



AGENZIA DEL DEMANIO

AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Calabria

PROGETTO
PRELIMINARE

PROGETTO
DEFINITIVO

PROGETTO
ESECUTIVO

OGGETTO: Progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, direzione lavori, contabilità dei lavori ed accatastamento, finalizzati al completamento ed all'ampliamento del polifunzionale "Manganelli" per la nuova sede del XII Reparto Mobile della Polizia di Stato, in Reggio Calabria, Località Santa Caterina.

UBICAZIONE: Località Santa Caterina - Reggio Calabria

COMMITTENTE: Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Calabria

CODICE CIG: 7121966045

CODICE CUP: G36D17000050001

PROGETTO STRUTTURALE

| REV. | DATA | MODIFICA | DISEGNATORE / COMPILATORE |
|------|------------|-----------------|---|
| 00 | 26/11/2018 | Prima Emissione | Ing. Mariano Salvatore |
| | | | VERIFICATO DA: Ing. Carlo Carletti |
| | | | APPROVATO DA: Arch. Valentino Tropeano |

| | |
|--------------------------|---|
| CODICE D'IDENTIFICAZIONE | ELABORATO : |
| 05/17- PS.RT32/00 | Edificio B Polifunzionale in acciaio |
| | <ul style="list-style-type: none"> Relazione sismica |

| | |
|--|---|
| IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Salvatore CONCETTINO | IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Arch. Valentino TROPEANO |
|--|---|

| PROGETTISTA RESPONSABILE COORDINATORE | |
|---|--------------------------------------|
| RESPONSABILI | GRUPPO DI LAVORO |
| RESPONSABILE PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA Arch. Gianfranco PICARIELLO | Ing. Antonio GRAZIANO |
| RESPONSABILE PROGETTAZIONE STRUTTURALE Ing. Carlo CARLETTI | Ing. Lella Liana IMBRIANI |
| RESPONSABILE INDAGINI GEOGNOSTICHE Geol. Carmine MAZZAROTTI | Ing. Mariano SALVATORE |
| RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI Ing. Bruno MATTIA | Ing. Domenico DE MATTIA |
| RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI Ing. Mauro GUERRIERO | Ing. Rosa LO PRIORE |
| RESPONSABILE PROGETTAZIONE SICUREZZA Arch. Patrizia GAMMA | Arch. Ivan GUERRIERO |
| | Arch. Stanislao SACCARDO |
| | Geom. Gennarino IANDIORIO |
| | Geom. Franco IMBIMBO |
| | Per.Ind. Antonio FESTA |
| | CONSULENTI SCIENTIFICI |
| | Prof. Ing. Luigi PETTI |
| | Prof. Geol. Francesco Maria GUADAGNO |

COMUNE DI REGGIO DI CALABRIA

Località Santa Caterina

*Completamento ed Ampliamento del Polifunzionale Manganelli per la Nuova
Sede del XII reparto Mobile della Polizia di Stato in Reggio Calabria
Località Santa Caterina*

***RELAZIONE SISMICA
EDIFICIO IN CARPENTERIA METALLICA***

SOMMARIO

| | |
|---|---|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI REGGIO DI CALABRIA..... | 4 |
| 3. CARATTERIZZAZIONE DELL'EDIFICIO AI FINI DEL CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE | 7 |
| 4. CALCOLO DELLA DOMANDA SISMICA | 9 |

1. PREMESSA

Il Comune di Reggio di Calabria, secondo l'attuale classificazione sismica della Regione Calabria (*Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Calabria n. 47 del 10.02.2004*), è classificato in Zona Sismica 1.

Nelle Norme Tecniche per le Costruzioni l'azione sismica è valutata in considerazione della "pericolosità sismica di base" definita in condizioni ideali di sito di riferimento su suolo rigido e superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC), in corrispondenza dei punti di un *reticolo di riferimento* i cui nodi non distano tra loro più di 10 km (*Allegato A, NTC2008*).

Per ognuno di tali punti la pericolosità è definita in funzione di:

- Valore di accelerazione orizzontale massima al suolo (a_g);
- Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0);
- Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro (T_C^*).

Tali parametri sono funzione del periodo di ritorno T_R in un intervallo compreso tra 30 e 2475 anni.

I valori di a_g , F_0 e T_C^* , riportati nell'Allegato B alle NTC, sono stati determinati sulla base delle mappe di pericolosità elaborate nell'ambito del *Progetto SI – Proseguimento dell'assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di nuovi sviluppi, convenzione INGV-DPC 2004-2006*.

In particolare, nell'ambito di tale progetto, sono state costruite mappe di pericolosità per le seguenti probabilità di eccedenza in 50 anni:

| Probabilità di eccedenza in 50 anni | Periodi di ritorno | Frequenze annuali di eccedenza |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 81% | 30 | 0.0332 |
| 63% | 50 | 0.0199 |
| 50% | 72 | 0.0139 |
| 39% | 101 | 0.0099 |
| 30% | 140 | 0.0071 |
| 22% | 201 | 0.0050 |
| 10% | 475 | 0.0021 |
| 5% | 975 | 0.0010 |
| 2% | 2475 | 0.0004 |

Tali mappe di pericolosità sono state elaborate mediante una metodologia probabilistica (Metodo di Cornell) che si basa sull'individuazione delle zone sismogenetiche, delle leggi di occorrenza degli eventi sismici per ognuna di tali zone e delle leggi di attenuazione del segnale sismico dalla sorgente ai singoli siti.

