

COLLEGAMENTO MEDIANO "MURGIA – POLLINO" TRATTO GIOIA DEL COLLE – MATERA – FERRANDINA - PISTICCI BY-PASS DI MATERA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

IL PROGETTISTA Dott. Ing. Dino Bonadies Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A829			IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:  <small>Str. del Colle, 1a - Fraz. Fontana 06132 Perugia - Italia</small> <small>UNI ISO 9001:2008</small> <small>UNI EN ISO 14001:2004</small> MANDATARIA  <small>Via Gramsci 34, 00197 Roma</small> MANDANTE  SETAC S.r.l. <small>Servizi & Engineering: Trasporti Ambiente e Costruzioni</small> <small>Via Don Guanella 15/B – 70124 Bari</small> MANDANTE  Studio R.B.A. <small>Studio Romanazzi - Bosca e Associati srl</small> <small>Via Amendola 172/C – 70125 Bari</small> MANDANTE		Ing. D. BONADIES Ing. M. RASIMELLI Ing. P. LOSPENNATO Ing. S. PELLEGRINI Ing. M. PROCACCI Ing. R. CERQUIGLINI Ing. M. CARAFFINI Geom. M. BINAGLIA Ing. N. SARACA Ing. A. NUNZIATI Ing. M. PROIETTI Ing. L. MONTERISI Ing. G. CICIRIELLO Ing. F. PACCAPELO Ing. S. GIOTTA	
IL GEOLOGO: Dott. Geol. Stefano Piazzoli Ordine Geologi Regione Umbria n. 107						
IL RESPONSABILE DEL S.I.A. Dott. Arch. Enrica Rasimelli Ordine Architetti, Paesaggisti, Pianificatori e Conservatori Provincia di Perugia n° 430						
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Dott. Ing. Dino Bonadies Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A829						
VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	VISTO: IL VICE DIRETTORE AREA INGEGNERIA SPECIALISTICA	VISTO: IL RESPONSABILE DI AREA	PROTOCOLLO	DATA		

PROGETTO STRADALE SISMICA

RELAZIONE SISMICA

CODICE PROGETTO PZ138 – P139		CODICE FILE P01-PS00-TRA-RE01-C			REVISIONE	PAG.	
PROGETTO L 0 7 1 5 Z	LIV. PROG. -	N. PROG. 0 0 2 0	CODICE ELAB. T 0 0 S G 0 0 S T R R E 0 1			C	1 di 45
C	REVISIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA ANAS		MARZO 2022	GIOTTA	LOSPENNATO	BONADIES	
B	REVISIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA ANAS		MAGGIO 2021	GIOTTA	LOSPENNATO	BONADIES	
A	PRIMA EMISSIONE		SETTEMBRE 2020	GIOTTA	LOSPENNATO	BONADIES	
Revisione	Descrizione		Data	Redatto	Verificato	Approvato	

INDICE

INDICE	2
INDICE FIGURE	4
INDICE TABELLE	6
1. PREMESSA	7
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOTECNICO E MORFOLOGICO DELLA ZONA INTERESSATA DALLE OPERE	8
2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
2.1.1 Opere di adeguamento alla categoria C1	8
2.1.2 Opere di adeguamento alla categoria C1	9
2.2 INQUADRAMENTO GEOTECNICO	11
2.2.1 Opere di adeguamento alla categoria C1	11
2.2.2 Opere di realizzazione tratto in variante alla categoria B.....	12
2.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	13
2.3.1 Opere di adeguamento alla categoria C1	13
2.3.2 Opere di realizzazione tratto in variante alla categoria B.....	13
3. INDAGINI ESEGUITE	14
4. RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI	15
5. DELIBERE REGIONALI AI FINI DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA	16
6. ZONE SISMICHE, CATEGORIE DEL SOTTOSUOLO E SPETTRI DI PROGETTO	17
6.1 SISMICITÀ NEI COMUNI INTERESSATI	17
6.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	18
6.2.1 Opere di adeguamento alla categoria C1	20
6.2.2 Opere di realizzazione tratto in variante alla categoria B.....	21
6.3 SPETTRI DI RISPOSTA.....	22

6.3.1	Opere di adeguamento alla categoria C1	22
6.3.2	Opere di realizzazione tratto in variante alla categoria B.....	25
7.	CRITERI DI PROGETTAZIONE ANTISISMICA.....	41
8.	PRINCIPALI CARATTERISTICHE DI APPOGGI E GIUNTI	42
8.1	GLI APPOGGI ISOLATORI PER I VIADOTTI CONTINUI	42
8.2	IL VINCOLAMENTO TRADIZIONALE SENZA ISOLATORI	43
8.3	GIUNTI DI DILATAZIONE	44

INDICE FIGURE

<i>Figura 1 – Stralcio della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 – Foglio 189 "Altamura"</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2 – Stralcio della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 – Foglio 201 "Matera"</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3 – Schema dei rapporti stratigrafici fra le formazioni</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4 – Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (INGV-DPC).....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 5 – Spettro di risposta Ponte Tratto C L=40 m da progr. 14+820.52 a progr. 14+860.52.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6 – Spettro di risposta Ponte Complanare Tratto C L=60 m da progr. 0+172.20.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 7 – Spettro di risposta Viadotto Tratto B da progr. 26+255 a progr. 26+465.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 8 – Spettro di risposta Viadotto Tratto B da progr. 30+575 a progr. 30+785.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 9 – Spettro di risposta Sottopasso Strada Poderale a progr. 11+122.55.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 10 – Spettro di risposta Sottopasso Strada Poderale a progr. 26+505</i>	<i>25</i>
<i>Figura 11 – Spettro di risposta Viadotto Serra Rifusa L=240 m da progr. 1+260 a progr. 1+500</i>	<i>25</i>
<i>Figura 12 – Spettro di risposta Viadotto lazzo Vecchio L=400 m da progr. 4+490 a progr. 4+890.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 13 – Spettro di risposta Viadotto La Martella L=240 m da progr. 5+980 a progr. 6+220</i>	<i>26</i>
<i>Figura 14 – Spettro di risposta Viadotto Papalione 1 L=160 m da progr. 6+503 a progr. 6+663</i>	<i>27</i>
<i>Figura 15 – Spettro di risposta Viadotto Papalione 2 L=320 m da progr. 7+395 a progr. 7+715</i>	<i>27</i>
<i>Figura 16 – Spettro di risposta Viadotto Vallone di Miglionico L=240 m da progr. 10+385 a progr. 10+625.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 17 – Spettro di risposta Ponte Del Duchino L=120 m da progr. 2+234.80 a progr. 2+354.80.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 18 – Spettro di risposta Ponte Torrente Gravina L=50 m da progr. 11+639 a progr. 11+689.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 19 – Spettro di risposta Ponte Veronica L=110 m da progr. 13+322.66 a progr. 13+432.66.....</i>	<i>29</i>

Figura 20 – Spettro di risposta Viadotto svincolo "Serra Paducci" rampe 2 e 8	30
Figura 21 – Spettro di risposta Viadotto svincolo "Matera Sud" rampa 3	30
Figura 22 – Spettro di risposta Viadotto svincolo "Appia" rampa 3	31
Figura 23 – Spettro di risposta Viadotto svincolo "Bradano" rampa 5	31
Figura 24 – Spettro di risposta Galleria Serra Rifusa da progr. 0+140 a progr. 0+700.....	32
Figura 25 – Spettro di risposta Galleria Chiatamura da progr. 2+950 a progr. 3+650.....	32
Figura 26 – Spettro di risposta Sottopasso Ferroviario svincolo "Serra Paducci".....	33
Figura 27 – Spettro di risposta Sottopasso rampa 9 svincolo "Serra Paducci".....	33
Figura 28 – Spettro di risposta Sottopasso rampe 7 e 9 svincolo "Serra Paducci".....	34
Figura 29 – Spettro di risposta Sottopasso Poderale a progr. 2+060.65.....	34
Figura 30 – Spettro di risposta Sottopasso Poderale a progr. 5+743.50.....	35
Figura 31 – Spettro di risposta Sottopasso Poderale a progr. 8+431.98.....	35
Figura 32 – Spettro di risposta Sottopasso Poderale a progr. 9+208.05.....	36
Figura 33 – Spettro di risposta Prolungamento Sottopasso Poderale a progr. 12+321.98.....	36
Figura 34 – Spettro di risposta Sovrappasso Strada Poderale a progr. 3+961.50.....	37
Figura 35 – Spettro di risposta Sovrappasso Strada Poderale a progr. 7+128.41.....	37
Figura 36 – Spettro di risposta Sovrappasso Strada Poderale a progr. 9+700.28.....	38
Figura 37 – Spettro di risposta Sovrappasso Strada Poderale km 11+440.10.....	38
Figura 38 – Spettro di risposta Sovrappasso Stradale a progr. 11+855.05.....	39
Figura 39 – Spettro di risposta Sovrappasso svincolo "Matera Ovest" rampa 2 a progr. 2+779.70.....	39
Figura 40 – Spettro di risposta Sovrappasso svincolo "Matera Sud" rampa 2 a progr. 6+829.80.....	40
Figura 41 – Dimezzamento della forza sismica con l'innalzamento del periodo di vibrazione oltre 1,5 sec	42
Figura 42 – Schema di vincolamento Ponte Del Duchino	44
Figura 43 – Schema di vincolamento Ponte Veronica	44
Figura 44 – Particolare giunti di dilatazione e impermeabilità in gomma armata.....	45

INDICE TABELLE

<i>Tabella 1 – Tabella riassuntiva parametri caratteristici medi.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 2 – Elenco dei comuni interessati e relative zone sismiche (macrozonazione).</i>	<i>18</i>
<i>Tabella 3 – Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II - DM 17.01.2018).....</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 4 – Categorie di sottosuolo Opere di adeguamento alla categoria C1.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabella 5 – Categorie di sottosuolo tratto in variante alla categoria B.....</i>	<i>21</i>

1. PREMESSA

La presente relazione presenta gli aspetti sismici legati alla progettazione degli interventi previsti all'interno del progetto di fattibilità tecnico economica "COLLEGAMENTO MEDIANO MURCIA-POLLINO, TRATTO GIOIA DEL COLLE – MATERA – FERRANDINA – PISTICCI BY PAS DI MATERA", in particolare per quanto attiene le opere di adeguamento alla categoria C1 definite dal "TRATTO A" da Gioia del Colle alla Circonvallazione di Santeramo - "TRATTO C", il "TRATTO B" che da quest'ultimo porta a Matera, nonché del tracciato in variante categoria B.

In particolare, si è proceduto ad illustrare la sismicità dell'area ed a fornire una caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione interessati dal tracciato con le seguenti finalità:

- macrozonazione sismica dell'area attraverso l'individuazione delle zone sismiche dei comuni attraversati dalla nuova infrastruttura stradale ai sensi dell'OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003 come recepite dal Delibera di Giunta Regionale della Regione Puglia n. 153 del 2 marzo 2004 e della Delibera del Consiglio Regionale Basilicata n. 731 del 19 novembre 2003 che approvano la nuova riclassificazione sismica dei territori regionali di riferimento;
- definire la categoria del suolo di fondazione lungo il tracciato ottenuta considerando i dati relativi alle indagini eseguite in questa fase progettuale;
- caratterizzare la pericolosità sismica dell'area mediante l'individuazione dei parametri a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno);
- definire per ogni opera i parametri spettrali che definiscono lo spettro di risposta elastico di riferimento in accelerazione $S_e(T)$, dai quali viene poi ricavato dal progettista lo spettro di progetto $S(T)$ caratteristico del tipo d'opera seguendo le modalità riportate nel D.M. 17 gennaio 2018.

Lo studio si basa sui risultati della campagna di indagini geognostiche realizzata nell'ambito del presente progetto di fattibilità tecnico economica.

In ultimo sono indicati i criteri di progettazione antisismica da utilizzare nelle successive fasi di progettazione nonché le principali caratteristiche prestazionali di appoggi e giunti.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOTECNICO E MORFOLOGICO DELLA ZONA INTERESSATA DALLE OPERE

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1.1 Opere di adeguamento alla categoria C1

La zona attraversata dai due tracciati stradali (tracciato A e tracciato B) ricade nel Foglio 189 “Altamura” della Carta geologica d’Italia in scala 1:100.000 (cfr. stralcio della carta in Fig.2).

La ricostruzione del modello geologico del sottosuolo (cfr. Relazione geologica) è avvenuta attraverso il rilevamento geologico dell’area e con l’ausilio dei risultati delle indagini geognostiche dirette eseguite per conto della committenza da parte della ditta Apogeo S.r.l. di Altamura.

Rimandando alla Relazione geologica per la descrizione di dettaglio della geologia della zona in esame, si riporta di seguito una sintesi dei caratteri lito-stratigrafici di detta zona.

Dall’esame della carta geologica si evince che le principali formazioni geologiche affioranti nella porzione del territorio in cui ricadono le opere in progetto sono le seguenti.

Calccare di Altamura

La successione del Calccare di Altamura affiora estesamente in tutto il quadrante SO del foglio 189 Altamura e rappresenta il substrato sedimentario su cui poggiano tutte le unità più recenti.

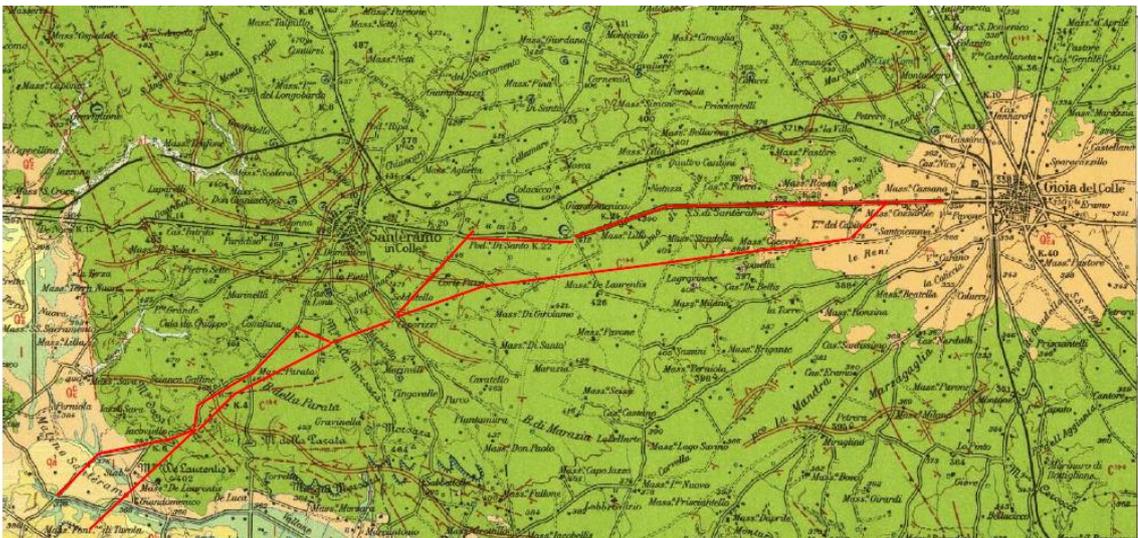


Figura 1 – Stralcio della Carta geologica d’Italia in scala 1:100.000 – Foglio 189 “Altamura”

Legenda: verde: Calccare delle Murge, beige: Calcarenite di Gravina

In generale il Calccare di Altamura è costituito da calcari microfossiliferi bianchi e grigio chiari, in strati di spessore decimetrico e metrico, con frequenti intercalazioni di calcari dolomitici e dolomie grigie. L’assetto generale degli strati calcarei è quello di una monoclinale, complicata da faglie e

pieghe, che immerge verso i quadranti meridionali. Lo spessore complessivo nell'area del foglio è di circa 470 m.

Tufi delle Murge

Altrimenti nota come Calcareniti di Gravina, affiorano in lembi più o meno estesi nelle zone più elevate del foglio. Lo spessore affiorante è molto variabile, da pochi decimetri fino ad alcune decine di metri.

Le facies tipiche della Calcarenite di Gravina sono costituite da calcareniti e calcilutiti lito-bioclasiche che, tranne eccezioni rappresentate da sedimenti siltoso-sabbiosi a luoghi presenti alla base, poggiano direttamente sui calcari cretaci. Normalmente la calcarenite è costituita da strati e banchi sub-orizzontali di calcareniti e calcilutiti bioclasiche e di calcari organogeni ad alghe calcaree, scarsamente cementati e porosi.

2.1.2 Opere di adeguamento alla categoria C1

La zona attraversata dai tracciati stradali ricade nel Foglio 201 "Matera" della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 e in piccola parte nel suddetto Foglio 189.

La ricostruzione del modello geologico del sottosuolo (cfr. Relazione geologica) è avvenuta attraverso il rilevamento geologico dell'area e con l'ausilio dei risultati delle indagini geognostiche dirette eseguite per conto della committenza da parte della ditta Apogeo S.r.l. di Altamura.

Rimandando alla Relazione geologica per la descrizione di dettaglio della geologia della zona in esame, si riporta di seguito una sintesi dei caratteri lito-stratigrafici di detta zona.

Dall'esame della carta geologica si evince che le principali formazioni geologiche affioranti nella porzione del territorio in cui ricadono le opere in progetto sono le seguenti.

Depositi recenti e attuali (af, a2)

Comprendono i depositi ciottolosi degli alvei fluviali, talora terrazzati (a2) della Fossa Bradanica e i depositi terroso-ciottolosi nell'alveo dei solchi delle Murge (af).

Alluvioni terrazzate (l, fl)

Trattasi di depositi prevalentemente ciottolosi (l) o siltosi con lenti di ciottoli e sabbie (fl) sui fianchi del torrente Gravina e dei suoi affluenti.

Argille calcigne (q1a)

Con le Sabbie dello Staturo (q1s) ed il Conglomerato di Irsina (q1cg) costituiscono i depositi non fossiliferi, alluvionali e fluvio-lacustri di chiusura del ciclo sedimentario calabriano. In particolare le argille calcigne sono costituite da un deposito siltoso con piccole concrezioni calcaree sparse nel limo.

Calcarenite di Monte Castiglione (Qccs)

Eteropica con le Sabbie di Monte Marano, affiora in una fascia limitata a NNE delle Murge di Altamura, Santeramo e Gioia del Colle. Giace normalmente sulle Argille di Gravina. Ha il tipico

aspetto della panchina ed è costituita da detrito calcareo, anche grossolano, di regola fortemente cementato da un cemento calcitico.

Sabbie di Monte Marano (Qcs)

Trattasi di sabbie calcareo-quarzose gialle con abbondanti fossili che chiude verso l'alto la serie marina della Fossa Bradanica.

Argille di Gravina (Qca)

Trattasi di argille di colore grigio-azzurro che fanno seguito in concordanza alle Calcareniti di Gravina.

