



**VARIANTE ALLA S.S. N. 14 "DELLA VENEZIA GIULIA"
A SUD DELLA CITTÀ DI SAN DONÀ DI PIAVE
DALLA ROTATORIA DI CAPOSILE ALLA ROTATORIA DI PASSARELLA
E SCAVALCO DELLA ROTATORIA DI CALVECCHIA**

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTAZIONE: ANAS - COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD EST -
PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

<p>PROGETTISTI</p> <p><i>Ing. Francesco Caobianco</i> <i>Ordine Ing. Padova n. 3983</i></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><i>Ing. Filippo VIARO</i> <i>Ordine Ing. Parma n. 827</i></p> <p><i>Arch. Sergio BECCARELLI</i> <i>Ordine Arch. Parma n. 377</i></p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>ACUSTICA</p> <p><i>Ing. Giovanni BRIANTI</i> <i>Tecnico competente in Acustica Ambientale</i> <i>ARPA Emilia-Romagna D.D. 3340/17</i></p> <div style="text-align: right;">  </div> <hr/> <p>ARCHEOLOGIA</p> <p><i>Dott.ssa Barbara SASSI</i></p> <div style="text-align: right;">  </div> <hr/> <p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Serena MAIETTA</i> <i>Ordine Geol. Lazio n. 928</i></p>
<p>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Dott. Ing. Anna Maria NOSARI</i></p>	<p>IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Stefano Muffato</i> <i>Ordine Ing. Venezia n. 2975</i></p> <div style="text-align: right;">  </div>

GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA

Relazione sismica

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO LIV. PROG. N. PROG. <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">P</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">V</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">E</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">4</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">D</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">9</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1</div> </div>	TOOGE00GETRE00_C CODICE ELAB. TOOGE00GETRE00	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">C</div>	—
C	Validazione ANAS	MAR.2019	ing. V. Imbiscuso
B	Riscontro ANAS	GIU.2018	ing. F. Caobianco
A	EMISSIONE	AGO.2017	ing. F. Caobianco
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDDATTO
		VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
4. METODOLOGIA PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO.....	5
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO	7
5.1. LOCALITA' ARMELLINA	7
5.2. LOCALITÀ CALVECCHIA	8
6. AZIONE SISMICA DI PROGETTO	9
6.1. LOCALITÀ ARMELLINA	9
6.2. LOCALITÀ CALVECCHIA	16

Allegato: Planimetria indagini per la caratterizzazione sismica del sito

1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nell'ambito del Progetto Definitivo della Variante alla S.S. 14 "Della Venezia Giulia" a Sud della Città di San Donà di Piave, dalla rotatoria di Caposile alla rotatoria di Passarella e scavalco della rotatoria di Calvecchia.

In particolare, nel seguito si descrive la caratterizzazione sismica del sottosuolo in esame, elaborata ai fini del dimensionamento delle strutture di fondazione delle principali opere d'arte caratterizzanti il progetto in esame. Si definiscono, inoltre, le azioni sismiche di progetto.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le normative di riferimento della presente relazione sono quelle riportate nel seguito:

- Legge 5 Novembre 1971, N. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- D.M. 14/01/2008 – Norme tecniche per le Costruzioni
- C.M. 02/02/2009 n.617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008

In ottemperanza a D.M. 14/01/2008 §12, per riferimenti di calcolo o in mancanza di specifiche indicazioni si farà inoltre riferimento alle seguenti norme di comprovata validità:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali
- Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.).

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per le assunzioni di natura geotecnica si fa riferimento alle teorie delle geotecnica riportate nei seguenti volumi:

- T00EG00GENRE00_A – GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA: Relazione geologica, idrologica, idrogeologica – Indagini geognostiche.

4. METODOLOGIA PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

Per la caratterizzazione sismica dei sottosuoli in esame si fa riferimento, in particolare, alle prove MASW eseguite nella campagna di indagine 2008. In particolare si rimanda dunque all'allegato 1 del documento indicato al capitolo 3 della presente relazione.

La categoria di sottosuolo è valutata secondo i criteri definiti al punto 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008. La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità.

Nel caso in esame il rilevamento di tale velocità di propagazione è stato eseguito in maniera diretta mediante le suddette prove MASW. La procedura Masw è basata sulla determinazione della velocità delle onde di superficie. Considerando che le onde di Rayleigh campionano uno spessore di sottosuolo proporzionale alla lunghezza d'onda λ , è ragionevole ritenere di poter risalire alla rigidezza dei terreni dalla legge di variazione della V_r con λ (curva di dispersione). Dal punto di vista sperimentale l'acquisizione masw viene eseguita con una metodologia simile alla tecnica sismica a rifrazione. La differenza sostanziale viene dalla configurazione geometrica dei ricevitori, in genere i geofoni (minimo 12- 24) vengono spazati di 1, 2 o 3 metri, aventi una frequenza di campionamento pari a 4.5 Hz. Essendo una tecnica attiva in presenza di una sorgente polarizzata, l'acquisizione masw risulta comunque possibile, essendo un metodo che utilizza una generazione energetica attiva per creare le onde sismiche, applicando le migliori metodologie di acquisizione sismica (filtri ecc.) che i moderni sismografi consentono.

Le tecniche sopra descritte differenziano per la metodologia di acquisizione del dato di campagna, mentre la tecnica di elaborazione risulta molto simile, di seguito brevemente descritta.

