91
Frequenza massima	30.00 (Hz)
Passo frequenza:	0.20 (Hz)
Errore di convergenza:	0.022 (%)





## Stato Limite – SLV

Numero di iterazioni:	8
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima:	0.5
Tipo di modulo di taglio:	Shake 91
Frequenza massima	30.00 (Hz)
Passo frequenza:	0.20 (Hz)
Errore di convergenza:	1.235 (%)



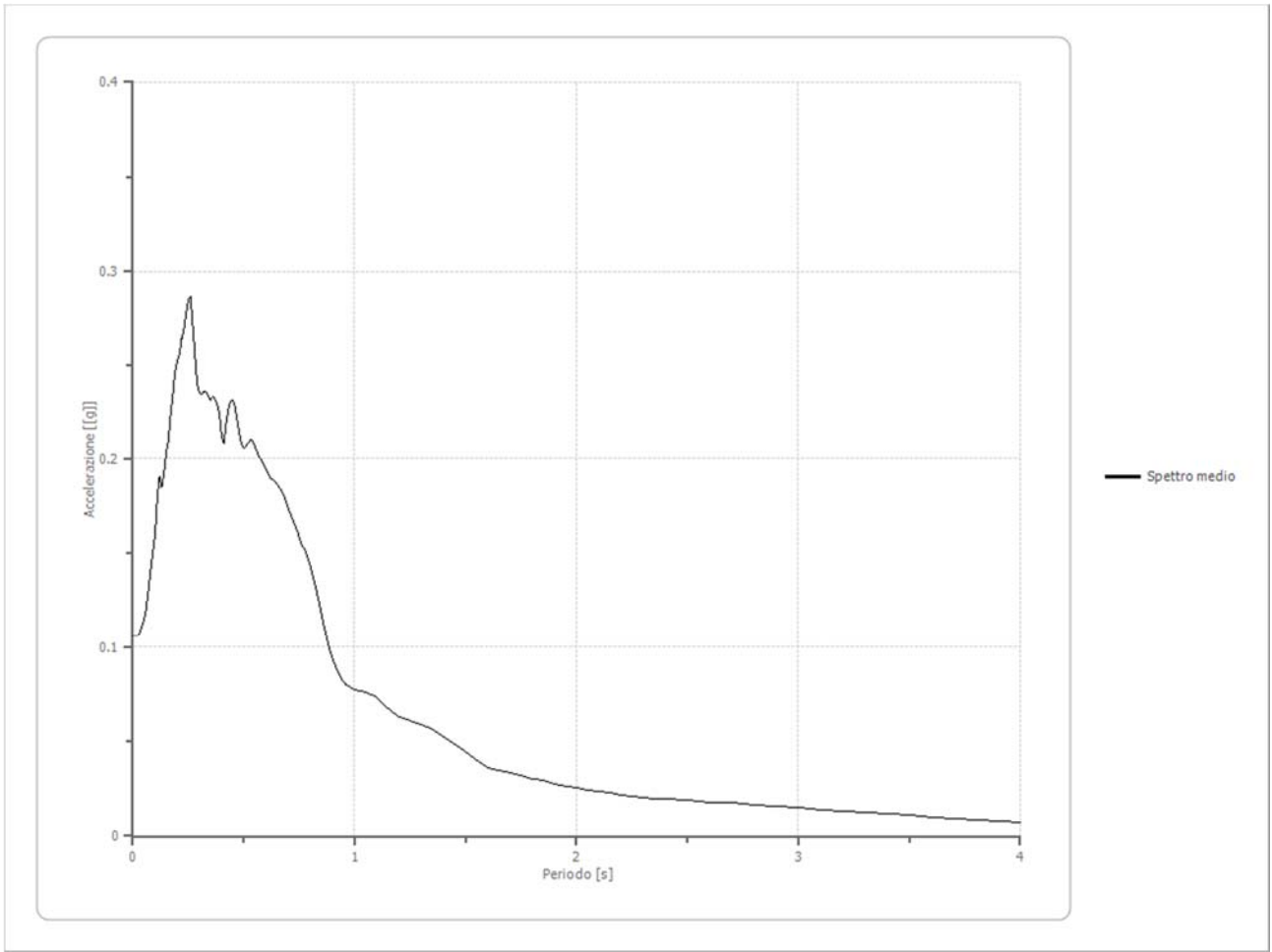
**Stato Limite – SLO**

Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.260 [s]	<b>Fa</b>	<b>1.602 [-]</b>
Tvi	0.800 [s]	<b>Fv</b>	<b>2.001 [-]</b>
Tao	0.260 [s]	TB	0.163 [s]
Tvo	0.760 [s]	TC	0.490 [s]
Sami	1.475 [m/s <sup>2</sup> ]	TD	1.872 [s]
Svmi	0.092 [m/s]	SA(0)	0.123 [g]
Samo	2.363 [m/s <sup>2</sup> ]	SA(TB)	0.287 [g]
Svmo	0.184 [m/s]		

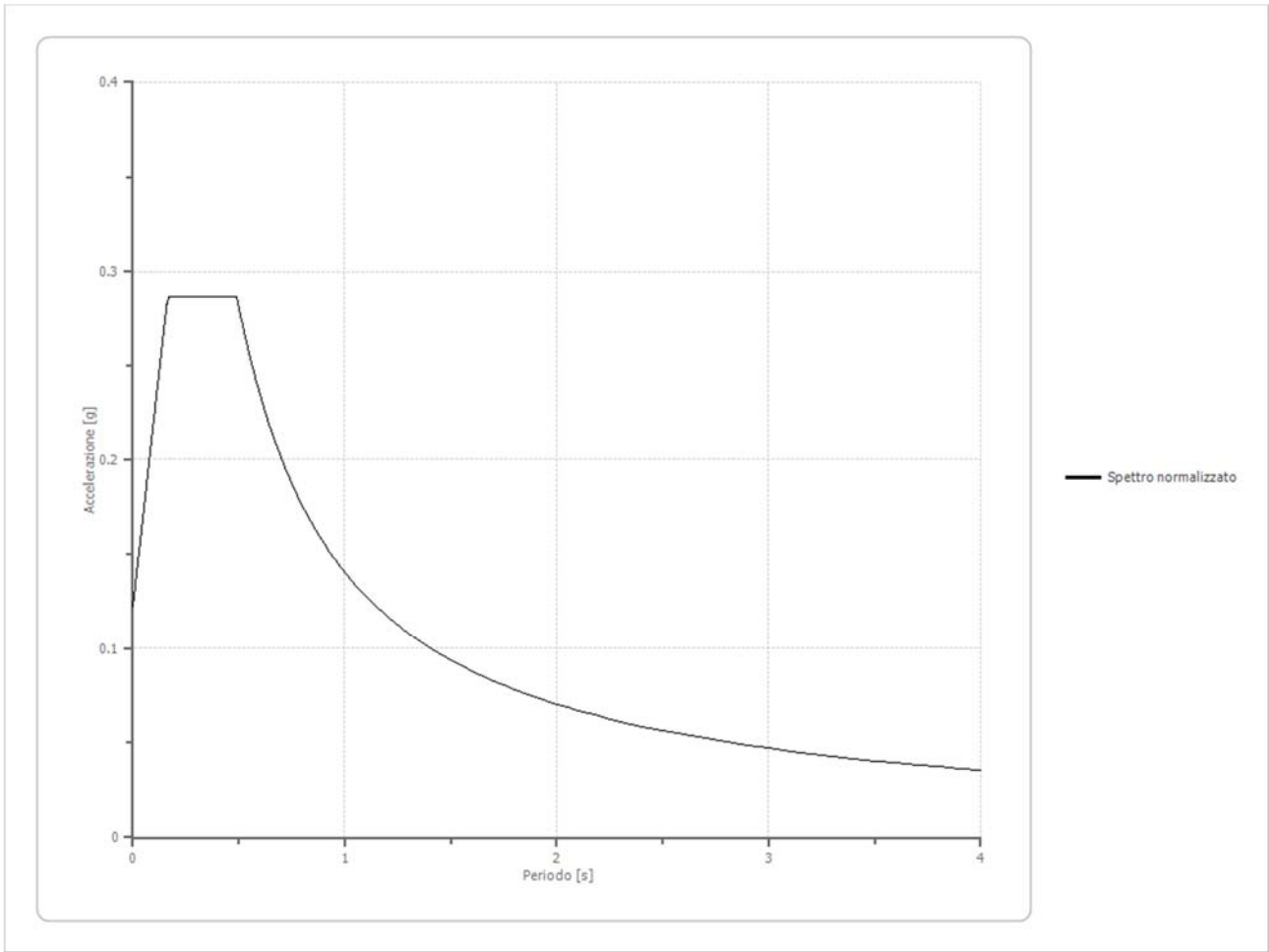
Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1060	0.26	0.2866	0.52	0.2084	0.98	0.0784	2.25	0.0208
0.01	0.1060	0.27	0.2708	0.53	0.2101	1.00	0.0770	2.30	0.0202
0.02	0.1060	0.28	0.2544	0.54	0.2097	1.05	0.0758	2.35	0.0198
0.03	0.1076	0.29	0.2394	0.55	0.2072	1.10	0.0732	2.40	0.0194
0.04	0.1111	0.30	0.2349	0.56	0.2036	1.15	0.0677	2.50	0.0187
0.05	0.1145	0.31	0.2341	0.57	0.2011	1.20	0.0630	2.60	0.0179
0.06	0.1208	0.32	0.2357	0.58	0.1993	1.25	0.0609	2.70	0.0174
0.07	0.1310	0.33	0.2356	0.60	0.1943	1.30	0.0592	2.80	0.0166
0.08	0.1404	0.34	0.2331	0.62	0.1896	1.35	0.0563	2.90	0.0158
0.09	0.1505	0.35	0.2313	0.64	0.1882	1.40	0.0526	3.00	0.0148
0.10	0.1596	0.36	0.2331	0.66	0.1852	1.45	0.0486	3.10	0.0139
0.11	0.1793	0.37	0.2315	0.68	0.1810	1.50	0.0446	3.20	0.0133
0.12	0.1902	0.38	0.2286	0.70	0.1744	1.55	0.0399	3.30	0.0127
0.13	0.1850	0.39	0.2237	0.72	0.1680	1.60	0.0363	3.40	0.0118
0.14	0.1925	0.40	0.2123	0.74	0.1622	1.65	0.0345	3.50	0.0110
0.15	0.2027	0.41	0.2083	0.76	0.1553	1.70	0.0333	3.60	0.0100
0.16	0.2092	0.42	0.2184	0.78	0.1505	1.75	0.0319	3.70	0.0092
0.17	0.2230	0.43	0.2257	0.80	0.1432	1.80	0.0304	3.80	0.0084
0.18	0.2329	0.44	0.2306	0.82	0.1339	1.85	0.0292	3.90	0.0077
0.19	0.2462	0.45	0.2313	0.84	0.1235	1.90	0.0278	4.00	0.0071
0.20	0.2518	0.46	0.2276	0.86	0.1118	1.95	0.0263		
0.21	0.2553	0.47	0.2205	0.88	0.1013	2.00	0.0253		
0.22	0.2639	0.48	0.2134	0.90	0.0935	2.05	0.0245		
0.23	0.2686	0.49	0.2075	0.92	0.0874	2.10	0.0238		
0.24	0.2777	0.50	0.2058	0.94	0.0830	2.15	0.0228		
0.25	0.2850	0.51	0.2069	0.96	0.0801	2.20	0.0216		