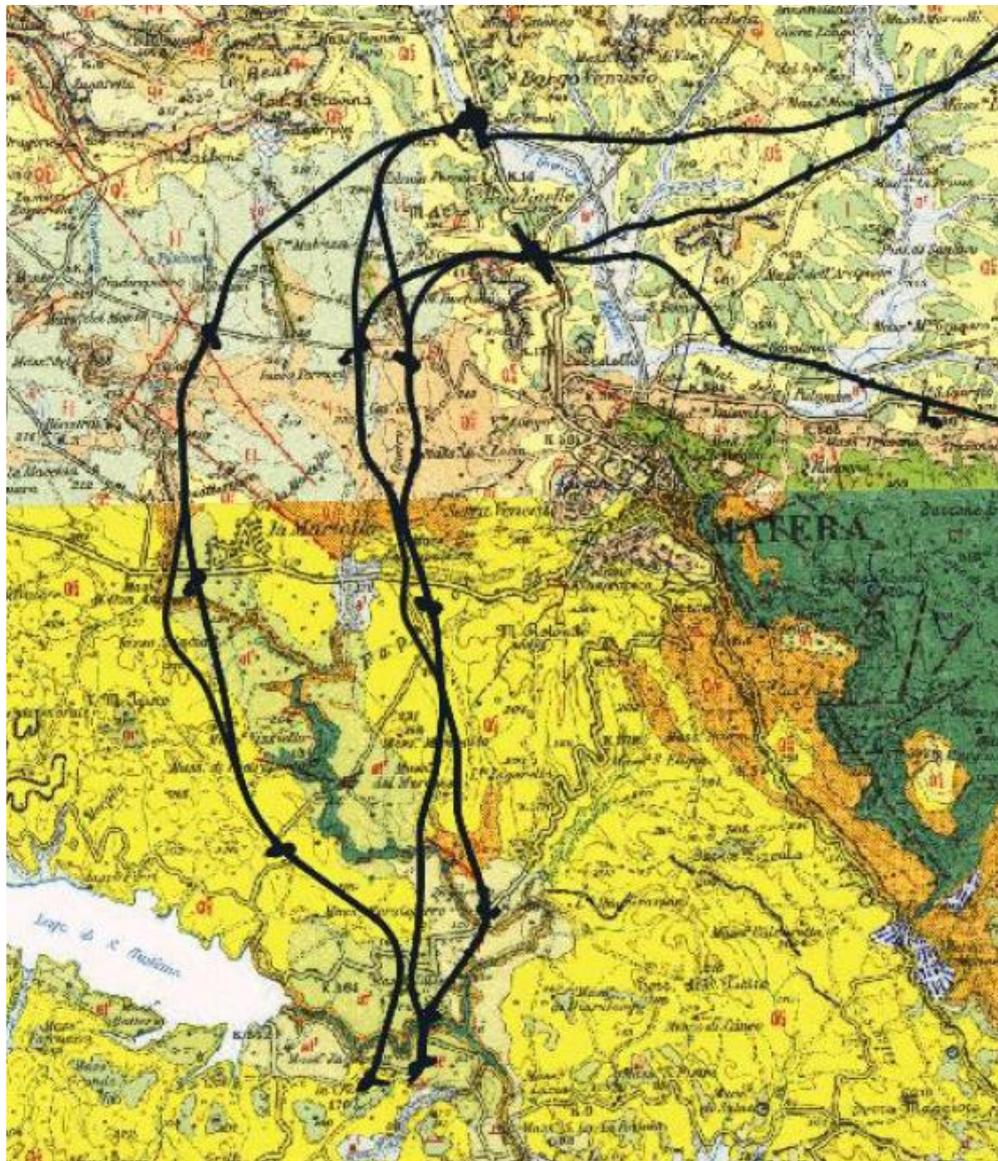


Figura 2 – Stralcio della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 – Foglio 201 "Matera"

Legenda litotipi terrosi: a2) depositi attuali e recenti terrazzati, l) depositi alluvionali terrazzati, q1a) argille calcigne, Q^{cs} Calcareniti di Monte Castiglione, Q^{cs} Sabbie di Monte Marano, Q^{ca} Argille di Gravina

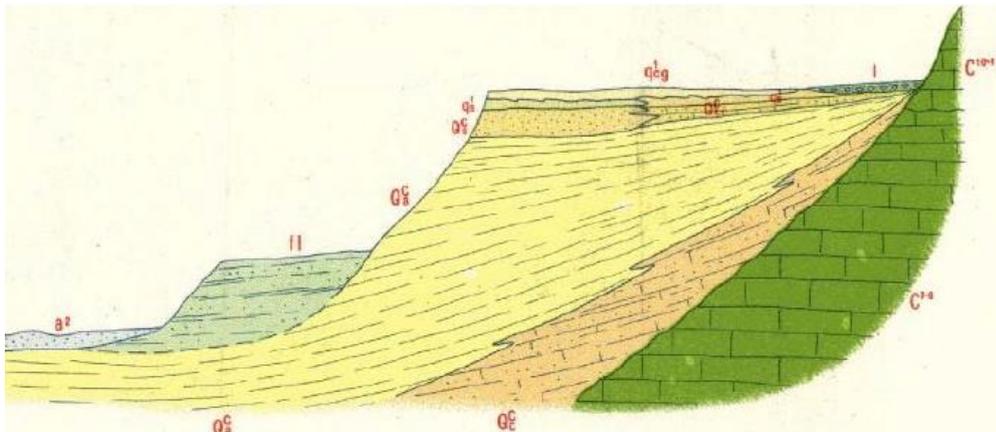


Figura 3 – Schema dei rapporti stratigrafici fra le formazioni

2.2 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

2.2.1 Opere di adeguamento alla categoria C1

Il tronco stradale in oggetto, come anticipato in premessa, impegna prevalentemente gli ammassi rocciosi costituiti dai Calcari di Altamura e dalle Calcareniti di Gravina.

Nel primo caso si è in presenza di un ammasso costituito da roccia calcareo-dolomitica in strati di spessore variabile da pochi centimetri al metro, separati da giunti di strato con apertura generalmente ridotta. La qualità della roccia è decisamente buona. Quella dell'ammasso è condizionata dalla frequenza dei giunti e dalle loro caratteristiche, nonché dalla presenza eventuale di terre rosse o altri materiali di riempimento ed, infine, dalla storia tettonica della zona. Comunque, il modello geotecnico può in generale essere assunto pari a un sistema monostrato di spessore molto elevato.

Nel caso dell'ammasso calcarenitico, esso si presenta in genere massivo o in strati di grande spessore, per cui il comportamento dell'ammasso è riconducibile al comportamento della roccia. Per quanto riguarda la qualità della roccia, essa varia da zona a zona in ragione del grado di diagenesi raggiunto. In ogni caso, anche la roccia calcarenitica più tenera presenta buone caratteristiche di resistenza meccanica.

I parametri geotecnici attribuibili a detti materiali, utilizzabili nei calcoli geotecnici, sono i seguenti:

- ammasso calcareo:

peso di volume: $\gamma_t > 23 \text{ kN/m}^3$

resistenza meccanica: $R_c > 30 \text{ MPa}$

modulo elastico tangente: $E_m > 32000 \text{ MPa}$

oppure

coesione equivalente: $c_{eq} = 270 \text{ kPa}$

angolo di attrito equivalente: $\Phi_{eq} = 32^\circ$

modulo elastico equivalente: $E_{eq} = 8 \text{ GPa}$.

- ammasso calcarenitico:

peso di volume: $\gamma_t > 13,5-22 \text{ kN/m}^3$

resistenza meccanica: $R_c > 1 \text{ MPa}$

modulo elastico tangente: $E_m > 110 \text{ MPa}$.

I terreni presenti lungo il percorso non sono suscettibili di liquefazione, Dal punto di vista normativo la presenza prevalente di litotipi competenti e l'assenza di falda permanente entro i 15 m dal pianocampagna portano ad omettere la verifica a liquefazione, in linea con le NTC 2018.

2.2.2 Opere di realizzazione tratto in variante alla categoria B

Il tratto in questione presenta in affioramento sia ammassi lapidei (Calcari delle Murge e Calcareniti di Gravina) che ammassi terrosi (Argille grigio-azzurre, ricoperti, in corrispondenza delle maggiori incisioni fluviali, da depositi alluvionali sabbioso-ghiaiosi in matrice limosa). Pertanto, il modello geotecnico del sottosuolo varierà da luogo a luogo: da un mezzo monostrato (ove affiorano direttamente le argille g.a. o i calcari del substrato) a un mezzo bistrato (depositi alluvionali/argille g.a. oppure calcareniti/calcari).

Per quanto riguarda i parametri geotecnici caratteristici dei terreni e delle rocce presenti lungo il tracciato in esame, i valori medi forniti dalle prove geotecniche di laboratorio sono riportati nella tabella seguente:

	Argille g.a.	Depositi alluvionali		Calcareniti	Calcari
		grossolani	fini		
Peso-volume γ_t (kN/mc)	20.10	21	19	17.70	25.5
Coesione c (kPa)	39				
Angolo attrito Φ	14.5°				
Coesione efficace c' (kPa)	26	0	0		270
Angolo attrito efficace Φ'	24°	35°	25°		32°
Resistenza monoassiale C_o (MPa)	----			5	100
Modulo elastico E (MPa)	> 55			400	8.000

Tabella 1 – Tabella riassuntiva parametri caratteristici medi

I terreni presenti lungo il percorso non sono suscettibili di liquefazione, Dal punto di vista normativo la presenza prevalente di litotipi competenti e l'assenza di falda permanente entro i 15 m dal piano campagna portano ad omettere la verifica a liquefazione, in linea con le NTC 2018.

L'intero tracciato ricade in aree classificabili come Categoria Topografica T1, che identifica superfici pianeggianti, eventualmente con pendii e rilievi isolati di pendenza media inferiore a 15°.

2.3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

2.3.1 Opere di adeguamento alla categoria C1

I caratteri morfologici sono collegati alla natura del substrato. I rilievi hanno forma prevalentemente tabulare, con sensibili ondulazioni. La superficie di abrasione creata dall'ingressione quaternaria è poco riconoscibile nel settore orientale del foglio, ma non più riconoscibile nelle Murge di Altamura, dove si raggiungono le quote più elevate.

L'intero tracciato ricade in aree classificabili come Categoria Topografica T1, che identifica superfici pianeggianti, eventualmente con pendii e rilievi isolati di pendenza media inferiore a 15°.

2.3.2 Opere di realizzazione tratto in variante alla categoria B

I caratteri morfologici sono collegati alla natura del substrato. I rilievi hanno forma prevalentemente tabulare, con sensibili ondulazioni. La superficie di abrasione creata dall'ingressione quaternaria è poco riconoscibile nel settore orientale del foglio, ma non più riconoscibile nelle Murge di Altamura, dove si raggiungono le quote più elevate.

Nei terreni della Fossa Bradanica la morfologia è collinare, con rilievi modesti, sommità generalmente piatte, corrispondenti a lembi della superficie del conglomerato pleistocenico.

L'intero tracciato ricade in aree classificabili come Categoria Topografica T1, che identifica superfici pianeggianti, eventualmente con pendii e rilievi isolati di pendenza media inferiore a 15°.

3. INDAGINI ESEGUITE

Nei primi mesi del 2020, a cura del raggruppamento temporaneo di professionisti, sull'intero percorso dei tracciati A, B e C, è stata condotta una campagna di indagini geognostiche molto articolata, eseguita dalla ditta Apogeo S.r.l. di Altamura.

Relativamente alla prima parte del tracciato categoria C1 compreso fra Gioia del Colle e lo svincolo Serra Paducci, sono state eseguite le seguenti indagini:

- n.8 prove pressiometriche in foro (S-A2, S-A4, S-A5, S-A12, S-A15, S-A16, S-A18, S-C10);
- n.4 prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH1÷3, DPSH10);
- n.12 prospezioni sismiche a rifrazione di superficie (RA1÷9, RA20, RA22, RA23,);
- n.16 prospezioni sismiche del tipo down-hole all'interno dei sondaggi (SA6÷SA8, SA10÷SA11, SA13, S-A17, S-A20÷S-A21, S-A24, S-A26÷SA28).

Relativamente al tracciato categoria B di Matera compreso fra lo svincolo Serra Paducci e lo svincolo Metaponto, sono state eseguite le seguenti indagini (cfr. Tavole P00_GE00_geo_PU06-PU08):

- n.7 prove pressiometriche in foro (S-A33, S-A35, S-A38, S-A39, S-A43, S-A47, S-A53);
- n.4 prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH04, DPSH06; DPSH11, DPSH12)
- n.14 prospezioni sismiche a rifrazione di superficie (R-A10÷R-A19, R-A24÷R-A27);
- n.9 prospezioni sismiche del tipo down-hole all'interno dei sondaggi (S-A34, S-A36, S-A37, S-A45, S-A48, -A54, S-A56, S-A58, S-A59).

4. RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI

D.M. LL. PP. 11.03.1988

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.

Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.

Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 11.03.1988

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.

O.P.C.M. 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”. Il riordino della normativa antisismica in Italia inizia con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 2003, che fornisce i primi elementi in materia di classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. È in questa Ordinanza che viene introdotta la classificazione dei terreni in base ai parametri Vs30, Nspt, Cu.

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018

Sicurezza (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Costruzioni in calcestruzzo (par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.

Circ. Min. n. 7 del 21.01.2019

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

5. DELIBERE REGIONALI AI FINI DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA

Con l'OPCM 3274 del 20 marzo 2003 sono stati forniti i primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica relativamente agli edifici, ai ponti ed alle opere di fondazione e sostegno dei terreni. Tale Ordinanza proponeva una nuova classificazione sismica del territorio nazionale, articolata in 4 zone. Le prime 3 zone corrispondevano, in relazione agli adempimenti previsti dalla Legge 64/74, alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), mentre la zona 4 era di nuova introduzione e per essa era data facoltà alle Regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

La Regione Puglia con la Delibera di Giunta Regionale n. 153 del 2 marzo 2004 ha recepito integralmente la classificazione delle zone sismiche del territorio regionale così come proposta dall'OPCM 3274/03. Inoltre, la Delibera ha stabilito che, sino a diversa determinazione, nel territorio pugliese classificato in zona sismica 4 l'obbligo della progettazione antisismica esiste esclusivamente per i nuovi edifici ed opere infrastrutturali, individuati quali strategici e rilevanti ai fini della protezione civile e dell'eventuale collasso degli stessi.

La Regione Basilicata ha recepito la normativa nazionale di classificazione sismica mediante la normativa regionale di classificazione sismica con delibera del Consiglio Regionale 731 del 19 novembre 2003. Con la L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 (pubblicata sul Bollettino Ufficiale n. 17 del 10 giugno 2011) e s.m.i., la Regione Basilicata ha inoltre definito le specifiche per gli studi di microzonazione sismica da effettuare sul territorio regionale e ha riclassificato il territorio regionale.

6. ZONE SISMICHE, CATEGORIE DEL SOTTOSUOLO E SPETTRI DI PROGETTO

6.1 SISMICITÀ NEI COMUNI INTERESSATI

Il progetto in oggetto riguarda la realizzazione di un Tronco A (Gioia del Colle - Matera) per il quale è previsto l'adeguamento delle attuali S.P. 235 ed S.P. 236 alla Cat. C1 (DM/2001), ed il tronco B (Tangenziale di Matera) per il quale è prevista la realizzazione di una strada di Cat. B (DM/2001).

Il territorio interessato dall'intervento riguarda le province di Bari (Regione Puglia) e Matera (Regione Basilicata). Per la provincia di Bari sono interessati i territori comunali di Gioia del Colle, Santeramo in Colle, Acquaviva delle Fonti (per la propaggine Sud di Acquaviva, che appare come una vera e propria enclave compresa fra i territori di Gioia del Colle e Santeramo e separata dal resto del territorio dalla Lama di spine).

Per la Regione Basilicata è interessato esclusivamente il territorio comunale della città di Matera e, per la parte terminale dell'intervento riconducibile al solo "Svincolo Metaponto", il territorio Comunale di Miglionico (MT).

Negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti normativi ed amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale. Con l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 2003 si stabiliscono i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova classificazione sismica dei comuni italiani, successivamente integrati e aggiornati dall'OPCM 3519/06. L'intero territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC. Gli intervalli di accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/06.

Tale classificazione è basata su un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro a_g secondo i limiti amministrativi (criterio "zona dipendente"). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale" dell'Italia, elaborata secondo l'OPCM del 28 aprile 2006, n. 3519. L'Allegato 1b di tale ordinanza presenta i valori di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni:

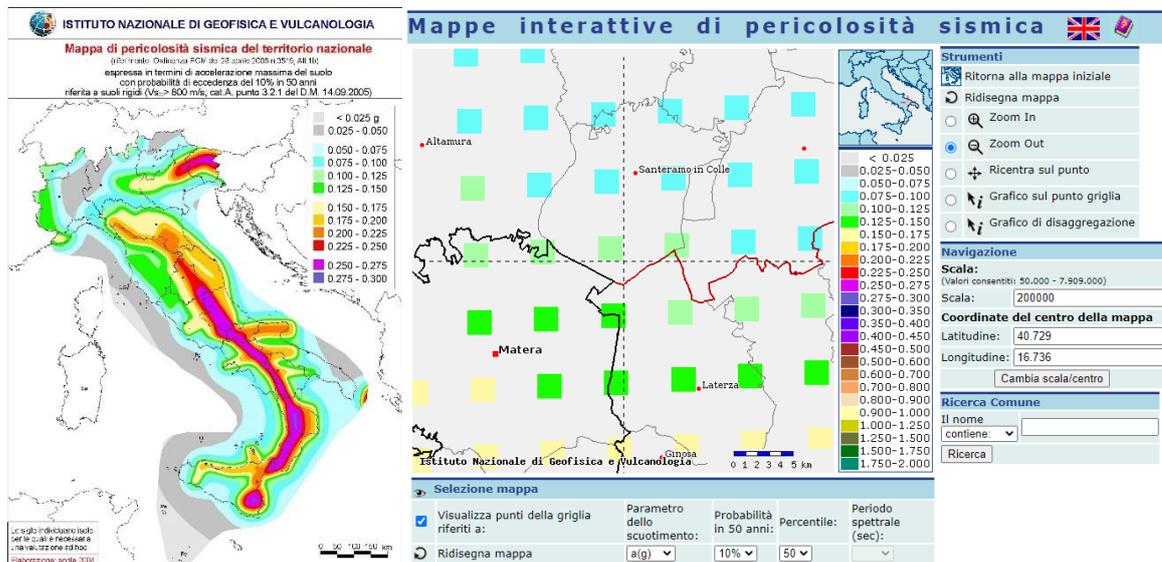


Figura 4 – Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (INGV-DPC)

Si riporta l'elenco dei comuni interessati dalla realizzazione dell'intervento con le relative zone sismiche (macrozonazione).

CODICE ISTAT	DENOMINAZIONE	ZONA ORDINANZA	CLASSIFICAZIONE REGIONALE
		3274/2003	
072021	Gioia del Colle Colle	3	3
072041	Santeramo in Colle	3	3
072001	Acquaviva delle Fonti	3	3
077014	Matera	3	3
077015	Miglionico	3	3

Tabella 2 – Elenco dei comuni interessati e relative zone sismiche (macrozonazione).

6.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

La normativa sismica italiana OPCM, così come il nuovo DM 17.01.2018 definiscono l'azione sismica di progetto, in assenza di analisi specifiche, sulla base della zona sismica di appartenenza del sito e la categoria sismica di suolo su cui sarà realizzata l'opera. La norma suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche, contraddistinte dal valore a_g dell'accelerazione di picco al suolo, normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità g . I valori convenzionali di a_g assegnati nelle 4 zone sismiche fanno riferimento all'accelerazione di picco in superficie per suolo di tipo A, cioè roccia affiorante o suolo omogeneo molto rigido (vedi successiva Tabella 3).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Anniassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3 – Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II - DM 17.01.2018)

In presenza di suoli di tipo B, C, D, E il moto sismico in superficie in genere risulta modificato rispetto al moto sismico al substrato roccioso, in funzione dell'intensità e del contenuto in frequenza dell'input sismico e delle caratteristiche geotecniche sismiche e dello spessore del suolo attraversato dalle onde sismiche per giungere in superficie.

In assenza di una specifica analisi di amplificazione sismica locale per il suolo in esame, per valutare l'accelerazione sismica spettrale in presenza di suoli di tipo B, C, D E la normativa introduce un fattore di amplificazione S e i periodi T che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice con smorzamento pari al 5%. La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio tra la superficie ed il substrato (roccia o terreno molto rigido, con $V_s > 800$ m/s).

I valori di V_S sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Di seguito il quadro sinottico delle singole opere puntuali con indicazione delle prove MASW, e relative Vs,eq come risultanti dalla campagna d'indagine eseguita dalla società Apogeo S.r.l..

