

# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

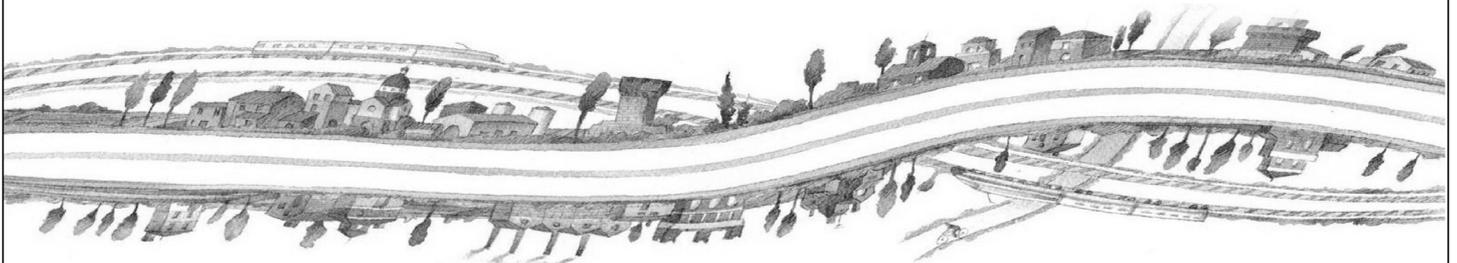
## PROGETTO DEFINITIVO

**ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI  
 COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)  
 GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, SISMICA E GEOTECNICA**

### GEOTECNICA

**RISPOSTA SISMICA LOCALE PER VERIFICHE RILEVATI E INTERVENTI DI MITIGAZIONE NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE**

**ADDENDUM LIQUEFAZIONE - RISPOSTA SISMICA LOCALE - ZONA 13L**



#### IL PROGETTISTA

Ing. Gianfranco Marchi  
 Albo Ing. Ravenna n°342



#### RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Antonio Anania  
 Albo Ing. Perugia n° A2574

**Dott. Ing. Antonio Anania**  
 IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.  
 iscritto ordine Ingegneri di Perugia n° A2574



#### IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale  
 Cispadana S.p.A.  
 IL PRESIDENTE  
 Graziano Pattuzzi



G										
F										
E										
D										
C										
B										
A	01.08.2019	EMISSIONE PER OTTEMPERANZA DECRETO VIA DEL 25.07.2017				MARCHI F.	MARCHI G.	ANANIA		
REV.	DATA	DESCRIZIONE				REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE		
IDENTIFICAZIONE ELABORATO										DATA: <b>AGOSTO 2019</b>
NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.	SCALA: _
7242	PD	0	A00	A0000	0	GT	RH	11	A	



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
2.1. NORMATIVE .....	3
2.2. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO .....	3
2.3. ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO .....	4
<b>3. AREA 13AL</b> .....	<b>5</b>
3.1. STIMA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE .....	5
3.2. CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DEI TERRENI .....	5
3.2.1. Profilo onde di taglio, $V_s$ .....	5
3.2.2. Modello sismo-stratigrafico e geotecnico .....	7
3.3. LOCALIZZAZIONE DEL BEDROCK SISMICO .....	7
3.4. INDIVIDUAZIONE DEL SET DI ACCELEROGRAMMI SPETTRO-COMPATIBILI .....	10
3.5. RISULTATI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE .....	11
<b>4. AREA 13BL</b> .....	<b>14</b>
4.1. STIMA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE .....	14
4.2. CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DEI TERRENI .....	14
4.2.1. Profilo onde di taglio, $V_s$ .....	14
4.2.2. Modello sismo-stratigrafico e geotecnico .....	16
4.3. LOCALIZZAZIONE DEL BEDROCK SISMICO .....	17
4.4. INDIVIDUAZIONE DEL SET DI ACCELEROGRAMMI SPETTRO-COMPATIBILI .....	19
4.5. RISULTATI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE .....	20

## 1. PREMESSA

---

Nell'ambito delle attività di aggiornamento del Progetto Definitivo di Autostrada Regionale Cispadana dal casello di Reggiolo-Rolo su A22 al casello di Ferrara Sud su A13, il presente documento illustra l'analisi di risposta sismica locale ottenuta per la Zona Liquefacibile 13L, sita nel comune di San Felice sul Panaro.

Tale area è stata ulteriormente suddivisa in due sottoaree:

- Area 13aL;
- Area 13bL

In rappresentanza di tale zona è stata individuata la prova penetrometrica che ha evidenziato il valore massimo di potenziale di liquefazione IL:

- Area 13aL → CPTUL 35;
- Area 13bL → CPTUV 54

Per ulteriori chiarimenti in merito ai criteri generali adottati per l'esecuzione dell'analisi di risposta sismica locale (RSL) si rimanda al documento Rif. [1].

Nel seguito dell'elaborato verranno descritte ed approfondite, per ciascuna delle sotto aree, le seguenti tematiche, con particolare riferimento alle metodologie di analisi adottate:

- normativa di riferimento per l'analisi di risposta sismica locale;
- stima del potenziale di liquefazione;
- caratterizzazione dinamica dei terreni;
- localizzazione del bedrock sismico;
- individuazione del set di accelerogrammi spettro-compatibili;
- risultati della risposta sismica locale.

## **2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

---

### **2.1. NORMATIVE**

---

Le normative di riferimento sono riportate nell'elaborato:

- PD\_0\_0000\_0000\_0\_GE\_KT\_01, “Elenco delle Normative di riferimento”.

### **2.2. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO**

---

- “Microzonazione Sismica e Analisi per la condizione limite per l'emergenza delle aree epicentrali dei terremoti della pianura Emiliana di Maggio-Giugno 2012 (Ordinanza del Commissario Delegato – Presidente della Regione Emilia-Romagna n. 70/2012) – Relazione illustrativa” a cura di L. Martelli e M. Romani
- “A large scale ambient vibration survey in the area damaged by May-June 2012 seismic sequence in Emilia Romagna, Italy” di E. Paolucci, D. Albarello, S. D'Amico, E. Lunedei, L. Martelli, M. Mucciarelli e D. Pileggi (2015)
- “Studio sismologico per la caratterizzazione della risposta sismica di sito ai fini della microzonazione sismica di alcuni comuni della Regione Emilia Romagna” – G. Laurenzano, E. Priolo, C. Barnaba, M. R. Gallipoli, P. Klin, M. Mucciarelli e M. Romanelli
- Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 della Presidenza del Consiglio dei Ministri e il Commissario del governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016
- Guide con Cone Penetration Testing, Ed.6 2015, Robertson & Cabal
- Microzonazione del Comune di Cavezzo – Relazione Illustrativa – C.G. Lai , A. Famà, E. Zuccolo, R. M. Cosentini, D. Conca, J.C. Gómez Zapata, S. Lorini, S. Ciaffaroni, C. Meisina, R. Boni, M. Bordoni, P. Persichillo, G. Cerra, G. Perotti, F. Bozzoni, L. Martelli, G. Ercolessi