## Spettro normalizzato di risposta elastico

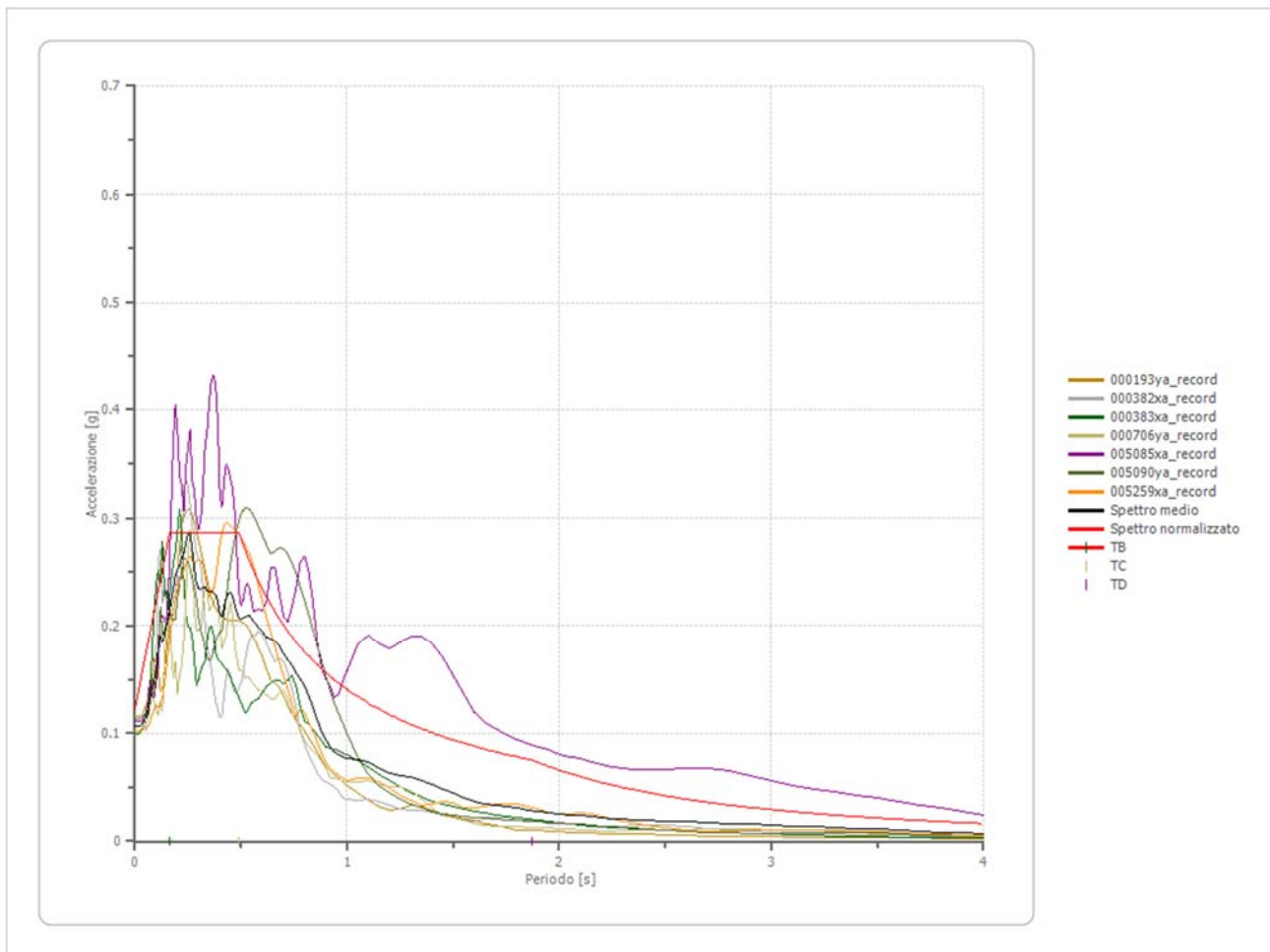
Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1225	0.26	0.2866	0.52	0.2703	0.98	0.1434	2.25	0.0625
0.01	0.1326	0.27	0.2866	0.53	0.2652	1.00	0.1406	2.30	0.0611
0.02	0.1426	0.28	0.2866	0.54	0.2603	1.05	0.1339	2.35	0.0598
0.03	0.1526	0.29	0.2866	0.55	0.2556	1.10	0.1278	2.40	0.0586
0.04	0.1627	0.30	0.2866	0.56	0.2510	1.15	0.1222	2.50	0.0562
0.05	0.1727	0.31	0.2866	0.57	0.2466	1.20	0.1171	2.60	0.0541
0.06	0.1827	0.32	0.2866	0.58	0.2423	1.25	0.1125	2.70	0.0521
0.07	0.1928	0.33	0.2866	0.60	0.2343	1.30	0.1081	2.80	0.0502
0.08	0.2028	0.34	0.2866	0.62	0.2267	1.35	0.1041	2.90	0.0485
0.09	0.2128	0.35	0.2866	0.64	0.2196	1.40	0.1004	3.00	0.0469
0.10	0.2229	0.36	0.2866	0.66	0.2130	1.45	0.0969	3.10	0.0453
0.11	0.2329	0.37	0.2866	0.68	0.2067	1.50	0.0937	3.20	0.0439
0.12	0.2429	0.38	0.2866	0.70	0.2008	1.55	0.0907	3.30	0.0426
0.13	0.2530	0.39	0.2866	0.72	0.1952	1.60	0.0879	3.40	0.0413
0.14	0.2630	0.40	0.2866	0.74	0.1899	1.65	0.0852	3.50	0.0402
0.15	0.2730	0.41	0.2866	0.76	0.1850	1.70	0.0827	3.60	0.0390
0.16	0.2831	0.42	0.2866	0.78	0.1802	1.75	0.0803	3.70	0.0380
0.17	0.2866	0.43	0.2866	0.80	0.1757	1.80	0.0781	3.80	0.0370
0.18	0.2866	0.44	0.2866	0.82	0.1714	1.85	0.0760	3.90	0.0360
0.19	0.2866	0.45	0.2866	0.84	0.1673	1.90	0.0740	4.00	0.0351
0.20	0.2866	0.46	0.2866	0.86	0.1634	1.95	0.0721		
0.21	0.2866	0.47	0.2866	0.88	0.1597	2.00	0.0703		
0.22	0.2866	0.48	0.2866	0.90	0.1562	2.05	0.0686		
0.23	0.2866	0.49	0.2866	0.92	0.1528	2.10	0.0669		
0.24	0.2866	0.50	0.2811	0.94	0.1495	2.15	0.0654		
0.25	0.2866	0.51	0.2756	0.96	0.1464	2.20	0.0639		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.123	2.339	--	0.163	0.490	1.872	0.123	0.287	1.430