6.2.1 Opere di adeguamento alla categoria C1

Opere d'arte maggiori						
Viadotti e ponti						
N.ord.	Descrizione	LAT	LONG	MASW	Vseq	Categoria sottosuolo
1	Ponte Tratto C L=40 m da progr. 14+820.52 a progr. 14+860.52	40,7721	16,7471	S-A11-DH	568	B
2	Ponte Complanare Tratto C L=60 m da progr. 0+172.20	40,7713	16,7461	S-A11-DH	568	B
3	Viadotto Tratto B da progr. 25+935 a progr. 26+535	40,7135	16,6459	S-A21-DH	218	C
4	Viadotto Tratto B da progr. 30+415 a progr. 31+185	40,7033	16,5980	S-A26-DH	198	C
Opere d'arte minori						
Sottopassi						
N.ord.	Descrizione	LAT	LONG	MASW	Vseq	Categoria sottosuolo
5	Sottopasso Strada Poderale a progr. 11+122.55	40,7860	16,7809	S-A7-DH	556	B
6	Sottopasso Strada Poderale a progr. 26+505	40,7122	16,6448	S-A21-DH	218	C

Tabella 4 – Categorie di sottosuolo Opere di adeguamento alla categoria C1

L'intero tracciato stradale sottoposto agli interventi di adeguamento alla categoria C1 e le relative opere puntuali sorgono su terreni di Categoria B o C. In dettaglio si riportano i vari tracciati del tratto in adeguamento:

Tratto A	dalla progr. 0+000 alla progr. 10+300,520	Categoria sottosuolo B
Tratto C	dalla progr. 10+300,520 alla progr. 15+371,650	Categoria sottosuolo B
Tratto B	dalla progr. 15+371,650 alla progr. 19+800	Categoria sottosuolo B
Tratto B	dalla progr. 19+800 alla progr. 31+510,630	Categoria sottosuolo C

In corrispondenza dello svincolo Serra Paducci, punto termianle delle opere di adeguamento alla categoria C1 e di inizio delle opere di realizzazione tratto in variante alla categoria B, di cui al successivo paragrafo, le opere sorgono su Cterreni ricadenti in Categoria di sottosuolo C.

6.2.2 Opere di realizzazione tratto in variante alla categoria B

Opere d'arte maggiori						
Viadotti e ponti						
N.ord.	Descrizione	LAT	LONG	MASW	Vseq	Categoria sottosuolo
7	Viadotto Serra Rifusa L=240 m da progr. 1+260 a progr. 1+500	40,6985	16,5664	S-A28-DH	193	C
8	Viadotto lazzo Vecchio L=400 m da progr. 4+490 a progr. 4+890	40,6727	16,5603	S-A37-DH	261	C
9	Viadotto La Martella L=240 m da progr. 5+980 a progr. 6+220	40,6613	16,5564	S-A45-DH	226	C
10	Viadotto Papalione 1 L=160 m da progr. 6+503 a progr. 6+663	40,6573	16,5677	S-A45-DH	226	C
11	Viadotto Papalione 2 L=320 m da progr. 7+395 a progr. 7+715	40,6481	16,5697	S-A48-DH	218	C
12	Viadotto Vallone di Miglionico L=240 m da progr. 10+385 a progr. 10+625	40,623	16,5789	S-A54-DH	266	C
13	Ponte Del Duchino L=120 m da progr. 2+234.80 a progr. 2+354.80	40,6938	16,5586	S-A34-DH	259	C
14	Ponte Torrente Gravina L=50 m da progr. 11+639 a progr. 11+689	40,6122	16,5752	S-A56-DH	436	B
15	Ponte Veronica L=110 m da progr. 13+322.66 a progr. 13+432.66	40,5987	16,566	S-A59-DH	656	B
16	Viadotto svincolo "Serra Paducci" rampa 2	40,7012	16,5869	S-A28-DH	193	C
17	Viadotto svincolo "Serra Paducci" rampa 8	40,7012	16,5869	S-A28-DH	193	C
18	Viadotto svincolo "Matera Sud" rampa 3	40,6565	16,5674	S-A45-DH	226	C
19	Viadotto svincolo "Appia" rampa 3	40,6155	16,5766	S-A54-DH	266	C
20	Viadotto svincolo "Bradano" rampa 5	40,6021	16,5665	S-A58-DH	256	C
Gallerie artificiali						
N.ord.	Descrizione	LAT	LONG	MASW	Vseq	Categoria sottosuolo
21	Galleria Serra Rifusa da progr. 0+140 a progr. 0+700	40,7015	16,5781	S-A28-DH	193	C
22	Galleria Chiatamura da progr. 2+950 a progr. 3+650	40,6839	16,5566	S-A34-DH	259	C
Opere d'arte minori						
Sottopassi						
N.ord.	Descrizione	LAT	LONG	MASW	Vseq	Categoria sottosuolo
23	Sottopasso Ferroviario svincolo "Serra Paducci"	40,7005	16,5844	S-A28-DH	193	C
24	Sottopasso rampa 9 svincolo "Serra Paducci"	40,7007	16,5851	S-A28-DH	193	C
25	Sottopasso rampe 7 e 9 svincolo "Serra Paducci"	40,7012	16,5869	S-A28-DH	193	C
26	Sottopasso Poderale a progr. 2+060.65	40,6954	16,5605	S-A34-DH	259	C
27	Sottopasso Poderale a progr. 5+743.50	40,6645	16,5648	S-A45-DH	226	C
28	Sottopasso Poderale a progr. 8+431.98	40,6404	16,5711	S-A48-DH	218	C
29	Sottopasso Poderale a progr. 9+208.05	40,6342	16,5725	S-A54-DH	266	C
30	Prolungamento Sottopasso Poderale a progr. 12+321.98	40,6073	16,5707	S-A56-DH	436	B
Sovrappassi						
N.ord.	Descrizione	LAT	LONG	MASW	Vseq	Categoria sottosuolo
31	Sovrappasso Strada Poderale a progr. 3+961.50	40,6788	16,5577	S-A36-DH	248	C
32	Sovrappasso Strada Poderale a progr. 7+128.41	40,652	16,5695	S-A45-DH	226	C
33	Sovrappasso Strada Poderale a progr. 9+700.28	40,6291	16,5719	S-A54-DH	266	C
34	Sovrappasso Strada Poderale a progr. 11+440.10	40,6138	16,5765	S-A54-DH	266	C
35	Sovrappasso Stradale a progr. 11+855.05	40,6107	16,5739	S-A56-DH	436	B
36	Sovrappasso svincolo "Matera Ovest" rampa 2 a progr. 2+779.70	40,6894	16,5532	S-A34-DH	259	C
37	Sovrappasso svincolo "Matera Sud" rampa 2 a progr. 6+829.80	40,6565	16,5674	S-A45-DH	226	C

Tabella 5 – Categorie di sottosuolo tratto in variante alla categoria B

L'intero tracciato stradale in variante appartenente alla categoria B e le relative opere puntuali sorgono su terreni di Categoria B o C. Si riportano i vari tracciati del tratto considerato:

Tratto A	dalla progr. 0+000 alla progr. 11+600	Categoria sottosuolo C
Tratto B	dalla progr. 11+600 alla progr. 12+440	Categoria sottosuolo B

Tratto C	dalla progr. 12+440 alla progr. 13+080	Categoria sottosuolo C
Tratto D	dalla progr. 13+080 alla progr. 13+565,560	Categoria sottosuolo B

6.3 SPETTRI DI RISPOSTA

Sono di seguito fornite le caratteristiche spettrali per tutti gli stati limite di verifica e cioè:

- SLO – Stato limite di operatività
- SLD – Stato limite di danno
- SLV – Stato limite di salvaguardia della vita
- SLC – Stato limite di collasso

Nelle verifiche delle opere fuori terra sono stati assunti i seguenti parametri sismici:

- Vita nominale dell'opera 50 anni;
- Classe d'uso dell'opera IV;
- Smorzamento viscoso $\zeta = 5\%$, quindi parametro $\eta = 1,0$
- Condizioni topografiche T1.

In dipendenza del tipo di opere verificate e della categoria di suolo ad essa associata, sono stati adottati gli spettri di accelerazione di norma così come di seguito riportato.

Il valore di q utilizzato per la componente verticale dell'azione sismica allo SLV è $q = 1,5$ per qualunque tipologia strutturale e di materiale, tranne che per i ponti per i quali si assume è $q = 1$.

6.3.1 Opere di adeguamento alla categoria C1

OPERE D'ARTE MAGGIORI

Ponte Tratto C L=40 m da progr. 14+820.52 a progr. 14+860.52 (Categoria sottosuolo B)

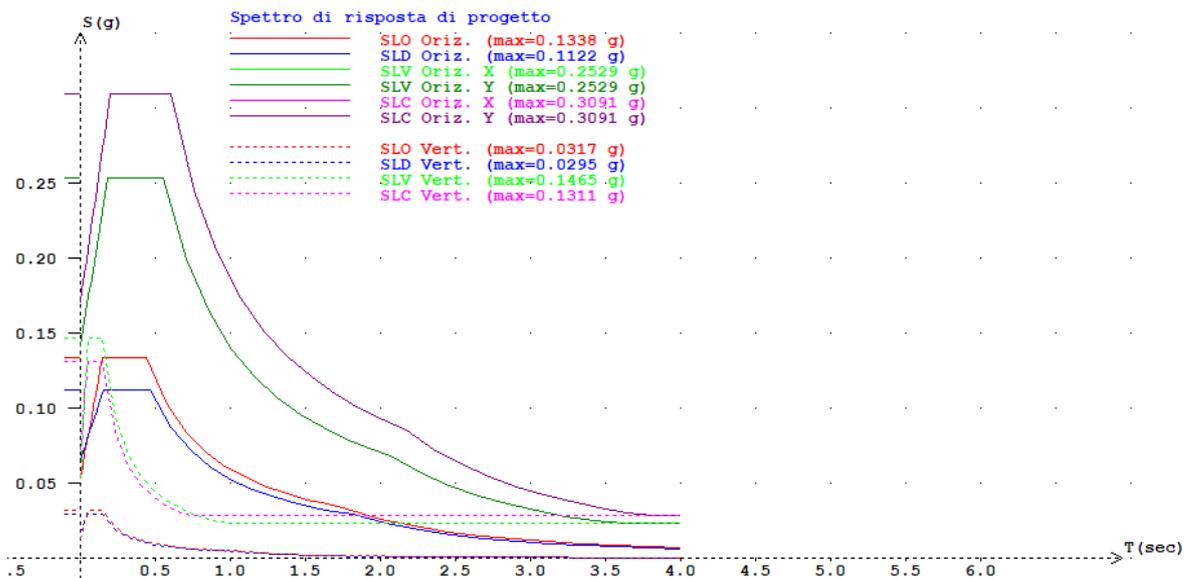


Figura 5 – Spettro di risposta Ponte Tratto C L=40 m da progr. 14+820.52 a progr. 14+860.52

Ponte Complanare Tratto C L=60 m da progr. 0+172.20 (Categoria sottosuolo B)

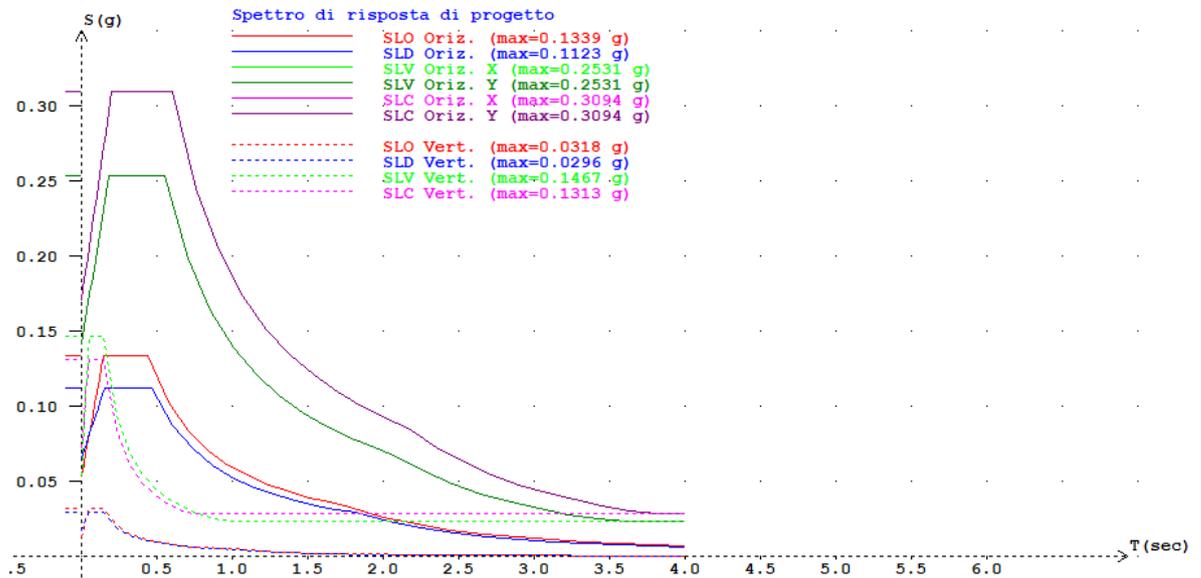


Figura 6 – Spettro di risposta Ponte Complanare Tratto C L=60 m da progr. 0+172.20

Viadotto Tratto B da progr. 25+935 a progr. 26+535 (Categoria sottosuolo C)

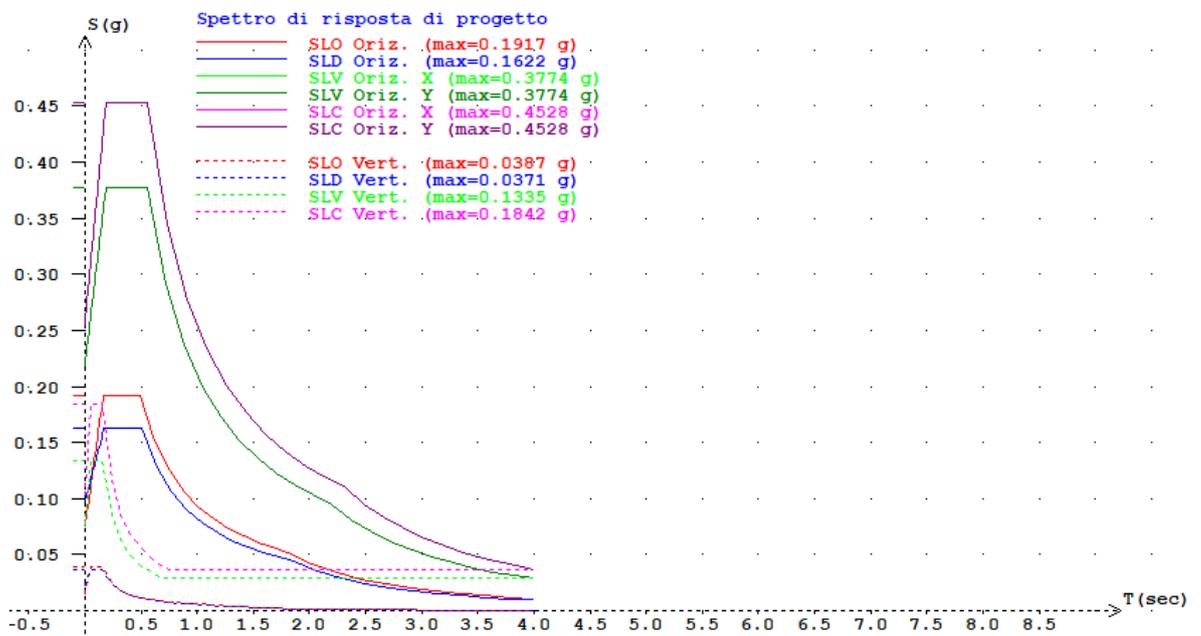


Figura 7 – Spettro di risposta Viadotto Tratto B da progr. 25+935 a progr. 26+535

Viadotto Tratto B da progr. 30+415 a progr. 31+185 (Categoria sottosuolo C)

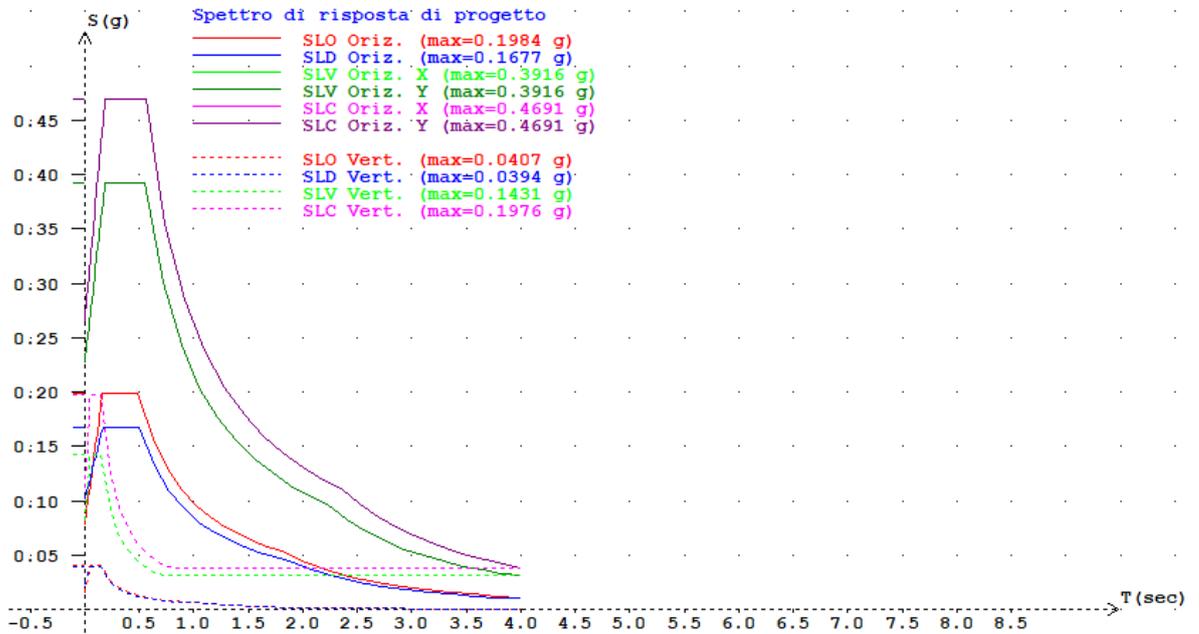


Figura 8 – Spettro di risposta Viadotto Tratto B da progr. 30+415 a progr. 31+185

OPERE D'ARTE MINORI

Sottopasso Strada Poderale a progr. 11+122.55 (Categoria sottosuolo B)