- Il primo passo nell'elaborazione prevede la definizione della curva di dispersione la quale gode di una certa "variabilità" giustificata nell'influenza sulle misure dalla distanza dei ricevitori, posizione della sorgente e il volume di terreno campionato.
- Il secondo passo consiste nell'inversione della curva di dispersione, al fine di individuare quale sia il profilo di rigidezza che riproduce la curva sperimentale. I modelli di analisi adoperati sono molteplici, mentre il metodo utilizzato per ottenere lo spettro delle velocità e l'inversione della curva di dispersione nel presente lavoro si basa sul metodo phase shift utilizzando la tecnica di calcolo degli algoritmi genetici.

I profili sismici vengono eseguiti disponendo sul terreno una serie di sensori (geofoni), posti ad intervallo costante, collegati ad un sismografo mediante un cavo multipolare. Dopo l'allestimento del dispositivo di ricezione si provvede a generare artificialmente (sismica attiva) vibrazioni impulsive in corrispondenza di punti prestabiliti lungo i profili: nello stesso istante di partenza della vibrazione viene trasmesso al sismografo il

comando di avvio della registrazione (trigger). Da questo istante inizia l'acquisizione digitale, con campionamento ad intervallo costante e predeterminato, dei segnali ricevuti dai sensori.

Per lo studio sopra descritto è stata utilizzata la tecnica Masw che soddisfa pienamente la normativa sismica vigente, fornendo come di seguito descritto, un'ottima risoluzione nei primi 30 metri p.c. delle onde Vs ed ha raggiunto una profondità di indagine tale da individuare il substrato roccioso.

Le categorie di sottosuolo definite dalle NTC08 sono le seguenti:

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Le NTC08 ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto consentono di distinguere, inoltre, diverse categorie topografiche, a seconda della morfologia dell'area:

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

In base ai risultati delle prove di geotecniche e sismiche, si è ritenuto opportuno adottare due differenti caratterizzazioni sismiche del sottosuolo per il tracciato in località armellina e il tracciato in località Calvecchia.

5.1. Località Armellina

Sulla base dei risultati riportati nell'allegato 1 dell'elaborato T00ID00GEORE00_A 3.00 – Relazione geotecnica il sottosuolo in esame viene classificato di CATEGORIA D (categoria topografica T1):

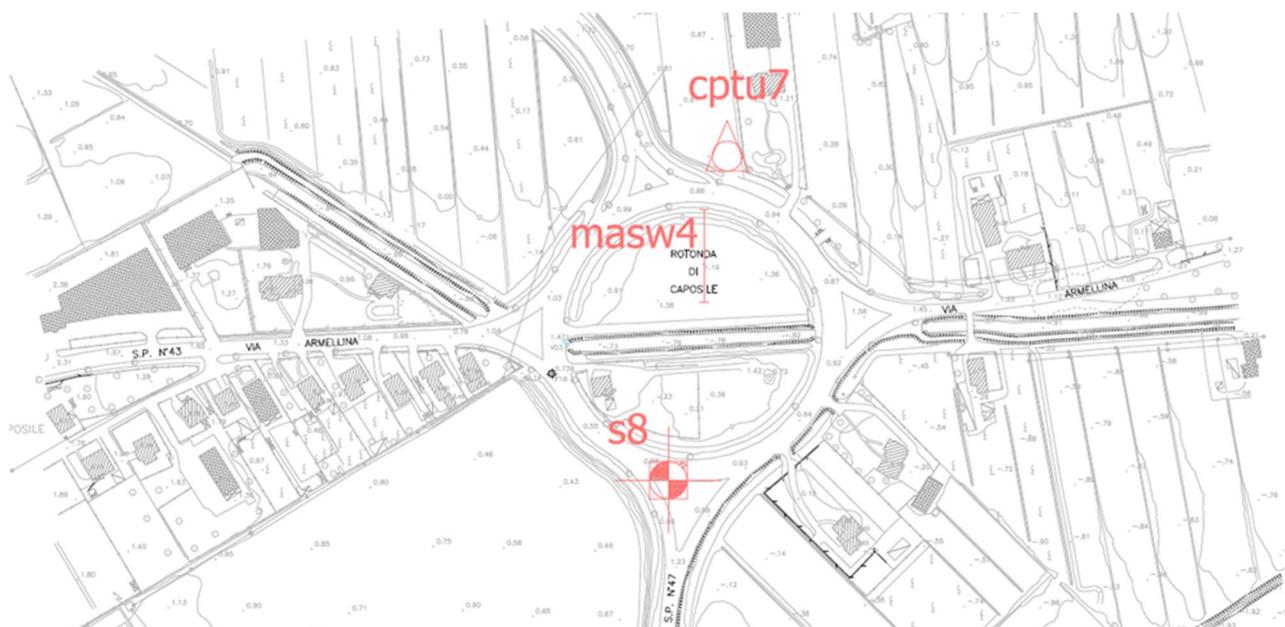


Tabella 1. Modello di velocità delle onde S per il sito in esame.

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Spessore
1	219	98	4.8
2	240	110	1.7
3	216	99	3.4
4	289	133	3.6
5	233	108	4.0
6	401	198	4.5
7	369	170	6.6
8	563	273	inf.

