

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
FABBRICATI
FA12 - FABBRICATO SSE AL KM 43+125,00
STRUTTURE
RELAZIONE SISMICA**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Iricav Due			
 Ing. Giovanni MALAVENDA iscritto all'ordine degli Ingegneri di Venezia n. 4289 Data:	 Iricav Due Ing. Paolo CARMONA Data:			

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. FOGLIO

IN17 12 E I2 RH FA1200 003 A 001 P 001

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI 	



Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	MBI 	01/08/2021	MPA 	01/08/2021	GSA 	01/08/2021	 Data: 01/08/2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E9100000009	File: IN1712EI2RHFA1200003A
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 2 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

INDICE

1	ELABORATI DI RIFERIMENTO	3
2	PREMESSA	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
4	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO	6
4.1	INTRODUZIONE	6
4.2	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA.....	7
4.3	STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO.....	8
4.4	ACCELERAZIONE DI RIFERIMENTO SU SUOLO RIGIDO a_g	11
4.5	RISPOSTA SISMICA LOCALE	15
4.6	SPETTRI ELASTICI.....	17
4.7	SPETTRI DI PROGETTO	22
5	LIQUEFAZIONE	30
6	ANALISI MODALE E MODI DI VIBRARE.....	31

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 3 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

1 ELABORATI DI RIFERIMENTO

CODIFICA	TITOLO ELABORATO
IN1712EI2EEFA1200001A	ELENCO ELABORATI
IN1712EI2RGFA1200001A	RELAZIONE GENERALE DI CONFRONTO PD-PE
IN1712EI2RHFA1200001A	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA
IN1712EI2RIFA1200001A	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
IN1712EI2RBFA1200001A	RELAZIONE GEOTECNICA
IN1712EI2RHFA1200002A	RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEI MATERIALI
IN1712EI2CLFA1200001A	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE
IN1712EI2RHFA1200003A	RELAZIONE SISMICA
IN1712EI2CMFA1200001A	COMPUTO METRICO
IN1712EI2CEFA1200001A	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
IN1712EI2RHFA1200004A	ELENCO PREZZI UNITARI
IN1712EI2APFA1200001A	ANALISI NUOVI PREZZI
IN1712EI2RHFA1200005A	PIANO DI MANUTENZIONE
IN1712EI2P7FA1200001A	PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO
IN1712EI2P9FA1200001A	PLANIMETRIA GENERALE STATO DI FATTO-RILIEVO TOPOGRAFICO
IN1712EI2P9FA1200002A	PLANIMETRIA GENERALE STATO DI PROGETTO
IN1712EI2P9FA1200003A	PIAZZALE-STATO DI PROGETTO E ANDAMENTO ALTIMETRICO
IN1712EI2P9FA1200004A	PIAZZALE-COSTRUZIONI E DEMOLIZIONI
IN1712EI2P9FA1200005A	PIAZZALE-TRATTAMENTO SUPERFICI
IN1712EI2BZFA1200001A	PIAZZALE - PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI 1 DI 4
IN1712EI2BZFA1200002A	PIAZZALE - PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI 2 DI 4
IN1712EI2BZFA1200003A	PIAZZALE - PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI 3 DI 4
IN1712EI2BZFA1200004A	PIAZZALE - PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI 4 DI 4
IN1712EI2BZFA1200005A	PIAZZALE - PARTICOLARI COSTRUTTIVI - SEZIONE TIPO
IN1712EI2BZFA1200006A	STRADA DI ACCESSO - PROFILO E SEZIONI
IN1712EI2BZFA1200007A	STRADA DI ACCESSO - SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE
IN1712EI2P9FA1200006A	PIAZZALE - PLANIMETRIA DEI SOTTOSERVIZI DI PROGETTO DI PROGETTO
IN1712EI2P9FA1200007A	PIAZZALE - PLANIMETRIA RETE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO
IN1712EI2FZFA1200001A	PIAZZALE - PROFILI OPERE IDRAULICHE
IN1712EI2BZFA1200008A	PIAZZALE - PARTICOLARI COSTRUTTIVI OPERE IDRAULICHE 1 di 2
IN1712EI2BZFA1200009A	PIAZZALE - PARTICOLARI COSTRUTTIVI OPERE IDRAULICHE 2 di 2
IN1712EI2PZFA1200001A	PIAZZALE E FABBRICATO - PLANIMETRIA RETE ACQUE REFLUE DI PROGETTO E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
IN1712EI2PZFA1200002A	PIAZZALE E FABBRICATO - PLANIMETRIA RETE IDRICA DI PROGETTO

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 4 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

IN1712EI2PZFA1200003A	PIAZZALE - PLANIMETRIA OPERE ELETTROMECCANICHE INTERRATE
IN1712EI2PBFA1200001A	FABBRICATO: PIANTE POZZETTI
IN1712EI2PBFA1200002A	FABBRICATO: PIANTE
IN1712EI2PBFA1200003A	FABBRICATO: PROSPETTI
IN1712EI2WBFA1200001A	FABBRICATO: SEZIONI
IN1712EI2BZFA1200010A	FABBRICATO: PARTICOLARI PARTE 1/2
IN1712EI2BZFA1200011A	FABBRICATO: PARTICOLARI PARTE 2/2
IN1712EI2BKFA1200001A	FABBRICATO: ABACO PACCHETTI TECNOLOGICI
IN1712EI2BCFA1200001A	FABBRICATO: ABACO PORTE E FINESTRE
IN1712EI2PBFA1200004A	FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE FONDAZIONI
IN1712EI2PBFA1200005A	FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE COPERTURA
IN1712EI2WBFA1200002A	FABBRICATO - Carpenterie : SEZIONI
IN1712EI2BZFA1200012A	FABBRICATO - ARMATURE FONDAZIONI
IN1712EI2BZFA1200013A	FABBRICATO - ARMATURE PILASTRI E SOLETTA CONTROTERRA
IN1712EI2BZFA1200014A	FABBRICATO - ARMATURE TRAVI

Elaborati di riferimento del Progetto Definitivo:

- [1] IN1710EI2RHGE0000002A Relazione geologica, caratterizzazione e modellazione geologica del sito 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [2] IN1710EI2RHGE0000004A Relazione idrogeologica 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [3] IN1710EI2RBGE0000004B Relazione geotecnica (da 33+500 a 44+250)
- [4] IN1710EI2LZGE0000022A Planimetria con ubicazione indagini e profilo geotecnico
11 di 11
- [5] IN1710EI2RHGE0000006A Relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base 2/2 (da 22+000 a 44+250)
- [6] IN1710EI2P5GE00000011A Planimetrie con classificazione sismica del territorio 11 di 11

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 5 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

2 PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto esecutivo delle opere strutturali del fabbricato FA12 – SSE al km 43+125 da realizzare nella tratta Verona - Padova, sub-lotto Verona – Montebello Vicentino, nell’ambito della progettazione esecutiva della linea AV/AC Torino-Venezia. In particolare la relazione illustra le modalità ed i parametri impiegati per la definizione dell’azione sismica di progetto per l’opera in oggetto.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento, le analisi e le verifiche delle strutture sono stati condotti in accordo con le seguenti disposizioni normative:

- Legge n° 64 del 02/2/1974
“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”
- Ordinanza del 20/3/2003 n. 3274 e s.m.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”.
- D.C.R. Regione Veneto 03/12/2003 n. 67
Allegato 1 – Elenco dei comuni classificati in zona sismica.
- Decreto Ministeriale 14/1/2008
“Norme tecniche per le costruzioni”
- Circolare 02/2/2009, n°617
“Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14/1/2008”
- Manuale di progettazione RFI – Prescrizioni Tecniche per la progettazione dell’Infrastruttura” 2017

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 6 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A



4 DEFINIZIONE DELL’AZIONE SISMICA DI PROGETTO

4.1 INTRODUZIONE

La definizione dell’azione sismica di progetto è stata condotta secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche in vigore assunte alla base della progettazione (DM 14 gennaio 2008. Norme tecniche per le costruzioni. Gazzetta Ufficiale n. 29 del 04.02.2008 – Supplemento Ordinario n. 159). In particolare, l’azione sismica in base alla quale va valutato il rispetto dei diversi stati limite per le strutture in progetto deve essere definita a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, a sua volta espressa in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con superficie topografica orizzontale. La definizione dell’azione sismica di progetto comprende la determinazione delle ordinate dello spettro di risposta elastica in accelerazione $S_e(T)$ “ancorato” al valore di a_g , facendo riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per la vita utile della struttura. Data la probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato, funzione dello Stato Limite considerato per la verifica, la forma spettrale è definita a partire dai valori dei seguenti parametri relativi ad un sito di riferimento rigido e orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei paragrafi seguenti verrà dapprima stabilito il periodo di riferimento per l’azione sismica, sulla base della classificazione delle opere in progetto. Successivamente, saranno definiti gli stati limite di interesse per la verifica strutturale, arrivando a definire i periodi di ritorno corrispondenti dell’azione sismica da considerare per suolo rigido. Verrà poi illustrata la determinazione della categoria di suolo (e topografica) di riferimento attraverso l’interpretazione delle indagini geotecniche. In conclusione verrà definita l’azione sismica di verifica per i diversi Stati Limite.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 7 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

4.2 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA

Con riferimento alla destinazione d'uso e alle conseguenze di un'eventuale interruzione di operatività o collasso del fabbricato, sono stati definiti i parametri di base della progettazione strutturale, con particolare riguardo all'azione sismica (punto 2.4 NTC08).