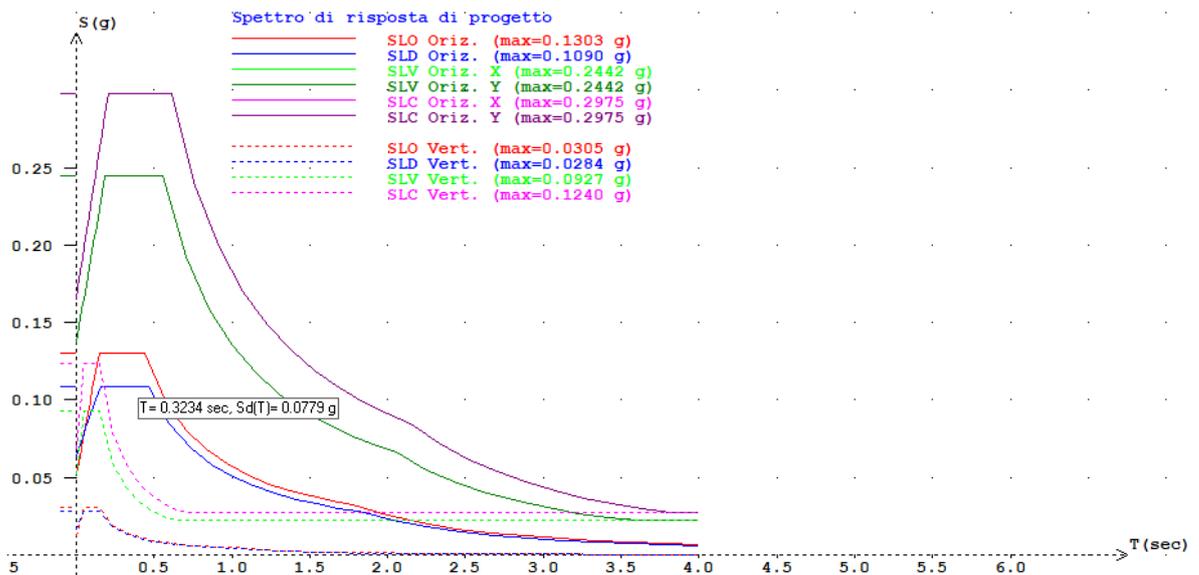


Figura 9 – Spettro di risposta Sottopasso Strada Poderale a progr. 11+122.55

Sottopasso Strada Poderale a progr. 26+505 (Categoria sottosuolo C)

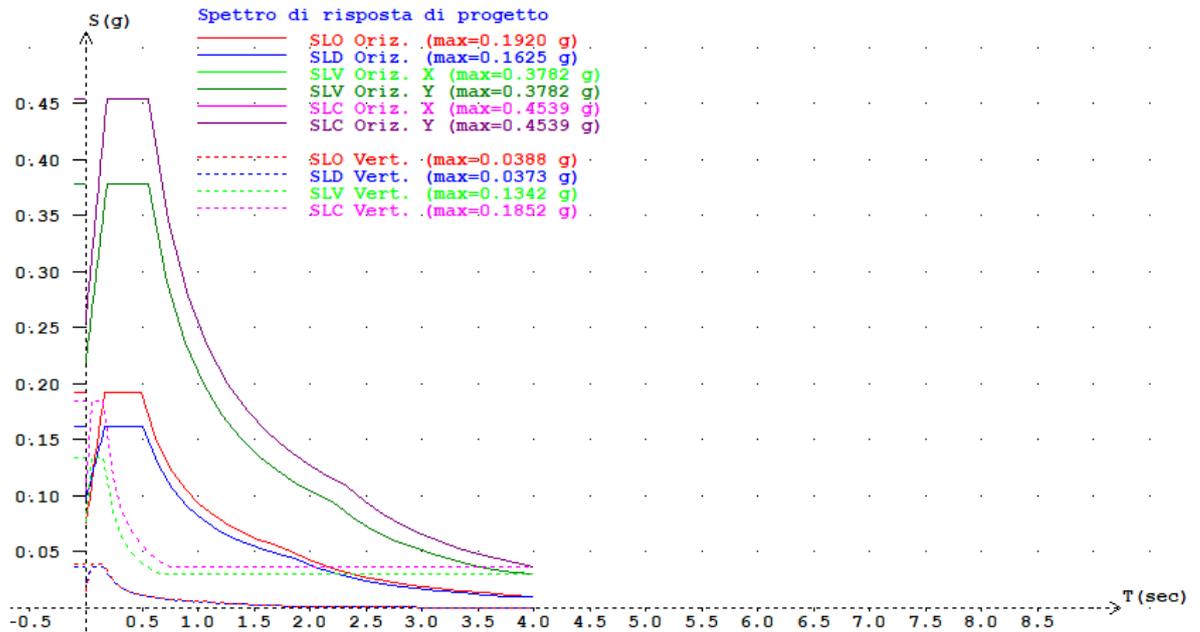


Figura 10 – Spettro di risposta Sottopasso Strada Poderale a progr. 26+505

6.3.2 Opere di realizzazione tratto in variante alla categoria B

OPERE D'ARTE MAGGIORI

Viadotto Serra Rifusa L=240 m da progr. 1+260 a progr. 1+500 (Categoria sottosuolo C)

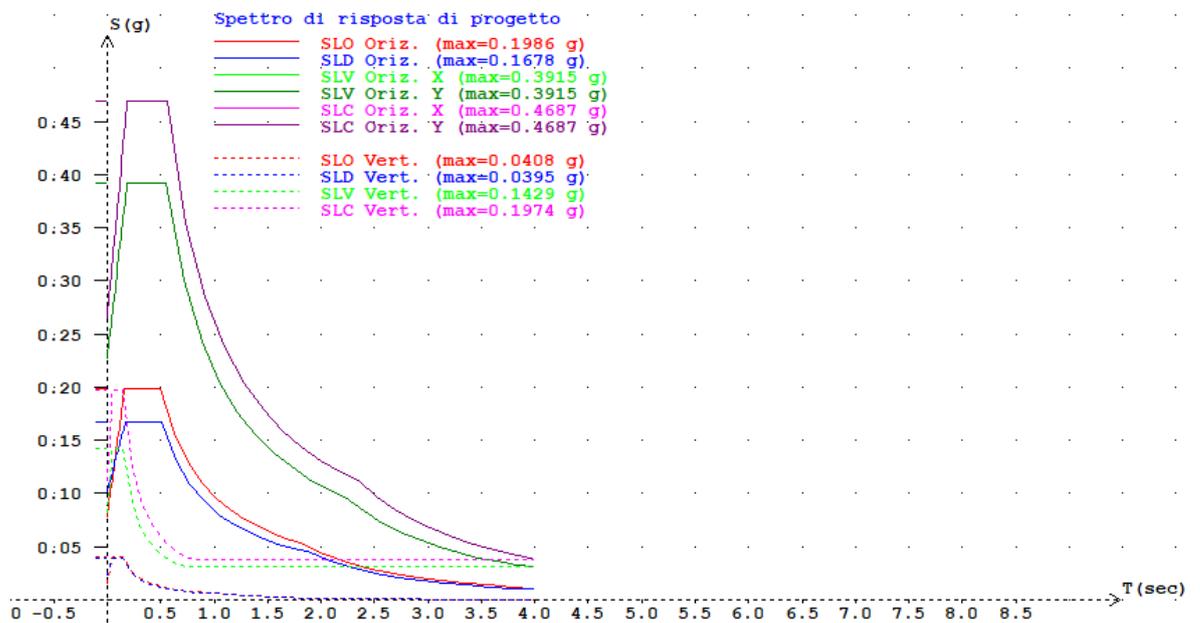


Figura 11 – Spettro di risposta Viadotto Serra Rifusa L=240 m da progr. 1+260 a progr. 1+500

Viadotto lazzo Vecchio L=400 m da progr. 4+490 a progr. 4+890 (Categoria sottosuolo C)

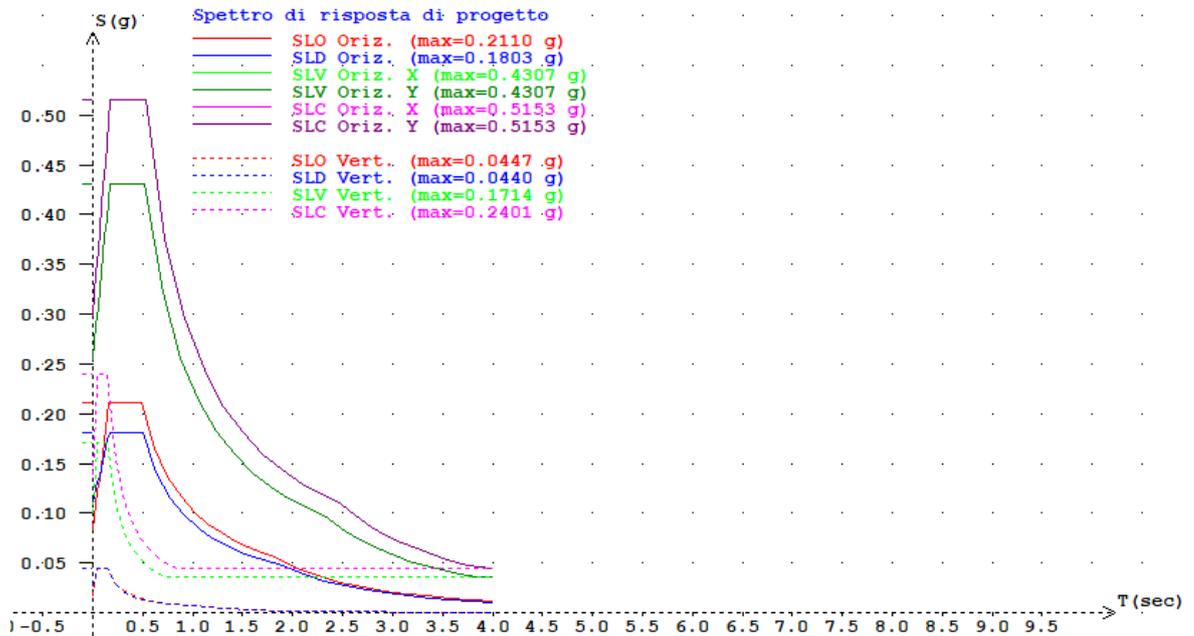


Figura 12 – Spettro di risposta Viadotto lazzo Vecchio L=400 m da progr. 4+490 a progr. 4+890

Viadotto La Martella L=240 m da progr. 5+980 a progr. 6+220 (Categoria sottosuolo C)

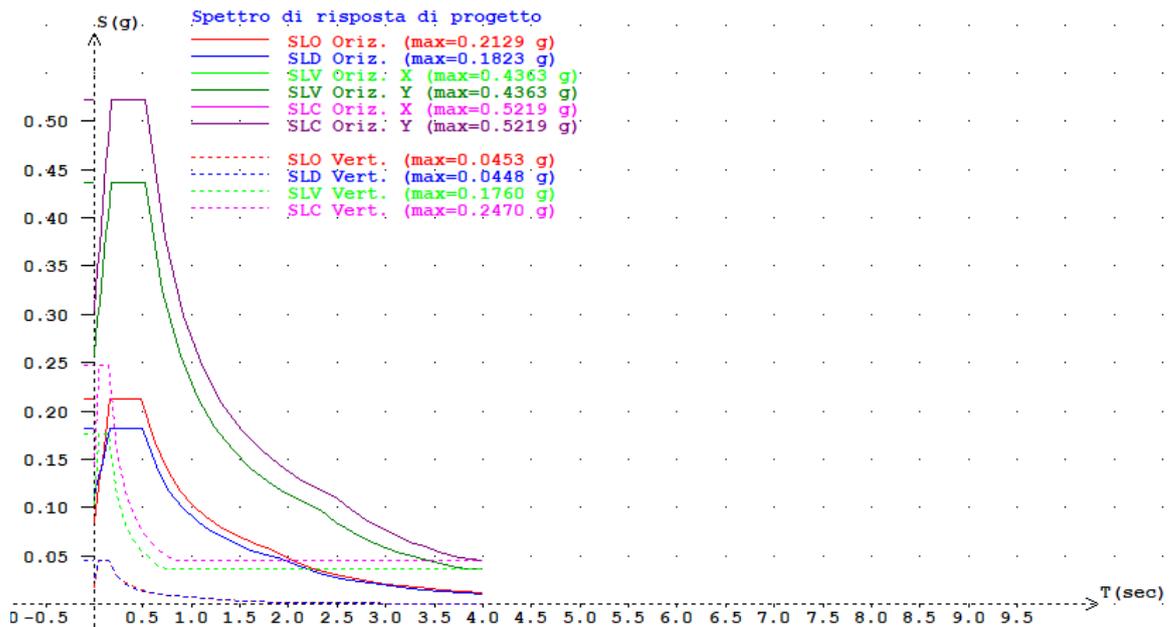


Figura 13 – Spettro di risposta Viadotto La Martella L=240 m da progr. 5+980 a progr. 6+220

Viadotto Papalione 1 L=160 m da progr. 6+503 a progr. 6+663 (Categoria sottosuolo C)

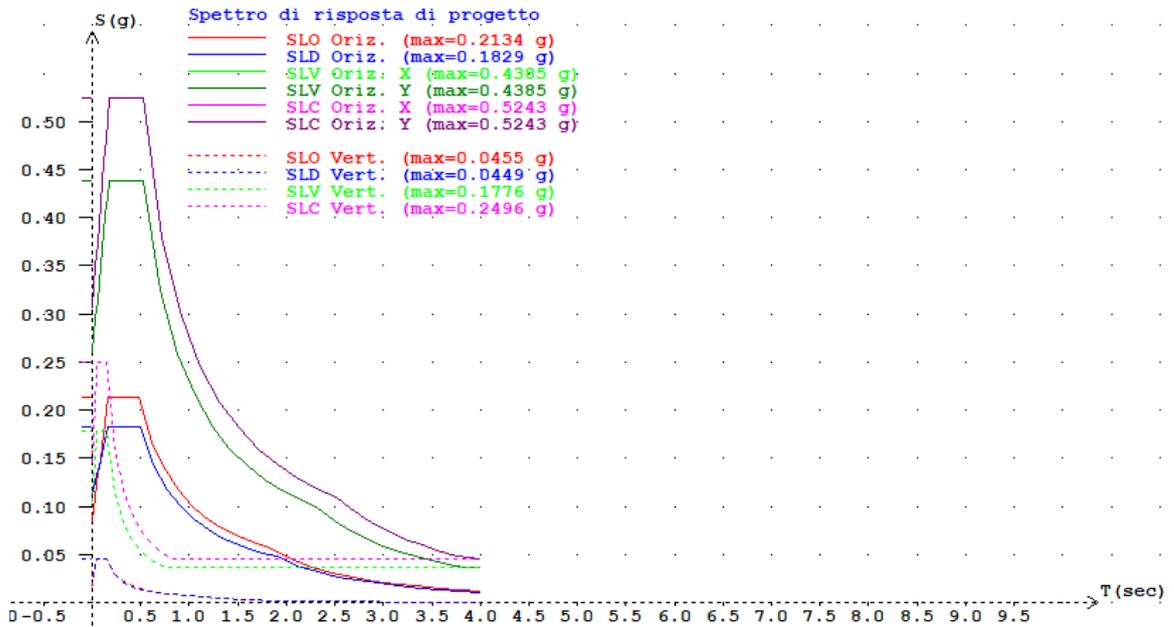


Figura 14 – Spettro di risposta Viadotto Papalione 1 L=160 m da progr. 6+503 a progr. 6+663

Viadotto Papalione 2 L=320 m da progr. 7+395 a progr. 7+715 (Categoria sottosuolo C)

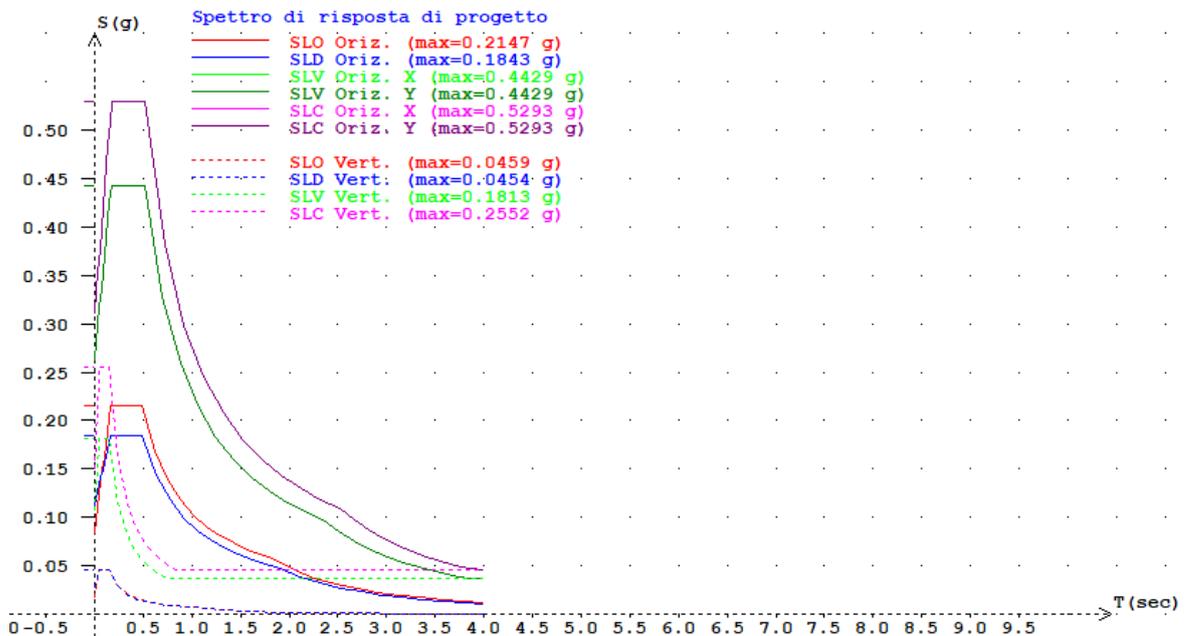


Figura 15 – Spettro di risposta Viadotto Papalione 2 L=320 m da progr. 7+395 a progr. 7+715

Viadotto Vallone di Miglionico L=240 m da progr. 10+385 a progr. 10+625 (Categoria sottosuolo

C)

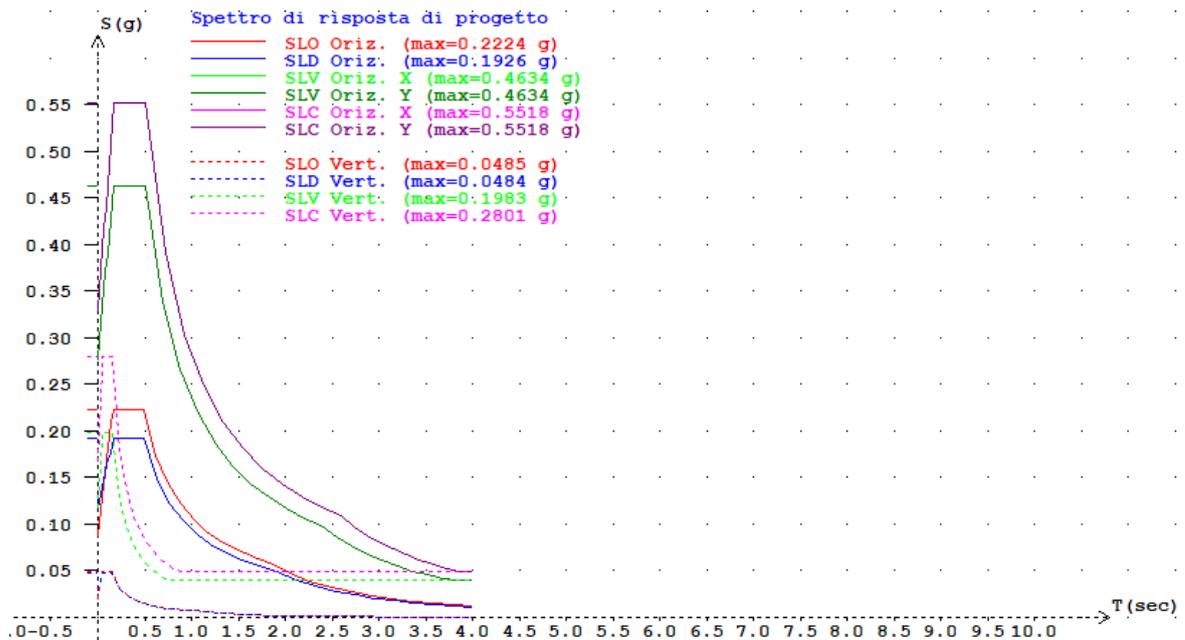


Figura 16 – Spettro di risposta Viadotto Vallone di Miglionico L=240 m da progr. 10+385 a progr. 10+625

Ponte Del Duchino L=120 m da progr. 2+234.80 a progr. 2+354.80 (Categoria sottosuolo C)