VS 30= 131 m/s suolo di tipo D

5.2. Località Calvecchia

Sulla base dei risultati riportati nell'allegato 1 dell'elaborato T00ID00GEORE00_A 3.00 – Relazione geotecnica il sottosuolo in esame viene classificato di CATEGORIA C (categoria topografica T1):

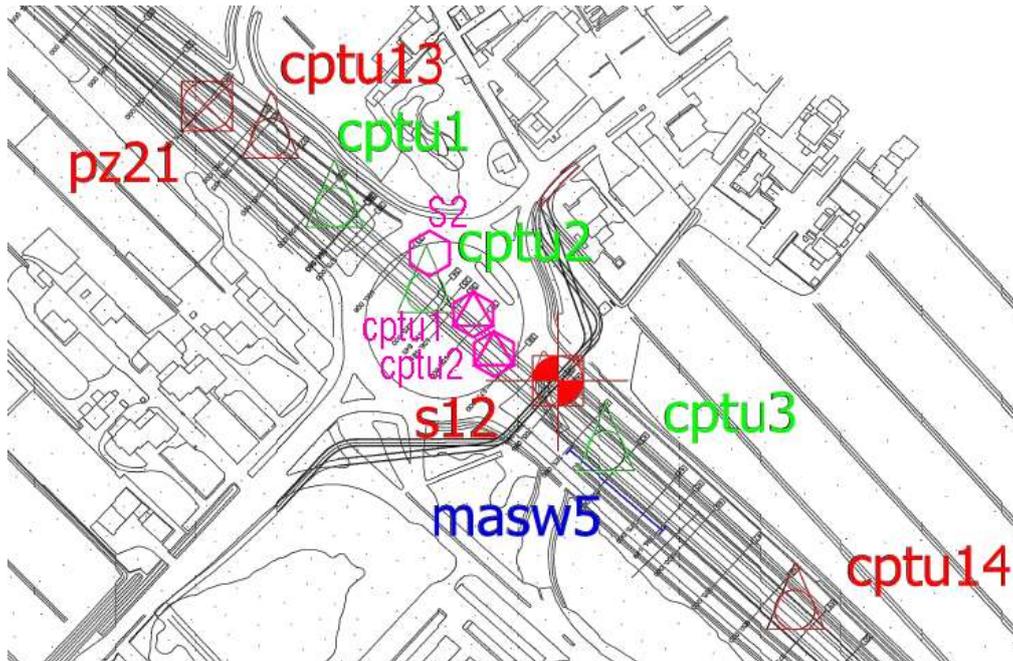


Tabella 2. Modello di velocità delle onde S per il sito in esame.

Strato	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Spessore
1	385	174	4.1
2	494	224	3.1
3	425	197	3.2
4	419	206	2.3
5	405	183	5.2
6	616	284	3.7
7	568	267	2.2
8	635	328	inf.

VS 30= 225 m/s suolo di tipo C

6. AZIONE SISMICA DI PROGETTO

6.1. Località Armellina

In accordo al D.M. 17.01.2018, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali viene valutato il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PV_R nel periodo di riferimento V_R .

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

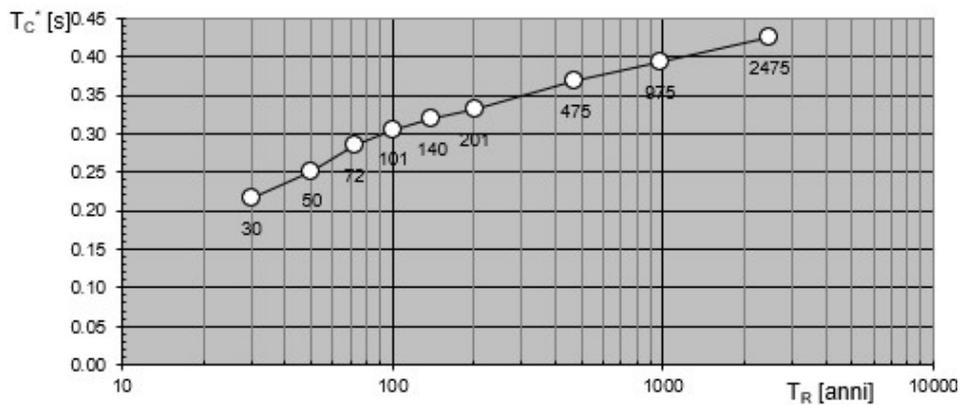
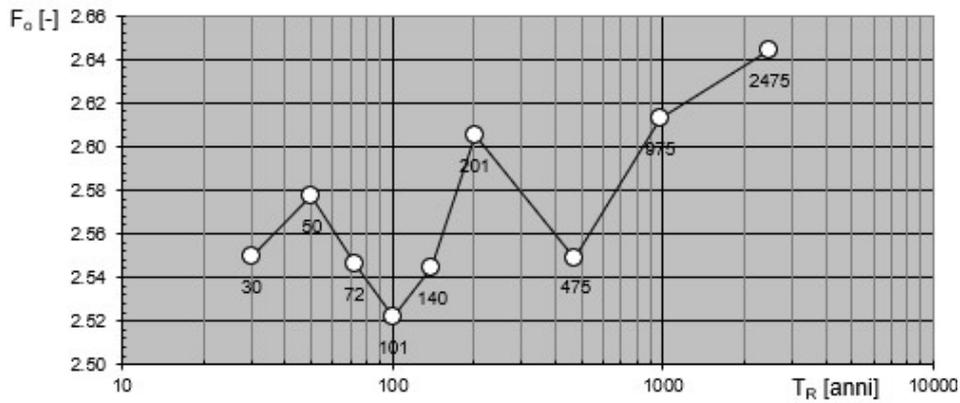
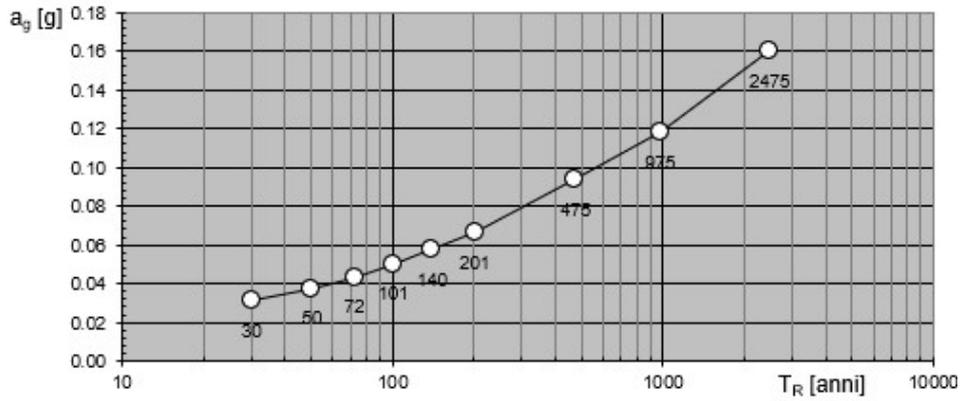
Coerentemente con quanto prescritto dalle NTC e tenendo conto dell'importanza della costruzione in esame, si è prevista per l'opera una vita nominale V_N di 50 anni e una classe d'uso III, cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U pari a 1.50.