La Vita Nominale V_N di un'opera, intesa come il numero di anni in cui essa possa essere usata per lo scopo al quale è destinata, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, è così definita dalle NTC08:

$V_N \leq 10$ anni, per opere provvisorie e provvisionali.

$V_N \geq 50$ anni, per opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale;

$V_N \geq 100$ anni, per grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di importanza strategica.

Nel caso in oggetto (opera infrastrutturale di elevata importanza), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto per l'asse principale e tutte le opere con esso direttamente interferenti in caso di collasso, è stato assunto in sede progettuale:

- vita nominale $V_N = 100$ anni

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, le opere sono suddivise dalle NTC08 in classi d'uso, la cui appartenenza è stabilita sulla base dell'importanza dell'opera rispetto alle esigenze di operatività a valle di un evento sismico. In particolare, le classi d'uso sono così definite:

- Classe I ($C_U=0.7$): Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II ($C_U=1.0$): Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III ($C_U=1.5$): Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 8 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

- Classe IV ($C_U=2.0$): Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Per l’opera in oggetto è stata definita la seguente classe d’uso:

- Classe d’uso III, con coefficiente d’uso $C_U = 1.5$

Alla luce di quanto sopra, per l’opera in oggetto il periodo di riferimento per l’azione sismica risulta:



$$V_R = V_N \times C_U = 150 \text{ anni.}$$

4.3 STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

L’azione sismica di progetto deve essere determinata in funzione degli Stati Limite relativi all’opera da verificare ed alle corrispondenti probabilità P_{VR} di realizzarsi nel periodo di riferimento V_R .

Gli Stati Limite di riferimento per verifiche in presenza di sisma, così come definiti nelle NTC08 al par. 3.2.1 risultano:

- Stati Limite Ultimi (SLU):
 - Stato Limite di Salvaguardia della Vita umana, SLV, definito come lo stato limite in cui la struttura subisce una significativa perdita della rigidezza nei confronti dei carichi orizzontali ma non nei confronti dei carichi verticali. Permane un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.
 - Stato Limite di Prevenzione del Collasso, SLC, stato limite nel quale la struttura subisce gravi danni strutturali, mantenendo comunque un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza a collasso per carichi orizzontali.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 9 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

- Stati limite di Esercizio (SLE):

- Stato Limite di immediata Operatività SLO per le strutture ed apparecchiature che debbono restare operative a seguito dell’evento sismico.
- Stato Limite di Danno SLD definito come lo stato limite da rispettare per garantire la sostanziale integrità dell’opera ed il suo immediato utilizzo.

Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della Classe d’uso nella Tab. C7.1.I della Circolare NTC08, di seguito riportata:





GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 10 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA1200003	A

Tabella C7.1.I - Verifiche di sicurezza in funzione della Classe d'uso.

SL	Descrizione della prestazione	Riferimento Norme	Classe d'uso			
			I	II	III	IV
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali	§ 7.3.7.2			x	x
	Funzionalità degli impianti	§ 7.3.7.3			x	x
SLD	Resistenza degli elementi strutturali	§ 7.3.7.1			x	x
	Contenimento del danno degli elementi non strutturali	§ 7.3.7.2	x	x		
	Contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno	§ 7.11.5.3	x	x	x	x
	Contenimento degli spostamenti permanenti dei muri di sostegno	§ 7.11.6.2.2	x	x	x	x
SLV	Assenza di martellamento tra strutture contigue	§ 7.2.2	x	x	x	x
	Resistenza delle strutture	§ 7.3.6.1	x	x	x	x
	Duttilità delle strutture	§ 7.3.6.2	x	x	x	x
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	§ 7.3.6.3	x	x	x	x
	Resistenza dei sostegni e collegamenti degli impianti	§ 7.3.6.3	x	x	x	x
	Stabilità del sito	§ 7.11.3	x	x	x	x
	Stabilità dei fronti di scavo e dei rilevati	§ 7.11.4	x	x	x	x
	Resistenza del sistema fondazione-terreno	§ 7.11.5.3	x	x	x	x
	Stabilità dei muri di sostegno	§ 7.11.6.2.2	x	x	x	x
	Stabilità delle paratie	§ 7.11.6.3.2	x	x	x	x
Resistenza e stabilità dei sistemi di contrasto e degli ancoraggi	§ 7.11.6.4.2	x	x	x	x	
SLC	Resistenza dei dispositivi di vincolo temporaneo tra costruzioni isolate	§ 7.2.1	x	x	x	x
	Capacità di spostamento degli isolatori	§ 7.10.6.2.2	x	x	x	x

Tabella 1 Verifiche di sicurezza da effettuare per la Classe d'Uso considerata (Circ. NTC08)

Le probabilità di superamento cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente per ciascuno degli stati limite considerati sono riportate in Tab 3.2.I NTC2008:

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 11 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 2 Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Il tempo di ritorno T_R dell'azione sismica di verifica è legato al periodo di riferimento V_R ed alla probabilità di superamento P_{VR} dalla relazione: $T_R = V_R / \ln(1-P_{VR})$

Nel caso specifico con $V_R = 150$ anni si hanno i periodi di ritorno riportati nell'immagine seguente:

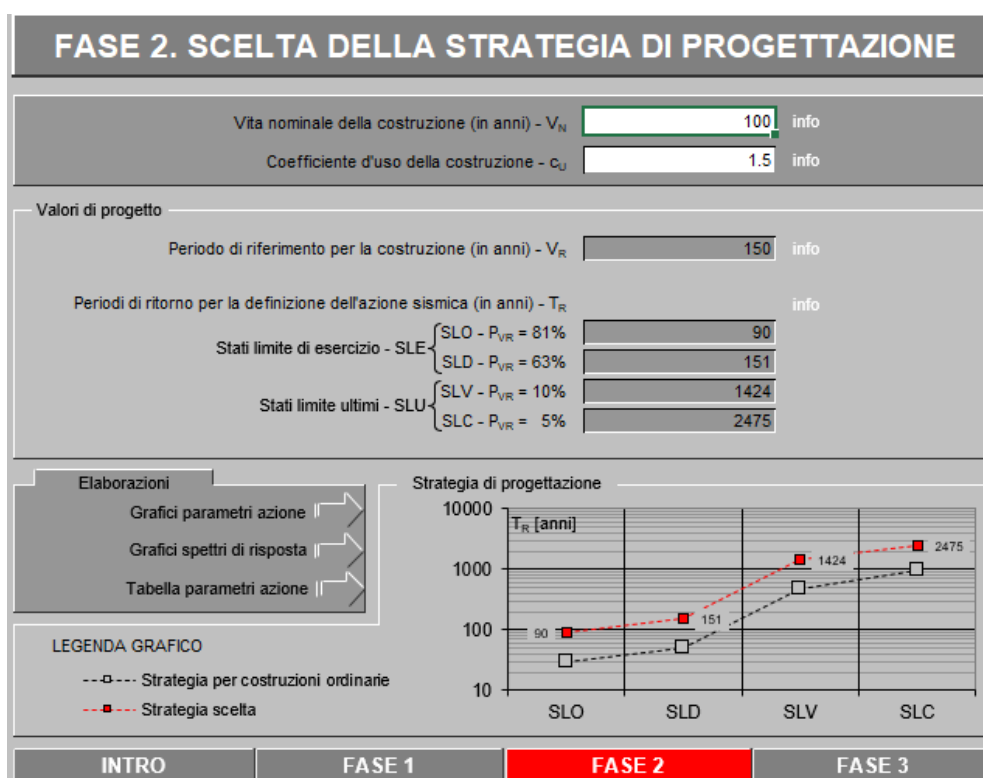




Figura 1 Periodi di ritorno per le diverse probabilità di superamento nel periodo V_R .

4.4 ACCELERAZIONE DI RIFERIMENTO SU SUOLO RIGIDO a_g

Le NTC08 definiscono i valori a_g (accelerazione orizzontale massima su sito rigido e superficie topografica orizzontale), F_0 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) in corrispondenza di una griglia di punti distribuiti sull'intero territorio nazionale. I corrispondenti valori di pericolosità sismica situati in punti intermedi della griglia

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 12 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

(individuati dalle loro coordinate) vengono ottenuti per interpolazione sui quattro punti di griglia più prossimi.