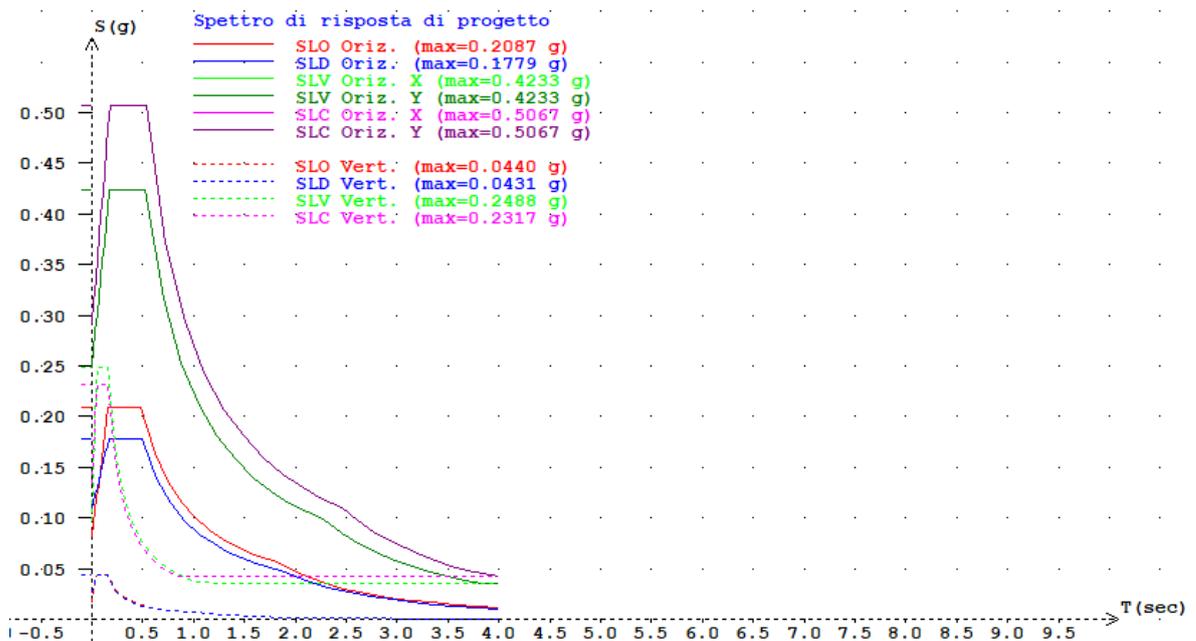


Figura 17 – Spettro di risposta Ponte Del Duchino L=120 m da progr. 2+234.80 a progr. 2+354.80

Ponte Torrente Gravina L=50 m da progr. 11+639 a progr. 11+689 (Categoria sottosuolo B)

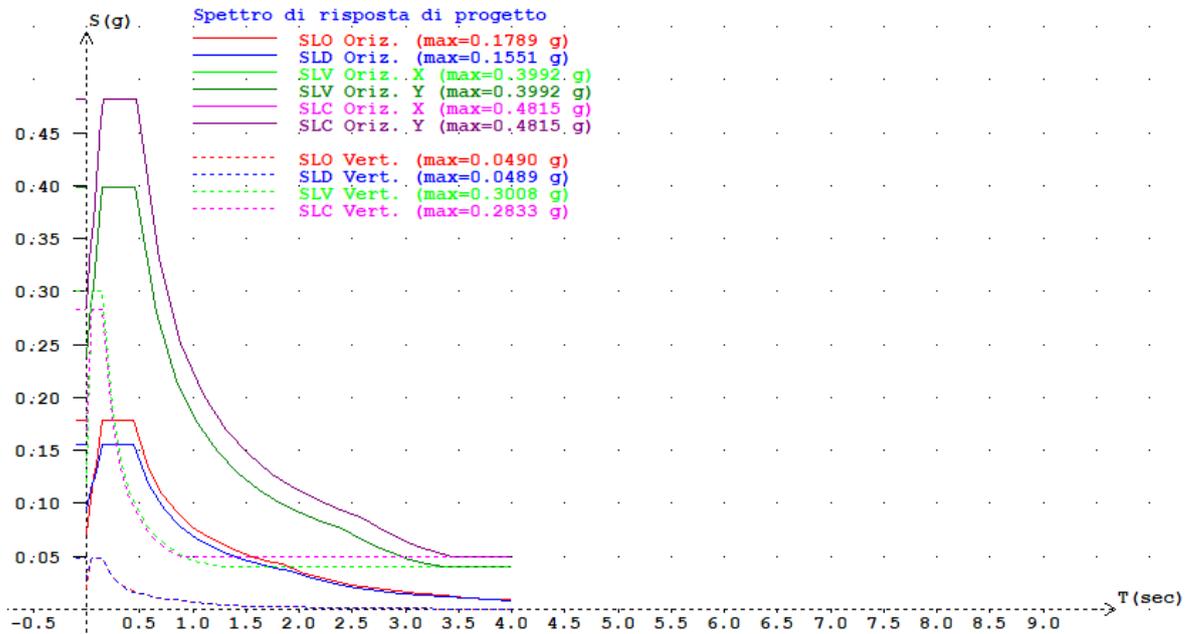


Figura 18 – Spettro di risposta Ponte Torrente Gravina L=50 m da progr. 11+639 a progr. 11+689

Ponte Veronica L=110 m da progr. 13+322.66 a progr. 13+432.66 (Categoria sottosuolo B)

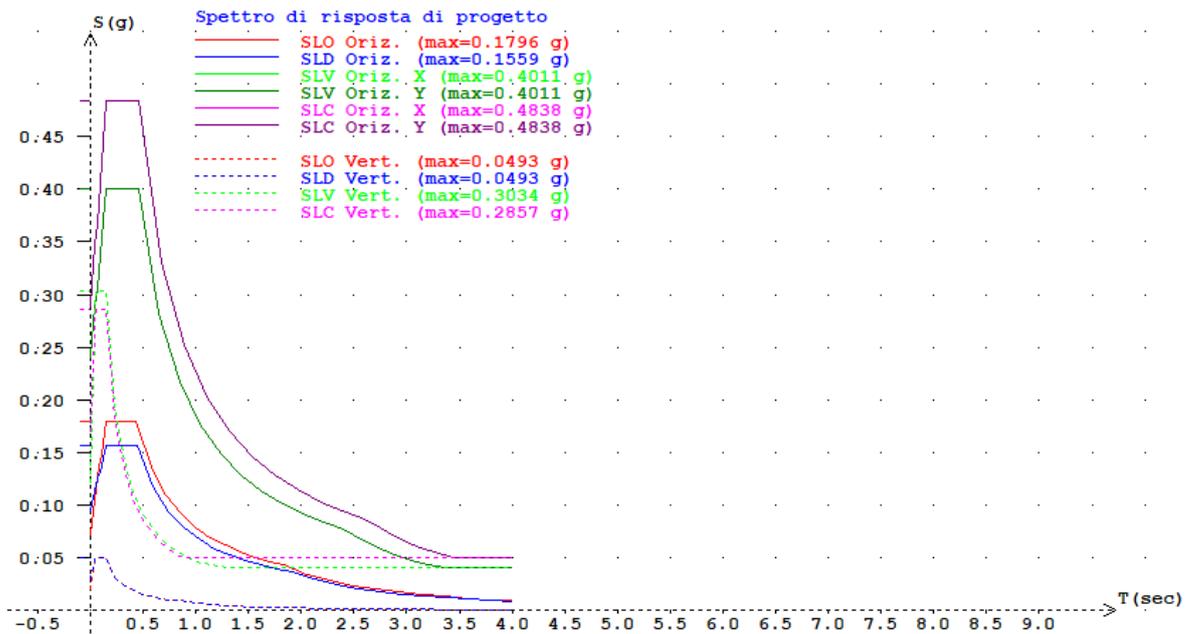


Figura 19 – Spettro di risposta Ponte Veronica L=110 m da progr. 13+322.66 a progr. 13+432.66

Viadotto svincolo "Serra Paducci" rampa 2 (Categoria sottosuolo C)

Viadotto svincolo "Serra Paducci" rampa 8 (Categoria sottosuolo C)

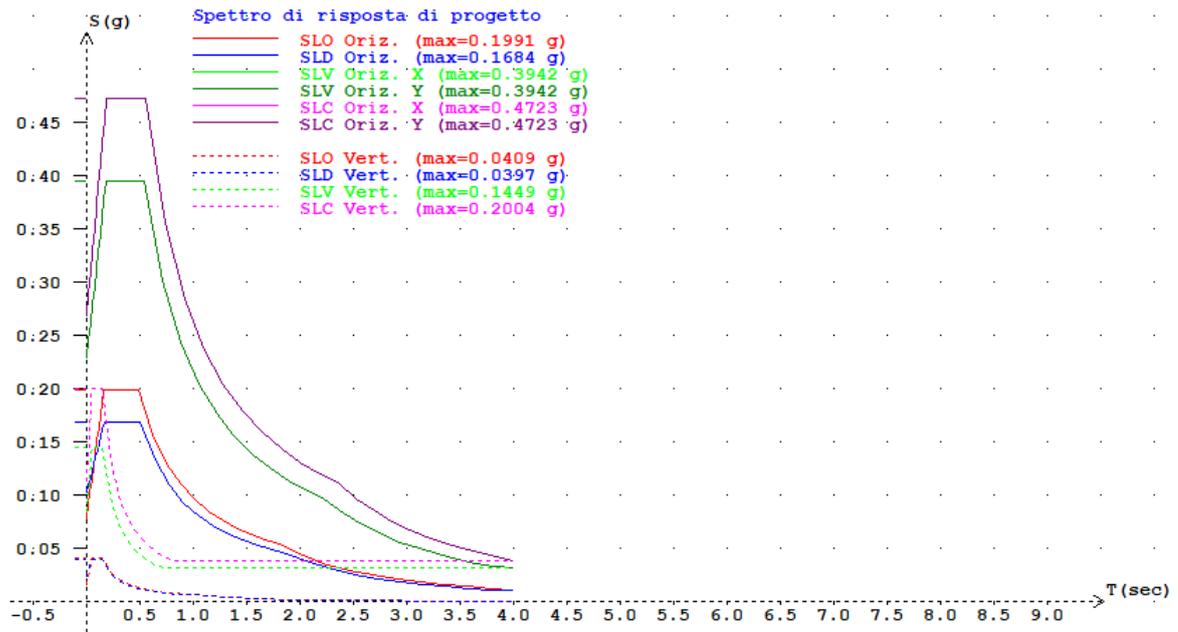


Figura 20 – Spettro di risposta Viadotto svincolo "Serra Paducci" rampe 2 e 8

Viadotto svincolo "Matera Sud" rampa 3 (Categoria sottosuolo C)

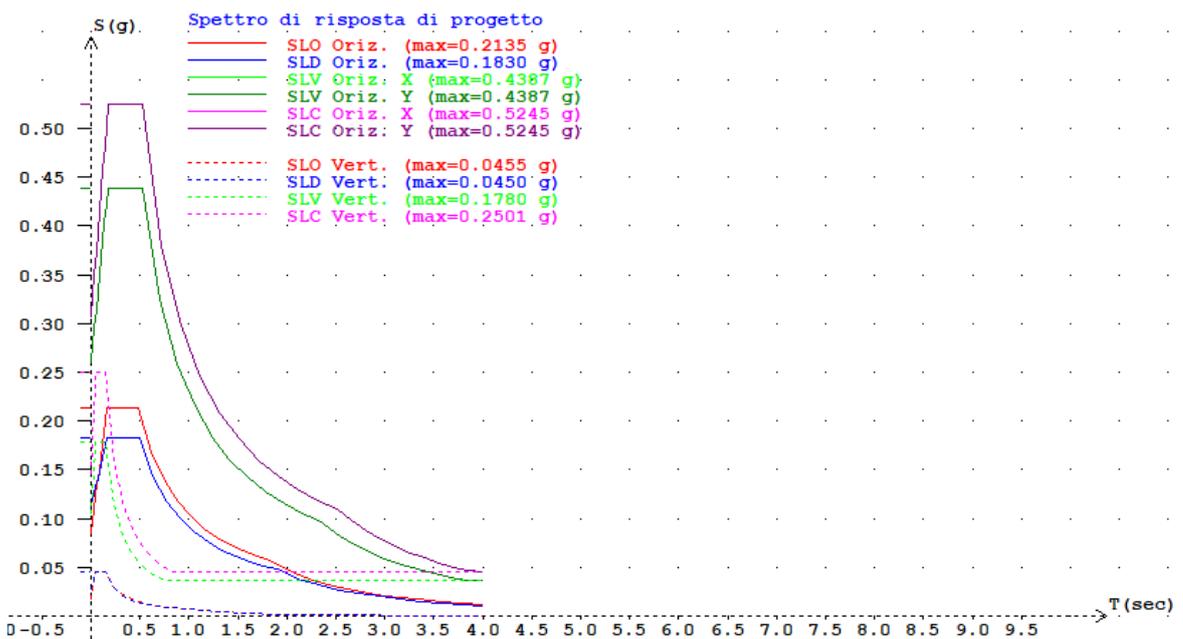


Figura 21 – Spettro di risposta Viadotto svincolo "Matera Sud" rampa 3

Viadotto svincolo "Appia" rampa 3 (Categoria sottosuolo C)

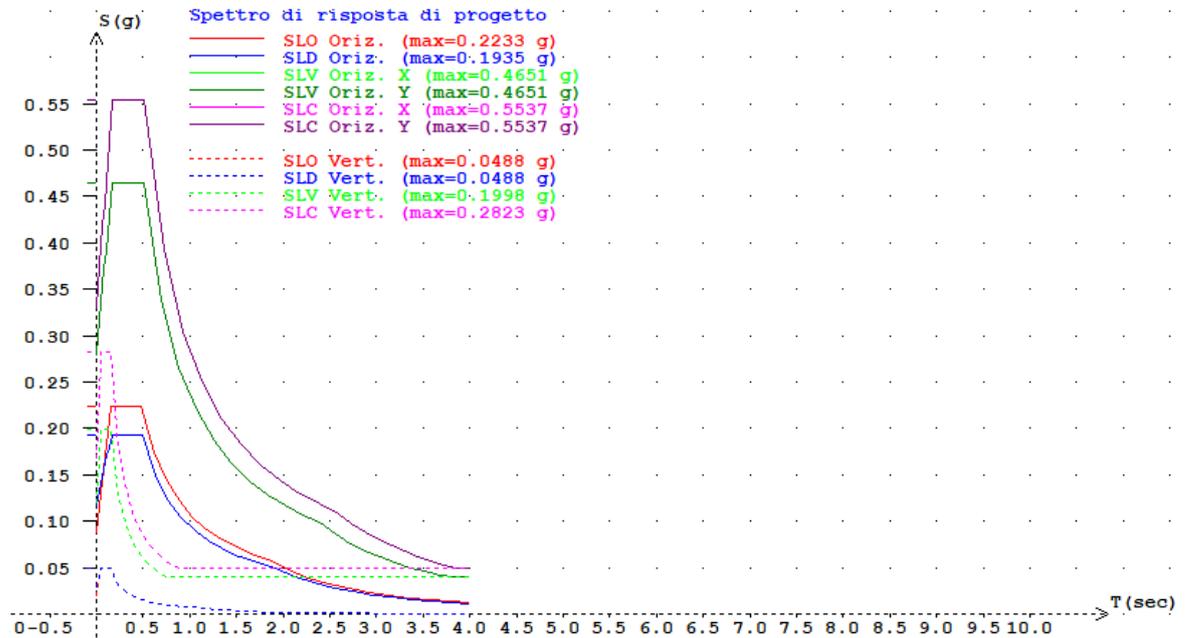


Figura 22 – Spettro di risposta Viadotto svincolo "Appia" rampa 3

Viadotto svincolo "Bradano" rampa 5 (Categoria sottosuolo C)

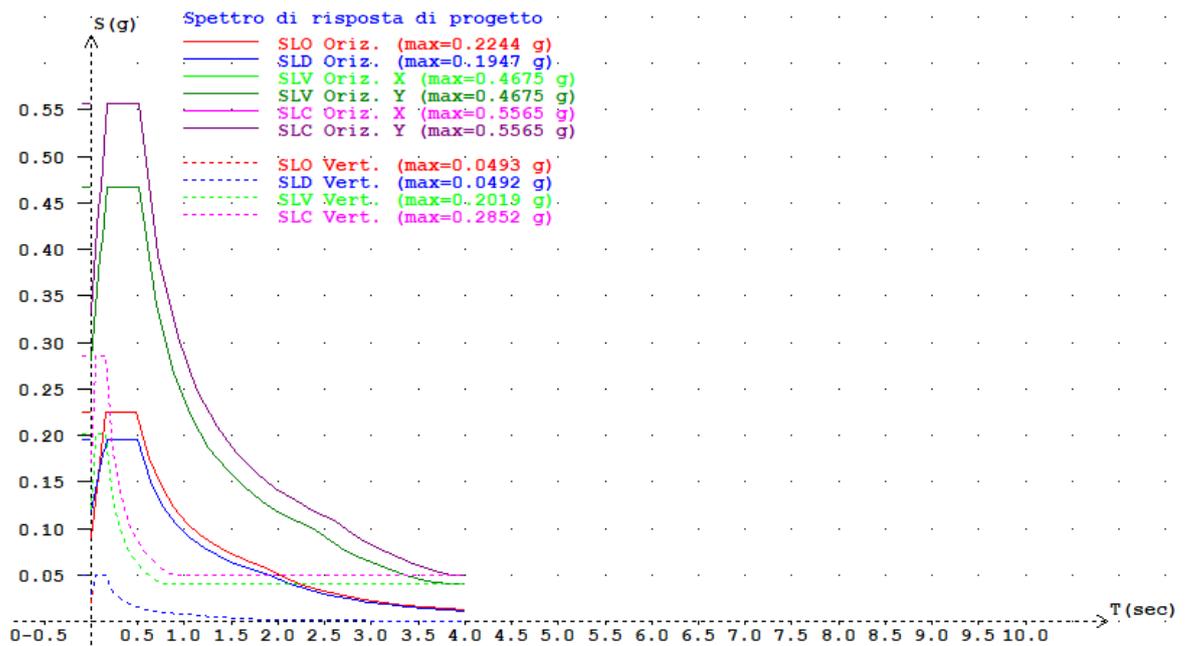


Figura 23 – Spettro di risposta Viadotto svincolo "Bradano" rampa 5

GALLERIE ARTIFICIALI

Galleria Serra Rifusa da progr. 0+140 a progr. 0+700 (Categoria sottosuolo C)