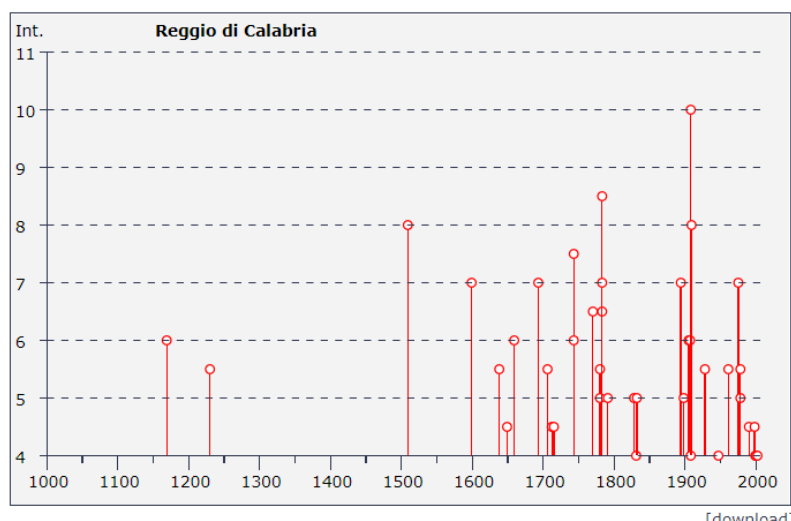
In tal modo sono state valutate e rese disponibili le curve di pericolosità sismica per ognuno degli oltre 16000 nodi che costituiscono la griglia di riferimento.

Per quanto attiene al sito specifico, la domanda sismica è valutata considerando gli effetti di amplificazione locale, come descritto nella specifica relazione cui si rimanda.

2. STORIA SISMICA DEL COMUNE DI REGGIO DI CALABRIA

Come detto, il comune di Reggio Calabria, secondo l'attuale classificazione sismica "a zona" della Regione di Calabria (*Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Calabria n. 47 del 10.02.2004*), è classificato in zona sismica 1.

Ad oggi, dal Database Macrosismico Italiano *versione DBM11* a cura dell'INGV, risultano censiti i seguenti scuotimenti sismici di rilievo nel comune di Reggio di Calabria:



Storia sismica di Reggio di Calabria [38.108, 15.647]

Numero di eventi: 65

| Effetti | | In occasione del terremoto del: | | |
|---------|----------------------------------|---------------------------------|----|---------------|
| I [MCS] | Data | Ax | Np | Io Mw |
| 6 | 1169 02 04 07:00 | Sicilia orientale | 10 | 10 6.41 ±0.34 |

| Effetti | In occasione del terremoto del: | | | |
|---------|---------------------------------|-------------------------|-----|------------------|
| I [MCS] | Data | Ax | Np | Io Mw |
| 5-6 | <u>1230 04 05</u> | REGGIO CALABRIA | 1 | 5-6 4.51 ±0.34 |
| NR | <u>1494 05 29 02:15</u> | Messina | 2 | 7-8 5.35 ±0.34 |
| 8 | <u>1509 02 25 22:20</u> | Calabria meridionale | 4 | 8 5.57 ±0.38 |
| 7 | <u>1599 08</u> | MESSINA | 2 | 7 5.14 ±0.34 |
| 5-6 | <u>1638 03 27 15:05</u> | Calabria | 213 | 11 7.03 ±0.12 |
| 4-5 | <u>1649 01</u> | MESSINA | 2 | 5-6 4.51 ±0.34 |
| 6 | <u>1659 11 05 22:15</u> | Calabria centrale | 126 | 10 6.55 ±0.13 |
| 7 | <u>1693 01 11 13:30</u> | Sicilia orientale | 185 | 11 7.41 ±0.15 |
| 5-6 | <u>1706 03 19</u> | REGGIO CALABRIA | 4 | 5-6 4.63 ±0.72 |
| 4-5 | <u>1712 07 16</u> | CALABRIA MERID. | 4 | |
| 4-5 | <u>1715 02 21</u> | REGGIO CALABRIA | 4 | 5-6 4.51 ±0.34 |
| 7-8 | <u>1743 02 20 16:30</u> | Basso Ionio | 77 | 9 7.13 ±0.19 |
| 6 | <u>1743 12 07 00:05</u> | Calabria centrale | 25 | 8 5.68 ±0.47 |
| F | <u>1767 07 14 01:05</u> | Cosentino | 8 | 8-9 5.98 ±0.61 |
| 6-7 | <u>1770 06 08</u> | REGGIO CALABRIA | 2 | 5-6 4.51 ±0.34 |
| 5-6 | <u>1780 03 28 22:15</u> | Taormina | 8 | 7-8 5.55 ±0.64 |
| 5 | <u>1780 04 09 02:30</u> | Messina | 3 | 6-7 4.93 ±0.34 |
| 8-9 | <u>1783 02 05 12:00</u> | Calabria | 356 | 11 7.02 ±0.08 |
| 6-7 | <u>1783 02 07 13:10</u> | Calabria | 191 | 10-11 6.62 ±0.11 |
| 7 | <u>1783 03 28 18:55</u> | Calabria | 323 | 11 6.98 ±0.08 |
| 5 | <u>1791 10 13 01:20</u> | Calabria centrale | 76 | 9 6.03 ±0.17 |
| 3-4 | <u>1818 02 20 18:15</u> | Catanese | 128 | 9-10 6.23 ±0.12 |
| 3-4 | <u>1824 12 11</u> | ROSSANO | 4 | 7-8 5.35 ±0.34 |
| 5 | <u>1828 03 12</u> | PALMI | 4 | 7 5.14 ±0.34 |
| 4 | <u>1831 01 28</u> | MILAZZO | 4 | 5-6 4.51 ±0.34 |
| 5 | <u>1832 03 08 18:30</u> | Crotonese | 101 | 10 6.59 ±0.16 |
| NF | <u>1835 10 12 22:35</u> | Cosentino | 36 | 9 5.83 ±0.32 |
| NF | <u>1836 04 25 00:20</u> | Calabria settentrionale | 46 | 9 6.20 ±0.25 |
| 3 | <u>1854 02 12 17:50</u> | Cosentino | 89 | 10 6.21 ±0.16 |
| 2 | <u>1857 12 16 21:15</u> | Basilicata | 340 | 11 7.03 ±0.08 |