Le coordinate specifiche del sito in esame sono le seguenti:

Longitudine: 11°28'15.10" E

Latitudine: 45°31'30.72" N

Nella figura seguente si riporta, per il punto di interesse, la relativa localizzazione ed uno schema di localizzazione del punto rispetto ai nodi della griglia dei valori di pericolosità, ottenuto attraverso l'impiego del foglio di calcolo Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v.2, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

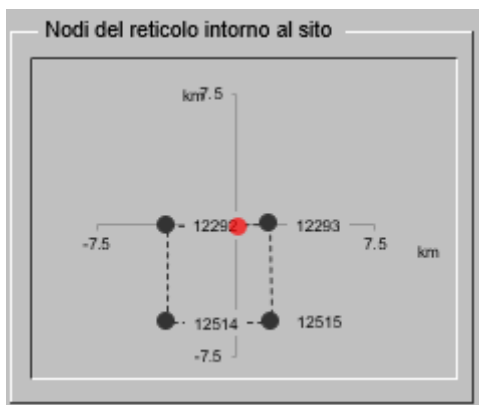


Figura 2 Individuazione del punto di interesse nel reticolo di riferimento.

Il risultato dell'interpolazione per i parametri a_g , F_0 e T_c^* è riportato di seguito.

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	90	0.071	2.478	0.266
SLD	151	0.091	2.431	0.273
SLV	1424	0.221	2.426	0.290
SLC	2475	0.270	2.381	0.296

Tabella 2: Parametri a_g , F_0 T_c^* in funzione degli stati limite, al variare del periodo di ritorno T_R

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 13 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA1200003	A

Valori di progetto dei parametri a_g , F_0 , T_c^* in funzione del periodo di ritorno T_R

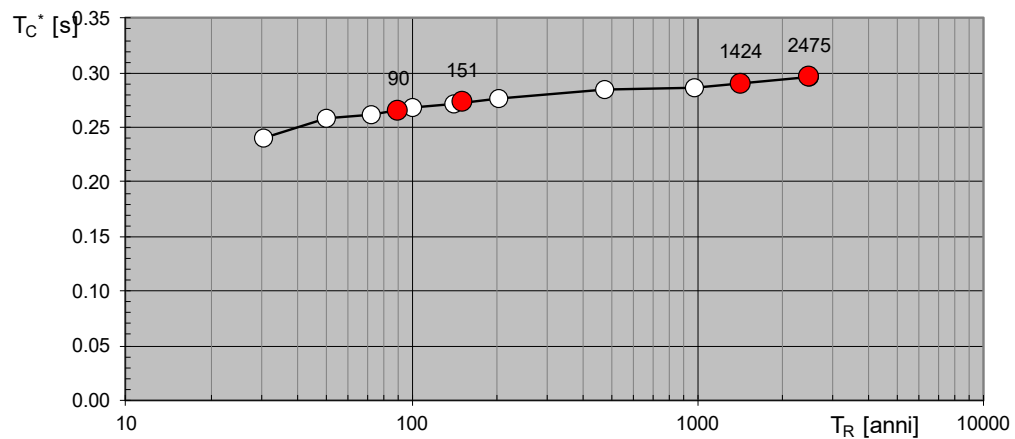
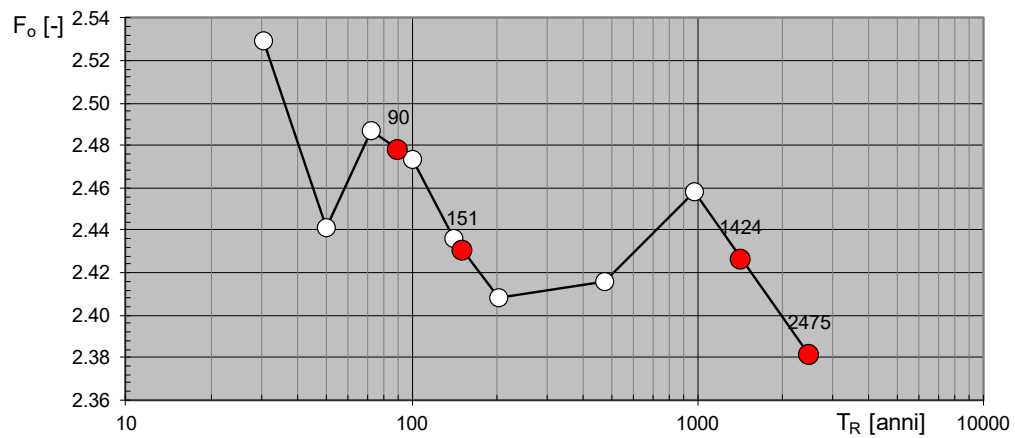
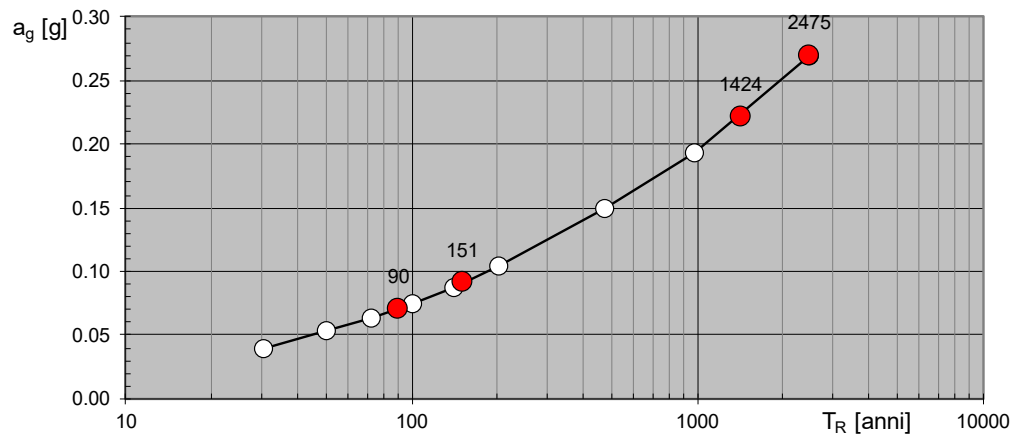


Figura 3 Valori di progetto di a_g , F_0 , T_c^* in funzione del periodo di ritorno T_R

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 14 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

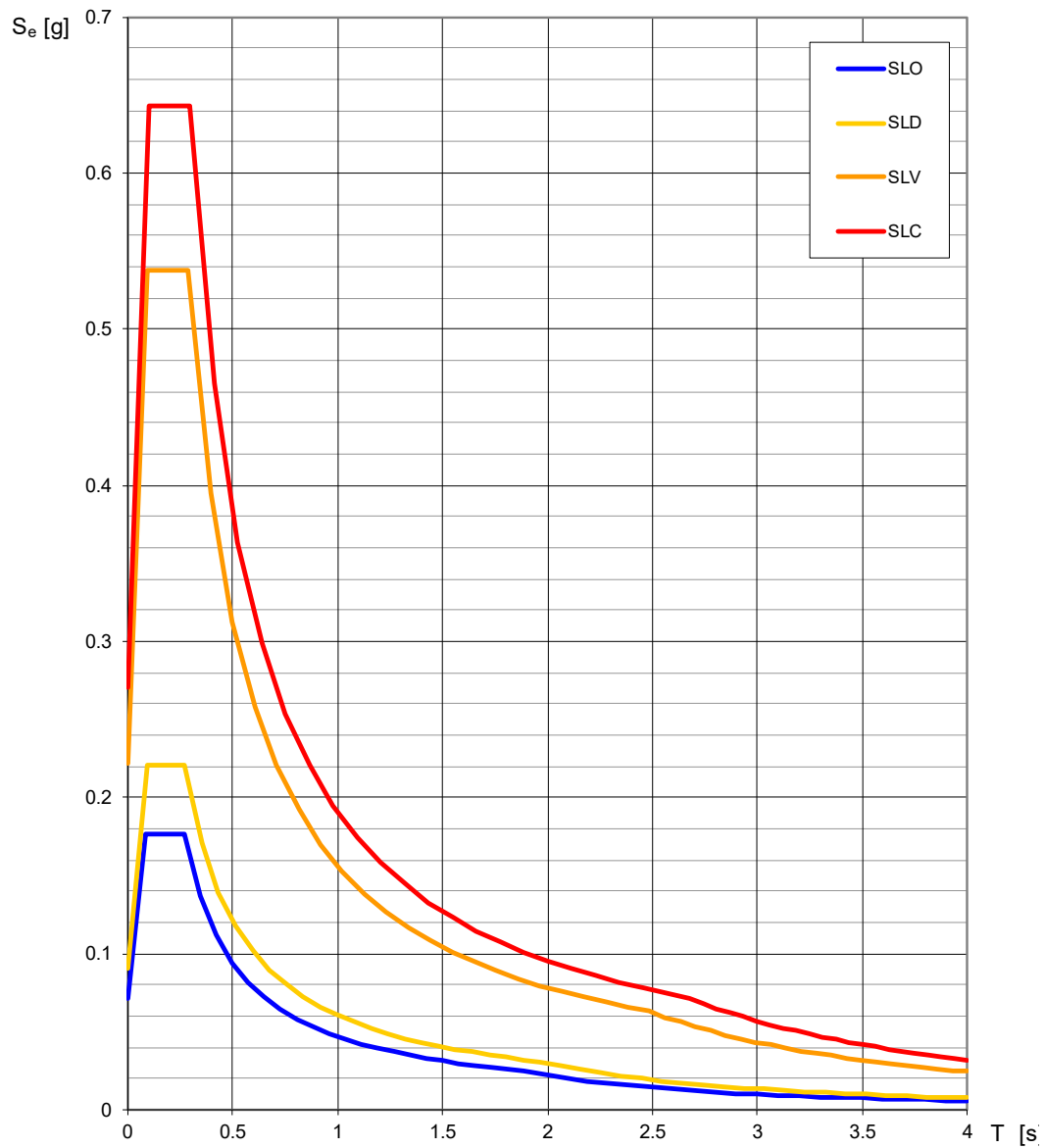




Figura 4 Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite su suolo rigido

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 15 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

4.5 RISPOSTA SISMICA LOCALE

La zonazione del tracciato di progetto rispetto alla risposta sismica locale dei terreni presenti è stata svolta in accordo alle prescrizioni delle NTC08, identificando la Categoria di Sottosuolo di appartenenza del sito sulla base dei dati delle indagini condotte. In particolare, l'associazione tra stratigrafia rilevata ai punti di interesse e relativa categoria di sottosuolo è stata condotta in funzione dei valori medi calcolati sui primi 30m di profondità della velocità di propagazione delle onde di taglio ($V_{S,30}$) definita dall'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

h_i = spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato, ricavata attraverso correlazioni.

