

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
FA09 - FABBRICATO PC AL KM 32+300,00
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:	ing. Paolo Carmona Data:			

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

I	N	1	7	1	2	E	I	2	R	H	F	A	0	9	0	0	0	0	3	A	0	0	1	P	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI 	



Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	SBA 	31/03/2021	MPA 	31/03/2021	GSA 	31/03/2021	 Data: 31/03/2021

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1712EI2RHFA0900003A
		Cod. origine:





Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 2 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	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.....	16
4.7	SPETTRI DI PROGETTO	22
5	LIQUEFAZIONE	30
6	ANALISI MODALE E MODI DI VIBRARE.....	30

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 3 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	A

1 ELABORATI DI RIFERIMENTO

CODIFICA	TITOLO ELABORATO
IN1712EI2EEFA0900001A	ELENCO ELABORATI
IN1712EI2RGFA0900001A	RELAZIONE GENERALE DI CONFRONTO PD-PE
IN1712EI2RHFA0900001A	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA
IN1712EI2RIFA0900001A	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
IN1712EI2RBFA0900001A	RELAZIONE GEOTECNICA
IN1712EI2RHFA0900002A	RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEI MATERIALI
IN1712EI2CLFA0900001A	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE
IN1712EI2RHFA0900003A	RELAZIONE SISMICA
IN1712EI2CMFA0900001A	COMPUTO METRICO
IN1712EI2CEFA0900001A	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
IN1712EI2RHFA0900004A	ELENCO PREZZI UNITARI
IN1712EI2APFA0900001A	ANALISI NUOVI PREZZI
IN1712EI2RHFA0900006A	PIANO DI MANUTENZIONE
IN1712EI2PZFA0900001A	PLANIMETRIA GENERALE STATO DI FATTO-RILIEVO TOPOGRAFICO
IN1712EI2PZFA0900002A	PLANIMETRIA GENERALE STATO DI PROGETTO
IN1712EI2PZFA0900003A	PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO E ANDAMENTO ALTIMETRICO
IN1712EI2PZFA0900004A	PLANIMETRIA COSTRUZIONI E DEMOLIZIONI
IN1712EI2PZFA0900005A	PLANIMETRIA TRATTAMENTO SUPERFICI
IN1712EI2WZFA0900001A	PIAZZALE - SEZIONI TRASVERSALI
IN1712EI2FZFA0900001A	PIAZZALE - PROFILO RECINZIONI
IN1712EI2BZFA0900001A	PIAZZALE E STRADA DI ACCESSO - PARTICOLARI COSTRUTTIVI - SEZIONE TIPO
IN1712EI2BZFA0900002A	STRADA DI ACCESSO - PROFILO E SEZIONI
IN1712EI2BZFA0900003A	STRADA DI ACCESSO - SEGNALETICA VERTICALE E ORIZZONTALE
IN1712EI2PZFA0900006A	PIAZZALE - PLANIMETRIA RETI IDRAULICHE DI PROGETTO
IN1712EI2PZFA0900007A	PIAZZALE - PLANIMETRIA RETE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO
IN1712EI2PZFA0900008A	PIAZZALE - PROFILI OPERE IDRAULICHE
IN1712EI2BZFA0900004A	PIAZZALE - PARTICOLARI COSTRUTTIVI OPERE IDRAULICHE
IN1712EI2PZFA0900009A	PIAZZALE - PLANIMETRIA RETE ACQUE REFLUE DI PROGETTO E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
IN1712EI2PZFA0900010A	PIAZZALE - PLANIMETRIA RETE IDRICA DI PROGETTO
IN1712EI2PZFA0900011A	PIAZZALE - PLANIMETRIA OPERE ELETTROMECCANICHE INTERRATE

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 4 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA0900003	A

IN1712EI2PBFA0900001A	FABBRICATO: PIANTE
IN1712EI2PBFA0900002A	FABBRICATO: SEZIONI
IN1712EI2PBFA0900003A	FABBRICATO: PROSPETTI
IN1712EI2BZFA0900005A	FABBRICATO: PARTICOLARI
IN1712EI2BCFA0900001A	FABBRICATO: ABACO SERRAMENTI
IN1712EI2BKFA0900001A	FABBRICATO: ABACO PACCHETTI TECNOLOGICI
IN1712EI2BBFA0900001A	FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE FONDAZIONI
IN1712EI2BBFA0900002A	FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE COPERTURA
IN1712EI2BBFA0900003A	FABBRICATO - Carpenterie : SEZIONI
IN1712EI2BZFA0900006A	FABBRICATO - ARMATURE FONDAZIONI 1 DI 2
IN1712EI2BZFA0900007A	FABBRICATO - ARMATURE FONDAZIONI 2 DI 2
IN1712EI2BZFA0900008A	FABBRICATO - ARMATURE PILASTRI E SOLETTA CONTROTERRA
IN1712EI2BZFA0900009A	FABBRICATO - ARMATURE TRAVI
IN1712EI2BBFA0900004A	FABBRICATO - CABINA ENEL : PIANTE , SEZIONI, PROSPETTI, PARTICOLARI
IN1712EI2BZFA0900010A	FABBRICATO CABINA ENEL: PARTICOLARI
IN1712EI2BCFA0900002A	FABBRICATO CABINA ENEL: ABACO SERRAMENTI
IN1712EI2BKFA0900002A	FABBRICATO CABINA ENEL: ABACO PACCHETTI TECNOLOGICI
IN1712EI2BBFA0900005A	FABBRICATO - CABINA ENEL - PIANTE E SEZIONI
IN1712EI2BZFA0900011A	FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURE FONDAZIONI E SOLETTA CONTROTERRA
IN1712EI2BZFA0900012A	FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURE TRAVI E PILASTRI