| Effetti | In occasione del terremoto del: | | | |
|---------|---------------------------------|------------------------------|------|-----------------|
| I [MCS] | Data | Ax | Np | Io Mw |
| 3 | <u>1869 11 28</u> | VIBO VALENTIA | 21 | 5-6 4.66 ±0.34 |
| 2-3 | <u>1870 10 04 16:55</u> | Cosentino | 56 | 9-10 6.10 ±0.19 |
| 3 | <u>1884 01 10 20:35</u> | VERSANTE SETTENTRIONALE | 14 | 5 4.39 ±0.34 |
| 3 | <u>1887 12 03 03:45</u> | Calabria settentrionale | 142 | 8 5.49 ±0.14 |
| 3 | <u>1892 03 16 12:38</u> | ALICUDI | 28 | 7 5.29 ±0.31 |
| 3 | <u>1893 04 22 03:20</u> | MONTALBANO | 33 | 6-7 4.87 ±0.28 |
| 7 | <u>1894 11 16 17:52</u> | Calabria meridionale | 303 | 9 6.07 ±0.10 |
| F | <u>1894 12 27</u> | FILICUDI | 12 | 6 5.18 ±0.34 |
| 5 | <u>1898 08 12</u> | ROMETTA | 69 | 6-7 4.89 ±0.22 |
| 6 | <u>1905 09 08 01:43</u> | Calabria meridionale | 895 | 7.04 ±0.16 |
| 6 | <u>1907 10 23 20:28</u> | Calabria meridionale | 274 | 8-9 5.87 ±0.25 |
| 4 | <u>1908 12 10 06:20</u> | NOVARA DI SICILIA | 64 | 7 5.13 ±0.26 |
| 10 | <u>1908 12 28 04:20</u> | Calabria meridionale-Messina | 800 | 11 7.10 ±0.15 |
| 8 | <u>1909 07 01 06:24</u> | CALABRO MESSINESE | 35 | |
| 3-4 | <u>1910 06 07 02:04</u> | Irpinia-Basilicata | 376 | 8 5.73 ±0.09 |
| 3-4 | <u>1913 06 28 08:52</u> | Calabria settentrionale | 151 | 8 5.66 ±0.14 |
| NF | <u>1913 10 04 18:26</u> | Matese | 205 | 7-8 5.37 ±0.11 |
| F | <u>1916 07 03 23:21</u> | STROMBOLI | 18 | 5-6 4.93 ±0.26 |
| 5-6 | <u>1928 03 07 10:55</u> | CAPO VATICANO | 30 | 7-8 5.83 ±0.26 |
| 3 | <u>1936 10 08 08:04</u> | Patti | 16 | 4.84 ±0.20 |
| 4 | <u>1947 05 11 06:32</u> | Calabria centrale | 254 | 8 5.70 ±0.13 |
| 5-6 | <u>1961 03 24 10:36</u> | ASPROMONTE | 59 | 5-6 4.79 ±0.28 |
| RS | <u>1967 12 09 03:09</u> | Adriatico Meridionale | 22 | |
| 3 | <u>1968 05 19 09:37</u> | Basso Tirreno | 11 | 4.90 ±0.29 |
| 7 | <u>1975 01 16 00:09</u> | Stretto di Messina | 346 | 7-8 5.20 ±0.09 |
| 5 | <u>1978 03 11 19:20</u> | Calabria meridionale | 126 | 8 5.24 ±0.09 |
| 5-6 | <u>1978 04 15 23:33</u> | Golfo di Patti | 332 | 6.06 ±0.09 |
| 3-4 | <u>1980 11 23 18:34</u> | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 6.89 ±0.09 |
| 4-5 | <u>1990 12 13 00:24</u> | Sicilia sud-orientale | 304 | 7 5.64 ±0.09 |
| 4-5 | <u>1998 02 08 01:12</u> | ASPROMONTE | 39 | 5 4.13 ±0.17 |

| Effetti | In occasione del terremoto del: | | | |
|---------|---------------------------------|-------------|-----|----------------|
| I [MCS] | Data | Ax | Np | Io Mw |
| 4 | 1999 02 14 11:45 | Patti | 101 | 4.69 ±0.09 |
| 4 | 2000 03 17 03:52 | Calabria | 25 | 5 4.22 ±0.16 |
| 3-4 | 2002 04 05 04:52 | Isole Eolie | 21 | 5-6 4.47 ±0.09 |
| 4 | 2002 09 06 01:21 | PALERMO | 132 | 5.94 ±0.09 |

3. CARATTERIZZAZIONE DELL'EDIFICIO AI FINI DEL CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE

Ai fini del calcolo delle azioni sismiche è stata valutata la pericolosità sismica di base del sito oggetto di intervento in accordo Norme Tecniche per le Costruzioni.