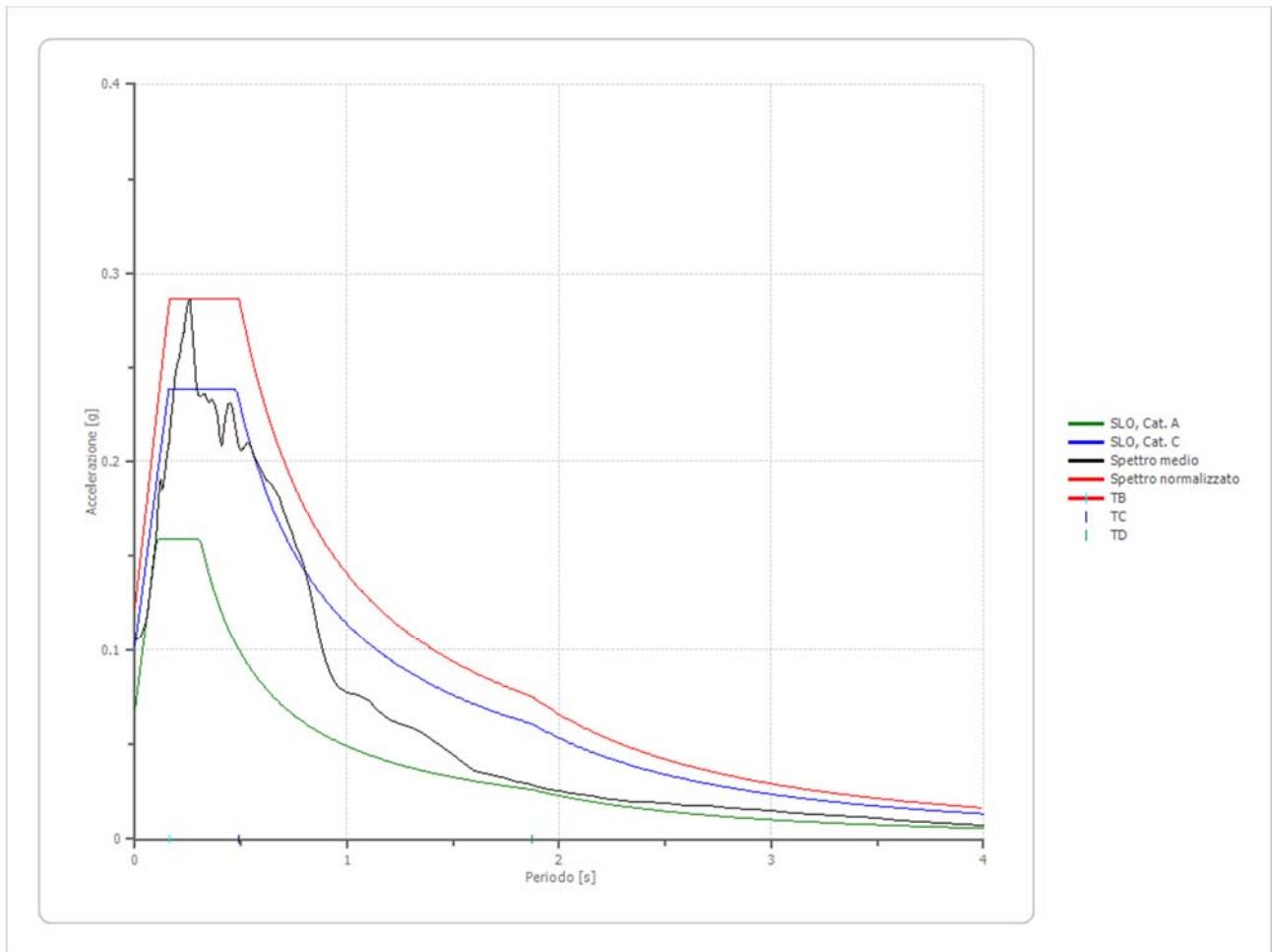
## Confronto tra gli spettri



## Confronto spettro normativa

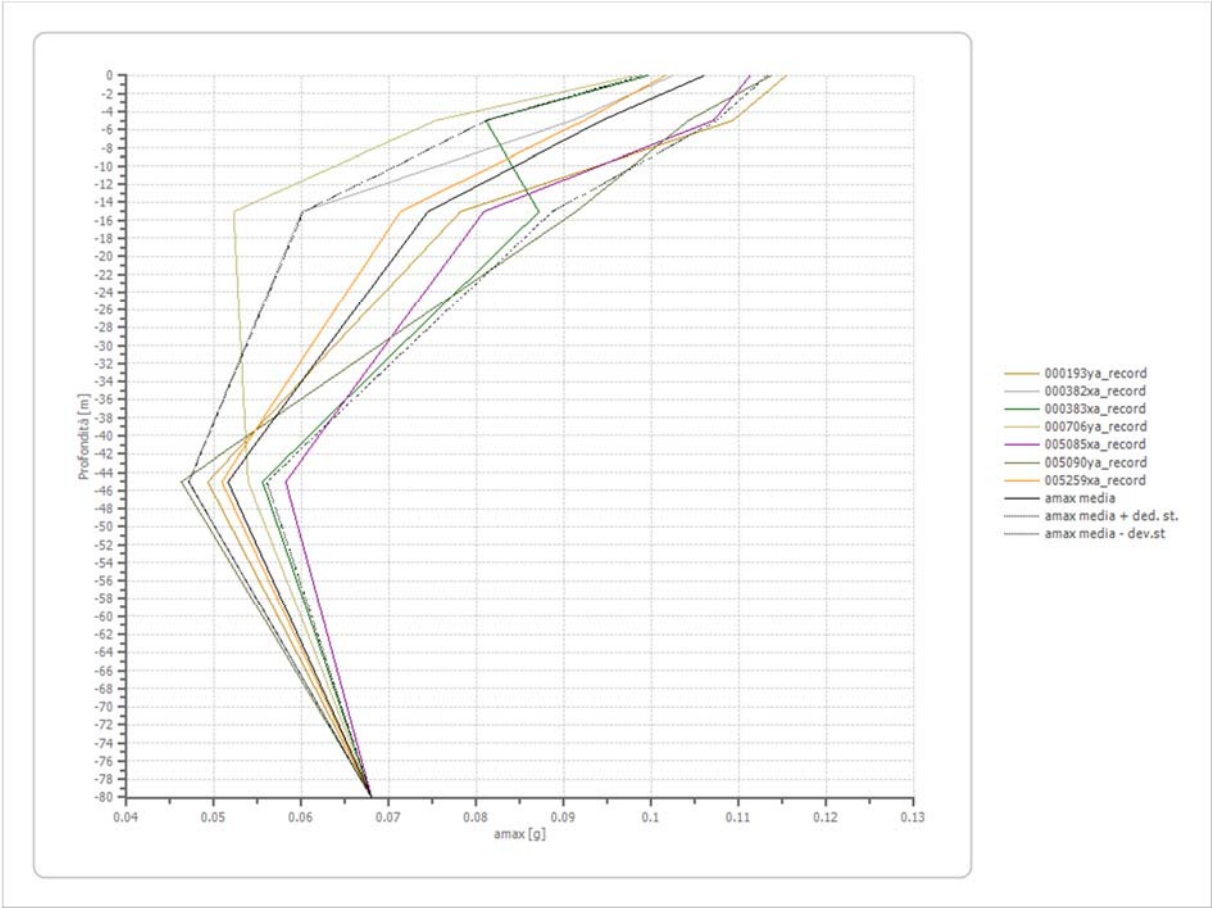
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	SLO Cat. A	SLD Cat. A	SLV Cat. A	SLC Cat. A	SLO Cat. C	SLD Cat. C	SLV Cat. C	SLC Cat. C
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.088	0.242	0.321	0.068	0.088	0.242	0.321
Fo	2.339	2.356	2.447	2.488	2.339	2.356	2.447	2.488
Tc* [s]	0.308	0.327	0.399	0.424	0.308	0.327	0.399	0.424
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.34	1.22
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.55	1.52	1.42	1.39
TB [s]	0.103	0.109	0.133	0.141	0.159	0.166	0.189	0.197
TC [s]	0.308	0.327	0.399	0.424	0.477	0.497	0.567	0.591
TD [s]	1.872	1.952	2.568	2.884	1.872	1.952	2.568	2.884
Se(0) [g]	0.068	0.088	0.242	0.321	0.102	0.132	0.325	0.392
Se(TB) [g]	0.159	0.207	0.592	0.799	0.239	0.311	0.796	0.975



### Profilo a max

	0.0 [m]	5.0 [m]	15.0 [m]	45.0 [m]	80.0 [m]
000193ya_record [g]	0.115	0.109	0.078	0.049	0.068
000382xa_record [g]	0.102	0.091	0.060	0.047	0.068
000383xa_record [g]	0.100	0.081	0.087	0.056	0.068
000706ya_record [g]	0.098	0.075	0.052	0.054	0.068
005085xa_record [g]	0.111	0.107	0.081	0.058	0.068
005090ya_record [g]	0.114	0.104	0.091	0.046	0.068
005259xa_record [g]	0.102	0.092	0.071	0.051	0.068
media [g]	0.106	0.094	0.074	0.052	0.068
Dev. St. [g]	0.007	0.013	0.014	0.004	0.000