### **2.3. ELABORATI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO**

---

- Rif. [1] Elaborato PD\_0\_A00\_A0000\_0\_GT\_RB\_01: RELAZIONE GEOTECNICA GENERALE;
- Rif. [2] Elaborato PD\_0\_A00\_A0000\_0\_GT\_RB\_02: CRITERI GENERALI VERIFICHE GEOTECNICHE
- Rif. [3] Elaborato PD\_0\_A00\_A0000\_0\_GT\_RB\_08: RELAZIONE DI VERIFICHE GEOTECNICHE -  
ADDENDUM PER LIQUEFAZIONE

### 3. AREA 13aL

---

#### 3.1. STIMA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

---

Le analisi di liquefazione evidenziano un'area con potenziale di liquefazione IL maggiore di 5 all'interno del comune di San Felice sul Panaro in un'area denominata 13L.

A vantaggio di sicurezza l'analisi di risposta sismica locale è stata condotta sulla base della CPTU L35 che presenta il valore massimo del potenziale di liquefazione dell'area.

Per la stima di tale parametro si rimanda Rif. [3].

#### 3.2. CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DEI TERRENI

---

La determinazione della stratigrafia e dei principali parametri geotecnici necessari alla caratterizzazione dei terreni è stata effettuata sulla base dell'elaborazione della prova penetrometrica in esame e delle ulteriori prove dinamiche individuate nelle immediate vicinanze:

- Prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono → **CPTU L35**

##### 3.2.1. Profilo onde di taglio, $V_s$

Il profilo delle onde di taglio,  $V_s$ , adottato nella RSL è stato dedotto dalla prova CPTU in esame attraverso la correlazione di Robertson et al. (1992).

Il dato di partenza e la schematizzazione a modello sono presentati nella figura seguente, unitamente alla Power Law di taratura.

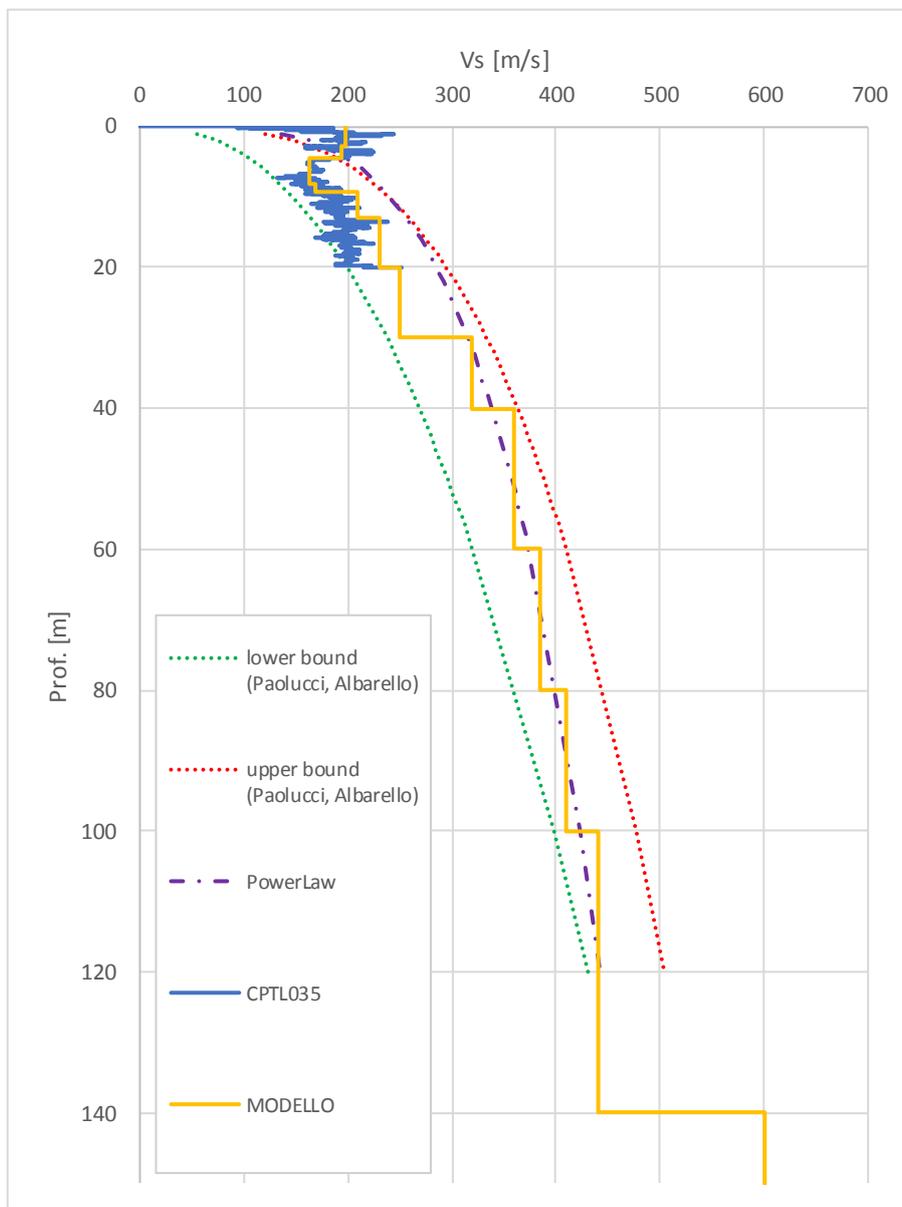


FIGURA 3-1 - PROFILO DI Vs LUNGO LA VERTICALE DI INDAGINE CPTU L35.

Per ulteriori approfondimenti si faccia riferimento al Rif. [2].

### 3.2.2. Modello sismo-stratigrafico e geotecnico

Dall'elaborazione di tali informazioni si ottiene il modello sismo-stratigrafico riportato nella Tabella 3-1 con il seguente significato dei simboli:

- **Unità:** unità geotecniche di interesse come definite nel Rif. [1];
- **z:** profondità dal p.c. (quota assoluta: 12.898 m) della base dello strato;
- **s:** spessore dello strato;
- **$\gamma$ :** peso dell'unità di volume dello strato;
- **$V_s$ :** media della velocità delle onde di taglio dello strato;
- **Curva:** curva di decadimento del modulo di taglio e dello smorzamento in funzione della deformazione a taglio.