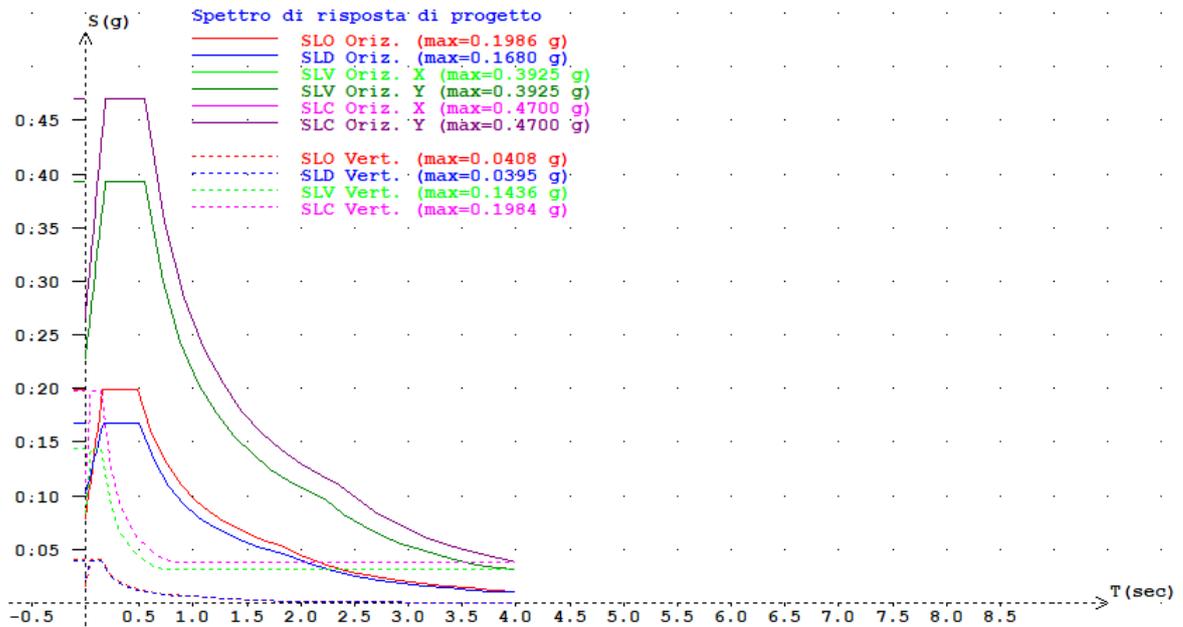


Figura 24 – Spettro di risposta Galleria Serra Rifusa da progr. 0+140 a progr. 0+700

Galleria Chiatamura da progr. 2+950 a progr. 3+650 (Categoria sottosuolo C)

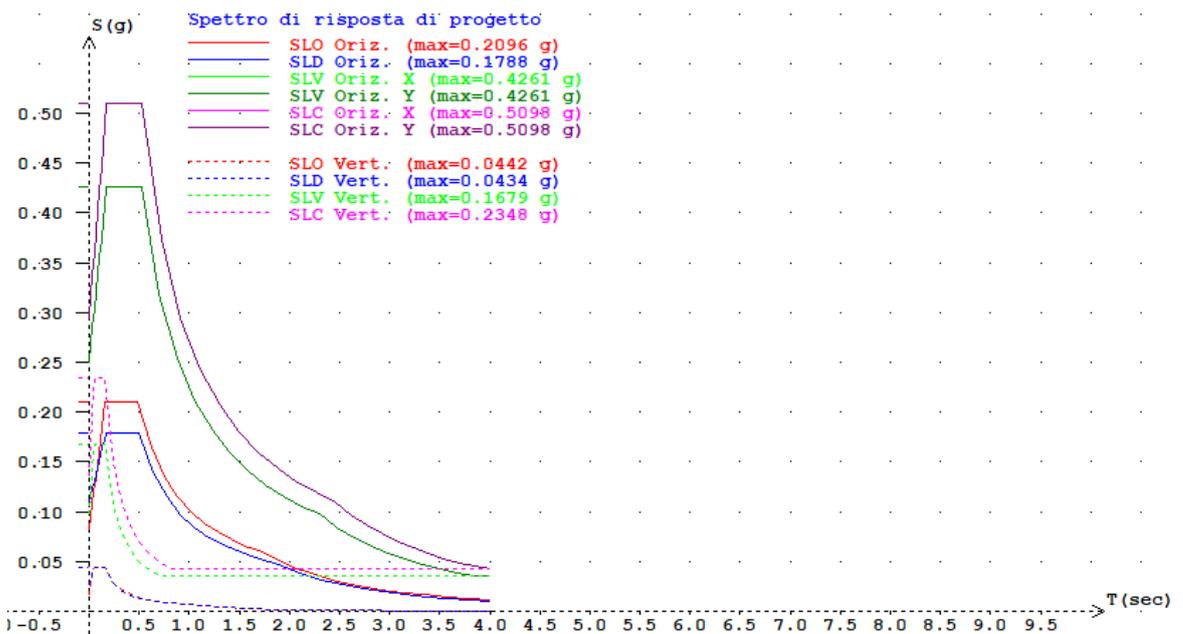


Figura 25 – Spettro di risposta Galleria Chiatamura da progr. 2+950 a progr. 3+650

SOTTOPASSI

Sottopasso Ferroviario svincolo "Serra Paducci" (Categoria sottosuolo C)

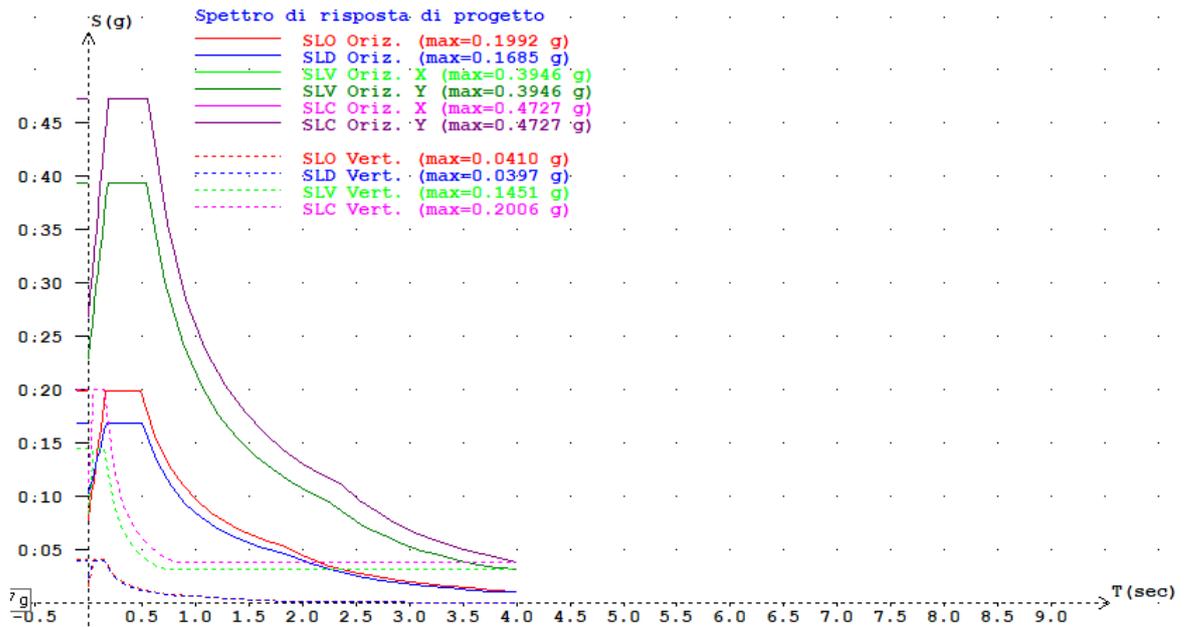


Figura 26 – Spettro di risposta Sottopasso Ferroviario svincolo "Serra Paducci"

Sottopasso rampa 9 svincolo "Serra Paducci" (Categoria sottosuolo C)

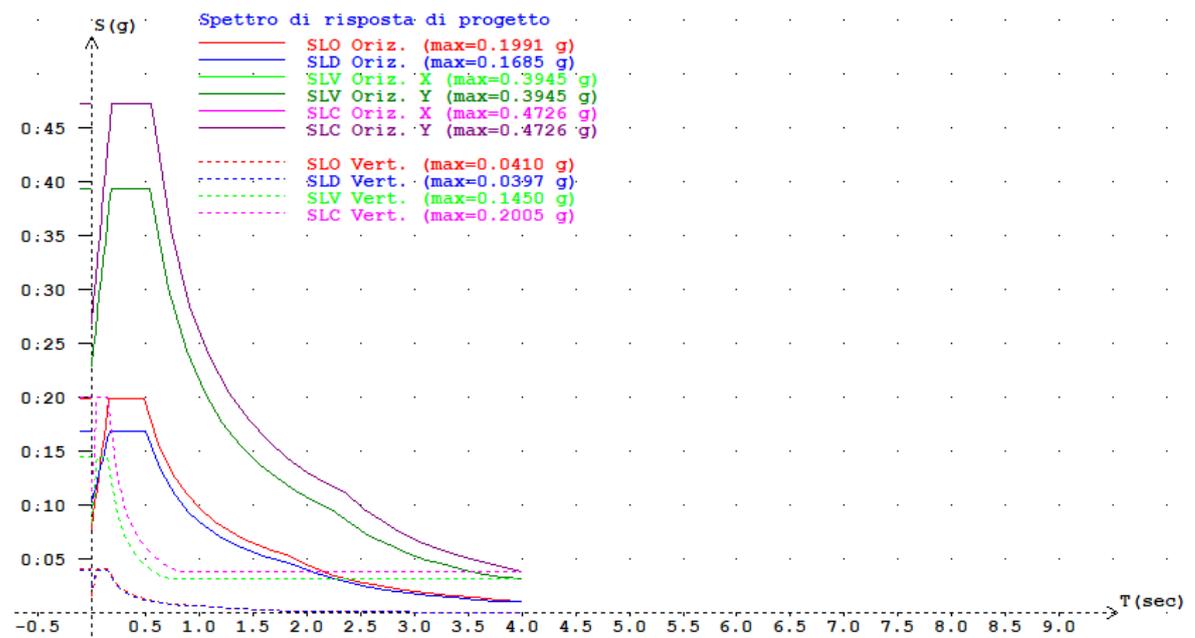


Figura 27 – Spettro di risposta Sottopasso rampa 9 svincolo "Serra Paducci"

Sottopasso rampe 7 e 9 svincolo "Serra Paducci" (Categoria sottosuolo C)

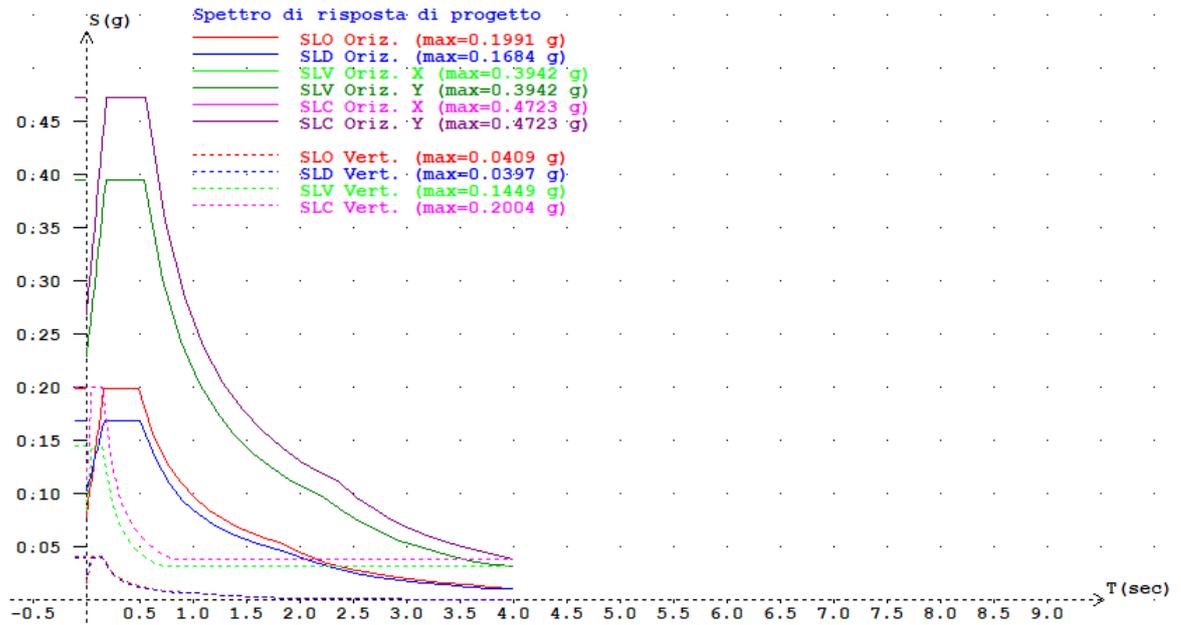


Figura 28 – Spettro di risposta Sottopasso rampe 7 e 9 svincolo "Serra Paducci"

Sottopasso Poderale a progr. 2+060.65 (Categoria sottosuolo C)

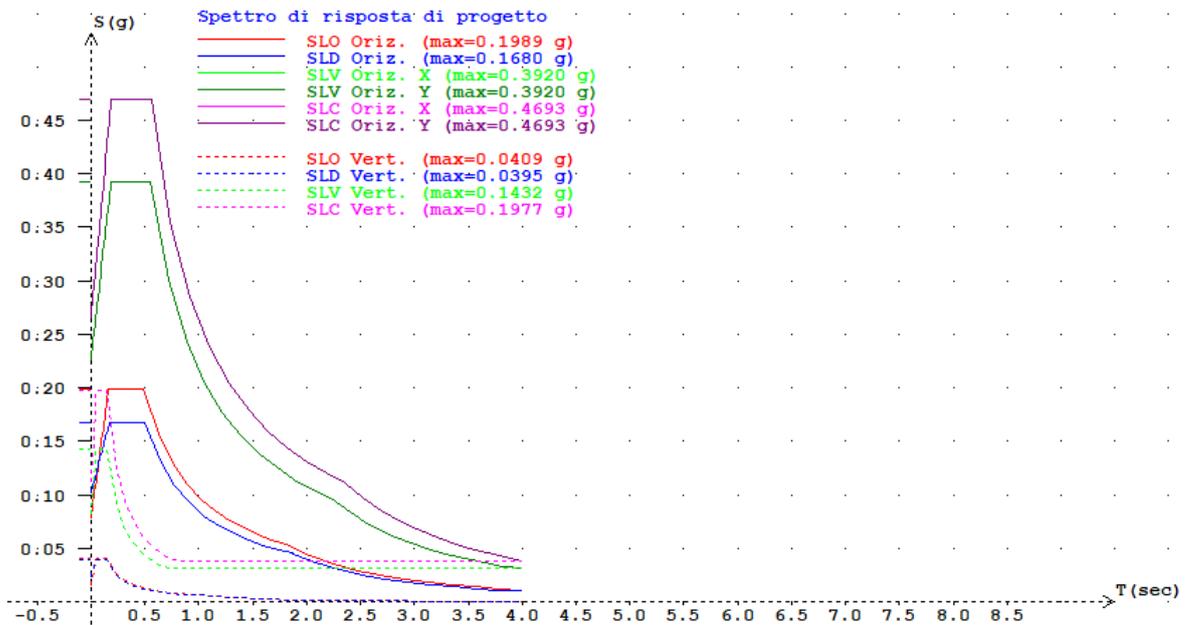


Figura 29 – Spettro di risposta Sottopasso Poderale a progr. 2+060.65

Sottopasso Poderale a progr. 5+743.50 (Categoria sottosuolo C)

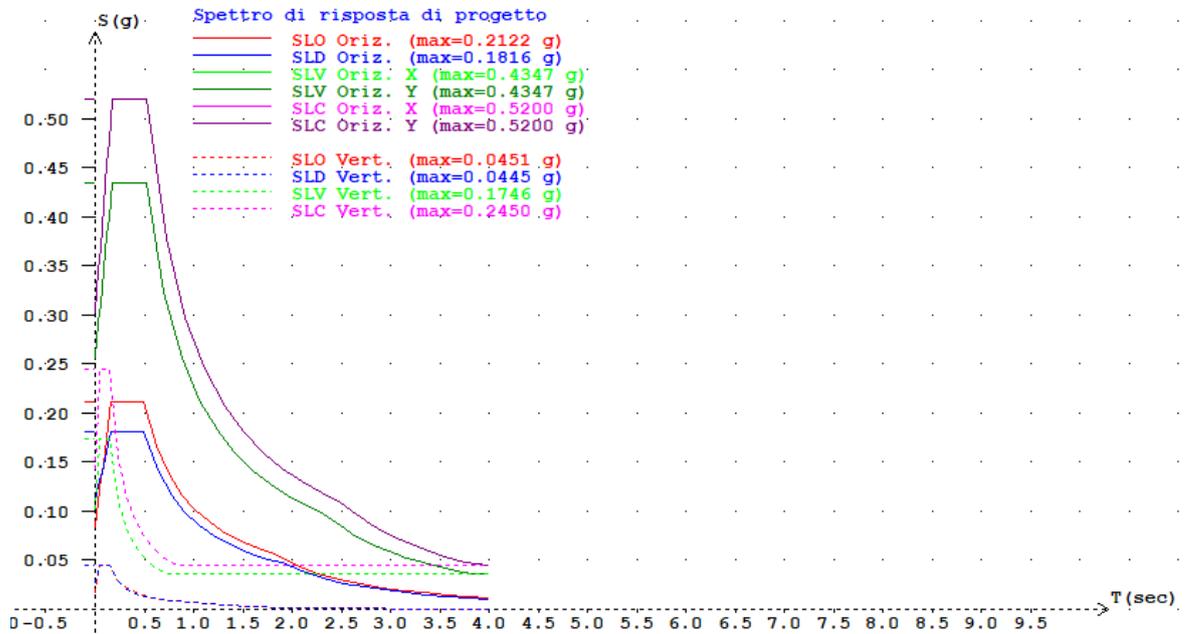


Figura 30 – Spettro di risposta Sottopasso Poderale a progr. 5+743.50

Sottopasso Poderale a progr. 8+431.98 (Categoria sottosuolo C)

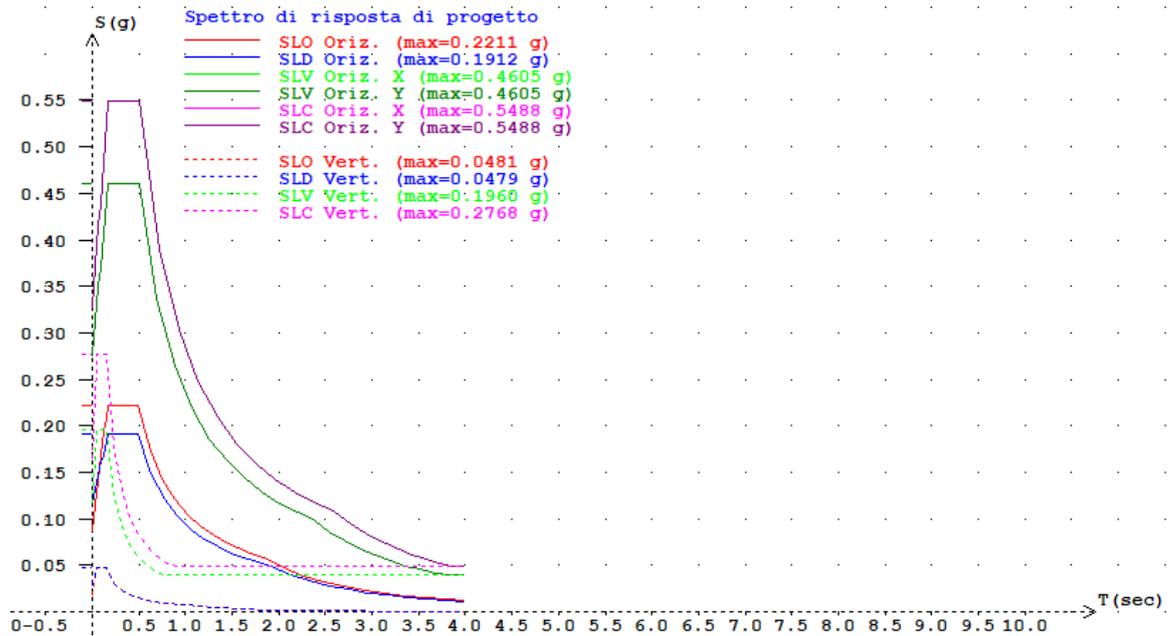


Figura 31 – Spettro di risposta Sottopasso Poderale a progr. 8+431.98

Sottopasso Poderale a progr. 9+208.05 (Categoria sottosuolo C)