Di seguito, dunque, si riporta la valutazione dei parametri di pericolosità e degli spettri di risposta corrispondenti specifici per il Comune di Reggio Di Calabria, valutati sulla base dei risultati ottenuti nell'ambito della convenzione INGV e DPC nel *Progetto S1 -Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi* pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

La valutazione della pericolosità sismica di base del sito sul reticolo di riferimento è valutata in funzione delle coordinate (longitudine e latitudine) del sito oggetto di intervento:

Latitudine [°]: 38.129070

Longitudine: 15.659310

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

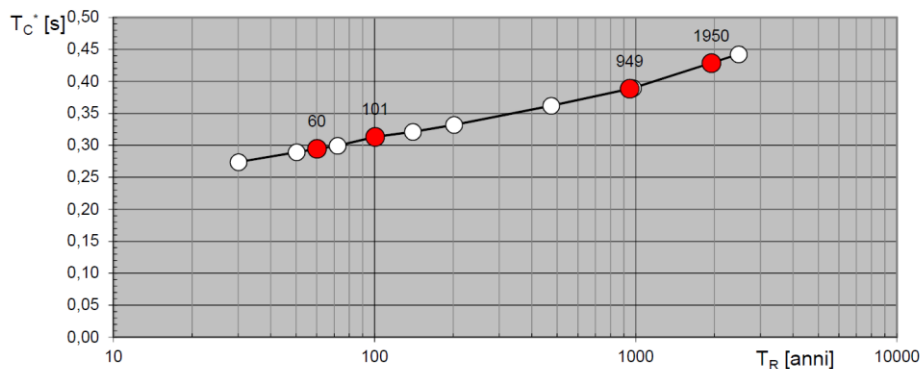
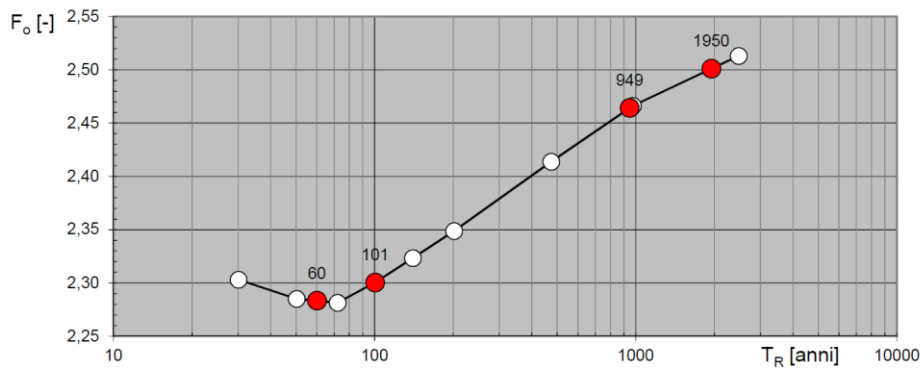
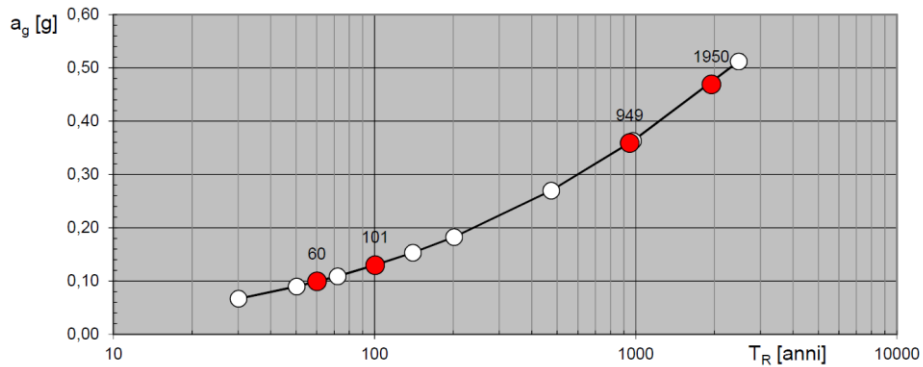
- Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica;
- Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base a_g , F_0 e T_c^* per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio;
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica;
- Calcolo del periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

Per l'edificio in questione si considerano:

- **Vita Nominale: 50**
- **Classe d'Uso: IV**

Per tali parametri e coordinate geografiche, risultano le seguenti informazioni, come meglio descritto nella relazione sui fenomeni di amplificazione locale:

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C [s] |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 30 | 0,067 | 2,304 | 0,274 |
| 50 | 0,089 | 2,286 | 0,290 |
| 72 | 0,108 | 2,279 | 0,302 |
| 101 | 0,129 | 2,302 | 0,314 |
| 140 | 0,153 | 2,324 | 0,322 |
| 201 | 0,182 | 2,350 | 0,332 |
| 475 | 0,269 | 2,414 | 0,362 |
| 975 | 0,362 | 2,465 | 0,389 |
| 2475 | 0,511 | 2,512 | 0,442 |