TABELLA 3-1 - DISCRETIZZAZIONE PER STRATI DEI PARAMETRI DEL MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO ADOTTATO

Strato	Unità	z [m]	s [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$V_s$ [m/s]	Curva
1	2	2.70	2.70	19.4	172	Geomatrix 0-50ft
2	1	4.50	1.80	19.1	144	Vucetic & Dobry IP30
3	1	8.00	3.50	19.1	144	Vucetic & Dobry IP30
4	1	9.20	1.20	19.1	144	Vucetic & Dobry IP30
5	2	13.00	3.80	19.4	172	Geomatrix 0-50ft
6	2	20.00	7.00	19.4	172	Geomatrix 0-50ft
7	5	30.00	10.00	20.0	227	Idriss 1990
8	5	40.00	10.00	20.0	227	Idriss 1990
9	5	60.00	20.00	20.0	227	Idriss 1990
10	5	80.00	20.00	20.0	227	Idriss 1990
11	5	100.00	20.00	20.0	227	Idriss 1990
12	5	140.00	40.00	20.0	227	Idriss 1990
13	Bedrock	-	-	22.0	600	-

### 3.3. LOCALIZZAZIONE DEL BEDROCK SISMICO

La profondità del bedrock sismico è stata stimata attraverso la taratura di una Power Law, che definisce la tendenza media delle velocità delle onde di taglio con la profondità.

Sulla base di questa tendenza e della frequenza propria del sito, individuata mediante i risultati di prove H/V, è possibile dedurre la profondità del bedrock sismico. Per ulteriori approfondimenti si faccia riferimento al Rif. [2].

In prossimità dell'area in esame è stata effettuata una misurazione H/V, denominata HV13, attraverso cui si identifica una frequenza propria del sito di circa 0.63 Hz, Figura 3-1.

Si ottiene quindi una profondità del Bedrock pari a 140m.

Il Bedrock, ai fini della risposta sismica, è stato inoltre caratterizzato da:

- $V_s = 600\text{m/s}$ ;
- Smorzamento  $D = 1\%$ .

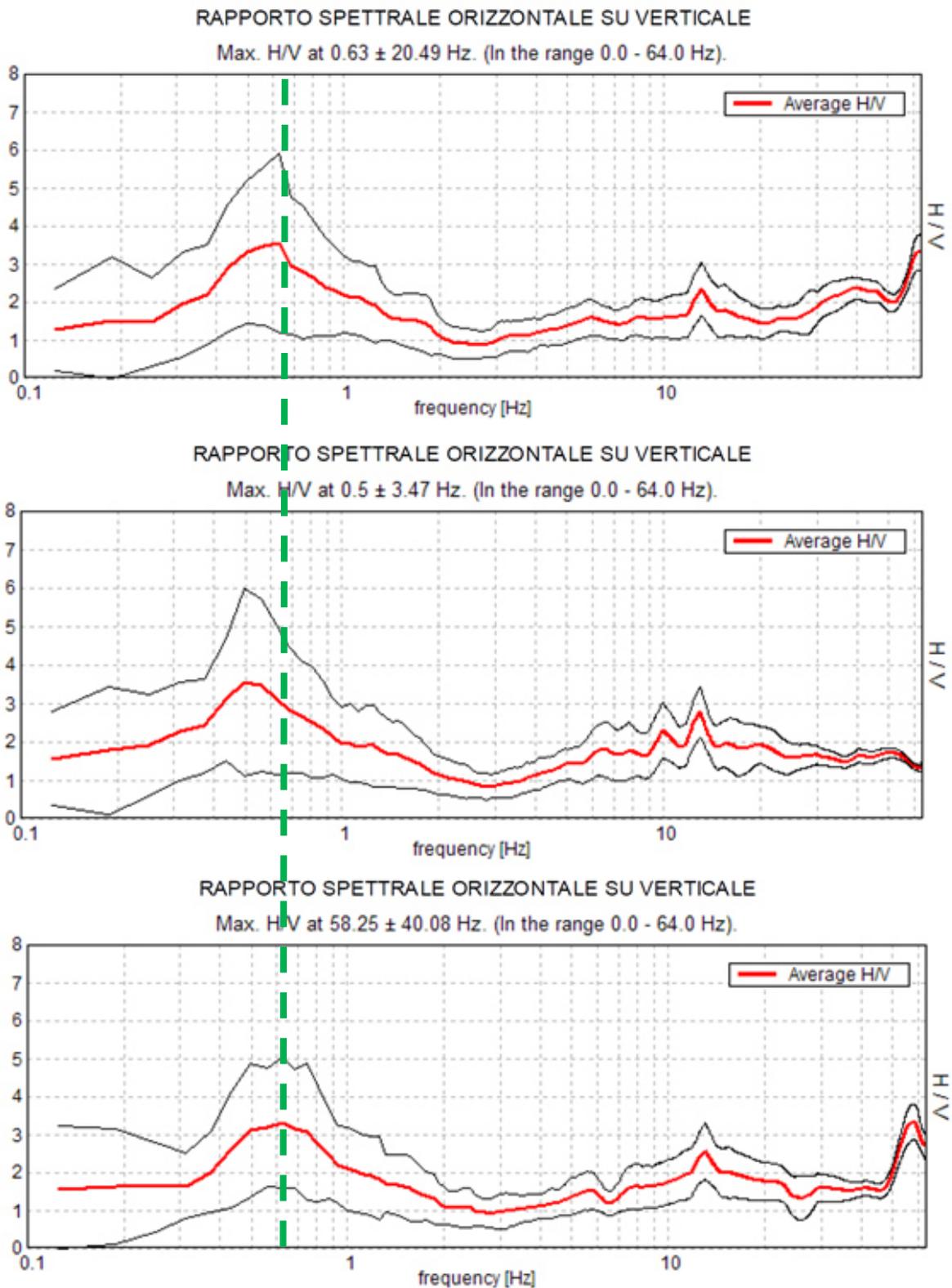


FIGURA 3-2 - RISULTATI DETERMINAZIONI H/V – HV13.

### 3.4. INDIVIDUAZIONE DEL SET DI ACCELEROGRAMMI SPETTRO-COMPATIBILI

Come riportato nel Rif. [2] la ricerca è stata effettuata mediante il software Rexel.