Elaborati di riferimento del Progetto Definitivo:

[1]	IN0D00DI2RHGE0000009A	Relazione Geologica e Geomorfologica
[2]	IN0D00DI2RHGE0002003A	Relazione Idrogeologica
[3]	IN0D00DI2RBGE0005010D	Relazione Geotecnica Generale & Addendum - Parte 4
[4]	IN0D00DI2F5GE0002008E	Profilo Geotecnico - Tav 8/11
[5]	IN0D00DI2RHXX0000003A	Relazione Sismica
[6]	IN0D00DI2CLFA0902001B	Relazione di Calcolo Strutturale

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 5 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	A

2 PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto esecutivo delle opere strutturali del fabbricato FA09 – PC e cabina Enel al km 32+292.30 della nuova linea ferroviaria AV/AC Verona – Padova, 1° sublotto: Verona – Montebello Vicentino, in Comune di Montebello Vicentino, in Comune di Montebello Vicentino (VI).

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”

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 6 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	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 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	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 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	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 rigidità 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 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA0900003	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 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA0900003	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 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	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:

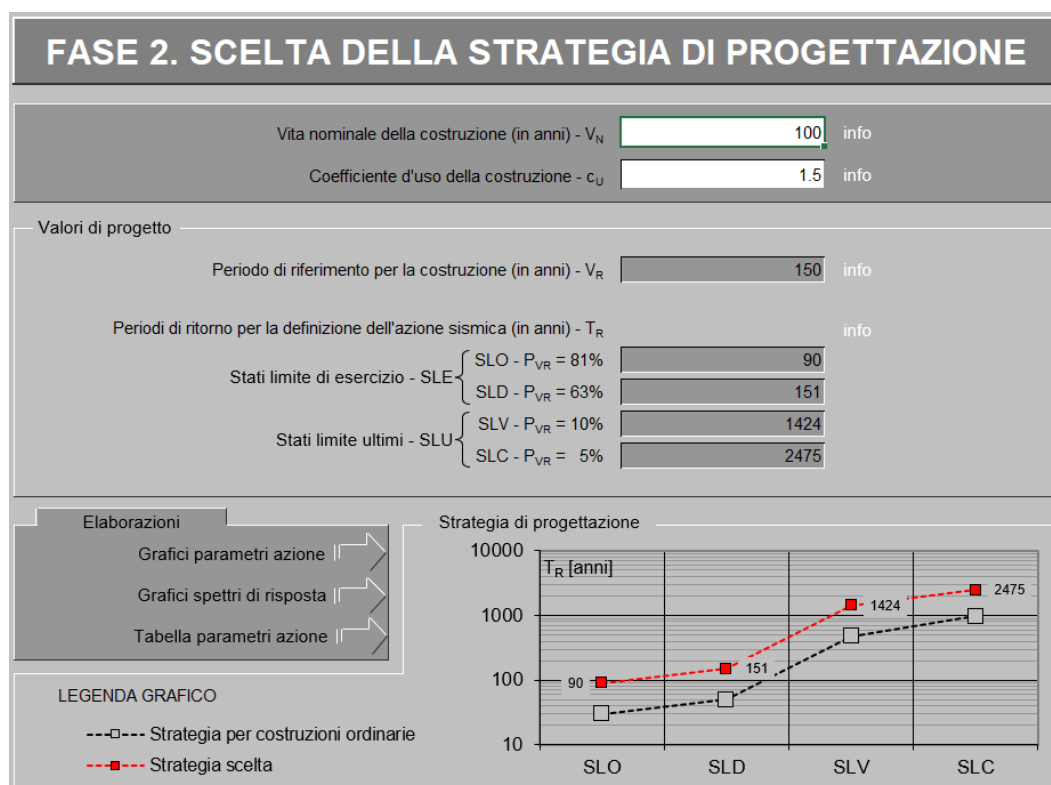




Figura 1 Periodi di ritorno per le diverse probabilità di superamento nel periodo V_R .

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 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA0900003	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°23'02.85" E

Latitudine: 45°26'45.77" 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.

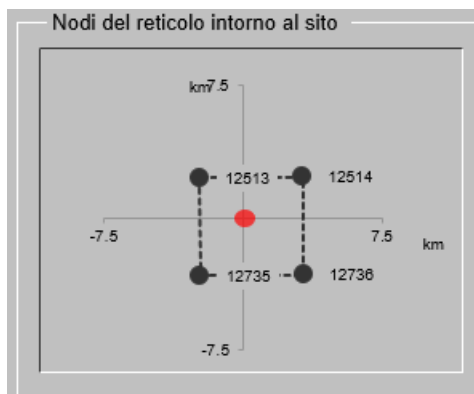


Figura 2 Individuazione del punto di interesse nel reticolo di riferimento.