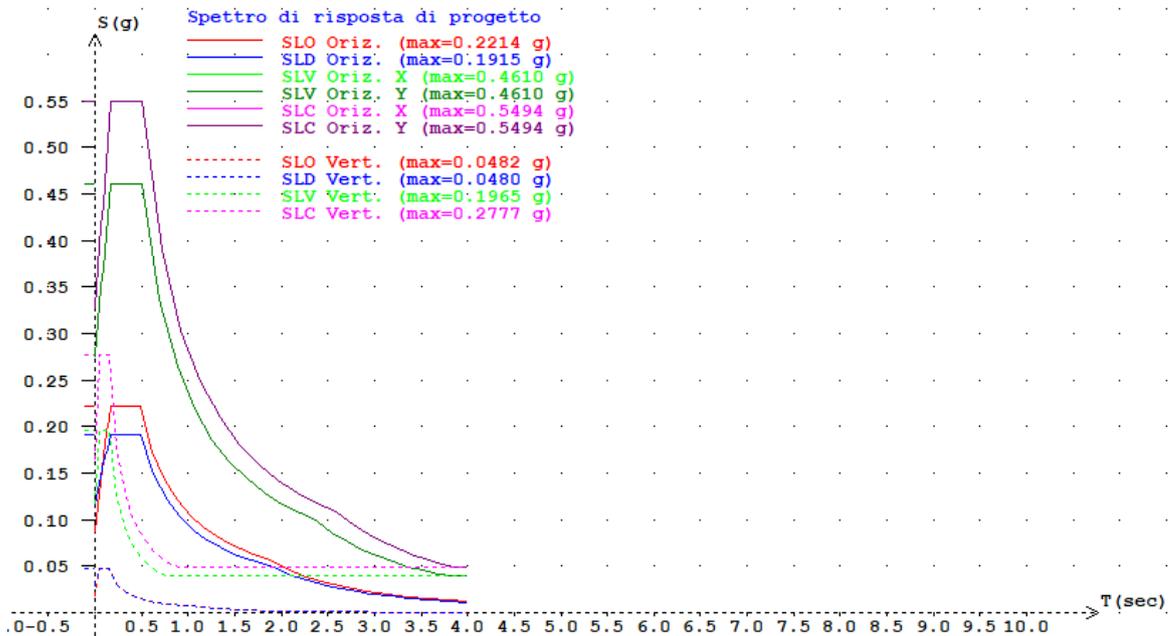


Figura 32 – Spettro di risposta Sottopasso Poderale a progr. 9+208.05

Prolungamento Sottopasso Poderale a progr. 12+321.98 (Categoria sottosuolo B)

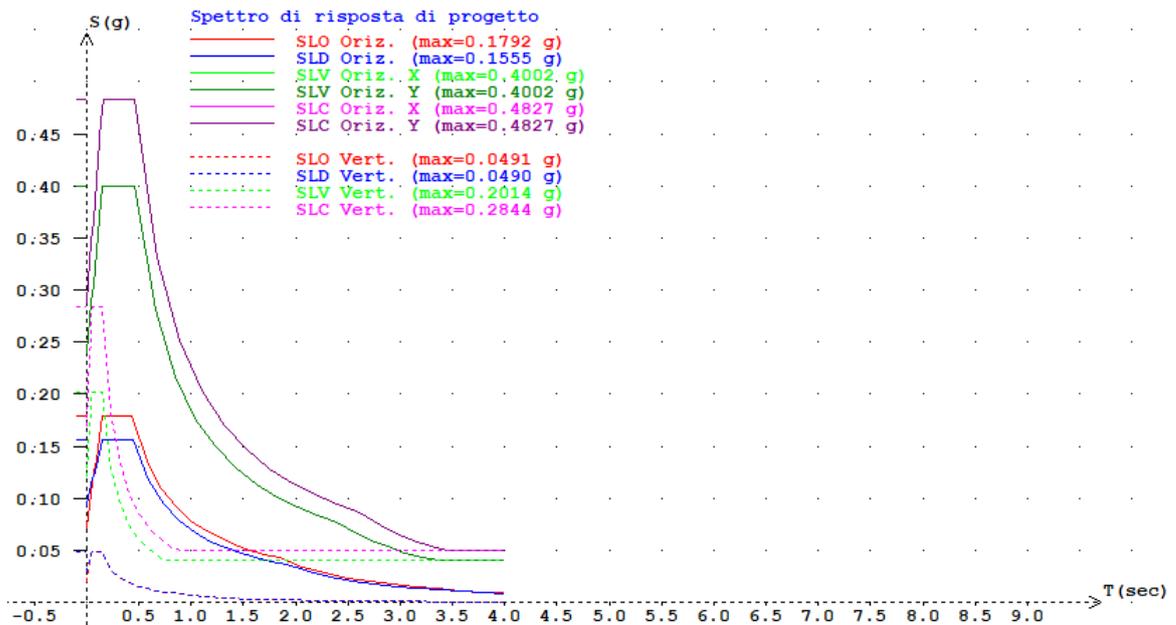


Figura 33 – Spettro di risposta Prolungamento Sottopasso Poderale a progr. 12+321.98

SOVRAPPASSI

Sovrappasso Strada Poderale a progr. 3+961.50 (Categoria sottosuolo C)

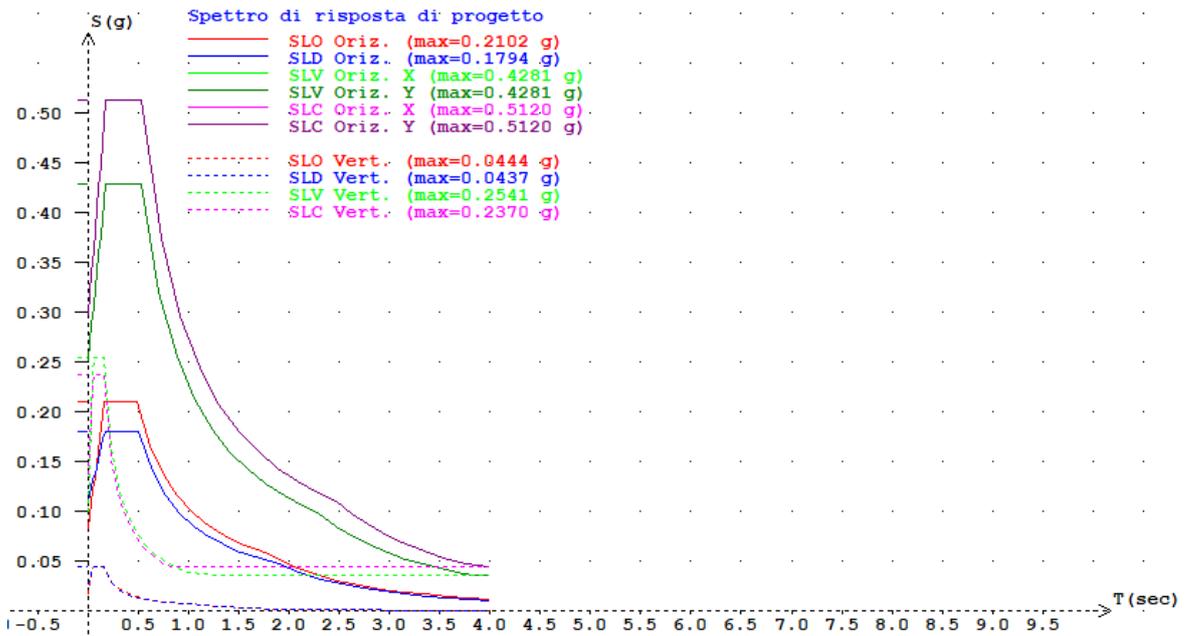


Figura 34 – Spettro di risposta Sovrappasso Strada Poderale a progr. 3+961.50

Sovrappasso Strada Poderale a progr. 7+128.41 (Categoria sottosuolo C)

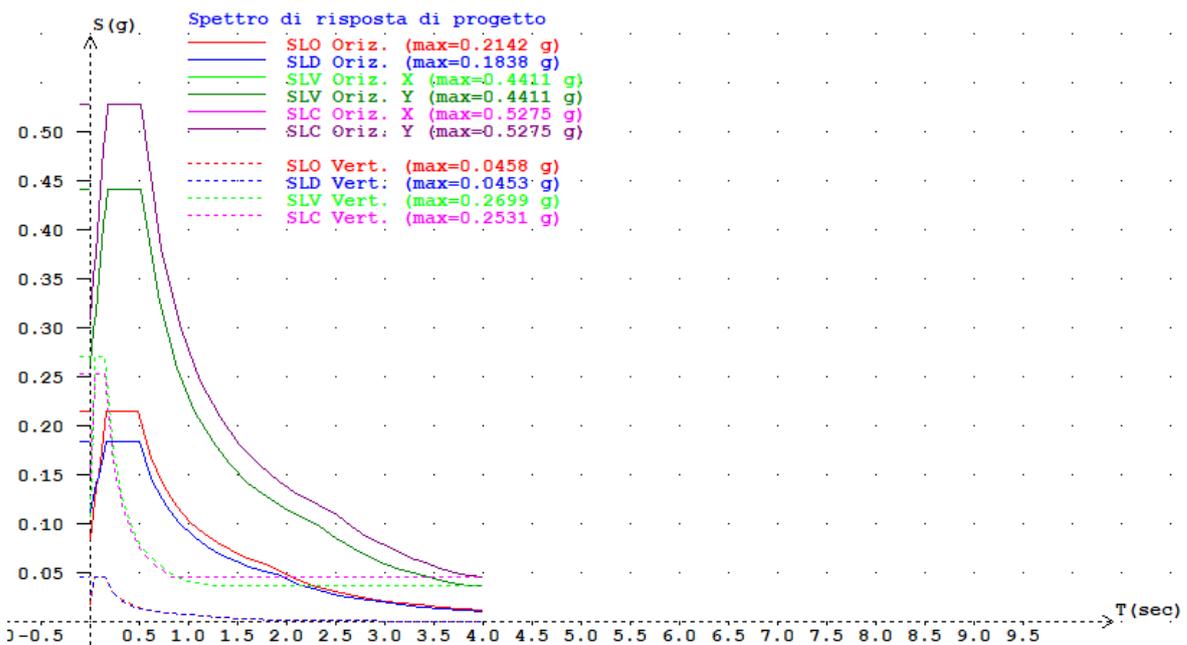


Figura 35 – Spettro di risposta Sovrappasso Strada Poderale a progr. 7+128.41

Sovrappasso Strada Poderale a progr. 9+700.28 (Categoria sottosuolo C)

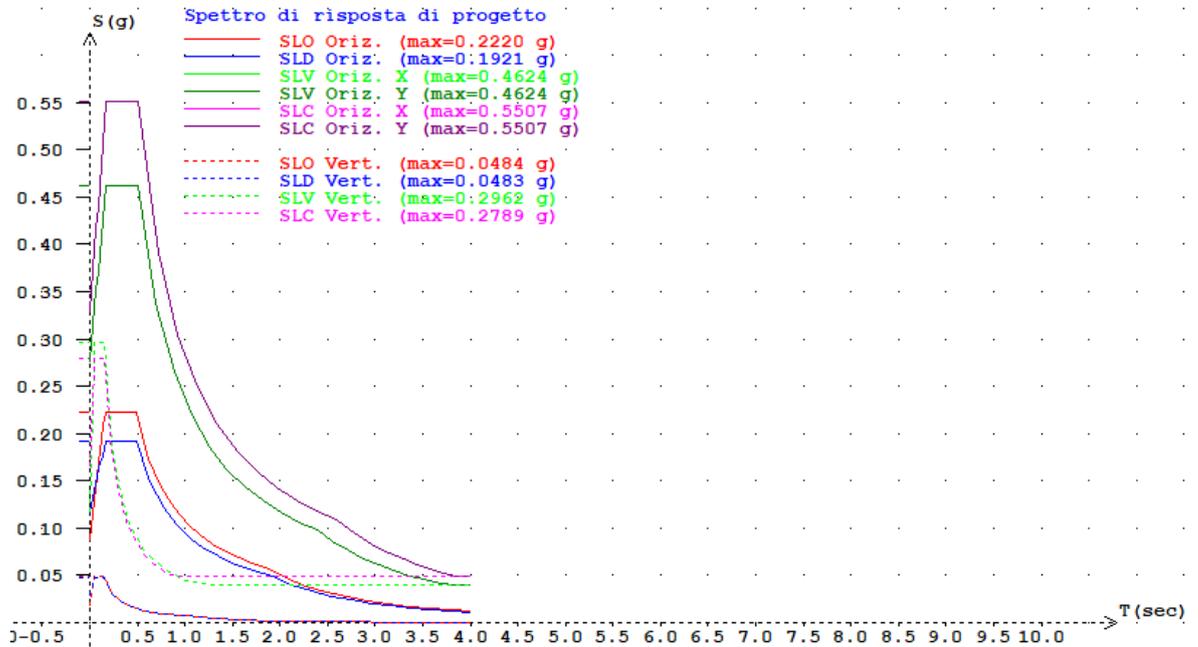


Figura 36 – Spettro di risposta Sovrappasso Strada Poderale a progr. 9+700.28

Sovrappasso Strada Poderale km 11+440.10 (Categoria sottosuolo C)

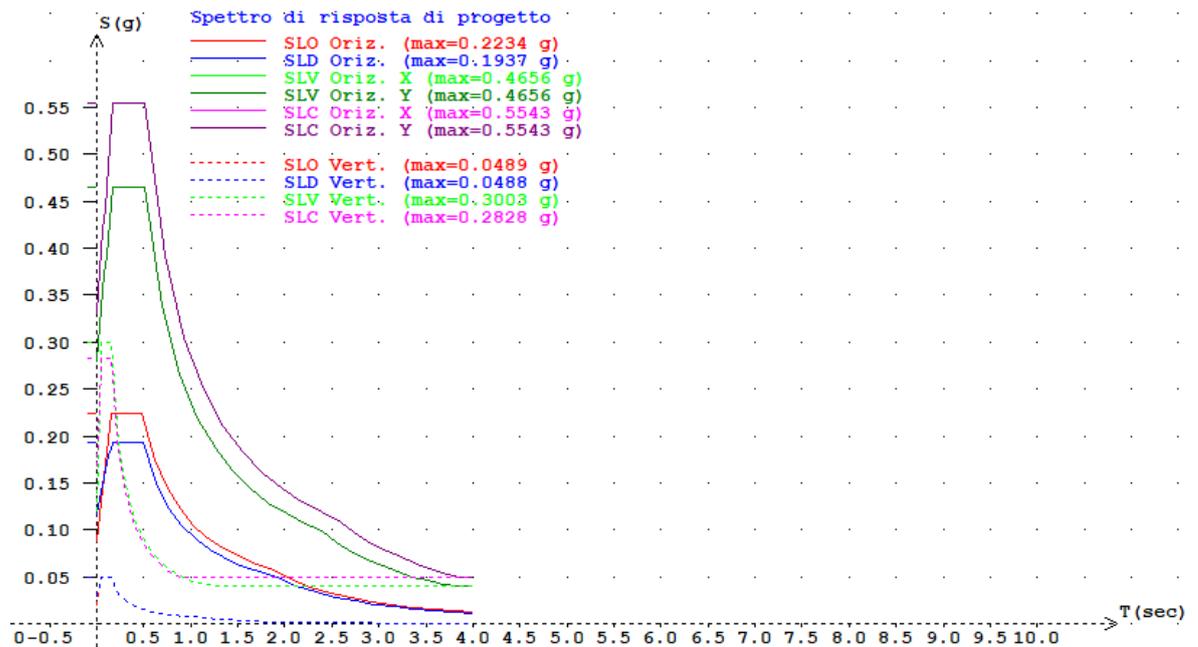


Figura 37 – Spettro di risposta Sovrappasso Strada Poderale km 11+440.10

Sovrappasso Stradale a progr. 11+855.05 (Categoria sottosuolo B)

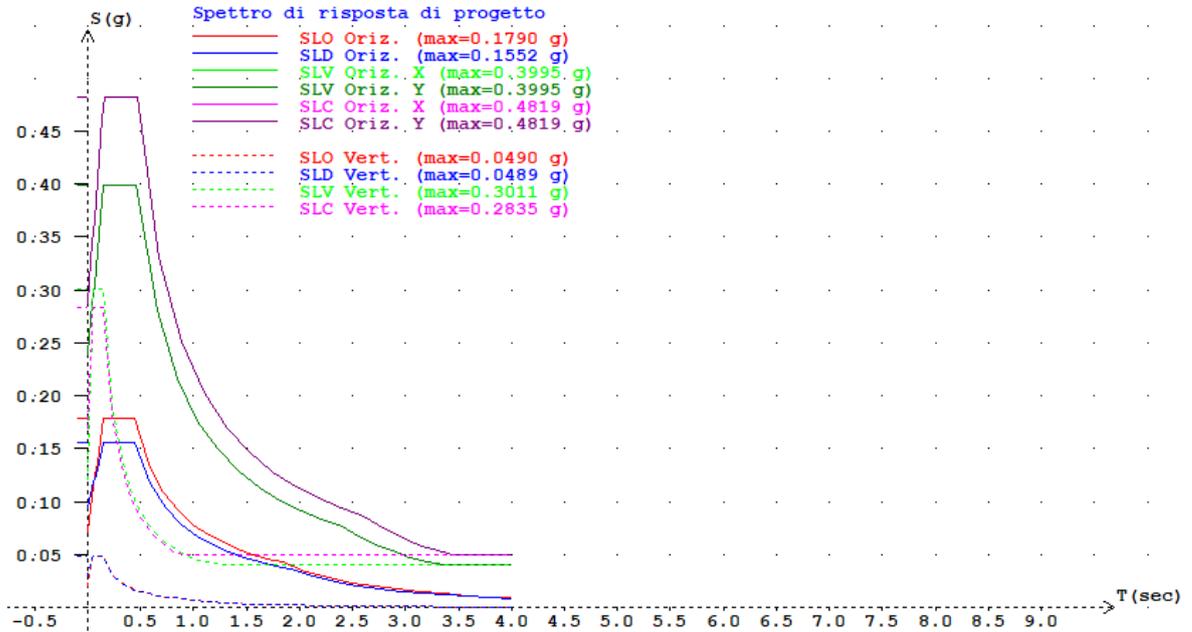


Figura 38 – Spettro di risposta Sovrappasso Stradale a progr. 11+855.05

Sovrappasso svincolo "Matera Ovest" rampa 2 a progr. 2+779.70 (Categoria sottosuolo C)

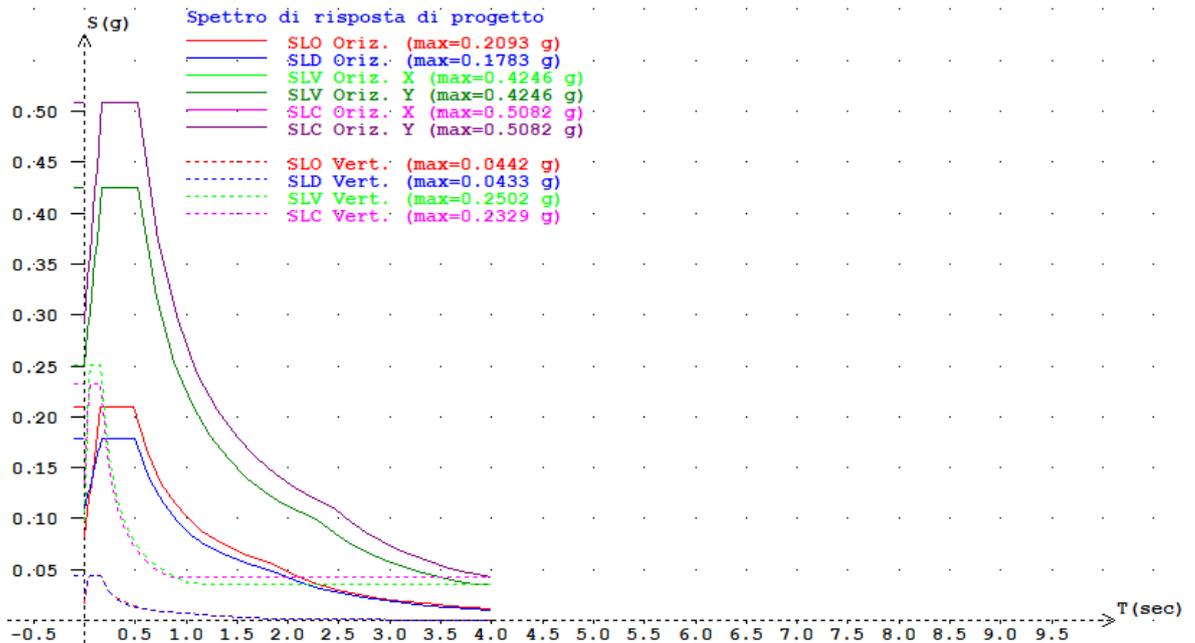


Figura 39 – Spettro di risposta Sovrappasso svincolo "Matera Ovest" rampa 2 a progr. 2+779.70