In particolare, sono stati individuati due set di accelerogrammi spettro-compatibili al fine di cogliere la variabilità della pericolosità sismica di base lungo l'asse autostradale:

- Set 1: tratta dal comune di Rolo a quello di Mirandola con l'aggiunta del comune di Ferrara;
- Set 2: tratta dal comune di Medolla a quello di Poggio Renatico.

L'area 13L, sita nel comune di San Felice sul Panaro, è compresa nella tratta di pertinenza del Set 2.

Di seguito si riportano gli Accelerogrammi spettro-compatibili del Set2.

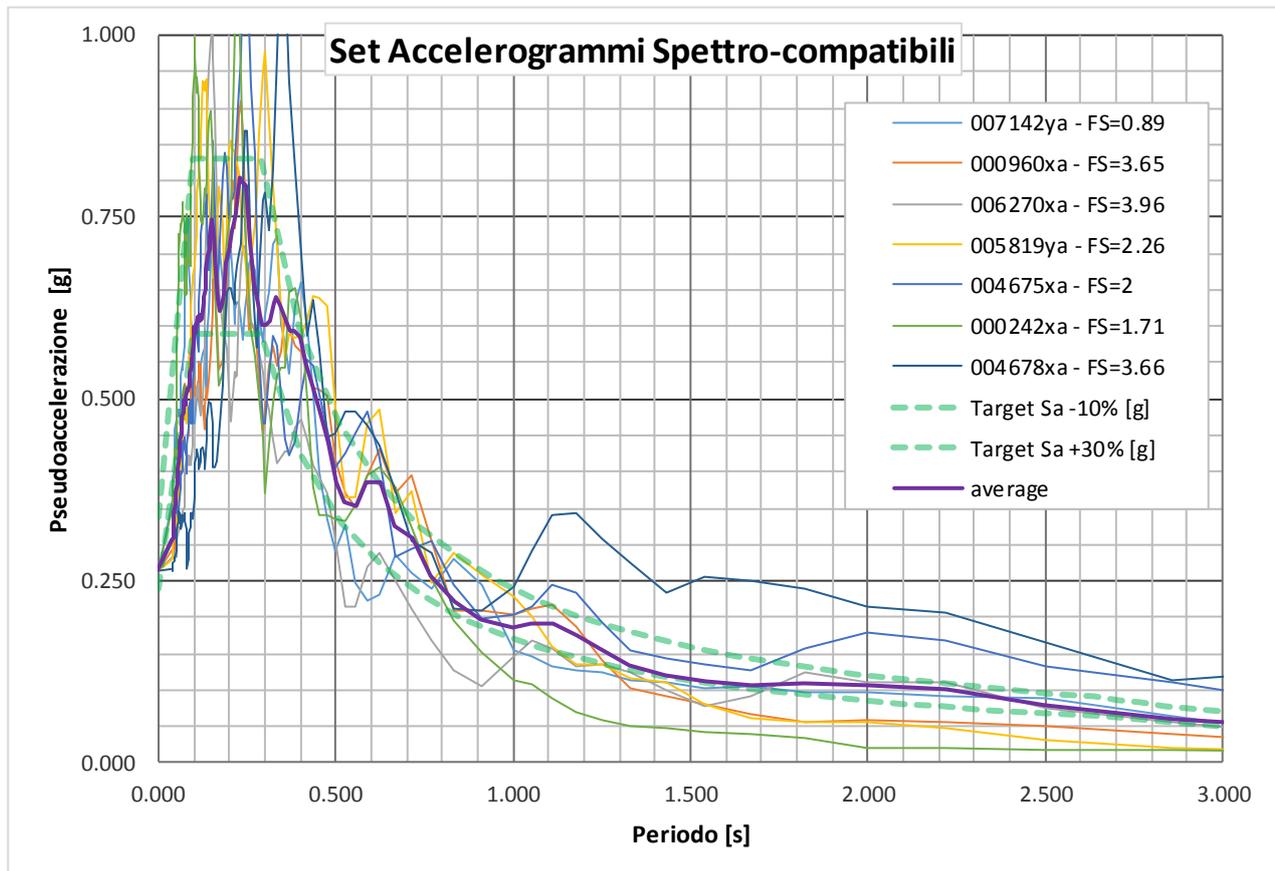
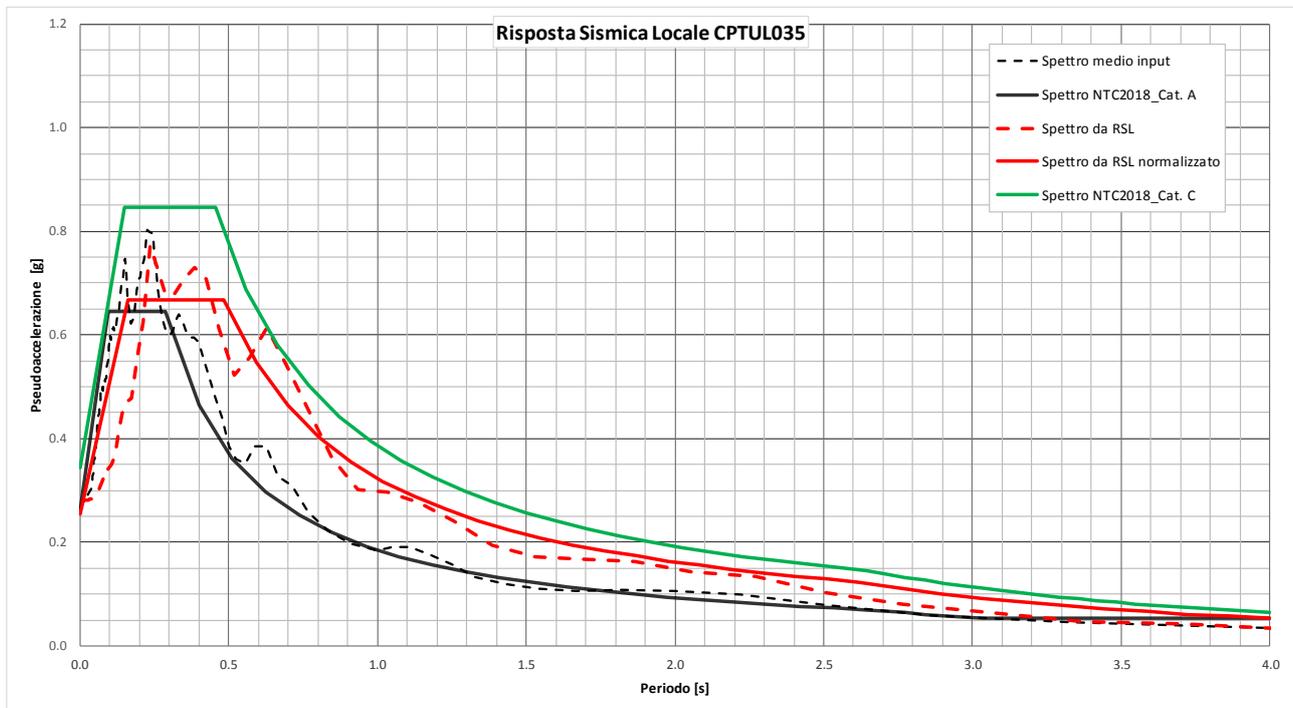


FIGURA 3-3 - SPETTRI TARGET PER LA RICERCA, SPETTRI DEI SINGOLI SEGNALI E RELATIVO SPETTRO MEDIO.