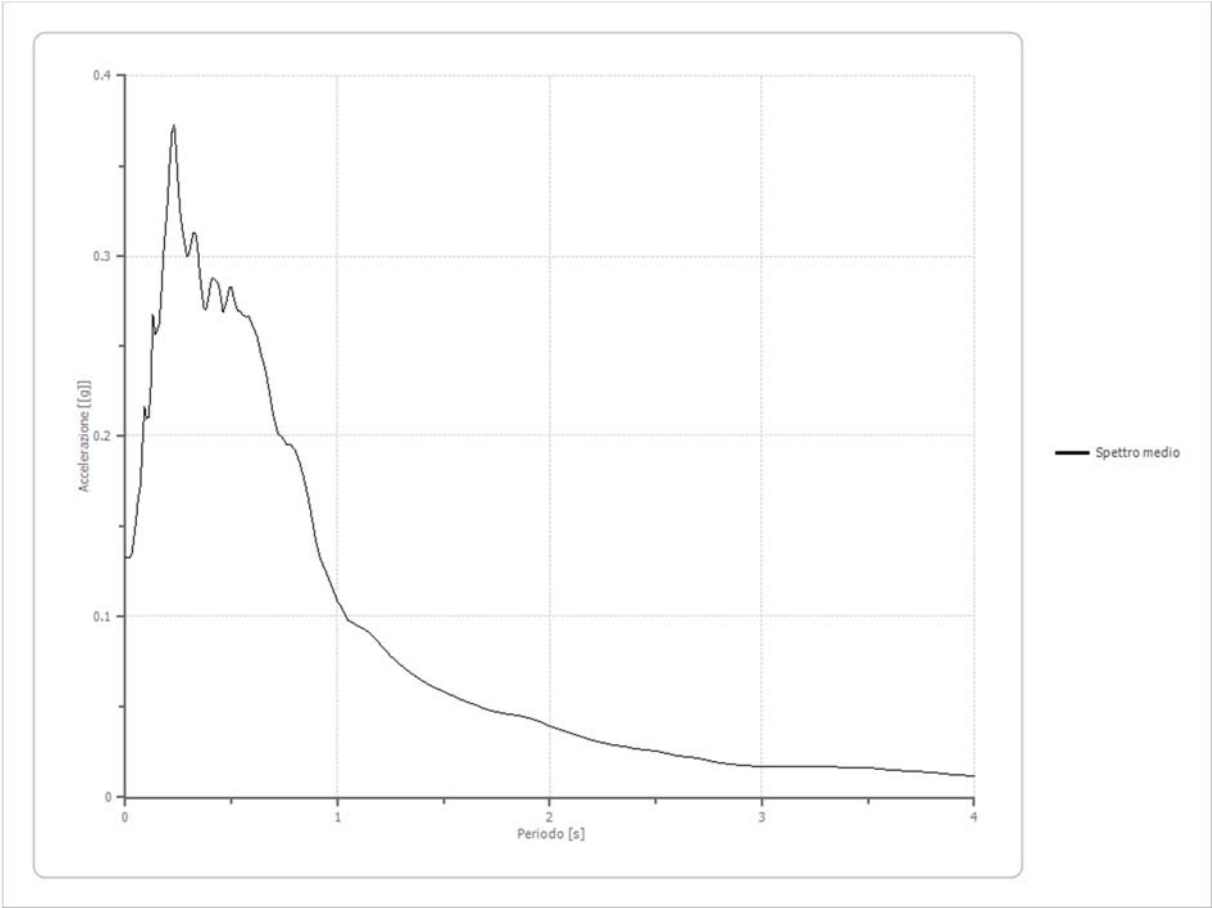
## Stato Limite – SLD

### Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.230 [s]	<b>Fa</b>	<b>1.532 [-]</b>
Tvi	0.840 [s]	<b>Fv</b>	<b>1.961 [-]</b>
Tao	0.230 [s]	TB	0.166 [s]
Tvo	0.620 [s]	TC	0.497 [s]
Sami	1.968 [m/s <sup>2</sup> ]	TD	1.952 [s]
Svmi	0.122 [m/s]	SA(0)	0.158 [g]
Samo	3.016 [m/s <sup>2</sup> ]	SA(TB)	0.372 [g]
Svmo	0.239 [m/s]		

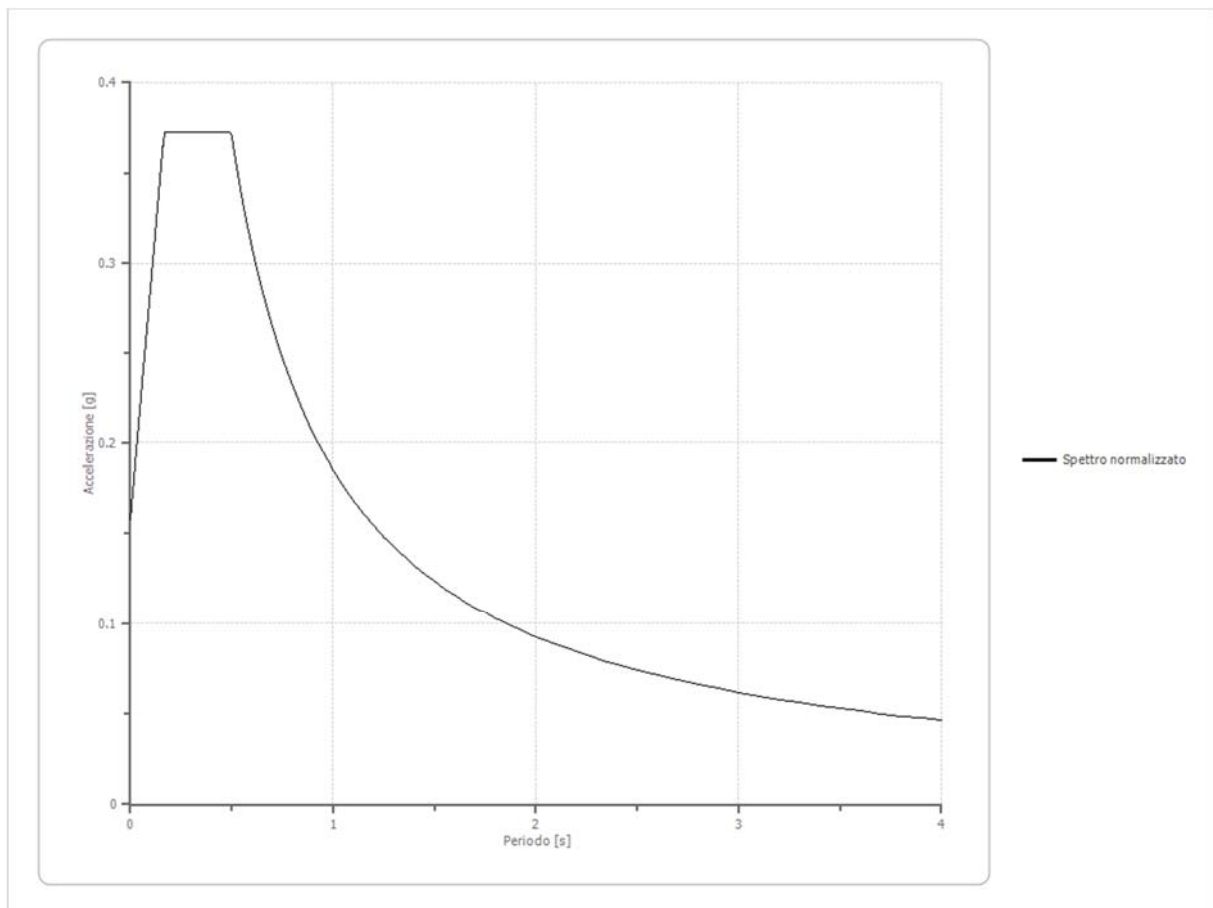
### Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1327	0.26	0.3223	0.52	0.2727	0.98	0.1145	2.25	0.0301
0.01	0.1327	0.27	0.3139	0.53	0.2691	1.00	0.1084	2.30	0.0290
0.02	0.1327	0.28	0.3073	0.54	0.2689	1.05	0.0976	2.35	0.0278
0.03	0.1348	0.29	0.2998	0.55	0.2669	1.10	0.0942	2.40	0.0268
0.04	0.1436	0.30	0.3010	0.56	0.2661	1.15	0.0908	2.50	0.0255
0.05	0.1528	0.31	0.3070	0.57	0.2661	1.20	0.0842	2.60	0.0232
0.06	0.1658	0.32	0.3132	0.58	0.2666	1.25	0.0782	2.70	0.0214
0.07	0.1722	0.33	0.3127	0.60	0.2608	1.30	0.0727	2.80	0.0193
0.08	0.1944	0.34	0.3056	0.62	0.2552	1.35	0.0684	2.90	0.0177
0.09	0.2158	0.35	0.2904	0.64	0.2448	1.40	0.0641	3.00	0.0169
0.10	0.2094	0.36	0.2800	0.66	0.2365	1.45	0.0610	3.10	0.0168
0.11	0.2102	0.37	0.2709	0.68	0.2230	1.50	0.0581	3.20	0.0167
0.12	0.2275	0.38	0.2694	0.70	0.2095	1.55	0.0558	3.30	0.0168
0.13	0.2668	0.39	0.2763	0.72	0.2012	1.60	0.0533	3.40	0.0166
0.14	0.2560	0.40	0.2843	0.74	0.1989	1.65	0.0511	3.50	0.0160
0.15	0.2588	0.41	0.2879	0.76	0.1950	1.70	0.0487	3.60	0.0151
0.16	0.2616	0.42	0.2873	0.78	0.1949	1.75	0.0471	3.70	0.0143
0.17	0.2815	0.43	0.2864	0.80	0.1920	1.80	0.0458	3.80	0.0135
0.18	0.3019	0.44	0.2843	0.82	0.1859	1.85	0.0450	3.90	0.0125
0.19	0.3161	0.45	0.2765	0.84	0.1771	1.90	0.0438	4.00	0.0116
0.20	0.3322	0.46	0.2687	0.86	0.1666	1.95	0.0417		
0.21	0.3542	0.47	0.2717	0.88	0.1536	2.00	0.0393		
0.22	0.3689	0.48	0.2768	0.90	0.1405	2.05	0.0375		
0.23	0.3724	0.49	0.2829	0.92	0.1317	2.10	0.0355		
0.24	0.3565	0.50	0.2826	0.94	0.1264	2.15	0.0333		
0.25	0.3379	0.51	0.2771	0.96	0.1206	2.20	0.0313		