4. CALCOLO DELLA DOMANDA SISMICA

Al fine della caratterizzazione dinamica del terreno di fondazione sono state eseguite campagne di indagini geognostiche e geofisiche. Per i dettagli si rimanda alla relazione geologica. Inoltre, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa vigente, sia nazionale NTC2018 che regionale (Regione Calabria) nonché in riferimento alla tipologia d'uso dell'opera che rientra quale opera di carattere strategico, è stata eseguita un'analisi della risposta sismica locale al fine di definire le azioni sismiche di progetto. In particolare, data la tipologia stessa dell'opera che prevede una struttura sismicamente isolata alla base nonché, diversamente, opere accessorie e funzionali ancorate ai terreni di fondazione, le analisi sono state eseguite per differenti condizioni di stato limite e per i differenti intervalli spettrali interessati dai moti di vibrare delle opere a farsi.

L'analisi di risposta sismica è stata eseguita adottando un modello monodimensionale di propagazione verticale dell'onda sismica, in quanto l'area, rientrante nella categoria topografica T1 ($ST= 1$), non presenta condizioni morfologiche tali da influenzare la risposta di sito. Inoltre, dalle indagini di sito è emerso un sostanziale andamento piano parallelo dei terreni costituenti la sequenza stratigrafica dei depositi di copertura e del bedrock sismico.

Il modello sismistratigrafico adottato è derivato dall'interpretazione ragionata di quanto scaturito dalle indagini di sito, nello specifico dai risultati delle prove di Down-hole e di analisi accoppiata MASW-HVSR. In particolare, il profilo sismistratigrafico assunto nel calcolo (figura 1) è caratterizzato da depositi superficiali, al netto dello strato corticale di sbancamento di 4.60 metri non interessato dall'opera, aventi velocità V_s di 450 m/s fino a 21.60m che a loro volta ricoprono unità per le quali è stato assunto che la rigidità aumenti progressivamente con la profondità al fine di tener conto dell'effetto di confinamento litostatico. Tale unità assume, quindi, velocità V_s che variano da 540m/s a 780m/s fino alla

profondità di 111.60m alla quale è posizionato il bedrock sismico con V_s di 1000 m/s.

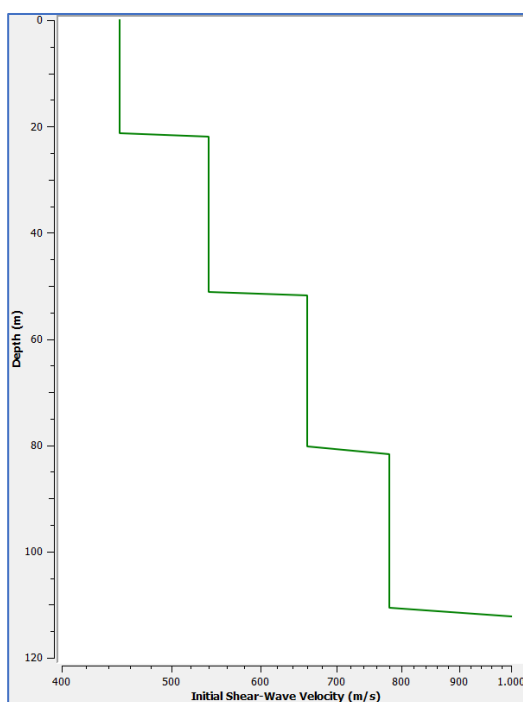


Figura 1: Profilo di velocità delle onde di taglio assunto nelle modellazione.

Il terremoto di progetto (input sismico) è stato ricavato in osservanza dell'NTC 2018 che prevede la scelta di almeno 7 input sismici reali opportunamente scalati e che abbiano spettro-compatibilità con lo spettro relativo al sottosuolo sismico di tipo A, quindi al bedrock affiorante. Questa analisi è stata eseguita tramite il codice Rexel (Iervolino et al., 2010) per differenti condizioni di stato limite relaticamente alla classe d'uso IV del fabbricato ($C_u=2$) attribuita alle opere pubbliche strategiche e una probabilità di eccedenza dello spettro dell'evento sismico atteso pari al 10% per una vita nominale dell'opera $V_n=50$ anni, così come stabilito dalla stazione appaltante .

In relazione alle diverse condioni di stato limite adottato nei calcoli, anche in relazione alle risposte spettrali attese dalle stutture, sono stati selezioni differenti set di accelerogrammi di spettrocompatibilità. Nella seguente tabella si riportano le diverse combinazioni adottate per il calcolo della risposta simica locale.

| Strutture vincolate in fondazione. | | | |
|-------------------------------------|---------------|-----|-----|
| Stati limite assunti | SLO | SLD | SLV |
| Intervallo di spettro compatibilità | 0.10s – 1.50s | | |