Si rimanda alla Relazione Geotecnica [3] per la descrizione completa delle diverse prove in sito condotte nel corso delle varie campagne, per ogni punto di interesse identificato lungo il tracciato. Nella Relazione Sismica [5] il terreno su cui sorgerà il FA08 è classificato in categoria C.

Si riporta nell'immagine seguente uno stralcio della Planimetria con Classificazione Sismica del Territorio [6], in cui è individuata la localizzazione del fabbricato in oggetto.

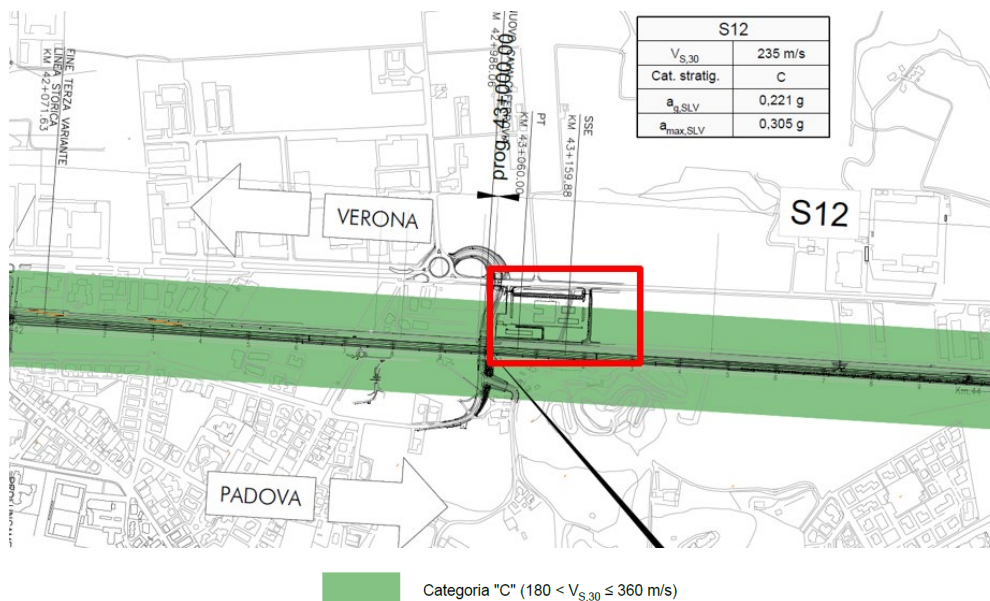


Figura 5 Categoria di sottosuolo del sito in esame

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 16 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

L'effetto della risposta sismica locale sulla pericolosità di base può essere determinato secondo le NTC08 attraverso l'impiego di un fattore di sito S funzione sia della categoria di sottosuolo (S_S) sopra determinata, sia dell'andamento della superficie topografica (S_T):

Il coefficiente S_S si ottiene dalla seguente espressione per un sottosuolo di categoria D (Tabella 3.2.V del par. 3.2.3 delle NTC08):

$$S_S = 0.90 \leq 2.40 - 1.50F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.80$$

Per quanto riguarda l'eventuale amplificazione topografica, il sito di interesse si trova su superficie sostanzialmente pianeggiante. Pertanto, esso ricade in categoria T_1 , ossia Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, in accordo alla Tabella 3.2.IV al par.3.2.2. delle NTC08. Di conseguenza il fattore di amplificazione topografica ha valore unitario, $S_T = 1$.

L'azione sismica prima individuata viene corretta per tener conto delle effettive condizioni locali, stratigrafiche (categoria di sottosuolo "D") e topografiche (superficie pianeggiante), attraverso i coefficienti correttivi che amplificano l'accelerazione riferita al suolo rigido determinando l'accelerazione di progetto: $a_{max} = S a_g (T=0)$. I valori del fattore di sito S e dell'azione sismica di progetto a_{max} per i periodi di ritorno corrispondenti ai diversi stati limite sono stati calcolati e riportati di seguito:

STATO LIMITE	S_S	S_T	$S=S_S*S_T$	a_g (g)	$a_{max}=a_g*S$ (g)
SLO	1.500	1	1.800	0.071	0.107
SLD	1.500	1	1.800	0.091	0.136
SLV	1.378	1	1.650	0.221	0.305
SLC	1.314	1	1.498	0.270	0.355

Tabella 3: Coefficienti correttivi locali e accelerazioni massime

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 17 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

4.6 SPETTRI ELASTICI

Il moto del suolo durante il terremoto è caratterizzabile attraverso 3 componenti mutualmente ortogonali, due orizzontali X e Y e una verticale Z. Vengono di seguito fornite le indicazioni di carattere operativo per procedere alla determinazione degli spettri di risposta elastici. Si rimanda al testo delle NTC08 per ogni altra indicazione. Nel caso in esame, la risposta alle azioni sismiche viene calcolata separatamente per due componenti orizzontali tra loro ortogonali mentre la componente verticale non viene considerata in quanto la costruzione sorge in Zona 3 (prg. 3.2.3.1 e 7.2.1 NTC08).

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito dalle espressioni seguenti:

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

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

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

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

in cui T ed S_e sono rispettivamente periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale.

Inoltre:

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche (cfr. par. 0).
- η è il fattore che altera lo spettro elastico per fattori di smorzamento viscoso ξ diversi dal 5%, secondo la relazione:

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0.55$$

dove ξ espresso in % è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

- F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale;

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 18 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da:

$$T_c = C_c \cdot T_c^*$$

- dove T_C^* è periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale; C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (rif. Tab. 3.2.V delle NTC08); nel caso specifico, in presenza di suoli in categoria C si ha $C_c=1.05(T_C^*)^{-0.33}$;

- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante:
 $T_B = T_C / 3$

- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi dalla relazione:

$$T_D = 4.0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1.6$$

Gli stati limite adottati per la verifica sismica sono:

- SLV (stato limite di salvaguardia della vita), per le verifiche delle strutture nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU);
- SLD (stato limite di danno), per le verifiche delle strutture agli stati limite di esercizio (SLE) in termini di resistenza;
- SLO (stato limite di operatività), per le verifiche delle strutture agli stati limite di esercizio (SLE) in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali (e degli impianti in termini di mantenimento della funzionalità secondo quanto specificato al punto 7.3.7.3 NTC08).

a ciascuno dei quali è associata una probabilità (crescente) di superamento dell'evento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Nelle figure alle pagine seguenti si riportano i corrispondenti spettri elastici ottenuti per il sito in esame, sulla base dei parametri sopra definiti.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 19 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