## Spettro normalizzato di risposta elastico

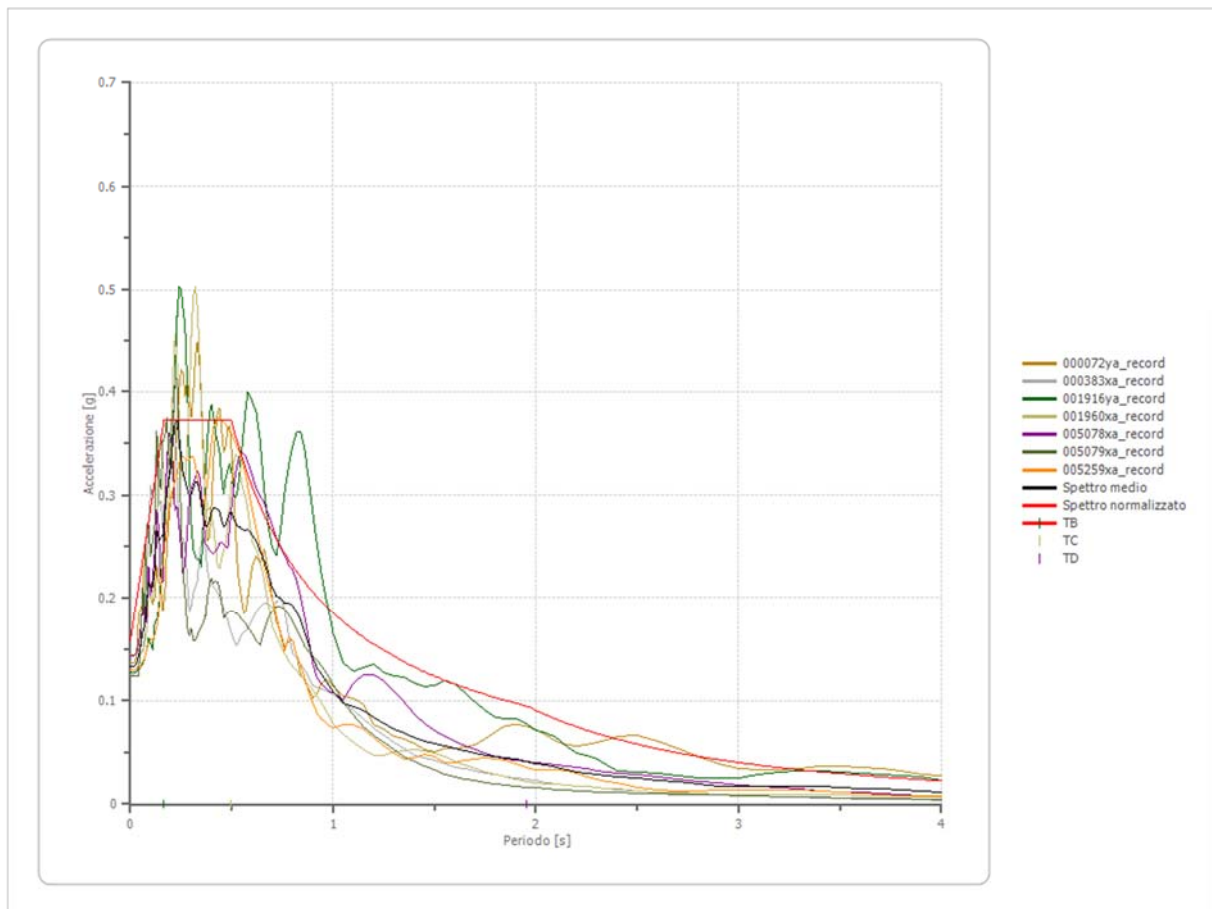
Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.1581	0.26	0.3724	0.52	0.3561	0.98	0.1890	2.25	0.0823
0.01	0.1710	0.27	0.3724	0.53	0.3494	1.00	0.1852	2.30	0.0805
0.02	0.1839	0.28	0.3724	0.54	0.3429	1.05	0.1764	2.35	0.0788
0.03	0.1968	0.29	0.3724	0.55	0.3367	1.10	0.1683	2.40	0.0772
0.04	0.2098	0.30	0.3724	0.56	0.3307	1.15	0.1610	2.50	0.0741
0.05	0.2227	0.31	0.3724	0.57	0.3249	1.20	0.1543	2.60	0.0712
0.06	0.2356	0.32	0.3724	0.58	0.3193	1.25	0.1481	2.70	0.0686
0.07	0.2486	0.33	0.3724	0.60	0.3086	1.30	0.1424	2.80	0.0661
0.08	0.2615	0.34	0.3724	0.62	0.2987	1.35	0.1372	2.90	0.0639
0.09	0.2744	0.35	0.3724	0.64	0.2893	1.40	0.1323	3.00	0.0617
0.10	0.2873	0.36	0.3724	0.66	0.2806	1.45	0.1277	3.10	0.0597
0.11	0.3003	0.37	0.3724	0.68	0.2723	1.50	0.1234	3.20	0.0579
0.12	0.3132	0.38	0.3724	0.70	0.2645	1.55	0.1195	3.30	0.0561
0.13	0.3261	0.39	0.3724	0.72	0.2572	1.60	0.1157	3.40	0.0545
0.14	0.3391	0.40	0.3724	0.74	0.2502	1.65	0.1122	3.50	0.0529
0.15	0.3520	0.41	0.3724	0.76	0.2436	1.70	0.1089	3.60	0.0514
0.16	0.3649	0.42	0.3724	0.78	0.2374	1.75	0.1058	3.70	0.0500
0.17	0.3724	0.43	0.3724	0.80	0.2315	1.80	0.1029	3.80	0.0487
0.18	0.3724	0.44	0.3724	0.82	0.2258	1.85	0.1001	3.90	0.0475
0.19	0.3724	0.45	0.3724	0.84	0.2204	1.90	0.0975	4.00	0.0463
0.20	0.3724	0.46	0.3724	0.86	0.2153	1.95	0.0950		
0.21	0.3724	0.47	0.3724	0.88	0.2104	2.00	0.0926		
0.22	0.3724	0.48	0.3724	0.90	0.2057	2.05	0.0903		
0.23	0.3724	0.49	0.3724	0.92	0.2013	2.10	0.0882		
0.24	0.3724	0.50	0.3703	0.94	0.1970	2.15	0.0861		
0.25	0.3724	0.51	0.3631	0.96	0.1929	2.20	0.0842		



### Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.158	2.356	--	0.166	0.497	1.952	0.158	0.372	1.381