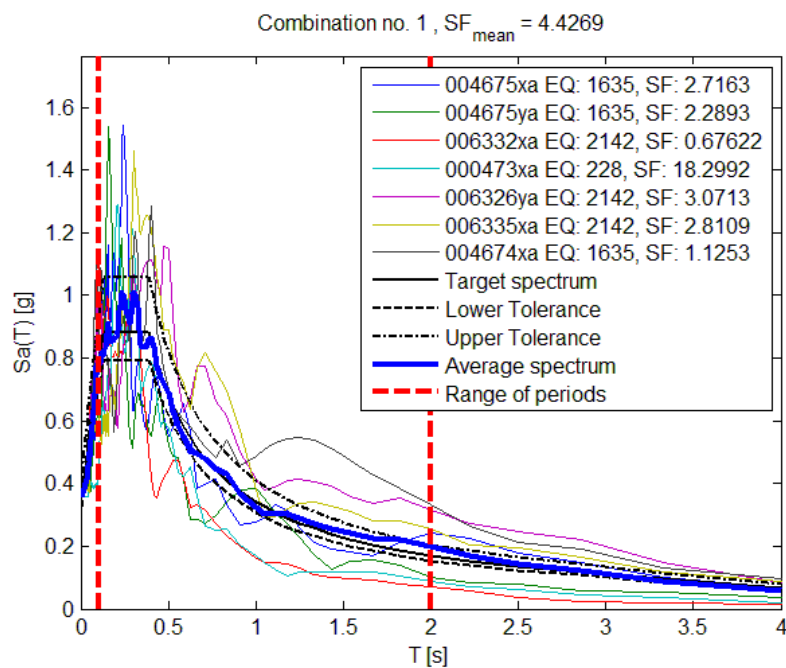
L'analisi della risposta sismica eseguita mediante il software STRATA (Kottke and Rathje, 2013) prevede la risoluzione dell'equazione del moto sismico dell'onda di taglio nel dominio

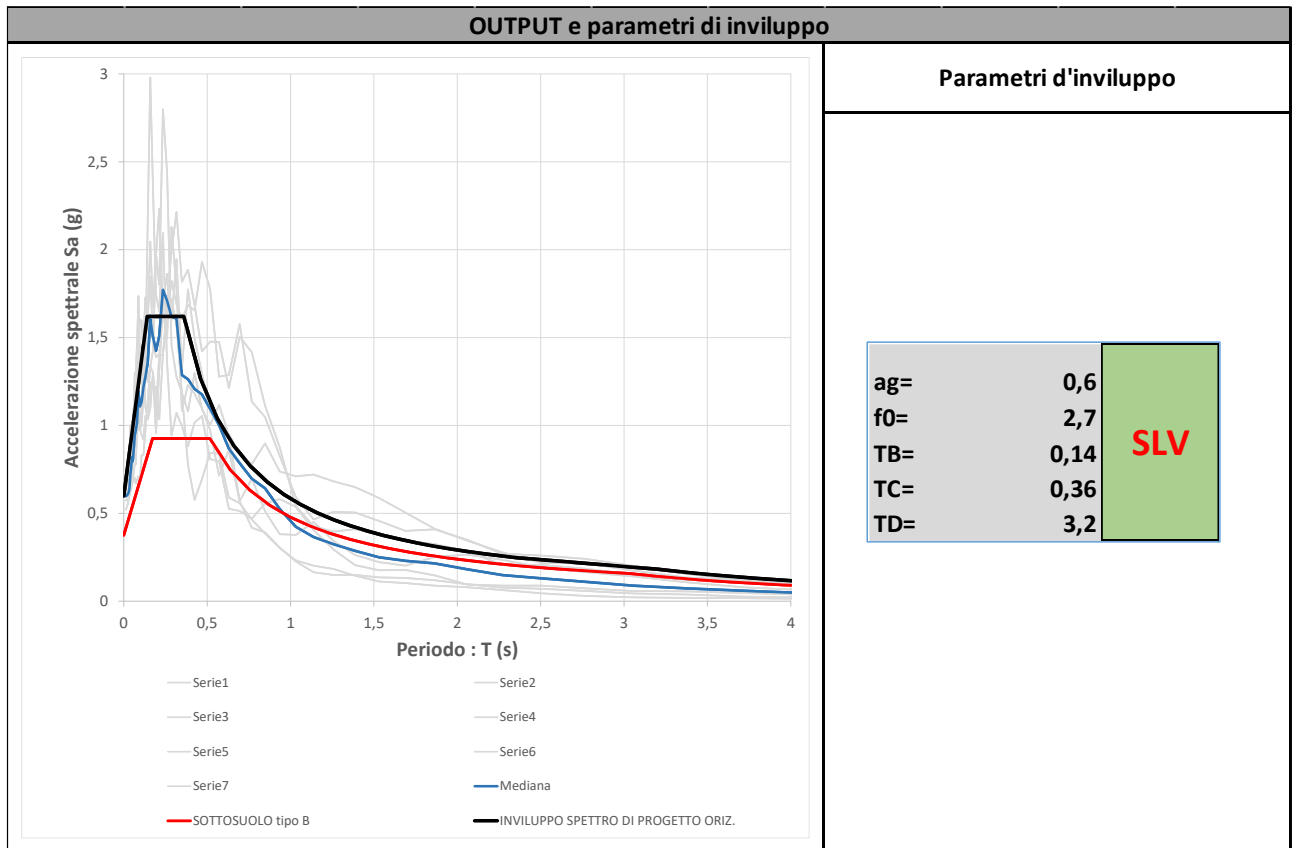
delle frequenze (Seed e Idriss, 1971) in condizioni di campo libero. In particolare il modello contempla l'analisi del degrado dinamico non lineare dei materiali in termini di Modulo di taglio (G/G_0) e di smorzamento (damping, D) secondo un sistema di tipo lineare equivalente al quale è associata una aliquota della deformazione massima di taglio raggiunta che nel seguente calcolo è stata assunta pari a 0.65, in accordo con Seed e Idriss (1971) e per magnitudo (M_R) attese superiori a 6.5. Il calcolo è stato eseguito in regime di tensioni totali.