Sovrappasso svincolo "Matera Sud" rampa 2 a progr. 6+829.80 (Categoria sottosuolo C)

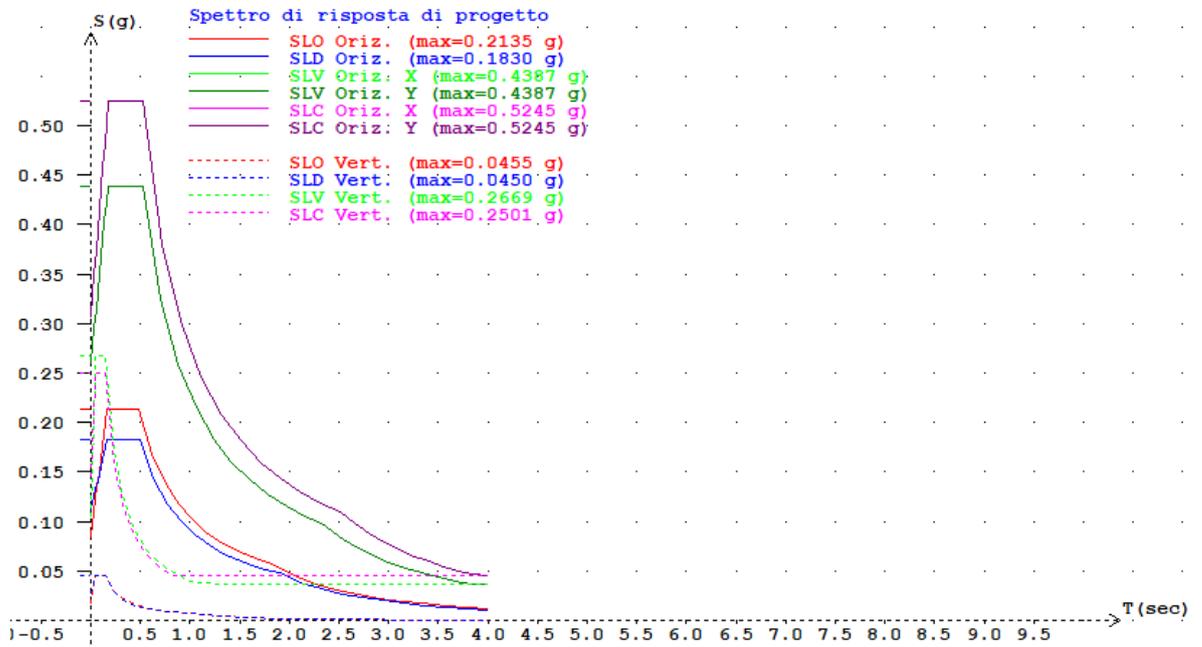


Figura 40 – Spettro di risposta Sovrappasso svincolo "Matera Sud" rampa 2 a progr. 6+829.80

7. CRITERI DI PROGETTAZIONE ANTISISMICA

Le strutture facenti parte l'opera in oggetto hanno seguito e seguiranno i criteri di progettazione antisismica del D.M. 17 gennaio 2018. L'azione sismica è descritta mediante spettri di risposta elastici e di progetto. In particolare, sono stati utilizzati gli spettri di risposta in termini di accelerazioni orizzontali e verticali presenti in normativa, così come riportati al precedente paragrafo.

Nel caso in oggetto le verifiche dovranno essere sviluppate utilizzando il **metodo semiprobabilistico agli stati limite, in ottemperanza al D.M. 17 gennaio 2018**.

In particolare dovrà essere adottata l'**analisi dinamica lineare** con l'applicazione di carichi permanenti e variabili, accompagnati dai rispettivi coefficienti parziali di sicurezza e di partecipazione previsti nel par. 2.5 Azioni sulle Costruzioni del D.M. 17.01.2018.

Ai fini delle verifiche degli stati limite, saranno definite le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Nelle combinazioni si intende che vengano omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} sono dati nella Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per gli eventuali ponti ferroviari. I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} sono quelli riportati nel § 2.6.1 del D.M. 17.01.2018.

Per le opere provvisorie o strutture in fase costruttiva previste è prevista una vita nominale inferiore ai 2 anni. In accordo con la normativa vigente (NTC – 2.4.1), le verifiche sismiche per tali opere possono essere omesse.

8. PRINCIPALI CARATTERISTICHE DI APPOGGI E GIUNTI

8.1 GLI APPOGGI ISOLATORI PER I VIADOTTI CONTINUI

Per i viadotti a travata continua con luci comprese fra 40m e 80m (esclusi quindi i ponti Duchino e Veronica, che presentano una soluzione costruttiva particolare legata alla complessa orografia del sito, il ponte sul torrente Gravina, che è isostatico e con spalle molto basse) e per i cavalcavia, si propone l'adozione di appoggi isolatori di tipo elastomerico, la cui tipologia è rappresentata nella figura riportata a lato.



Tale tipologia di appoggi, per il caso in esame, presentano i seguenti vantaggi:

- riducono fortemente le azioni sismiche innalzando il periodo proprio di vibrazione dell'impalcato. In termini generali, da approfondire nei successivi step di progettazione, con riferimento allo spettro in termini di accelerazione riportato sotto (valido per il viadotto Serra Rifusa ma non molto differente a quello degli altri viadotti) si può pensare di ridurre la forza sismica di oltre il 50% rispetto al valore massimo portando il periodo fondamentale di vibrazione oltre 1,5 sec.

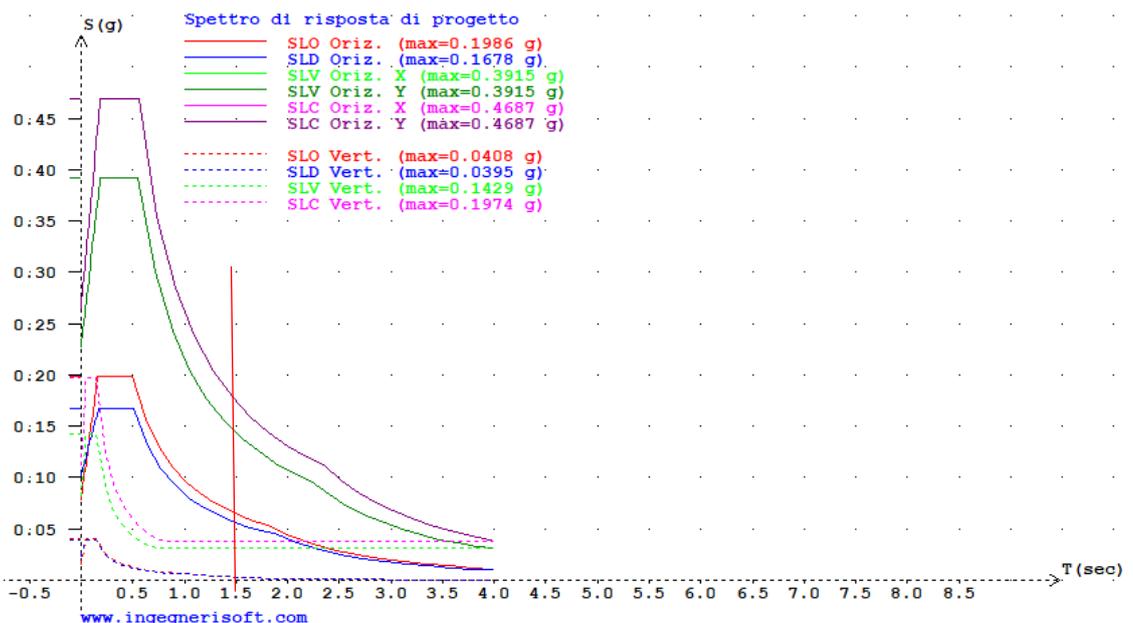


Figura 41 – Dimezzamento della forza sismica con l'innalzamento del periodo di vibrazione oltre 1,5 sec

Nel caso in esame, dal valore di picco di 0,47g il valore dell'accelerazione di progetto $S(g)$ in condizioni SLC si riduce a circa 0,18 – 0,19g.

- rendono sostanzialmente indipendente la risposta sismica dall'altezza e quindi dalla rigidità delle pile, consentendo una più controllabile trasmissione delle forze alle sottostrutture
- consentono di mantenere (come da normativa) tutte le sottostrutture in campo elastico (nessun ricorso alla duttilità strutturale)
- avendo un comportamento sostanzialmente elastico, sono generalmente "ricentranti" (non mantengono a fine sisma una deformazione plastica residua).

Per ottenere l'isolamento richiesto, si agisce sul parametro "rigidità orizzontale degli appoggi", che diviene requisito fondamentale per la loro corretta individuazione. Si riporta il calcolo tipologico preliminare per un appoggio di una campata interna di una sequenza di campate da 40m.

- reazione massima per appoggio allo SLU: 11400 kN
- reazione in condizioni SLE permanenti (corrispondente alla situazione sismica): 5000 kN
- massa sismica (carichi permanenti) per una campata da 40m: 230 kN/m x 40m = 9200kN
- appoggi sulle pile: nr. 2 con rigidità 8,80 kN/mm, con spostamento max 150mm

Applicando la relazione: $T = 2 \pi (m/k)^{0,50} = 1,45$ sec, che corrisponde a $S_g = 0,19$ in condizioni SLC.

La forza per appoggio è quindi di $F_e = 9200/2$ kN x 0,19 = 875 kN.

Lo spostamento relativo è $\eta_{SLC} = 875$ kN / 8,80 kN/mm = 99mm < 150mm.

8.2 IL VINCOLAMENTO TRADIZIONALE SENZA ISOLATORI

Per i viadotti privi di pile e con spalle molto basse (i ponti Duchino e Veronica, nonché il ponte sul torrente Gravina), può proporsi un vincolo di tipo tradizionale con appoggi a disco elastomerico incapsulato del tipo fisso, mobile unidirezionale e mobile multidirezionale. In questo caso, infatti, poichè le spalle sono molto rigide, può configurarsi il caso di "manufatti che si muovono rigidamente con il terreno", essendo caratterizzati da un periodo proprio di vibrazione tendente a 0. La forza sismica è quindi correlata all'accelerazione del terreno. Il vincolamento alle azioni orizzontali sarà necessariamente di tipo isostatico per le azioni longitudinali, per impedire l'insorgere di coazioni per l'impedimento delle dilatazioni termiche; si ha quindi una spalla su cui sono posti appoggi "fissi" o monodirezionali a vincolare le forze longitudinali ed una spalla su cui sono posti appoggi scorrevoli longitudinalmente. Per i viadotti a tre luci anomale (i ponti Duchino e Veronica), lo schema di vincolamento è rappresentato sotto.

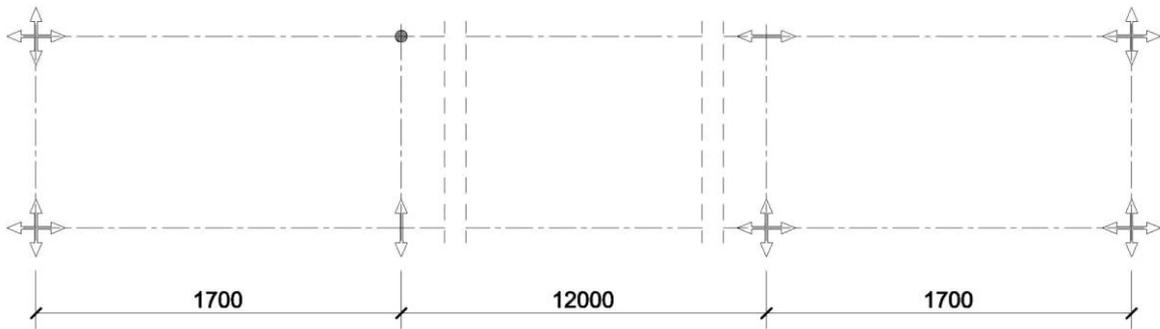


Figura 42 – Schema di vincolamento Ponte Del Duchino

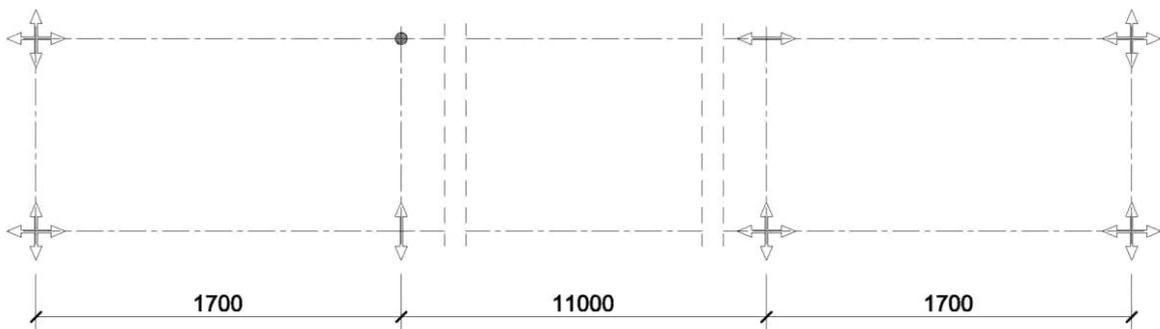


Figura 43 – Schema di vincolamento Ponte Veronica

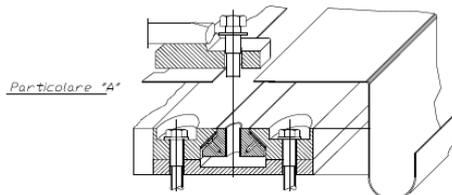
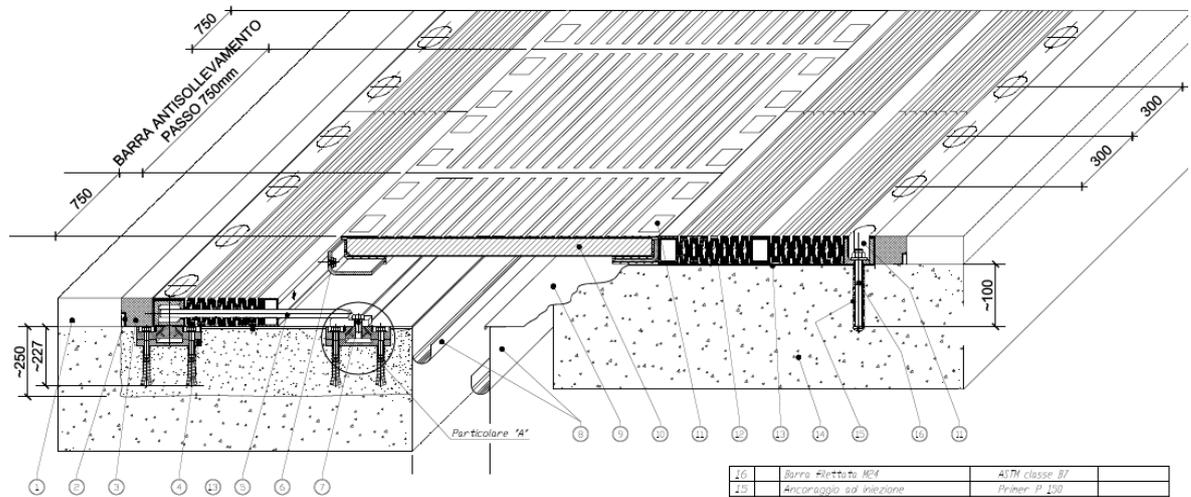
8.3 GIUNTI DI DILATAZIONE

Per tutti i viadotti, si propone l'adozione di giunti di dilatazione e impermeabilità in gomma armata, che presentano indubbi vantaggi di manutenibilità e di comfort. Lo scorrimento richiesto dipende dalla lunghezza del tratto continuo di viadotto e dalla presenza di isolamento sismico; in quest'ultimo caso, l'efficacia dell'isolamento dipende dalla possibilità del viadotto di "spostarsi" liberamente rispetto alle spalle sia in direzione longitudinale che trasversale.

Per i viadotti isolati, quindi, l'ampiezza del giunto è strettamente collegata con la scelta della rigidità degli isolatori; con riferimento alle considerazioni fatte sopra, si prevedono giunti generalmente di scorrimento 300mm (± 150 mm) in senso longitudinale e 240mm (± 120 mm) in senso trasversale.

Particolare attenzione deve essere posta nella predisposizione del varco fra impalcato e paraghiaia, che deve essere ampio a sufficienza per evitare martellamenti fra le due parti strutturali.

Per i ponti con vincolamento fisso su una spalla, l'ampiezza del giunto da porre sulla spalla libera è semplicemente dettato dalla massima escursione termica ed, eventualmente, dall'analisi di possibili spostamenti relativi fra spalla fissa e spalla mobile in condizioni sismiche per "variabilità spaziale del moto".



ANCORAGGI CON GUIDA PER MOVIMENTO TRASVERSALE

GIUNTO IN MODULI DI GOMMA ARMATA

16	Barra filettata M4	A3M classe B7	
15	Ancoraggio ad iniezione	Primer D 100	
14	Testata soletta		
13	Stucco	S 420 180	
12	Elemento di dilatazione	FN 10025-S235-AR- Gomma vulc. 70±5 SIV/A	
11	Sigillatura	EPURELOCK NF spallante	
10	Plastrina Ponte	FN 10025-S355-LEG3- Gomma vulc. 70±5 SIV/A	
9	Lamina di scorrimento	X5 CrNi 2620	
8	Scossalina	X5 CrNi 2620	
7	Vite di ancoraggio	classe 8.8	
6	Vite di unione NC9	classe 8.8	
5	Barra antisollevenamento	X5 CrNi 2620	
4	Ancoraggio con guida	S235-AR FN 10025	
3	Massetto in malta di resina epossidica	EPURELOCK NF	
2	Profilo per drenaggio acque in acciaio	X5 CrNi 2620	
1	Pavimentazione		
ED	ED	ED	ED

IL GIUNTO SARÀ COSTITUITO DA MODULI IN GOMMA ARMATA A NORME CNR 100/18 REALIZZATI MEDIANTE UNA PIASTRA PONTE CENTRALE E DUE ELEMENTI LATERALI A SOFFIETTO DOTATI DI BARRA ANTISOLLEVAMENTO, LIBERI DI MUOVERSI SUI LAMIERE IN ACCIAIO INOX, ASSEMBLATI IN OPERA.

IL GIUNTO SARÀ INOLTRE COSTITUITO DA:
 sistema di ancoraggio meccanico realizzato mediante barre filettate da un lato e guida meccanica per il movimento trasversale, a mezzo di acciaio inox pfe, dall'altro;
 doppia scossalina di raccolta acque in acciaio inox;
 profilo a "I" in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione;
 masselli di malta epossidica di raccordo fra gli elementi di giunto e la pavimentazione bituminosa.

Figura 44 – Particolare giunti di dilatazione e impermeabilità in gomma armata