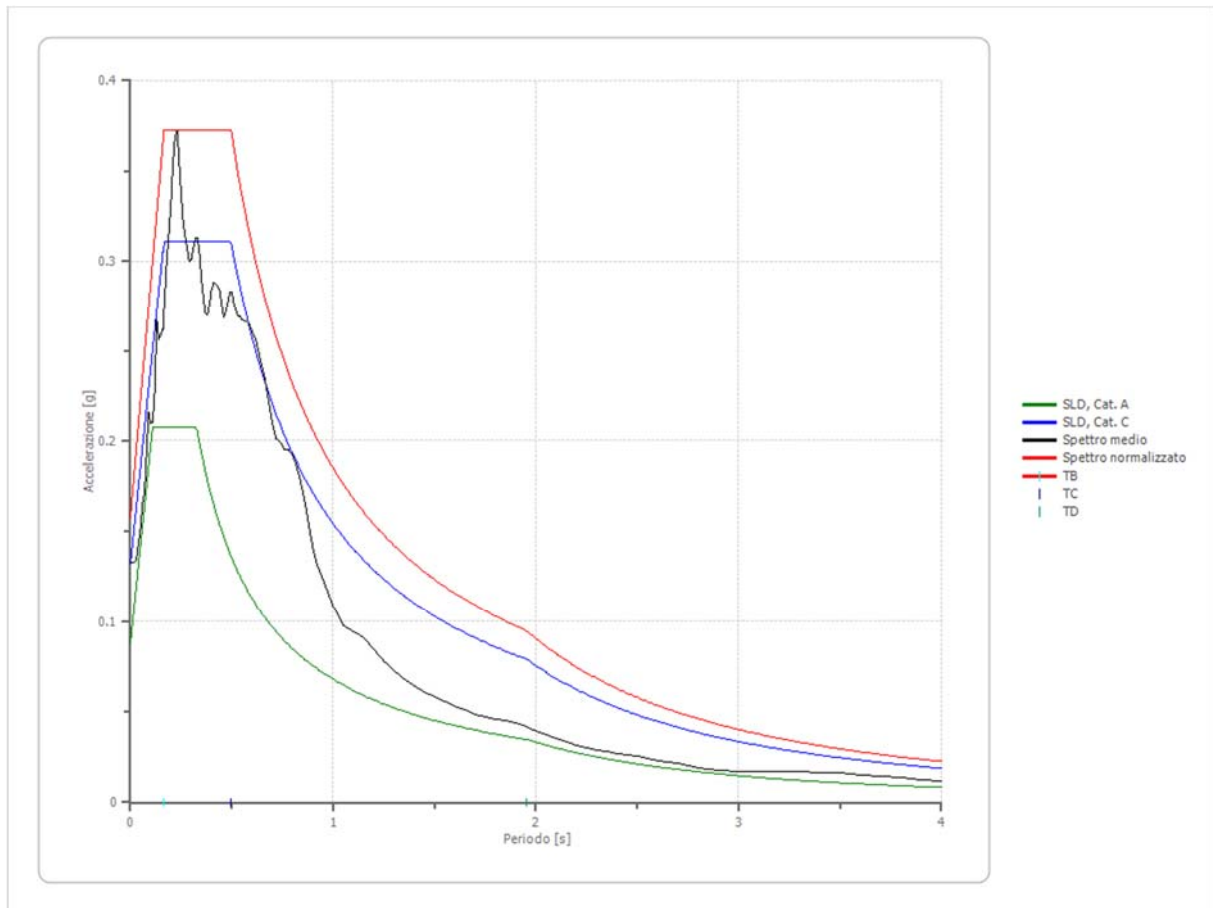
## Confronto tra gli spettri



## Confronto spettro normativa

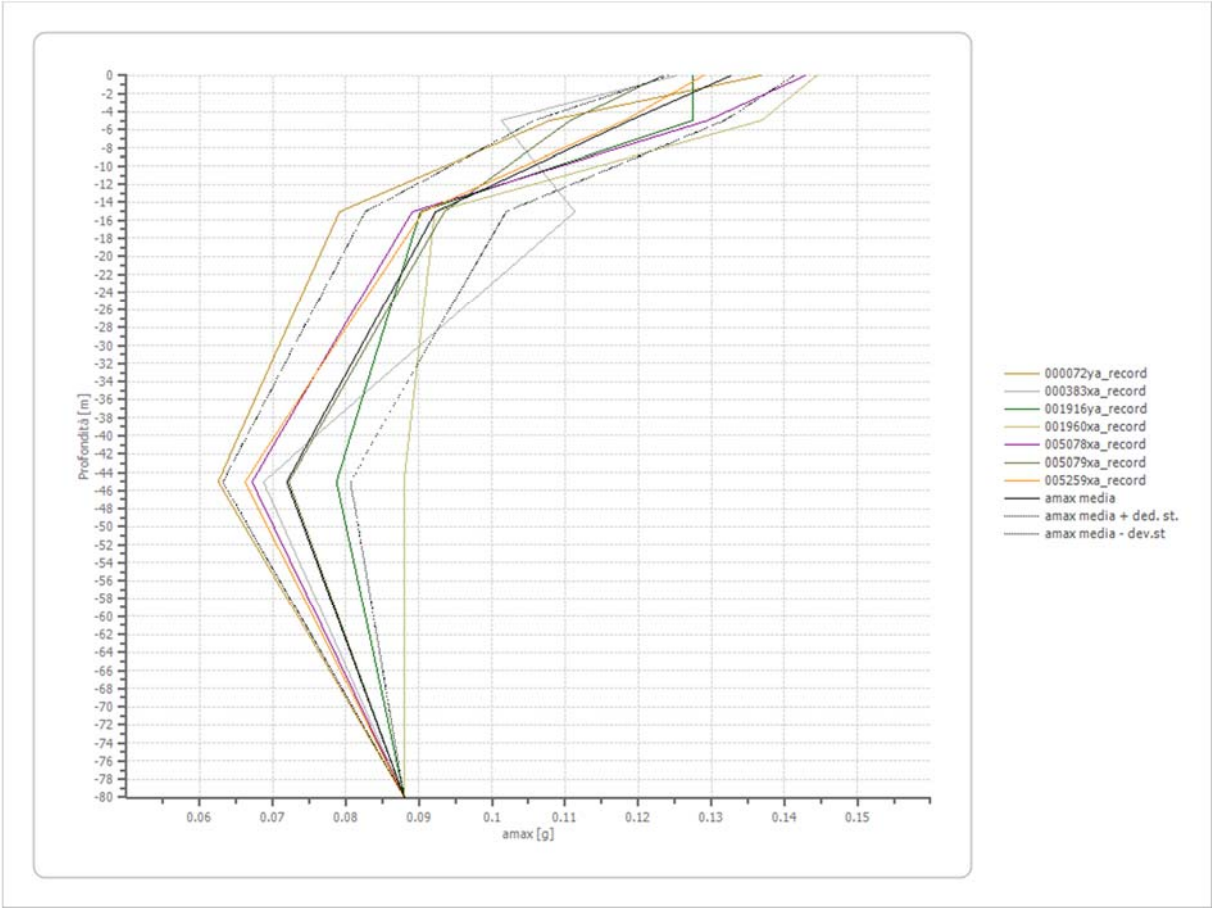
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	SLO Cat. A	SLD Cat. A	SLV Cat. A	SLC Cat. A	SLO Cat. C	SLD Cat. C	SLV Cat. C	SLC Cat. C
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.088	0.242	0.321	0.068	0.088	0.242	0.321
Fo	2.339	2.356	2.447	2.488	2.339	2.356	2.447	2.488
Tc* [s]	0.308	0.327	0.399	0.424	0.308	0.327	0.399	0.424
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.34	1.22
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.55	1.52	1.42	1.39
TB [s]	0.103	0.109	0.133	0.141	0.159	0.166	0.189	0.197
TC [s]	0.308	0.327	0.399	0.424	0.477	0.497	0.567	0.591
TD [s]	1.872	1.952	2.568	2.884	1.872	1.952	2.568	2.884
Se(0) [g]	0.068	0.088	0.242	0.321	0.102	0.132	0.325	0.392
Se(TB) [g]	0.159	0.207	0.592	0.799	0.239	0.311	0.796	0.975



### Profilo a max

	0.0 [m]	5.0 [m]	15.0 [m]	45.0 [m]	80.0 [m]
000072ya record [g]	0.137	0.108	0.079	0.063	0.088
000383xa record [g]	0.125	0.101	0.111	0.069	0.088
001916ya record [g]	0.128	0.128	0.090	0.079	0.088
001960xa record [g]	0.144	0.137	0.092	0.088	0.088
005078xa record [g]	0.143	0.130	0.089	0.067	0.088
005079xa record [g]	0.123	0.111	0.093	0.072	0.088
005259xa record [g]	0.129	0.118	0.091	0.066	0.088
media [g]	0.133	0.119	0.092	0.072	0.088
Dev. St. [g]	0.009	0.013	0.010	0.009	0.000



## Stato Limite – SLV

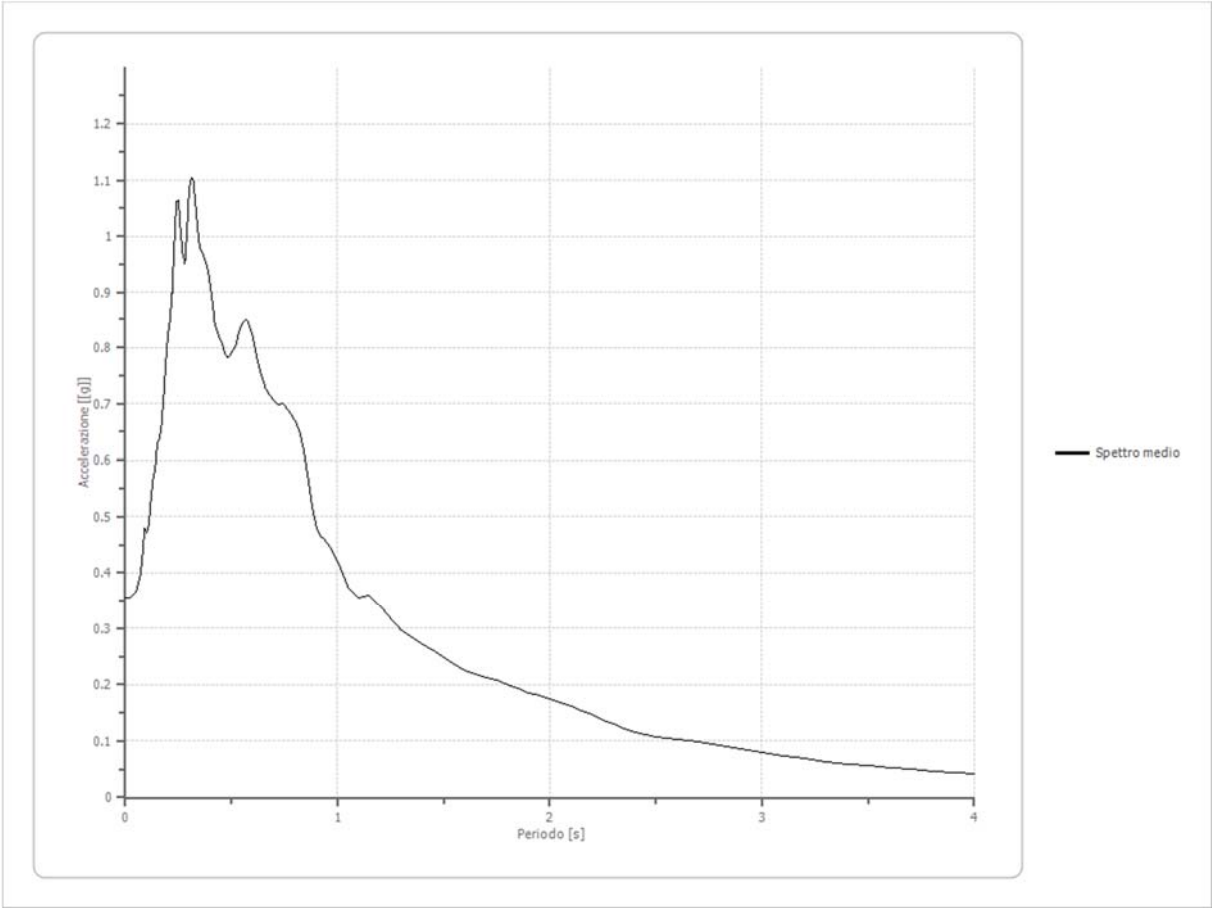
### Fattori di amplificazione ICMS 2018

Tai	0.310 [s]	<b>Fa</b>	<b>1.484 [-]</b>
Tvi	2.050 [s]	<b>Fv</b>	<b>1.647 [-]</b>
Tao	0.310 [s]	TB	0.184 [s]
Tvo	0.800 [s]	TC	0.552 [s]
Sami	6.071 [m/s <sup>2</sup> ]	TD	2.568 [s]
Svmi	0.480 [m/s]	SA(0)	0.451 [g]
Samo	9.009 [m/s <sup>2</sup> ]	SA(TB)	1.104 [g]
Svmo	0.791 [m/s]		