Risposta sismica locale per le strutture ancorate al terreno

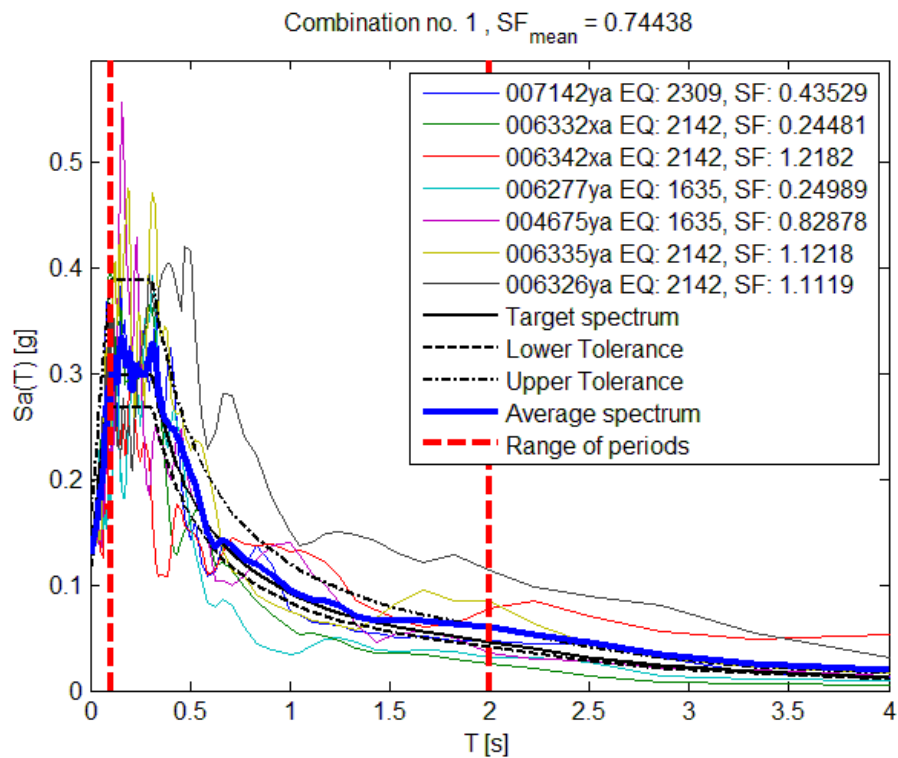
- Analisi allo SLV

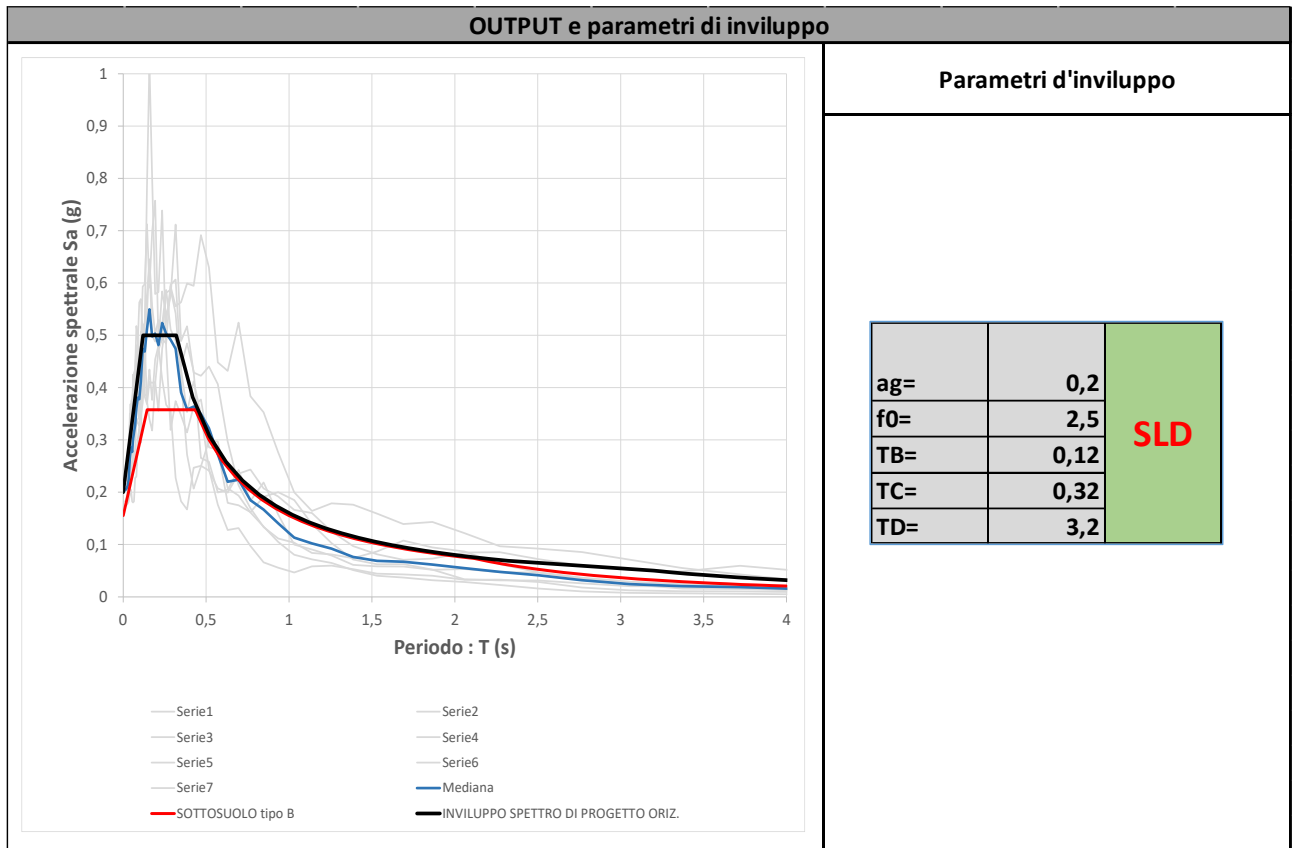
Scelta del set di accelerogrammi per la spettrocompatibilità nell'intervallo 0.1 – 1.5s