### 3.5. RISULTATI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

La risposta sismica locale è stata effettuata in condizioni monodimensionali mediante modellazione Lineare equivalente con il software Strata, adottando gli accelerogrammi di input, i modelli costitutivi, la profondità del bedrock sismico ed il profilo di velocità delle onde di taglio indicati nei paragrafi precedenti.

I risultati sono di seguito presentati graficamente in termini di spettro di risposta in superficie, sia medio dei 7 accelerogrammi utilizzati sia medio normalizzato secondo la metodologia presentata negli indirizzi per la microzonazione sismica dell’Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 della Presidenza del Consiglio dei Ministri e il Commissario del governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016, a confronto con quelli di input (FIGURA 3-4) e con quelli da approccio semplificato secondo NTC 2008.



**FIGURA 3-4 - SPETTRO DI RISPOSTA DA ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE 1D, SPETTRO NORMALIZZATO, SPETTRO DI INPUT E SPETTRI DA APPROCCIO SEMPLIFICATO NTC 2008.**

Di seguito i valori, in forma tabellare, dello Spettro medio derivante dall’analisi di RSL normalizzato secondo la già citata l’Ordinanza n° 55 del 24 aprile 2018.

TABELLA 3-2 – SPETTRO DI RISPOSTA MEDIO NORMALIZZATO DERIVANTE DA RSL.

T [sec]	Sa [g]
<b>0.000</b>	<b>0.254</b>
<b>0.162</b>	<b>0.667</b>
<b>0.485</b>	<b>0.667</b>
0.592	0.547
0.698	0.463
0.805	0.402
0.912	0.355
1.018	0.318
1.125	0.288
1.231	0.263
1.338	0.242
1.445	0.224
1.551	0.209
1.658	0.195
1.765	0.183
1.871	0.173
1.978	0.164
2.084	0.155
2.191	0.148
2.298	0.141
2.404	0.135
2.511	0.129
<b>2.618</b>	<b>0.124</b>
2.756	0.112
2.894	0.101
3.032	0.092
3.171	0.084
3.309	0.077
3.447	0.071
3.585	0.066
3.724	0.061
3.862	0.057
4.000	0.053

Si riportano, inoltre, i parametri normativi che definiscono la forma dello spettro derivante da RSL, si noti che taluni parametri sono stati assunti fittiziamente unitari:

TABELLA 3-3 - PARAMETRI NORMATIVI CHE DEFINISCONO LA FORMA DELLO SPETTRO DERIVANTE DA RSL

Parametri descrittivi dello Spettro Normativo	
$a_g$	2.495 $m/s^2$ 0.254 g
$F_0$	2.622
$T_A$	0.000 s
$T_B$	0.162 s
$T_C$	0.485 s
$T_D$	2.618 s
i restanti parametri ( $S_S$ , $S_T$ , $\eta$ ) sono fittiziamente assunti pari all'unità	

## 4. AREA 13bL

---

### 4.1. STIMA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

---

Le analisi di liquefazione evidenziano un'area con potenziale di liquefazione IL maggiore di 5 all'interno del comune di San Felice sul Panaro in un'area denominata 13L.

A vantaggio di sicurezza l'analisi di risposta sismica locale è stata condotta sulla base della CPTU V54 che presenta il valore massimo del potenziale di liquefazione dell'area.

Per la stima di tale parametro si rimanda Rif. [3].

### 4.2. CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DEI TERRENI

---

La determinazione della stratigrafia e dei principali parametri geotecnici necessari alla caratterizzazione dei terreni è stata effettuata sulla base dell'elaborazione della prova penetrometrica in esame e delle ulteriori prove dinamiche individuate nelle immediate vicinanze:

- Prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono → **CPTU V54**

#### 4.2.1. Profilo onde di taglio, $V_s$

Il profilo delle onde di taglio,  $V_s$ , adottato nella RSL è stato dedotto dalla prova CPTU in esame attraverso la correlazione di Robertson et al. (1992).

Il dato di partenza e la schematizzazione a modello sono presentati nella figura seguente, unitamente alla Power Law di taratura.