### Spettro medio di risposta elastico

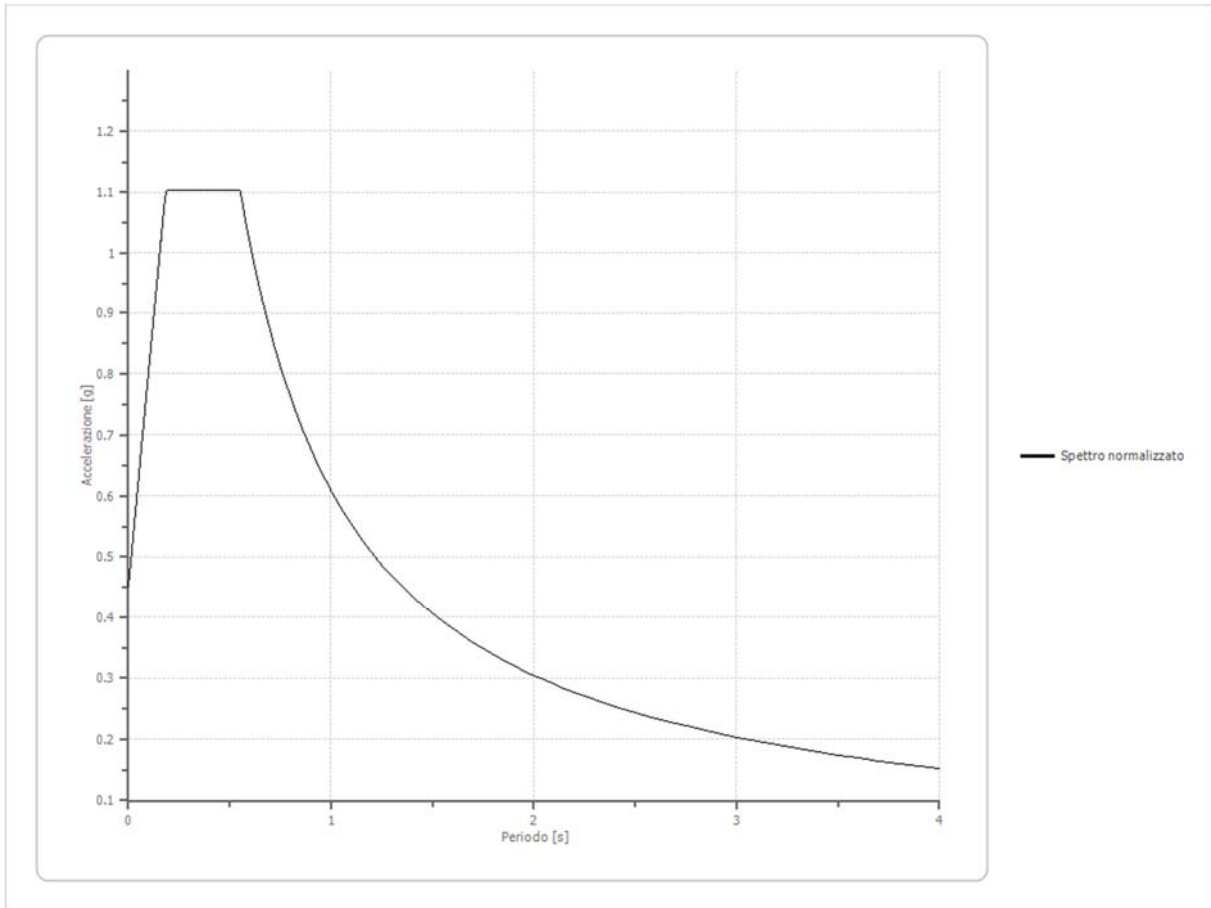
Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.3552	0.26	1.0104	0.52	0.8026	0.98	0.4359	2.25	0.1377
0.01	0.3552	0.27	0.9689	0.53	0.8197	1.00	0.4209	2.30	0.1296
0.02	0.3552	0.28	0.9502	0.54	0.8321	1.05	0.3740	2.35	0.1219
0.03	0.3578	0.29	1.0077	0.55	0.8405	1.10	0.3556	2.40	0.1164
0.04	0.3618	0.30	1.0840	0.56	0.8476	1.15	0.3594	2.50	0.1074
0.05	0.3668	0.31	1.1043	0.57	0.8490	1.20	0.3412	2.60	0.1026
0.06	0.3800	0.32	1.1006	0.58	0.8434	1.25	0.3183	2.70	0.0988
0.07	0.3948	0.33	1.0571	0.60	0.8205	1.30	0.2976	2.80	0.0933
0.08	0.4299	0.34	1.0170	0.62	0.7800	1.35	0.2836	2.90	0.0866
0.09	0.4791	0.35	0.9811	0.64	0.7502	1.40	0.2713	3.00	0.0802
0.10	0.4709	0.36	0.9715	0.66	0.7278	1.45	0.2607	3.10	0.0743
0.11	0.4838	0.37	0.9639	0.68	0.7145	1.50	0.2484	3.20	0.0686
0.12	0.5288	0.38	0.9510	0.70	0.7047	1.55	0.2350	3.30	0.0641
0.13	0.5654	0.39	0.9374	0.72	0.6988	1.60	0.2251	3.40	0.0598
0.14	0.5839	0.40	0.9102	0.74	0.7006	1.65	0.2182	3.50	0.0563
0.15	0.6290	0.41	0.8832	0.76	0.6921	1.70	0.2126	3.60	0.0529
0.16	0.6381	0.42	0.8456	0.78	0.6807	1.75	0.2075	3.70	0.0498
0.17	0.6634	0.43	0.8308	0.80	0.6698	1.80	0.2009	3.80	0.0471
0.18	0.7105	0.44	0.8198	0.82	0.6526	1.85	0.1940	3.90	0.0445
0.19	0.7728	0.45	0.8125	0.84	0.6186	1.90	0.1861	4.00	0.0418
0.20	0.8203	0.46	0.8021	0.86	0.5702	1.95	0.1804		
0.21	0.8478	0.47	0.7890	0.88	0.5175	2.00	0.1742		
0.22	0.8984	0.48	0.7815	0.90	0.4821	2.05	0.1677		
0.23	0.9847	0.49	0.7847	0.92	0.4653	2.10	0.1612		
0.24	1.0618	0.50	0.7919	0.94	0.4589	2.15	0.1542		
0.25	1.0647	0.51	0.7976	0.96	0.4487	2.20	0.1463		





## Spettro normalizzato di risposta elastico

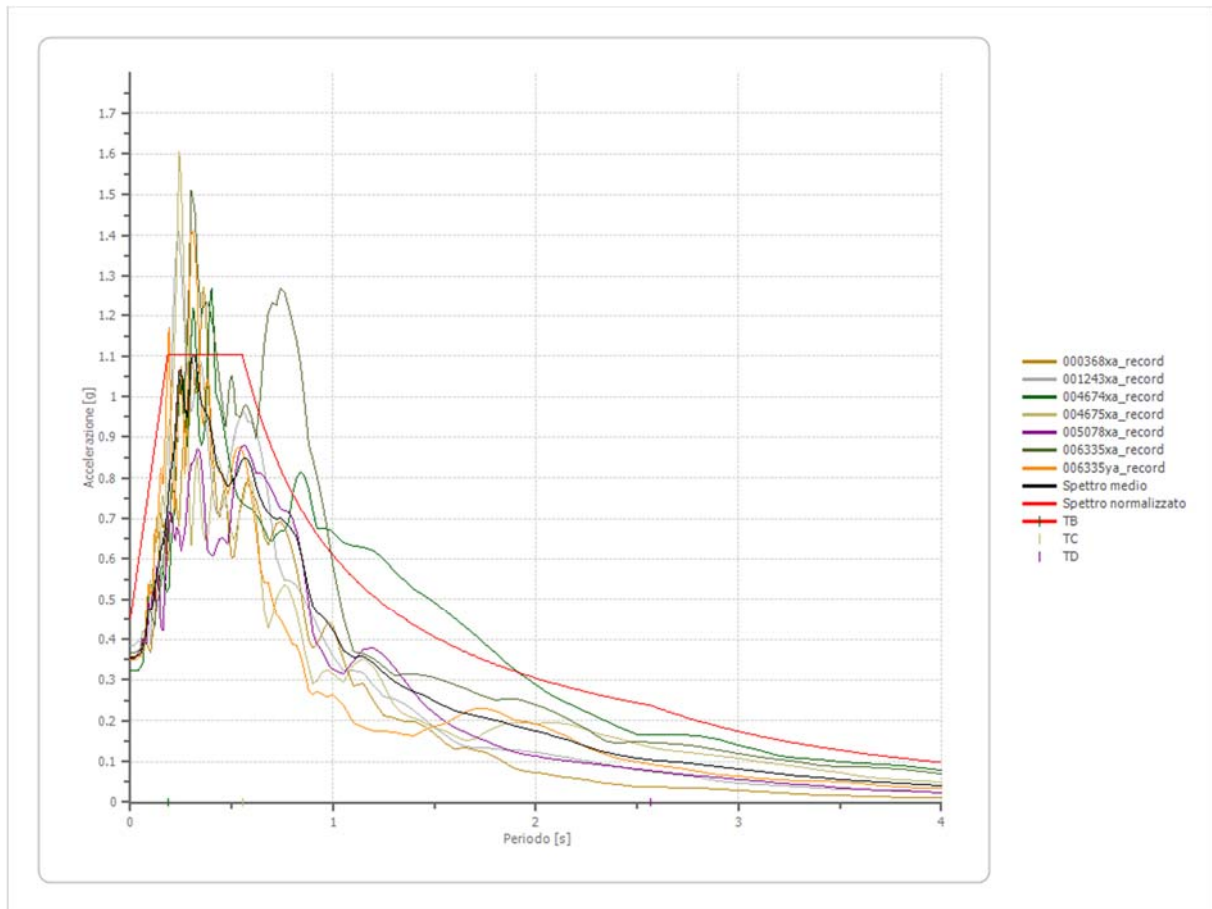
Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]	Periodo [s]	Accelerazione [g]
0.00	0.4513	0.26	1.1043	0.52	1.1043	0.98	0.6215	2.25	0.2707
0.01	0.4868	0.27	1.1043	0.53	1.1043	1.00	0.6091	2.30	0.2648
0.02	0.5223	0.28	1.1043	0.54	1.1043	1.05	0.5801	2.35	0.2592
0.03	0.5578	0.29	1.1043	0.55	1.1043	1.10	0.5537	2.40	0.2538
0.04	0.5933	0.30	1.1043	0.56	1.0877	1.15	0.5297	2.50	0.2436
0.05	0.6289	0.31	1.1043	0.57	1.0686	1.20	0.5076	2.60	0.2343
0.06	0.6644	0.32	1.1043	0.58	1.0502	1.25	0.4873	2.70	0.2256
0.07	0.6999	0.33	1.1043	0.60	1.0152	1.30	0.4685	2.80	0.2175
0.08	0.7354	0.34	1.1043	0.62	0.9824	1.35	0.4512	2.90	0.2100
0.09	0.7709	0.35	1.1043	0.64	0.9517	1.40	0.4351	3.00	0.2030
0.10	0.8064	0.36	1.1043	0.66	0.9229	1.45	0.4201	3.10	0.1965
0.11	0.8419	0.37	1.1043	0.68	0.8958	1.50	0.4061	3.20	0.1903
0.12	0.8775	0.38	1.1043	0.70	0.8702	1.55	0.3930	3.30	0.1846
0.13	0.9130	0.39	1.1043	0.72	0.8460	1.60	0.3807	3.40	0.1792
0.14	0.9485	0.40	1.1043	0.74	0.8231	1.65	0.3692	3.50	0.1740
0.15	0.9840	0.41	1.1043	0.76	0.8015	1.70	0.3583	3.60	0.1692
0.16	1.0195	0.42	1.1043	0.78	0.7809	1.75	0.3481	3.70	0.1646
0.17	1.0550	0.43	1.1043	0.80	0.7614	1.80	0.3384	3.80	0.1603
0.18	1.0906	0.44	1.1043	0.82	0.7428	1.85	0.3293	3.90	0.1562
0.19	1.1043	0.45	1.1043	0.84	0.7251	1.90	0.3206	4.00	0.1523
0.20	1.1043	0.46	1.1043	0.86	0.7083	1.95	0.3124		
0.21	1.1043	0.47	1.1043	0.88	0.6922	2.00	0.3046		
0.22	1.1043	0.48	1.1043	0.90	0.6768	2.05	0.2971		
0.23	1.1043	0.49	1.1043	0.92	0.6621	2.10	0.2901		
0.24	1.1043	0.50	1.1043	0.94	0.6480	2.15	0.2833		
0.25	1.1043	0.51	1.1043	0.96	0.6345	2.20	0.2769		