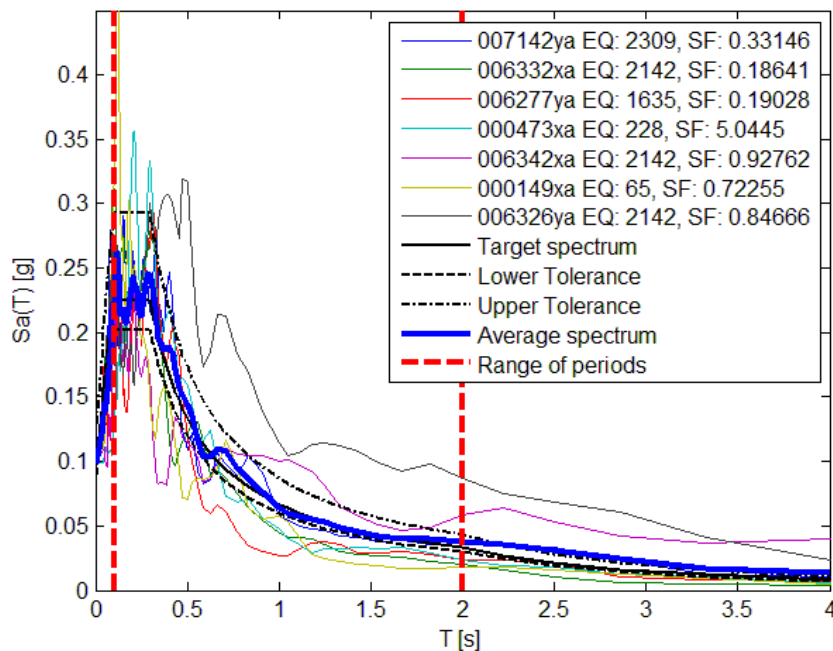
- **Analisi allo SLD**
 Scelta del set di accelerogrammi per la spettrocompatibilità nell'intervallo 0.1 – 1.5s



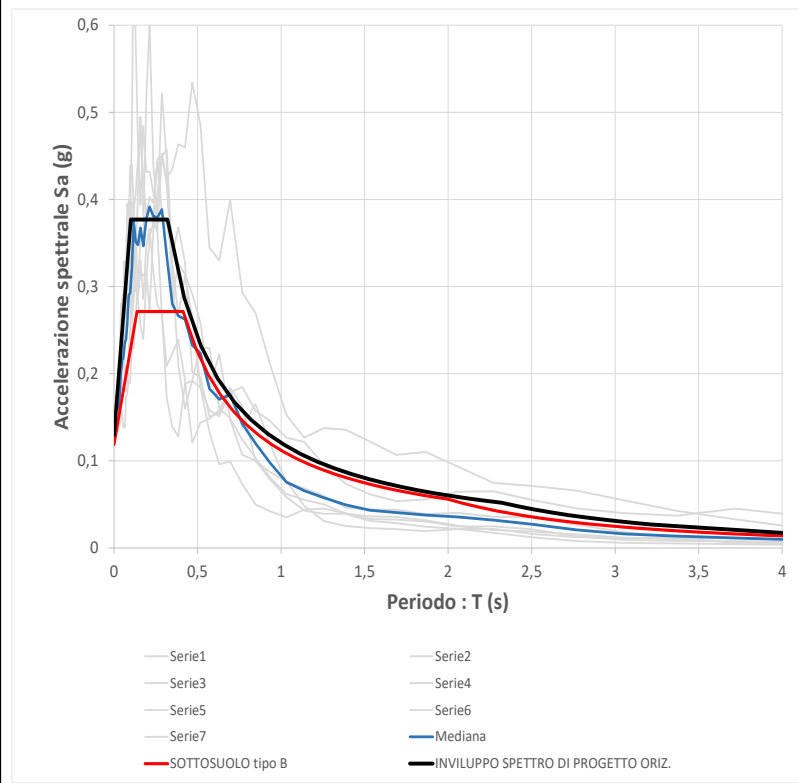


- Analisi allo SLO
 Scelta del set di accelerogrammi per la spettrocompatibilità nell'intervallo 0.1 – 1.5s

Combination no. 1, $SF_{mean} = 1.1785$



OUTPUT e parametri di inviluppo



Parametri d'inviluppo

| | | |
|-----|------|------------|
| ag= | 0,13 | SLO |
| f0= | 2,9 | |
| TB= | 0,1 | |
| TC= | 0,32 | |
| TD= | 2,32 | |