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

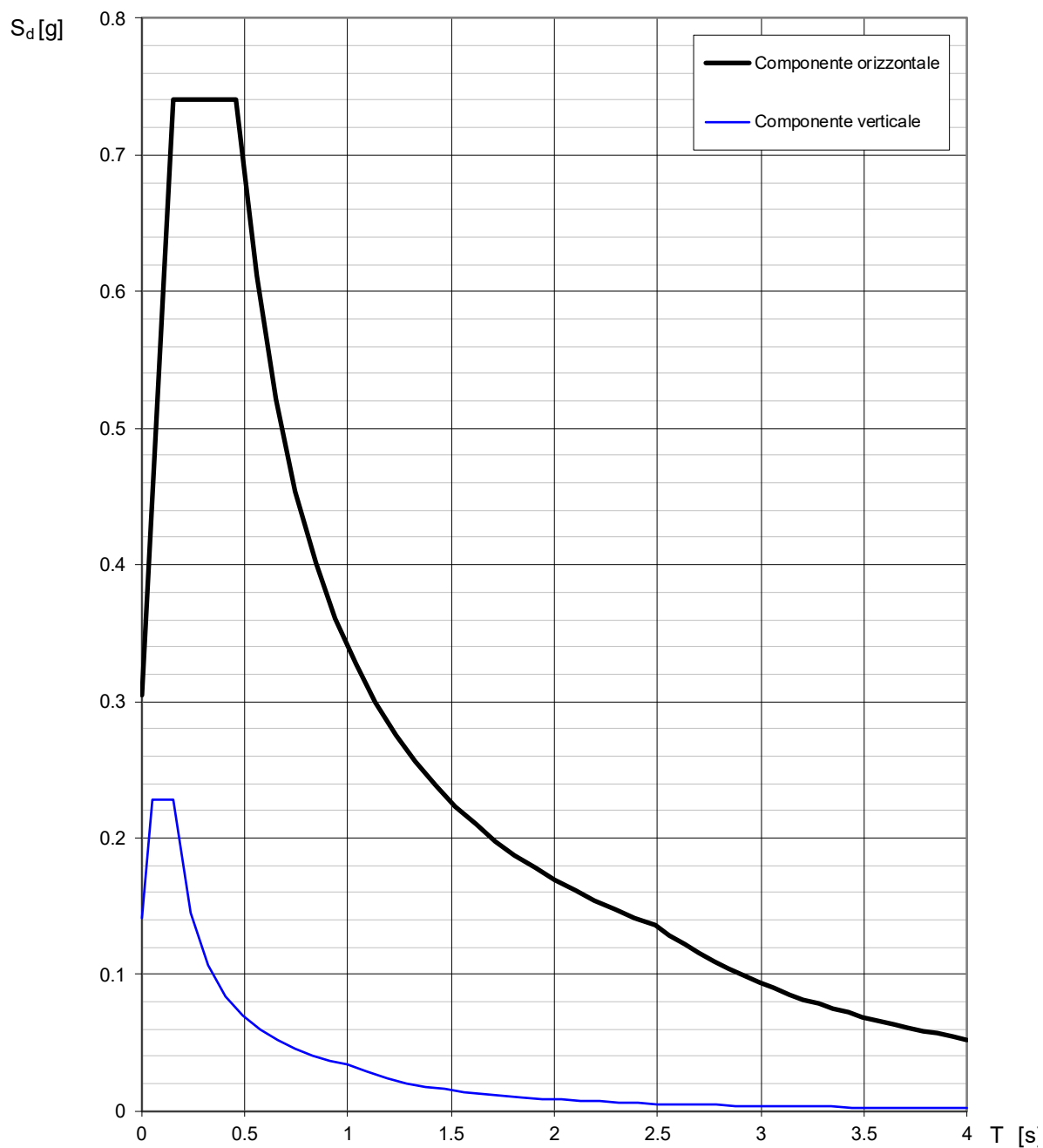


Figura 6 Spettro elastico SLV

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 20 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA1200003	A

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

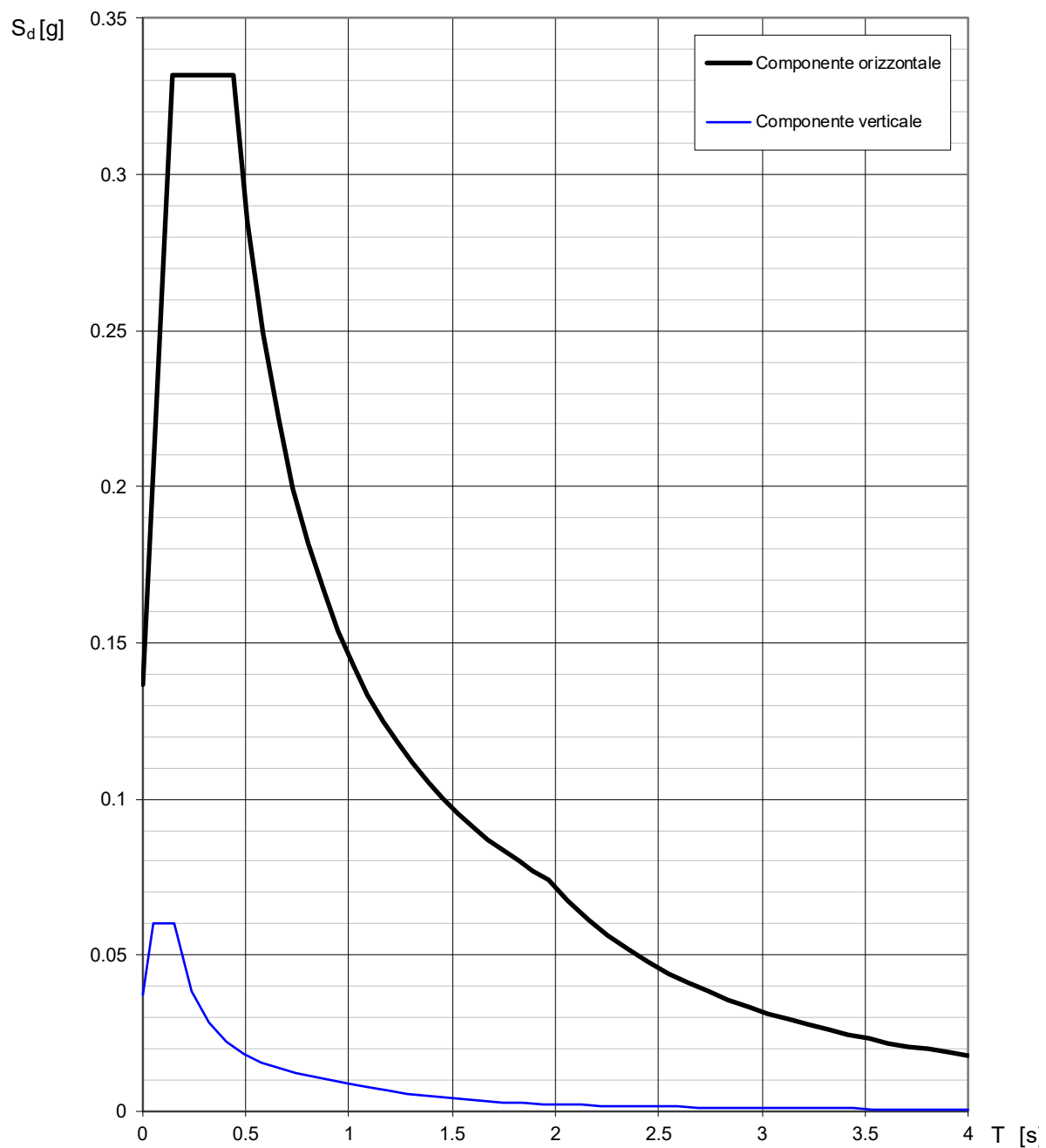




Figura 7 Spettro elastico SLD

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 21 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