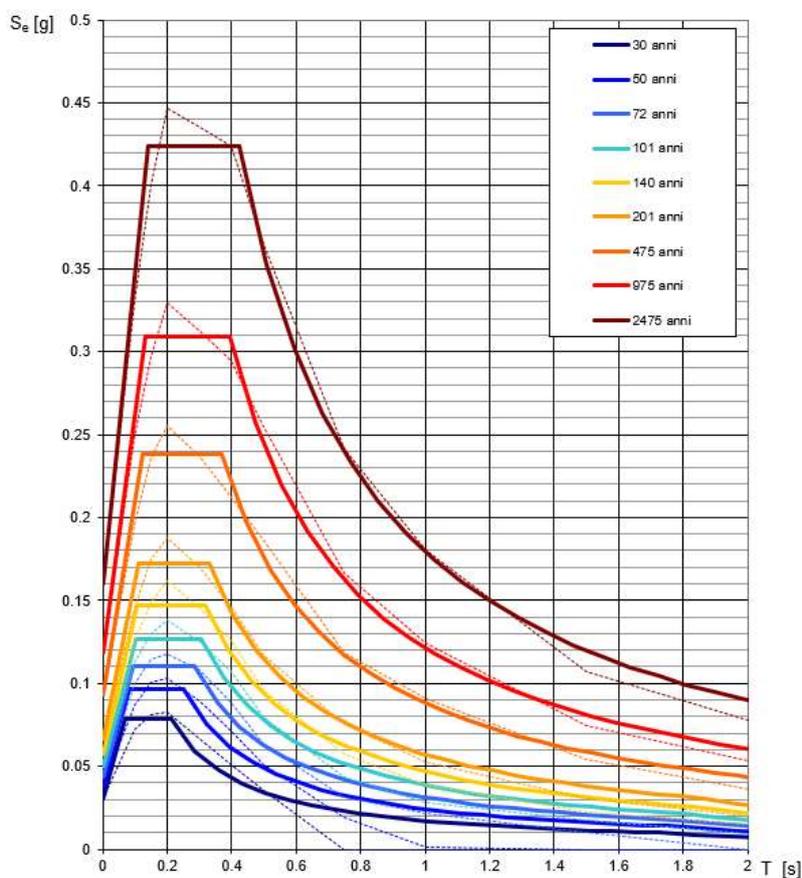
Il periodo di riferimento per le azioni sismiche risulta quindi pari a $V_R = 75$ anni.

Vita nominale (V_N):	50 anni
Classe d'uso:	III ($C_U = 1.5$)
Periodo di riferimento azione sismica ($V_R = V_N * C_U$):	75 anni
Categoria di sottosuolo	D

Stato limite	PVR (Probabilità di superamento nel periodo V_R)
SL Operatività	81 %
SL Danno	63 %
SL salvaguardia Vita	10 %
SL prevenzione Collasso	5 %

Con $T_R =$ tempo di ritorno = $-V_R/\ln(1-PV_R)$:





T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.031	2.549	0.215
50	0.038	2.577	0.252
72	0.043	2.546	0.284
101	0.050	2.522	0.305
140	0.058	2.544	0.319
201	0.066	2.605	0.332
475	0.094	2.549	0.368
975	0.118	2.613	0.393
2475	0.160	2.644	0.424

Ai fini delle azioni sismiche la tipologia di sottosuolo adottata è:

- Tipo D

Categoria topografica:

- Tipo T1

Il fattore di struttura q da adottare nella determinazione dell'azione sismica di progetto dipende dalla tipologia strutturale verificata e dal tipo di particolari costruttivi realizzati.