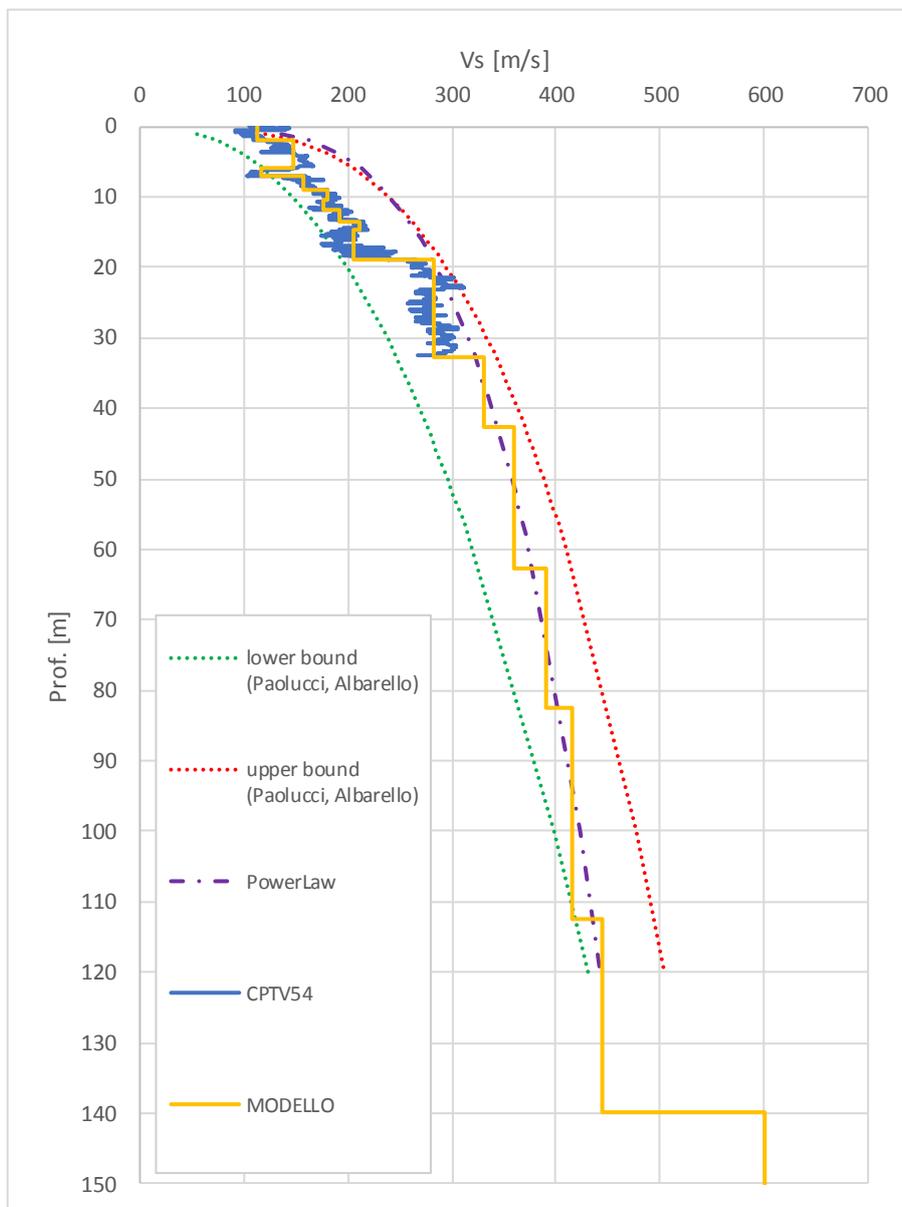


FIGURA 4-1 - PROFILO DI Vs LUNGO LA VERTICALE DI INDAGINE CPTU V54.

Per ulteriori approfondimenti si faccia riferimento al Rif. [2].

#### 4.2.2. Modello sismo-stratigrafico e geotecnico

Dall'elaborazione di tali informazioni si ottiene il modello sismo-stratigrafico riportato nella Tabella 3-1 con il seguente significato dei simboli:

- **Unità:** unità geotecniche di interesse come definite nel Rif. [1];
- **z:** profondità dal p.c. (quota assoluta: 12.898 m) della base dello strato;
- **s:** spessore dello strato;
- **$\gamma$ :** peso dell'unità di volume dello strato;
- **$V_s$ :** media della velocità delle onde di taglio dello strato;
- **Curva:** curva di decadimento del modulo di taglio e dello smorzamento in funzione della deformazione a taglio.

TABELLA 4-1 - DISCRETIZZAZIONE PER STRATI DEI PARAMETRI DEL MODELLO SISMO-STRATIGRAFICO ADOTTATO

Strato	Unità	z [m]	s [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$V_s$ [m/s]	Curva
1	1	2.00	2.00	19.1	114	Vucetic & Dobry IP30
2	1	6.00	4.00	19.1	148	Vucetic & Dobry IP30
3	1	7.00	1.00	19.1	116	Vucetic & Dobry IP30
4	2	8.90	1.90	19.4	158	Geomatrix 0-50ft
5	3	10.50	1.60	18.8	181	Geomatrix 0-50ft
6	2	11.90	1.40	19.4	177	Geomatrix 0-50ft
7	3	13.40	1.50	18.8	193	Geomatrix 0-50ft
8	4	14.60	1.20	19.8	211	Geomatrix 50-150ft
9	2	19.00	4.40	19.4	205	Geomatrix 50-150ft
10	5	32.60	13.60	20.0	283	Idriss 1990
11	5	42.60	10.00	20.0	330	Idriss 1990
12	5	62.60	20.00	20.0	360	Idriss 1990
13	5	82.60	20.00	20.0	390	Idriss 1990
14	5	112.60	30.00	20.0	415	Idriss 1990
15	5	140.00	27.40	20.0	445	Idriss 1990
16	Bedrock	-	-	22.0	600	-

### 4.3. LOCALIZZAZIONE DEL BEDROCK SISMICO

---

La profondità del bedrock sismico è stata stimata attraverso la taratura di una Power Law, che definisce la tendenza media delle velocità delle onde di taglio con la profondità.

Sulla base di questa tendenza e della frequenza propria del sito, individuata mediante i risultati di prove H/V, è possibile dedurre la profondità del bedrock sismico. Per ulteriori approfondimenti si faccia riferimento al Rif. [2].

In prossimità dell'area in esame è stata effettuata una misurazione H/V, denominata HV13, attraverso cui si identifica una frequenza propria del sito di circa 0.63 Hz, Figura 4-2.

Si ottiene quindi una profondità del Bedrock pari a 140m.

Il Bedrock, ai fini della risposta sismica, è stato inoltre caratterizzato da:

- $V_s = 600\text{m/s}$ ;
- Smorzamento  $D = 1\%$ .