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

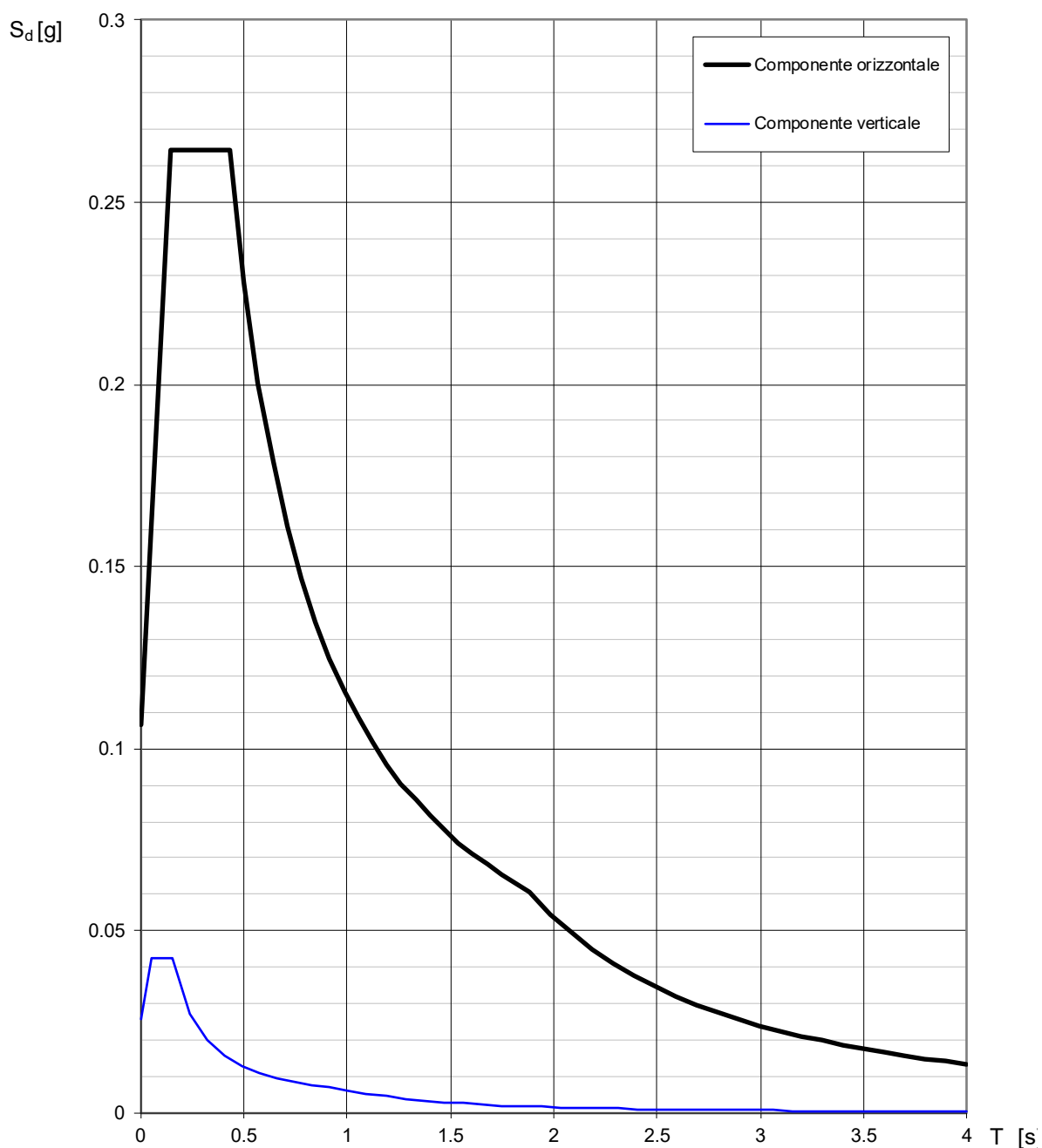


Figura 8 Spettro elastico SLO

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 22 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA1200003	A

4.7 SPETTRI DI PROGETTO

Lo spettro di progetto per le verifiche delle strutture agli stati limite ultimi (SLU) viene ottenuto a partire dallo spettro elastico SLV prima riportato, ridotto secondo un fattore di struttura specifico per la struttura in esame. In questo caso si considerano i seguenti parametri di calcolo:

- tipologia strutturale: struttura in c.a. a telaio di un piano;
- classe di duttilità: B;
- coefficiente di base: 3.0;
- rapporto di duttilità: $\alpha_u/\alpha_1 = 1.1$ (costruzione regolare in pianta);
- fattore riduttivo: $k_R = 1.0$ (costruzione regolare in altezza);

dai quali risulta il seguente valore del fattore di struttura per ciascuna direzione del sisma orizzontale:

$$q = q_0 \times k_R = 3.0 \times 1.1 \times 1.0 = 3.30$$

Per l'azione sismica verticale il fattore di struttura è $q=1.5$.

Di seguito si riporta il grafico e le relative coordinate dello spettro di progetto SLV, ottenuto a partire dallo spettro elastico applicando il fattore di struttura sopra determinato.

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

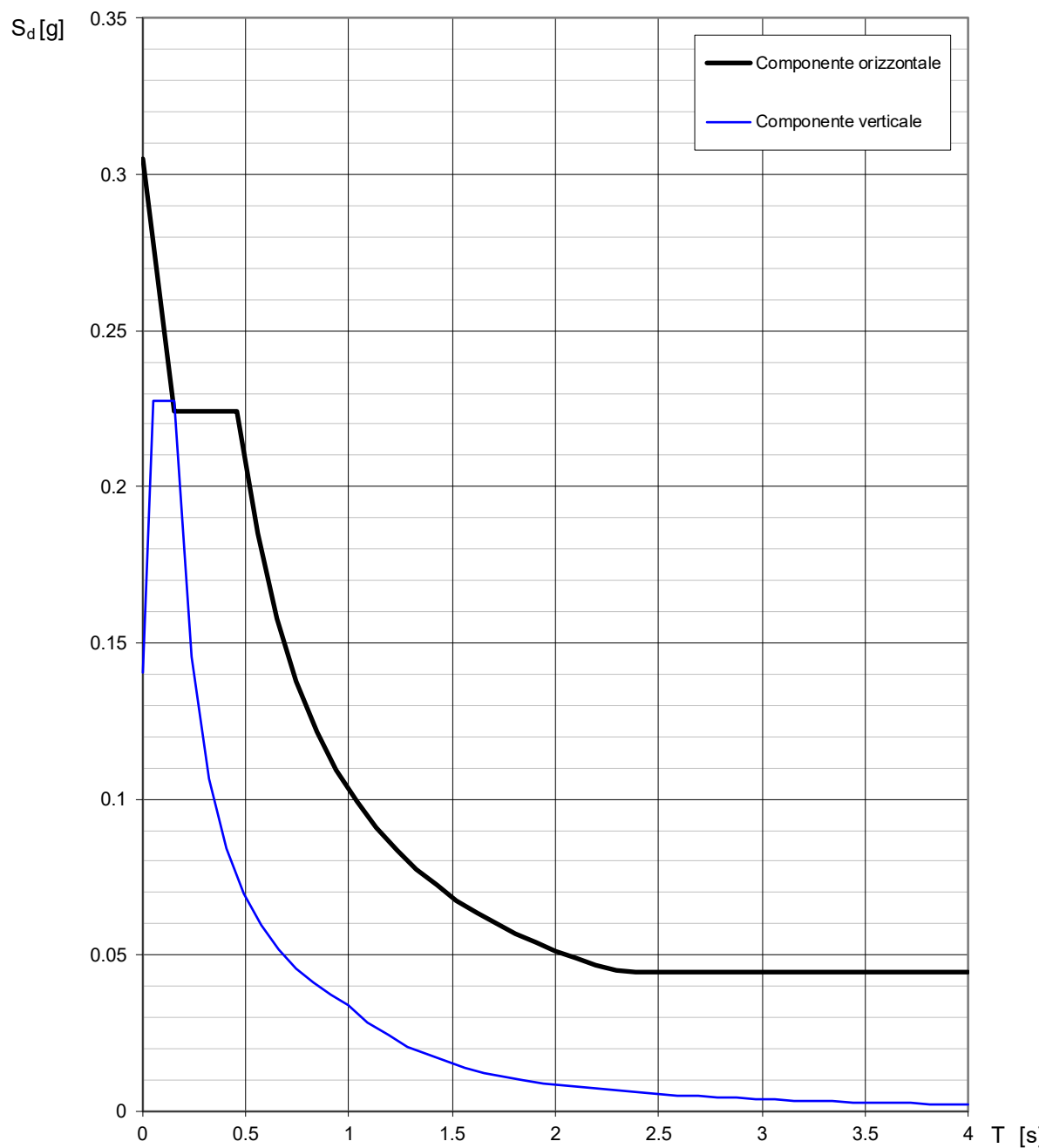




Figura 9 Spettro di progetto SLV

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 24 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.221 g
F_o	2.426
T_C^*	0.290 s
S_S	1.378
C_C	1.580
S_T	1.000
q	3.300

Parametri dipendenti

S	1.378
η	0.303
T_B	0.153 s
T_C	0.458 s
T_D	2.486 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)

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

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

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



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

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	0.305
T_B ←	0.153	0.224
T_C ←	0.458	0.224
	0.555	0.185
	0.651	0.158
	0.748	0.137
	0.844	0.122
	0.941	0.109
	1.038	0.099
	1.134	0.091
	1.231	0.084
	1.327	0.077
	1.424	0.072
	1.520	0.068
	1.617	0.064
	1.714	0.060
	1.810	0.057
	1.907	0.054
	2.003	0.051
	2.100	0.049
	2.196	0.047
	2.293	0.045
	2.389	0.044
T_D ←	2.486	0.044
	2.558	0.044
	2.630	0.044
	2.702	0.044
	2.774	0.044
	2.846	0.044
	2.919	0.044
	2.991	0.044
	3.063	0.044
	3.135	0.044
	3.207	0.044
	3.279	0.044
	3.351	0.044
	3.423	0.044
	3.495	0.044
	3.567	0.044
	3.640	0.044
	3.712	0.044
	3.784	0.044
	3.856	0.044
	3.928	0.044
	4.000	0.044

Tabella 3: Punti dello spettro di risposta di progetto SLV

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 25 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

Lo spettro di progetto per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) delle strutture in termini di resistenza viene ottenuto a partire dallo spettro elastico SLD prima riportato, ridotto secondo un fattore di struttura $q=1/\eta=1/(2/3)=1.5$, come indicato al punto 7.3.7.1 NTC08. Si riporta in Figura 10 lo spettro SLD così ricavato.