Essendo gli elementi sismoresistenti costituiti dalle sole pile in c.a. si ha:

$$q = q_0 \cdot K_R \cdot K_w$$

dove: K_R = fattore di regolarità (struttura regolare in altezza)

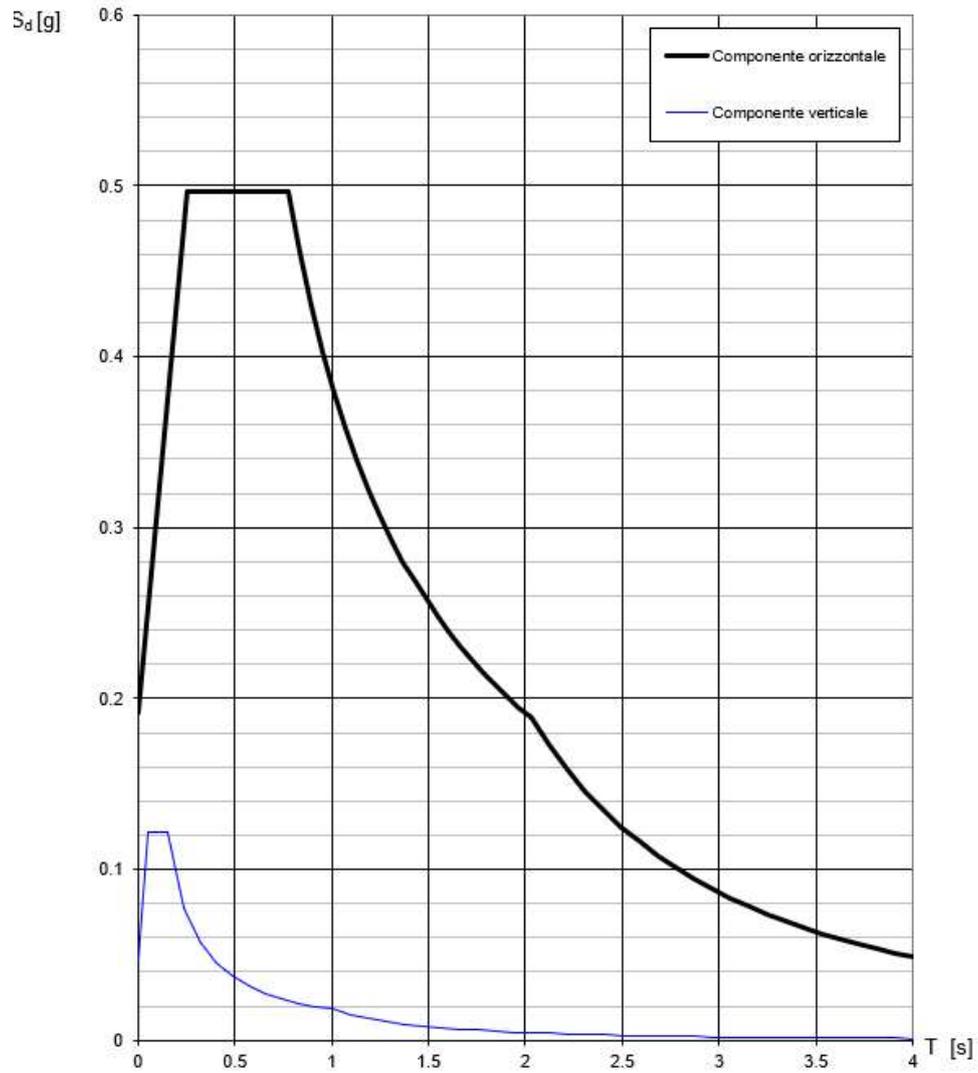
q_0 = fattore di tipologia strutturale

K_w = fattore di riduzione funzione della geometria

Si assume $q = 1.0$ accettando di mantenere in regime di comportamento completamente lineare la struttura anche in occasione del sisma.

Con le precedenti assunzioni, quindi, si assumono i seguenti spettri di progetto per SLV:

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limSLV
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.107 g
F_0	2.585
T_C	0.382 s
S_s	1.800
C_C	2.022
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.800
η	1.000
T_B	0.258 s
T_C	0.773 s
T_D	2.027 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / \xi + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.192
T_B	0.258	0.497
T_C	0.773	0.497
	0.832	0.461
	0.892	0.430
	0.952	0.403
	1.012	0.379
	1.071	0.358
	1.131	0.339
	1.191	0.322
	1.251	0.307
	1.310	0.293
	1.370	0.280
	1.430	0.268
	1.489	0.258
	1.549	0.248
	1.609	0.239
	1.669	0.230
	1.728	0.222
	1.788	0.215
	1.848	0.208
	1.908	0.201
	1.967	0.195
T_D	2.027	0.189
	2.121	0.173
	2.215	0.159
	2.309	0.146
	2.403	0.135
	2.497	0.125
	2.591	0.116
	2.685	0.108
	2.779	0.101
	2.873	0.094
	2.967	0.088
	3.061	0.083
	3.154	0.078
	3.248	0.074
	3.342	0.070
	3.436	0.066
	3.530	0.062
	3.624	0.059
	3.718	0.056
	3.812	0.054
	3.906	0.051
	4.000	0.049

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limiteSLV
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.047 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.140
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_e \cdot \left(\frac{a_s}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_e} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.047
T_B	0.050	0.122
T_C	0.150	0.122
	0.235	0.078
	0.320	0.057
	0.405	0.045
	0.490	0.037
	0.575	0.032
	0.660	0.028
	0.745	0.025
	0.830	0.022
	0.915	0.020
T_D	1.000	0.018
	1.094	0.015
	1.188	0.013
	1.281	0.011
	1.375	0.010
	1.469	0.008
	1.563	0.007
	1.656	0.007
	1.750	0.006
	1.844	0.005
	1.938	0.005
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.004
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

6.2. Località Calvecchia

In accordo al D.M. 17.01.2018, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali viene valutato il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PV_R nel periodo di riferimento V_R .