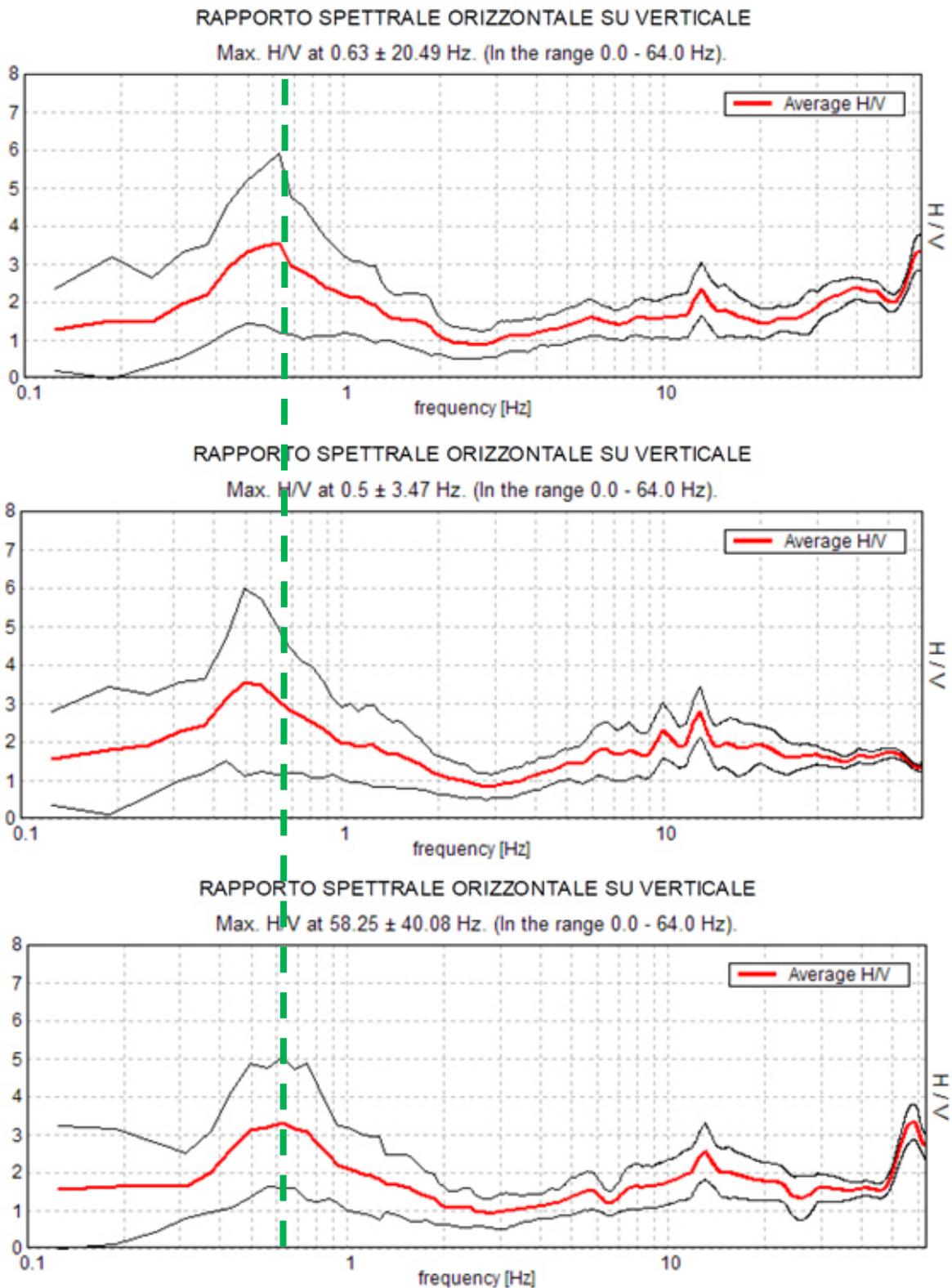


FIGURA 4-2 - RISULTATI DETERMINAZIONI H/V – HV13.

#### 4.4. INDIVIDUAZIONE DEL SET DI ACCELEROGRAMMI SPETTRO-COMPATIBILI

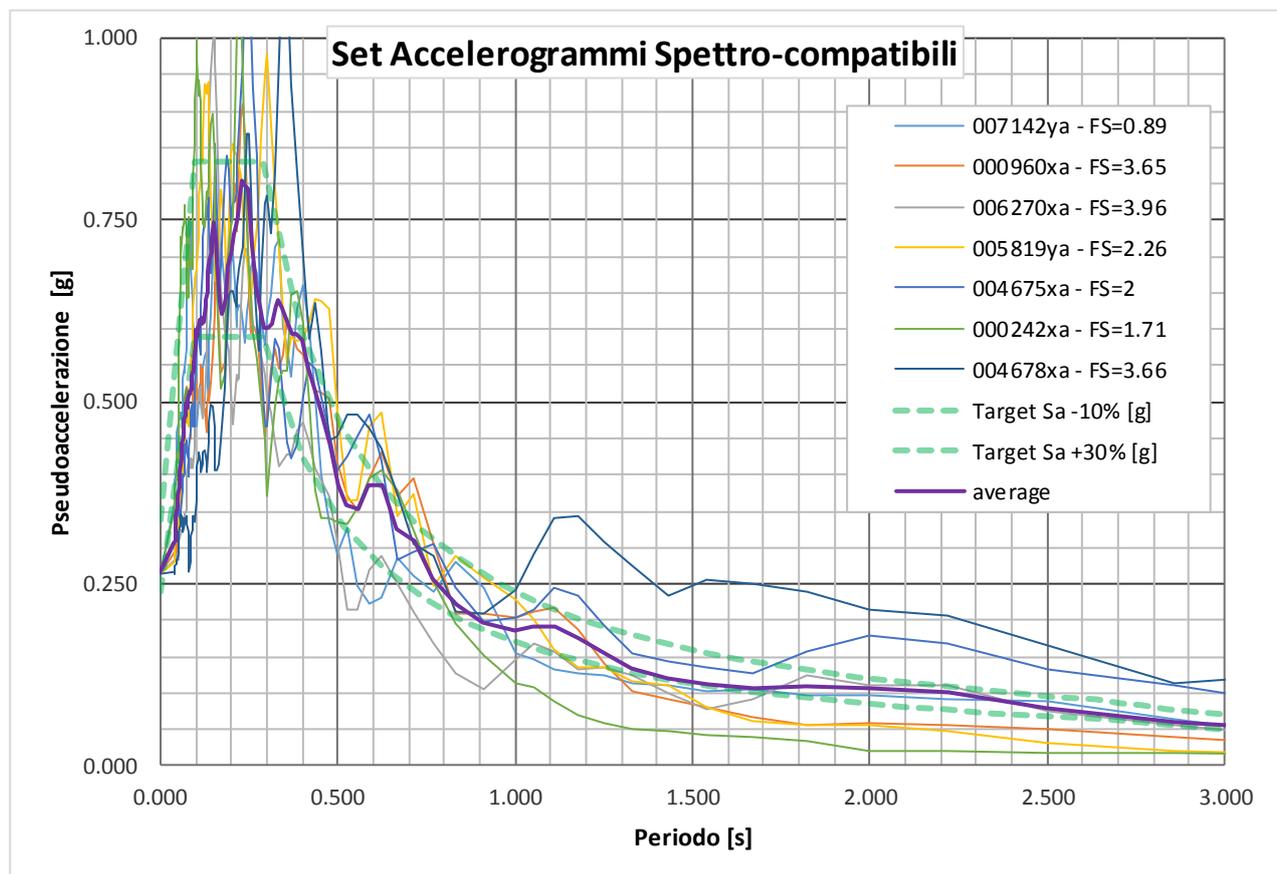
Come riportato nel Rif. [2] la ricerca è stata effettuata mediante il software Rexel.