Per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) delle strutture in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali (e degli impianti interni di mantenimento della funzionalità secondo quanto specificato al punto 7.3.7.3 NTC08) lo spettro di progetto coincide con quello elastico SLO prima riportato.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 26 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA1200003	A

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

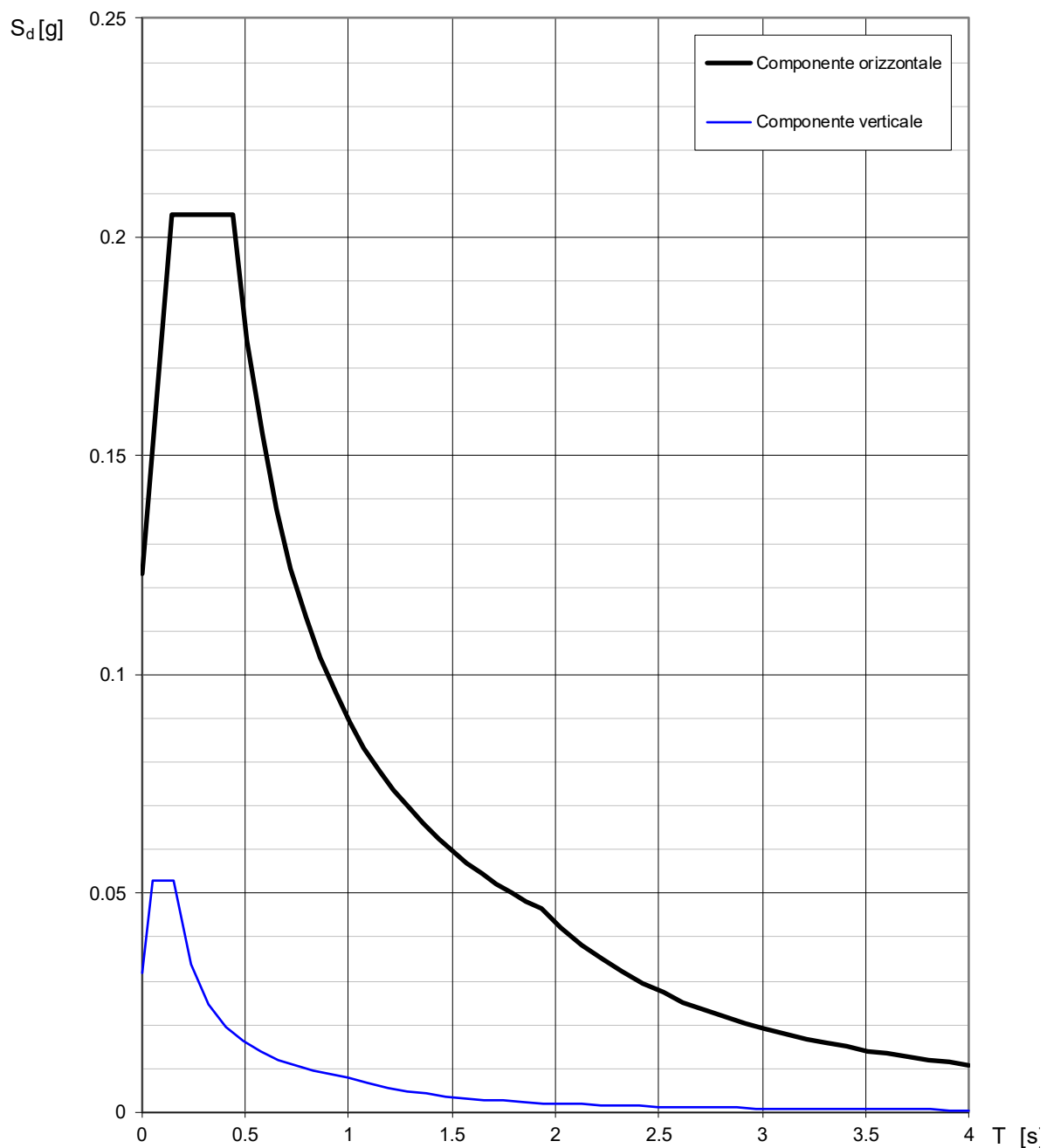


Figura 10 Spettro di progetto SLD

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 27 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.082 g
F_o	2.496
T_C^*	0.271 s
S_S	1.500
C_C	1.615
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.500
η	0.667
T_B	0.146 s
T_C	0.438 s
T_D	1.928 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)

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

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

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


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

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	0.123
T_B ←	0.146	0.205
T_C ←	0.438	0.205
	0.509	0.176
	0.580	0.155
	0.651	0.138
	0.722	0.124
	0.793	0.113
	0.864	0.104
	0.935	0.096
	1.006	0.089
	1.077	0.083
	1.148	0.078
	1.219	0.074
	1.290	0.070
	1.361	0.066
	1.432	0.063
	1.503	0.060
	1.574	0.057
	1.644	0.055
	1.715	0.052
	1.786	0.050
	1.857	0.048
T_D ←	1.928	0.047
	2.027	0.042
	2.126	0.038
	2.224	0.035
	2.323	0.032
	2.422	0.030
	2.520	0.027
	2.619	0.025
	2.718	0.023
	2.816	0.022
	2.915	0.020
	3.014	0.019
	3.112	0.018
	3.211	0.017
	3.309	0.016
	3.408	0.015
	3.507	0.014
	3.605	0.013
	3.704	0.013
	3.803	0.012
	3.901	0.011
	4.000	0.011

Tabella 3: Punti dello spettro di risposta di progetto SLD

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 28 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

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

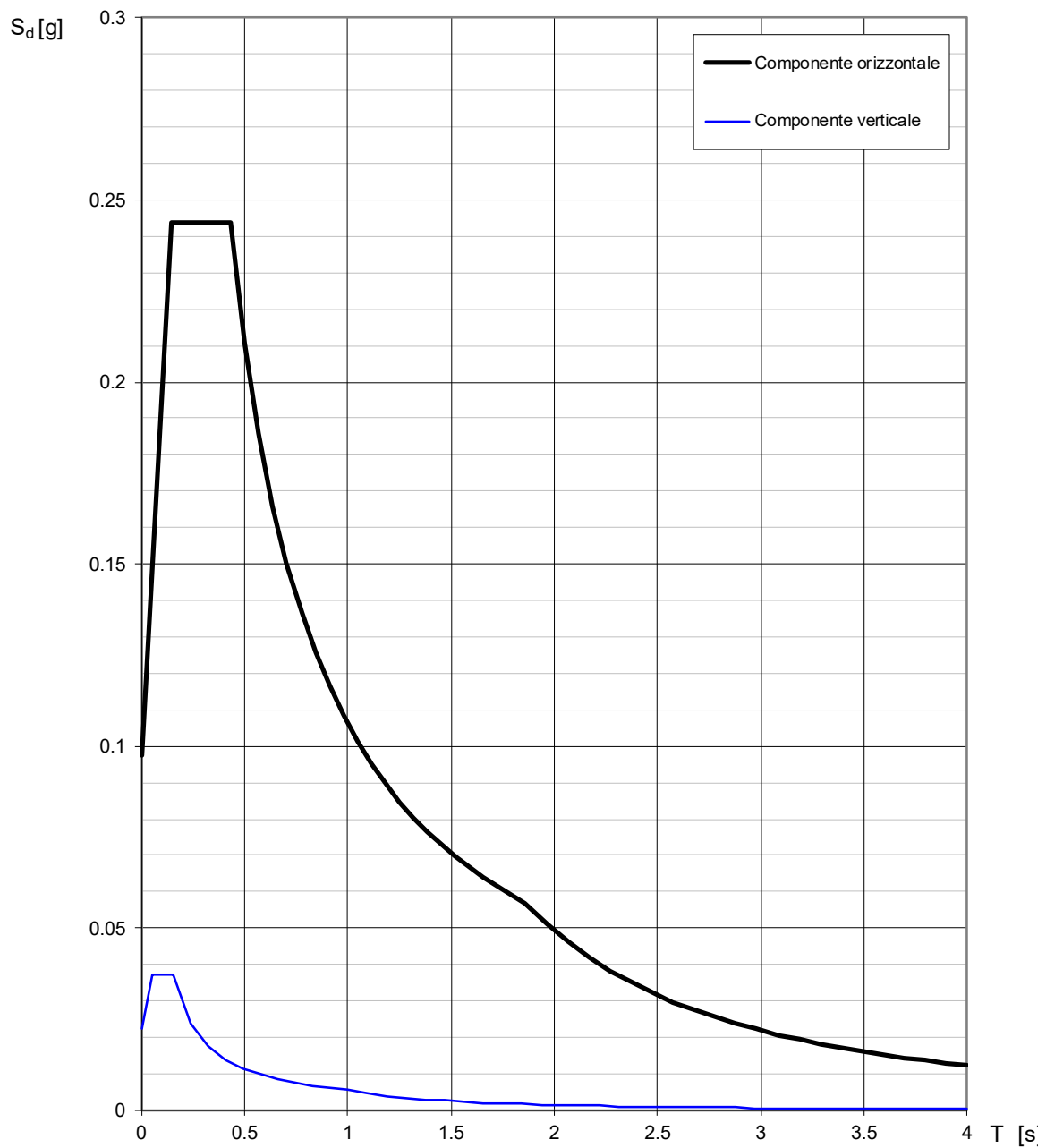




Figura 11 Spettro di progetto SLO

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 29 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0.065 g
F_o	2.497
T_C	0.268 s
S_S	1.500
C_C	1.622
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.145 s
T_C	0.434 s
T_D	1.861 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)