Parametri spettro normalizzato

Ag [g]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]	S
0.451	2.447	--	0.184	0.552	2.568	0.451	1.104	1.334

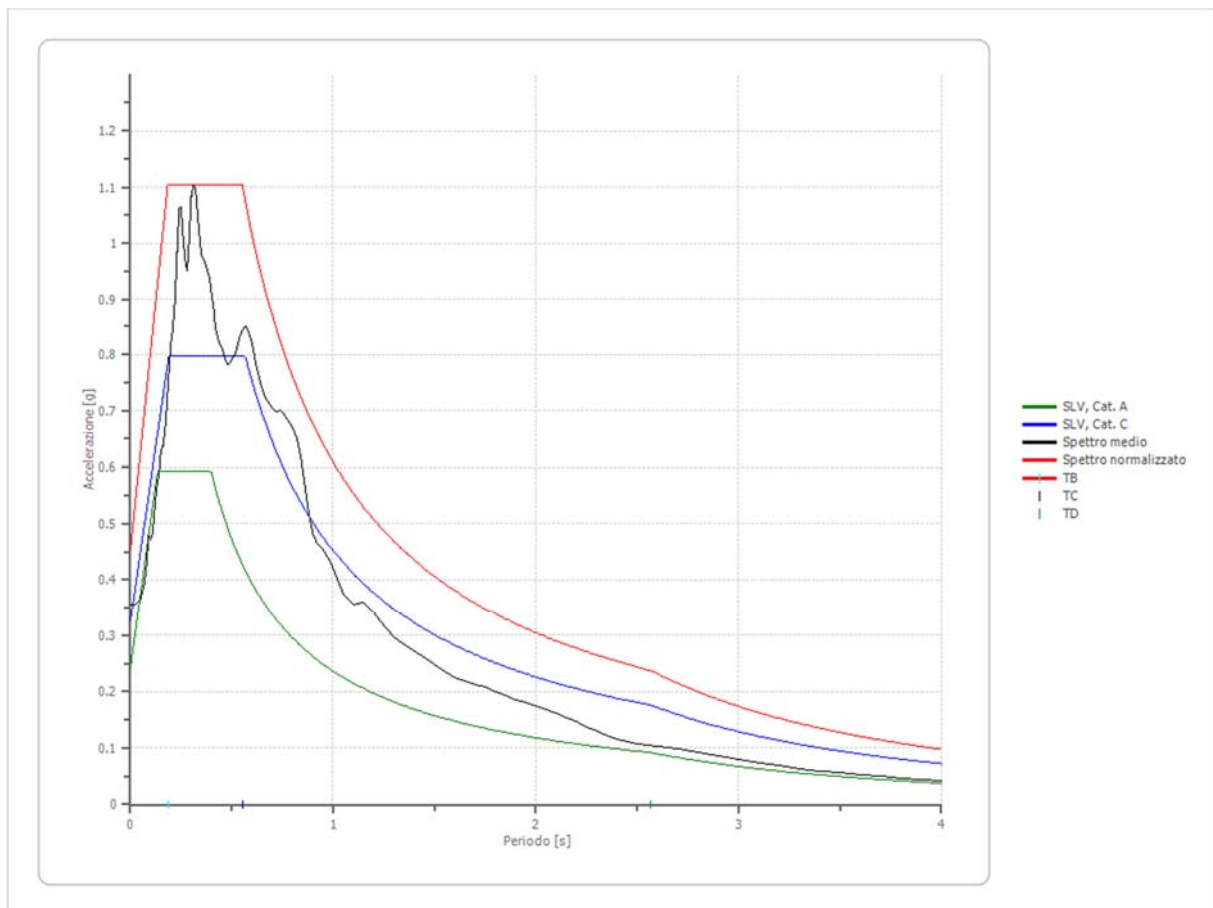
## Confronto tra gli spettri



## Confronto spettro normativa

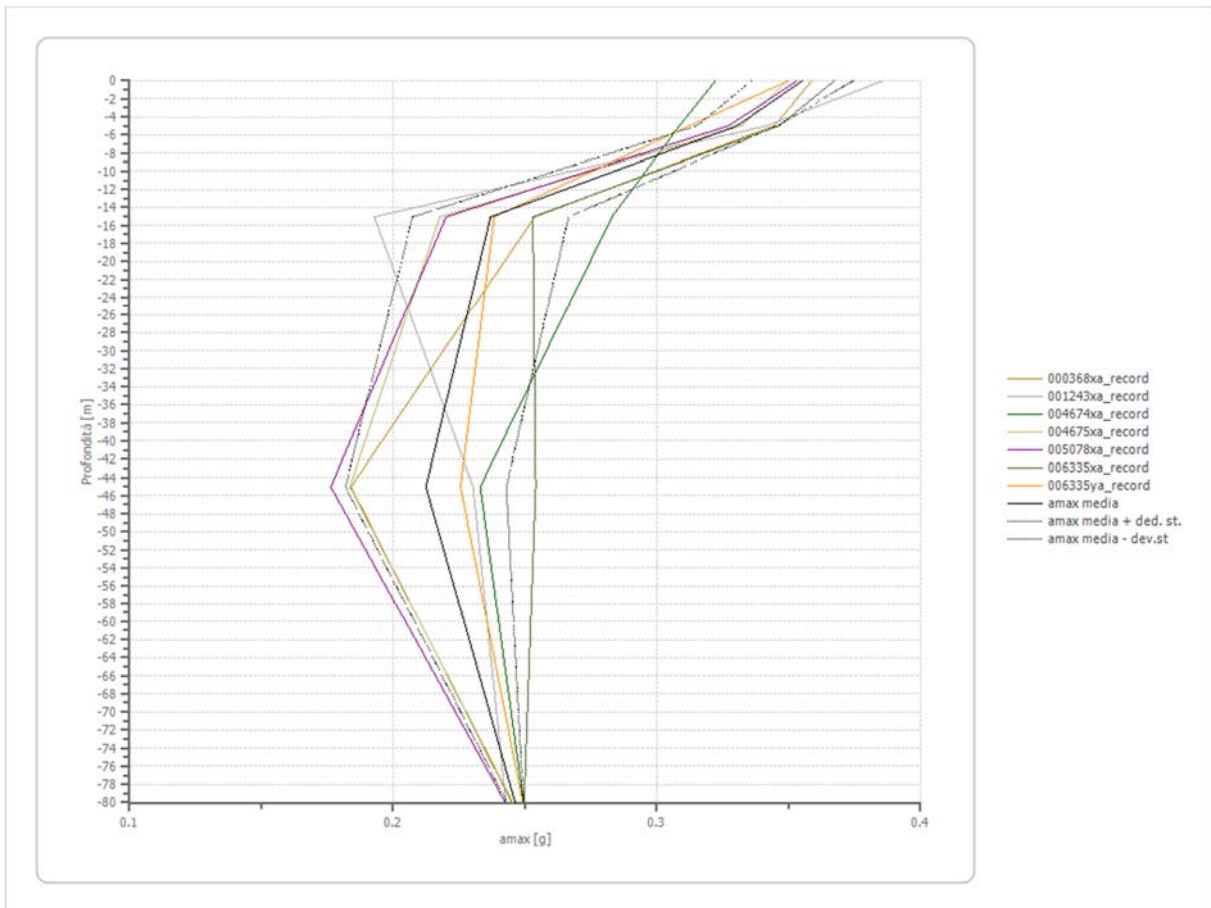
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	SLO Cat. A	SLD Cat. A	SLV Cat. A	SLC Cat. A	SLO Cat. C	SLD Cat. C	SLV Cat. C	SLC Cat. C
Tr [anni]	45	75	712	1462	45	75	712	1462
ag [g]	0.068	0.088	0.242	0.321	0.068	0.088	0.242	0.321
Fo	2.339	2.356	2.447	2.488	2.339	2.356	2.447	2.488
Tc* [s]	0.308	0.327	0.399	0.424	0.308	0.327	0.399	0.424
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.34	1.22
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.55	1.52	1.42	1.39
TB [s]	0.103	0.109	0.133	0.141	0.159	0.166	0.189	0.197
TC [s]	0.308	0.327	0.399	0.424	0.477	0.497	0.567	0.591
TD [s]	1.872	1.952	2.568	2.884	1.872	1.952	2.568	2.884
Se(0) [g]	0.068	0.088	0.242	0.321	0.102	0.132	0.325	0.392
Se(TB) [g]	0.159	0.207	0.592	0.799	0.239	0.311	0.796	0.975



### Profilo a max

	0.0 [m]	5.0 [m]	15.0 [m]	45.0 [m]	80.0 [m]
000368xa record [g]	0.359	0.345	0.254	0.184	0.245
001243xa record [g]	0.386	0.342	0.193	0.230	0.243
004674xa record [g]	0.322	0.309	0.283	0.233	0.249
004675xa record [g]	0.349	0.333	0.218	0.184	0.245
005078xa record [g]	0.353	0.327	0.220	0.176	0.242
006335xa record [g]	0.367	0.346	0.253	0.254	0.250
006335ya record [g]	0.350	0.313	0.238	0.226	0.249
media [g]	0.355	0.331	0.237	0.212	0.246
Dev. St. [g]	0.019	0.015	0.030	0.031	0.003



**E3 Società Cooperativa (Ealcubo)**  
 Via Ponte P. Bucci, snc - 87036 RENDE (CS)  
 e3coop@gmail.com  
 e3@pec.confcooperative.it  
 Partita IVA: 03412270781