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

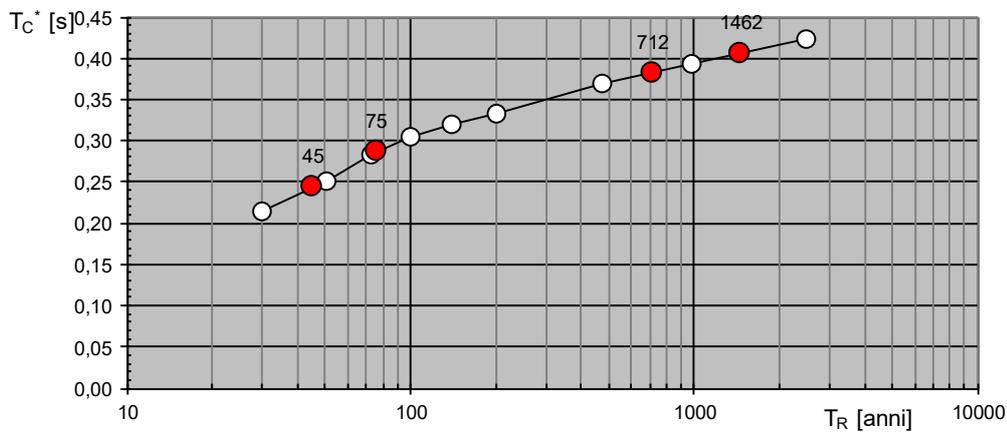
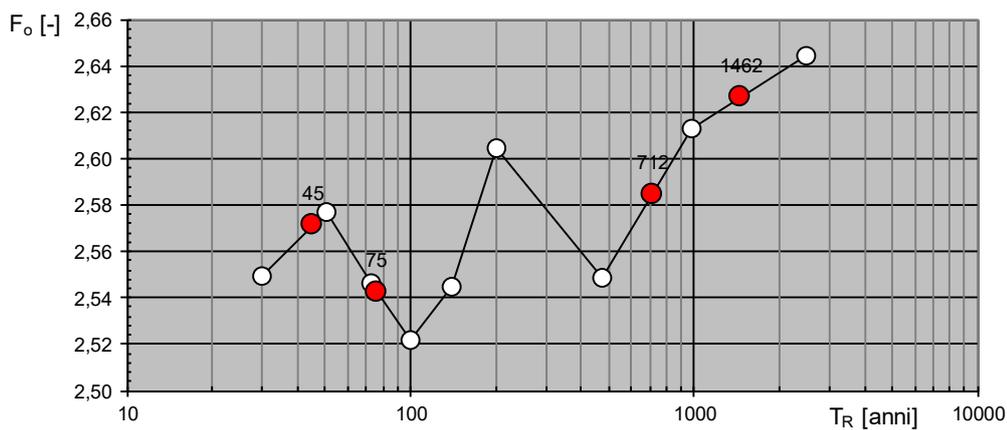
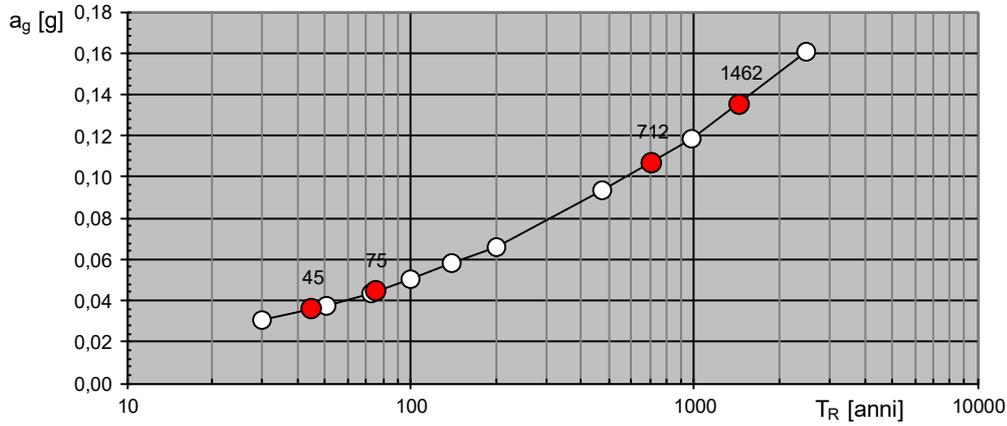
Coerentemente con quanto prescritto dalle NTC e tenendo conto dell'importanza della costruzione in esame, si è prevista per l'opera una vita nominale V_N di 50 anni e una classe d'uso III, cui corrisponde un coefficiente d'uso C_U pari a 1.50.