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

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

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

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

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	0.098
T_B ←	0.145	0.244
T_C ←	0.434	0.244
	0.502	0.211
	0.570	0.186
	0.638	0.166
	0.706	0.150
	0.774	0.137
	0.842	0.126
	0.910	0.116
	0.977	0.108
	1.045	0.101
	1.113	0.095
	1.181	0.090
	1.249	0.085
	1.317	0.080
	1.385	0.076
	1.453	0.073
	1.521	0.070
	1.589	0.067
	1.657	0.064
	1.725	0.061
	1.793	0.059
T_D ←	1.861	0.057
	1.962	0.051
	2.064	0.046
	2.166	0.042
	2.268	0.038
	2.370	0.035
	2.472	0.032
	2.574	0.030
	2.676	0.028
	2.777	0.026
	2.879	0.024
	2.981	0.022
	3.083	0.021
	3.185	0.019
	3.287	0.018
	3.389	0.017
	3.491	0.016
	3.592	0.015
	3.694	0.014
	3.796	0.014
	3.898	0.013
	4.000	0.012

Tabella 3: Punti dello spettro di risposta di progetto SLO



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 30 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA1200003	A

5 LIQUEFAZIONE

Relativamente alle problematiche di liquefazione, nella Relazione Sismica [5] è riportato quanto segue:

*“Le indagini integrative, ed in particolar modo le prove penetrometriche CPTU, hanno confermato la presenza di situazioni potenzialmente critiche nel tratto già individuato in sede di PD, dalla progressiva 43 circa fino a fine lotto, e relative alla suscettibilità alla liquefazione di strati nei primi 6-8 m di coperture. Sono in corso di ultimazione le indagini di laboratorio sui campioni prelevanti all’interno dello strato in questione, per valutarne la composizione granulometrica. L’insieme dei dati (PE+PD) che ne emergerà dovrà essere valutato con attenzione durante la fase di progettazione esecutiva delle relative WBS per le ricadute progettuali in termini di interventi di mitigazione”]*3].

Sulla base di quanto appena riportato, si è momentaneamente escluso ogni fenomeno di liquefazione sul FA12, considerando anche che la progressiva è appena entro l’area in cui potenzialmente esiste il rischio di questo fenomeno, in attesa della restituzione dei dati dalla campagna di indagini del PD.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 31 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

6 ANALISI MODALE E MODI DI VIBRARE

Per la modellazione della sovrastruttura e delle opere di fondazione è stato impiegato il software FEM Midas GEN, di Midas Information Technologies.

L'analisi modale è stata eseguita per individuare i modi di vibrare principali della struttura. Sono stati considerati i primi 10 modi di vibrare, di cui si riportano di seguito i risultati. È possibile osservare che già i primi 3 modi sono sufficienti per coinvolgere la quasi totalità della massa della struttura, e comunque una percentuale superiore all'85% richiesto dalla normativa.

EIGENVALUE ANALYSIS												
Mode No	Frequency		Period		Tolerance							
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	(sec)								
1	14.8397	2.3618	0.4234	0.0000e+000								
2	17.2291	2.7421	0.3647	0.0000e+000								
3	20.8520	3.3187	0.3013	0.0000e+000								
4	92.2027	14.6745	0.0681	0.0000e+000								
5	122.1441	19.4398	0.0514	0.0000e+000								
6	140.7948	22.4082	0.0446	0.0000e+000								
7	155.6327	24.7697	0.0404	0.0000e+000								
8	215.2172	34.2529	0.0292	0.0000e+000								
9	783.2835	124.6634	0.0080	0.0000e+000								
10	1031.3179	164.1393	0.0061	0.0000e+000								

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.0009	0.0009	97.5430	97.5430	0.0000	0.0000	93.4076	93.4076	0.0008	0.0008	0.0461	0.0461
2	97.4907	97.4916	0.0008	97.5439	0.0000	0.0000	0.0007	93.4083	92.4912	92.4921	0.0034	0.0495
3	0.0144	97.5060	0.0044	97.5483	0.0000	0.0000	0.0054	93.4137	0.0155	92.5076	98.7231	98.7726
4	0.0000	97.5060	0.1480	97.6962	0.0000	0.0000	0.0514	93.4651	0.0000	92.5076	0.0000	98.7726
5	0.0975	97.6035	0.0000	97.6963	0.0000	0.0000	0.0000	93.4651	0.0813	92.5889	0.0000	98.7726
6	0.1392	97.7426	0.0003	97.6965	0.0000	0.0000	0.0125	93.4776	0.0048	92.5937	0.0000	98.7726
7	0.0024	97.7450	0.0289	97.7254	0.0000	0.0000	2.4820	95.9596	0.0775	92.6712	0.0001	98.7727
8	0.0035	97.7486	0.0237	97.7491	0.0000	0.0000	2.4750	98.4346	0.9482	93.6194	0.0000	98.7727
9	0.7175	98.4660	0.4631	98.2122	0.0000	0.0000	0.6920	99.1266	4.1840	97.8034	0.0367	98.8094
10	0.6675	99.1336	1.2745	99.4868	0.0000	0.0000	0.5428	99.6694	0.7895	98.5929	0.8873	99.6967

Tabella 3 Modi di vibrare della struttura SSE

Si riportano di seguito alcune immagini dei primi 3 modi di vibrare della struttura in oggetto.

1° Modo di vibrare

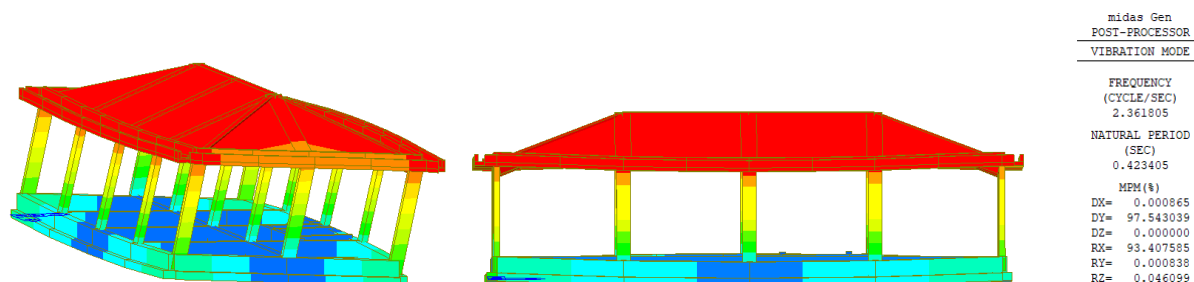


Figura 12 SSE 1° Modo di vibrare, periodo 0.423 s, frequenza 2.3618 Hz

2° Modo di vibrare

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 32 di 32	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA1200003	A

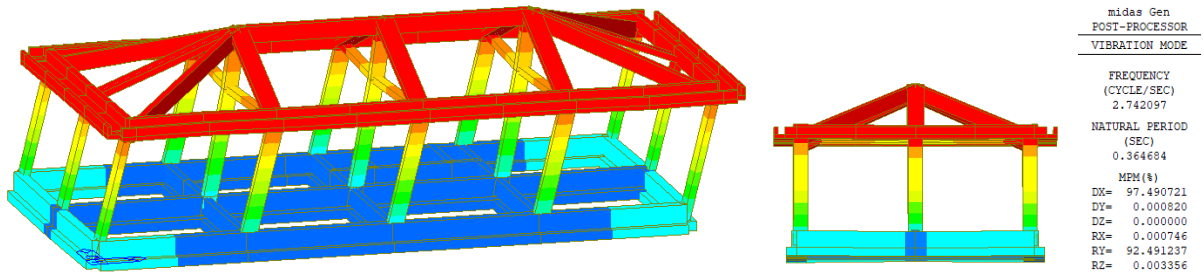


Figura 13 SSE 2° Modo di vibrare, periodo 0.3647 s, frequenza 2.7421 Hz

3° Modo di vibrare

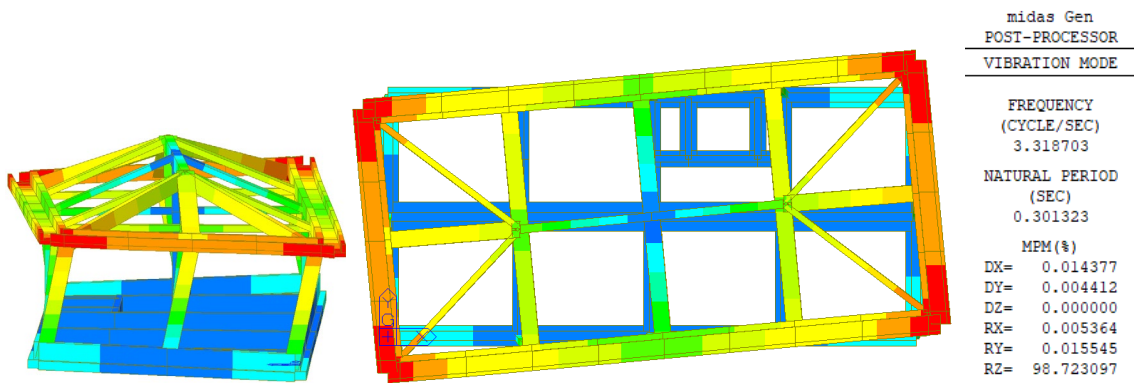


Figura 14 SSE 3° Modo di vibrare, periodo 0.3013 s, frequenza 3.3187 Hz