In particolare, sono stati individuati due set di accelerogrammi spettro-compatibili al fine di cogliere la variabilità della pericolosità sismica di base lungo l'asse autostradale:

- Set 1: tratta dal comune di Rolo a quello di Mirandola con l'aggiunta del comune di Ferrara;
- Set 2: tratta dal comune di Medolla a quello di Poggio Renatico.

L'area 13L, sita nel comune di San Felice sul Panaro, è compresa nella tratta di pertinenza del Set 2.

Di seguito si riportano gli Accelerogrammi spettro-compatibili del Set2.

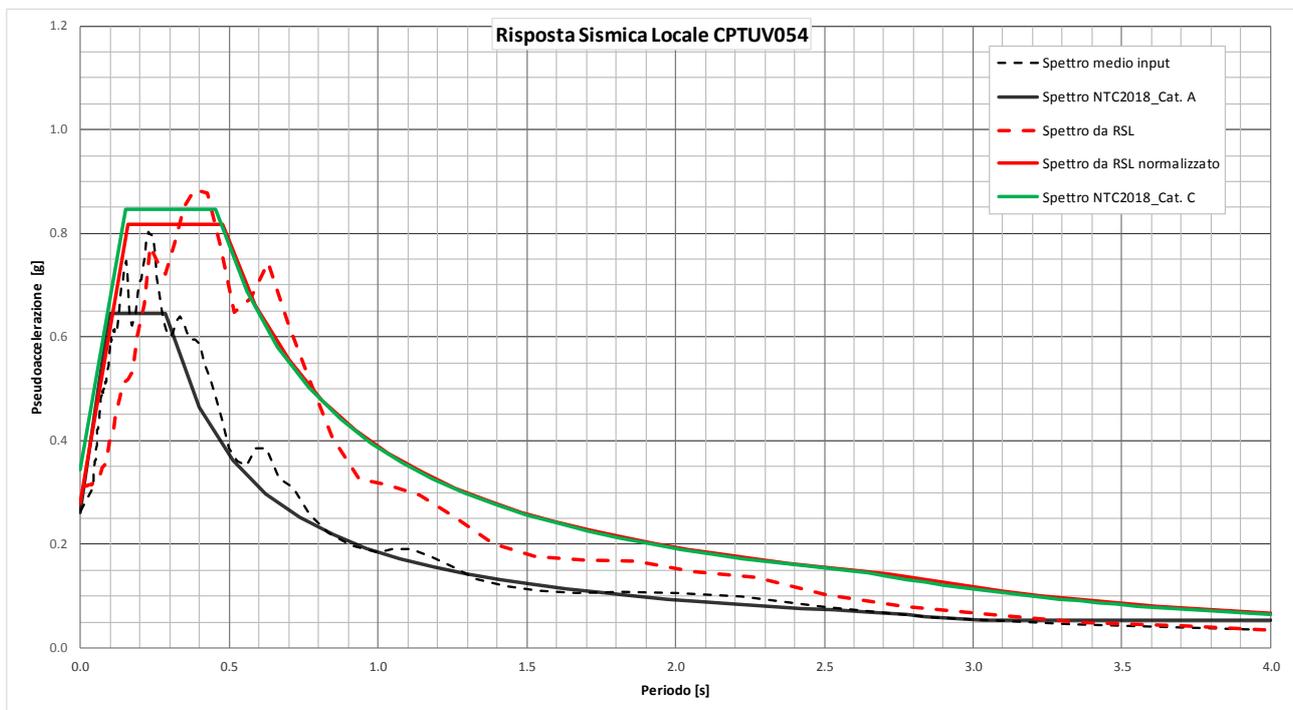


**FIGURA 4-3 - SPETTRI TARGET PER LA RICERCA, SPETTRI DEI SINGOLI SEGNALI E RELATIVO SPETTRO MEDIO.**

## 4.5. RISULTATI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

La risposta sismica locale è stata effettuata in condizioni monodimensionali mediante modellazione Lineare equivalente con il software Strata, adottando gli accelerogrammi di input, i modelli costitutivi, la profondità del bedrock sismico ed il profilo di velocità delle onde di taglio indicati nei paragrafi precedenti.

I risultati sono di seguito presentati graficamente in termini di spettro di risposta in superficie, sia medio dei 7 accelerogrammi utilizzati sia medio normalizzato secondo la metodologia presentata negli indirizzi per la microzonazione sismica dell'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018 della Presidenza del Consiglio dei Ministri e il Commissario del governo per la ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 24 agosto 2016, a confronto con quelli di input (**FIGURA 3-4**) e con quelli da approccio semplificato secondo NTC 2008.



**FIGURA 4-4 - SPETTRO DI RISPOSTA DA ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE 1D, SPETTRO NORMALIZZATO, SPETTRO DI INPUT E SPETTRI DA APPROCCIO SEMPLIFICATO NTC 2008.**

Di seguito i valori, in forma tabellare, dello Spettro medio derivante dall'analisi di RSL normalizzato secondo la già citata l'Ordinanza n° 55 del 24 aprile 2018.

TABELLA 4-2 – SPETTRO DI RISPOSTA MEDIO NORMALIZZATO DERIVANTE DA RSL.

T [sec]	Sa [g]
<b>0.000</b>	<b>0.279</b>
<b>0.159</b>	<b>0.816</b>
<b>0.476</b>	<b>0.816</b>
0.588	0.661
0.700	0.555
0.812	0.479
0.924	0.421
1.036	0.375
1.148	0.339
1.260	0.309
1.372	0.283
1.484	0.262
1.595	0.244
1.707	0.228
1.819	0.214
1.931	0.201
2.043	0.190
2.155	0.180
2.267	0.171
2.379	0.163
2.491	0.156
2.603	0.149
<b>2.715</b>	<b>0.143</b>
2.843	0.131
2.972	0.119
3.100	0.110
3.229	0.101
3.357	0.094
3.486	0.087
3.614	0.081
3.743	0.075
3.871	0.070
4.000	0.066

Si riportano, inoltre, i parametri normativi che definiscono la forma dello spettro derivante da RSL, si noti che taluni parametri sono stati assunti fittiziamente unitari:

TABELLA 4-3 - PARAMETRI NORMATIVI CHE DEFINISCONO LA FORMA DELLO SPETTRO DERIVANTE DA RSL

Parametri descrittivi dello Spettro Normativo	
$a_g$	2.734 $m/s^2$ 0.279 g
$F_0$	2.929
$T_A$	0.000 s
$T_B$	0.159 s
$T_C$	0.476 s
$T_D$	2.715 s
i restanti parametri ( $S_s$ , $S_r$ , $\eta$ ) sono fittiziamente assunti pari all'unità	