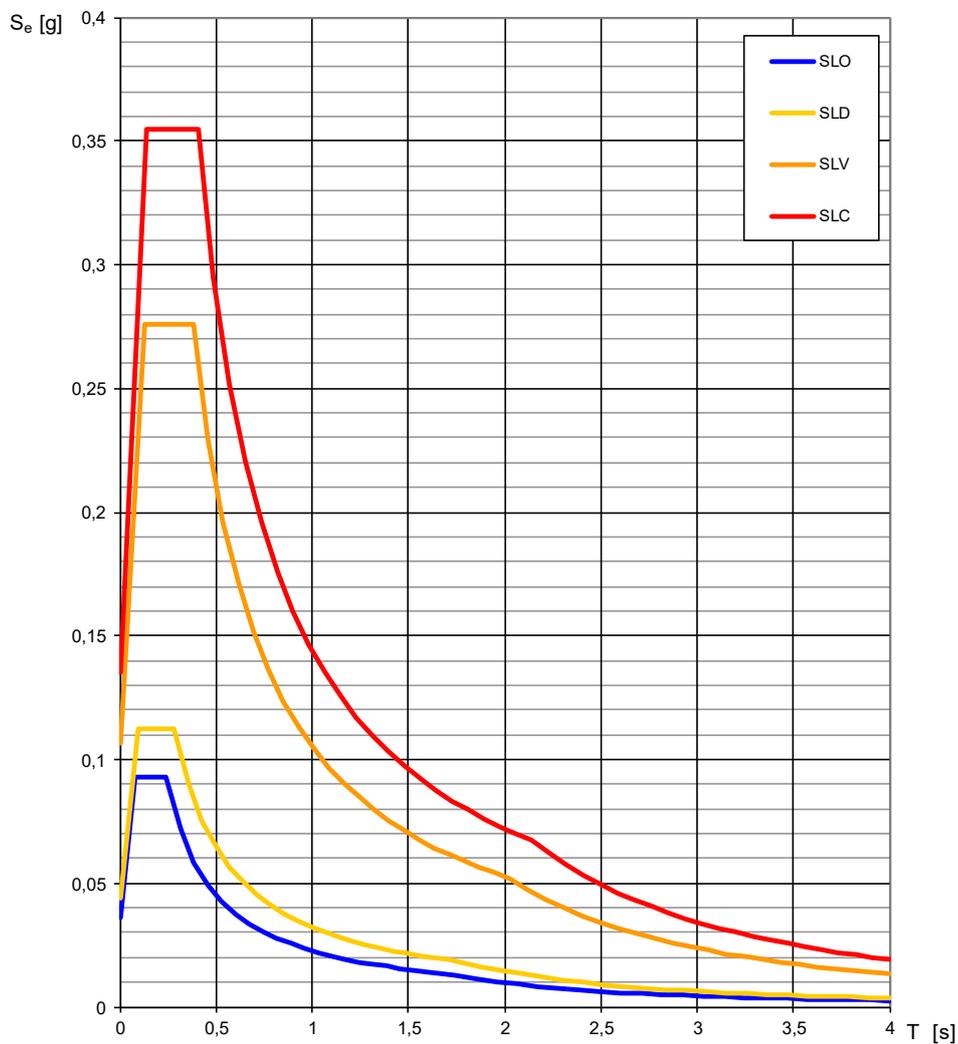
Il periodo di riferimento per le azioni sismiche risulta quindi pari a $V_R = 75$ anni.

Vita nominale (V_N):	50 anni
Classe d'uso:	III ($C_U = 1.5$)
Periodo di riferimento azione sismica ($V_R = V_N * C_U$):	75 anni
Categoria di sottosuolo	C

Stato limite	PVR (Probabilità di superamento nel periodo V_R)
SL Operatività	81 %
SL Danno	63 %
SL salvaguardia Vita	10 %
SL prevenzione Collasso	5 %

Con $T_R = \text{tempo di ritorno} = -V_R / \ln(1 - PV_R)$:





SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0,036	2,572	0,244
SLD	75	0,044	2,543	0,287
SLV	712	0,107	2,585	0,382
SLC	1462	0,135	2,626	0,406

Ai fini delle azioni sismiche la tipologia di sottosuolo adottata è:

- Tipo C

Categoria topografica:

- Tipo T1

Il fattore di struttura q da adottare nella determinazione dell'azione sismica di progetto dipende dalla tipologia strutturale verificata e dal tipo di particolari costruttivi realizzati.

Essendo gli elementi sismoresistenti costituiti dalle sole pile in c.a. si ha:

$$q = q_0 \cdot K_R \cdot K_w$$

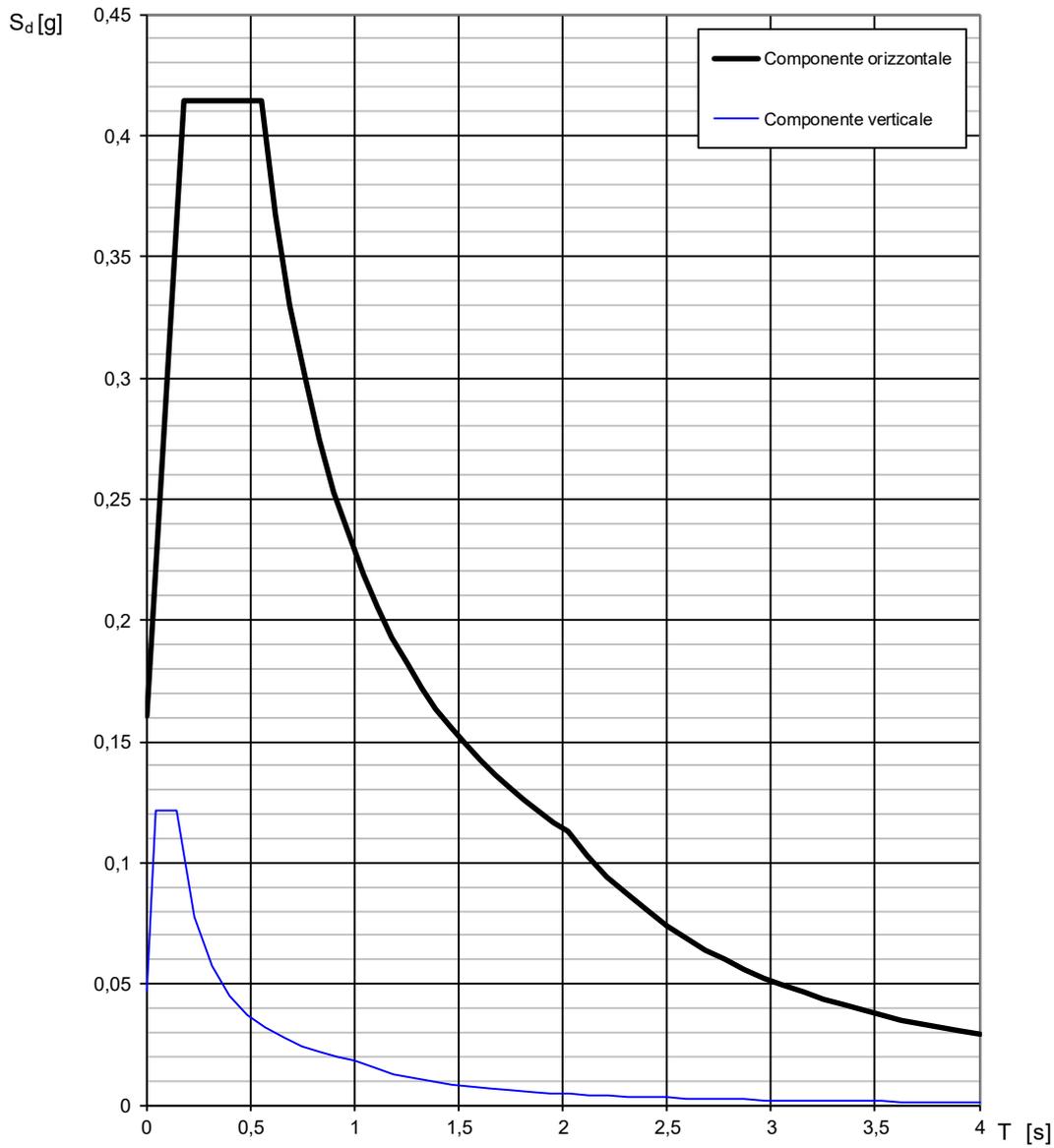
dove:

- K_R = fattore di regolarità (struttura regolare in altezza)
- q_0 = fattore di tipologia strutturale
- K_w = fattore di riduzione funzione della geometria

Si assume $q = 1.0$ accettando di mantenere in regime di comportamento completamente lineare la struttura anche in occasione del sisma.

Con le precedenti assunzioni, quindi, si assumono i seguenti spettri di progetto per SLV:

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,107 g
F_o	2,585
T_C	0,382 s
S_S	1,500
C_C	1,442
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,184 s
T_C	0,551 s
T_D	2,027 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,160
T_B ←	0,184	0,414
T_C ←	0,551	0,414
	0,621	0,367
	0,692	0,330
	0,762	0,299
	0,832	0,274
	0,902	0,253
	0,973	0,235
	1,043	0,219
	1,113	0,205
	1,184	0,193
	1,254	0,182
	1,324	0,172
	1,395	0,164
	1,465	0,156
	1,535	0,149
	1,605	0,142
	1,676	0,136
	1,746	0,131
	1,816	0,126
	1,887	0,121
	1,957	0,117
T_D ←	2,027	0,113
	2,121	0,103
	2,215	0,094
	2,309	0,087
	2,403	0,080
	2,497	0,074
	2,591	0,069
	2,685	0,064
	2,779	0,060
	2,873	0,056
	2,967	0,053
	3,061	0,049
	3,154	0,046
	3,248	0,044
	3,342	0,041
	3,436	0,039
	3,530	0,037
	3,624	0,035
	3,718	0,033
	3,812	0,032
	3,906	0,030
	4,000	0,029

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,047 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,140
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,047
$T_B \leftarrow$	0,050	0,122
$T_C \leftarrow$	0,150	0,122
	0,235	0,078
	0,320	0,057
	0,405	0,045
	0,490	0,037
	0,575	0,032
	0,660	0,028
	0,745	0,025
	0,830	0,022
	0,915	0,020
$T_D \leftarrow$	1,000	0,018
	1,094	0,015
	1,188	0,013
	1,281	0,011
	1,375	0,010
	1,469	0,008
	1,563	0,007
	1,656	0,007
	1,750	0,006
	1,844	0,005
	1,938	0,005
	2,031	0,004
	2,125	0,004
	2,219	0,004
	2,313	0,003
	2,406	0,003
	2,500	0,003
	2,594	0,003
	2,688	0,003
	2,781	0,002
	2,875	0,002
	2,969	0,002
	3,063	0,002
	3,156	0,002
	3,250	0,002
	3,344	0,002
	3,438	0,002
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001