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	0.067	2.492	0.267
SLD	151	0.085	2.472	0.271
SLV	1424	0.211	2.435	0.288
SLC	2475	0.259	2.385	0.294

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

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

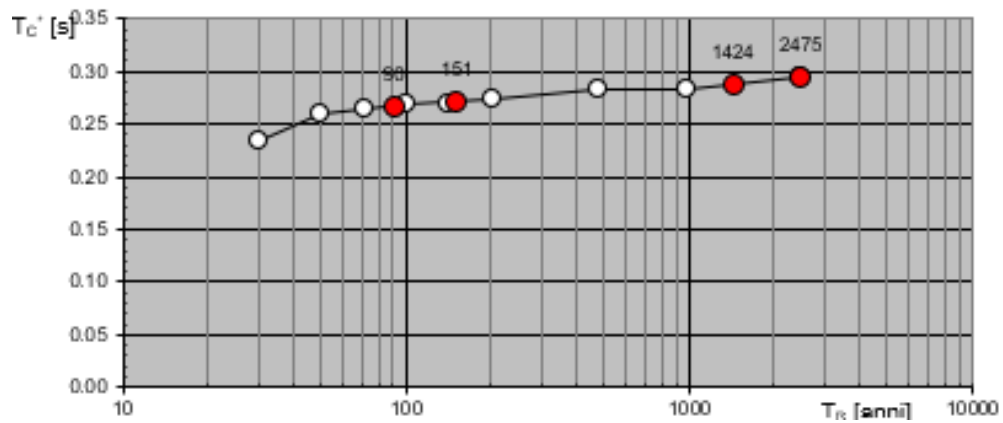
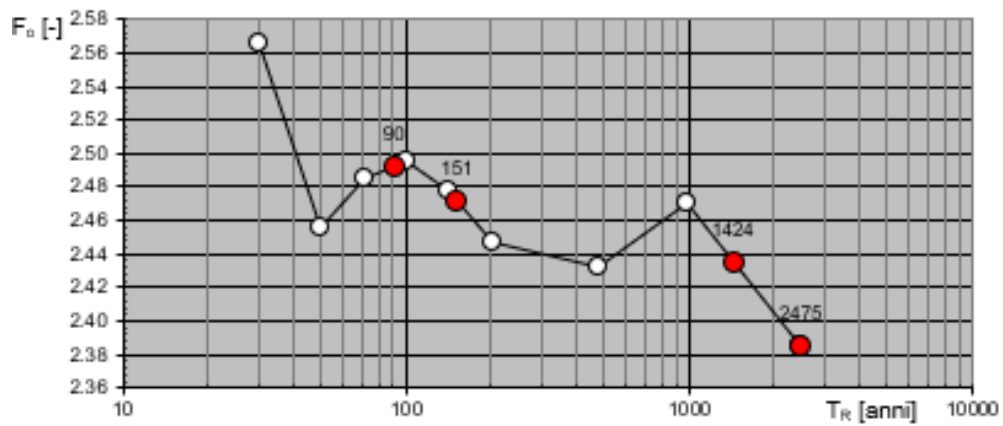
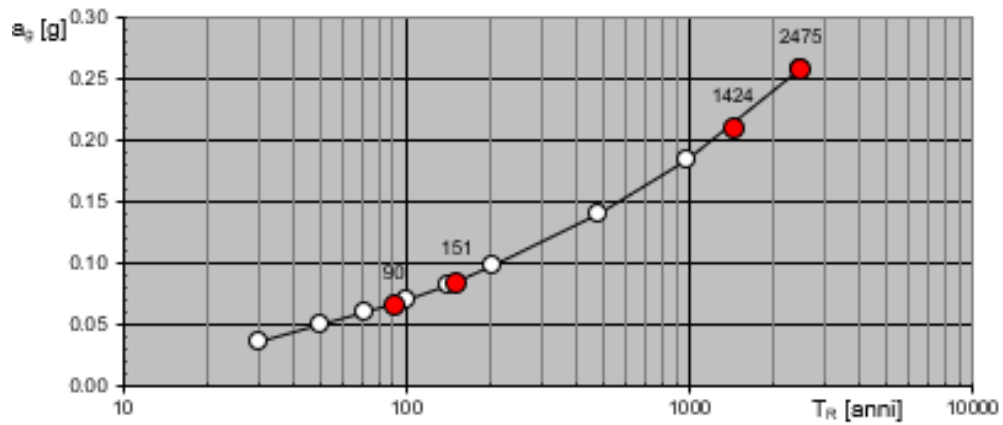


Figura 3 Valori di progetto di a_g , F_0 , T_c^* in funzione del periodo di ritorno T_R

Pag

14 di 34

Progetto

IN17

Lotto

12

Codifica

EI2RHFA0900003

A

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

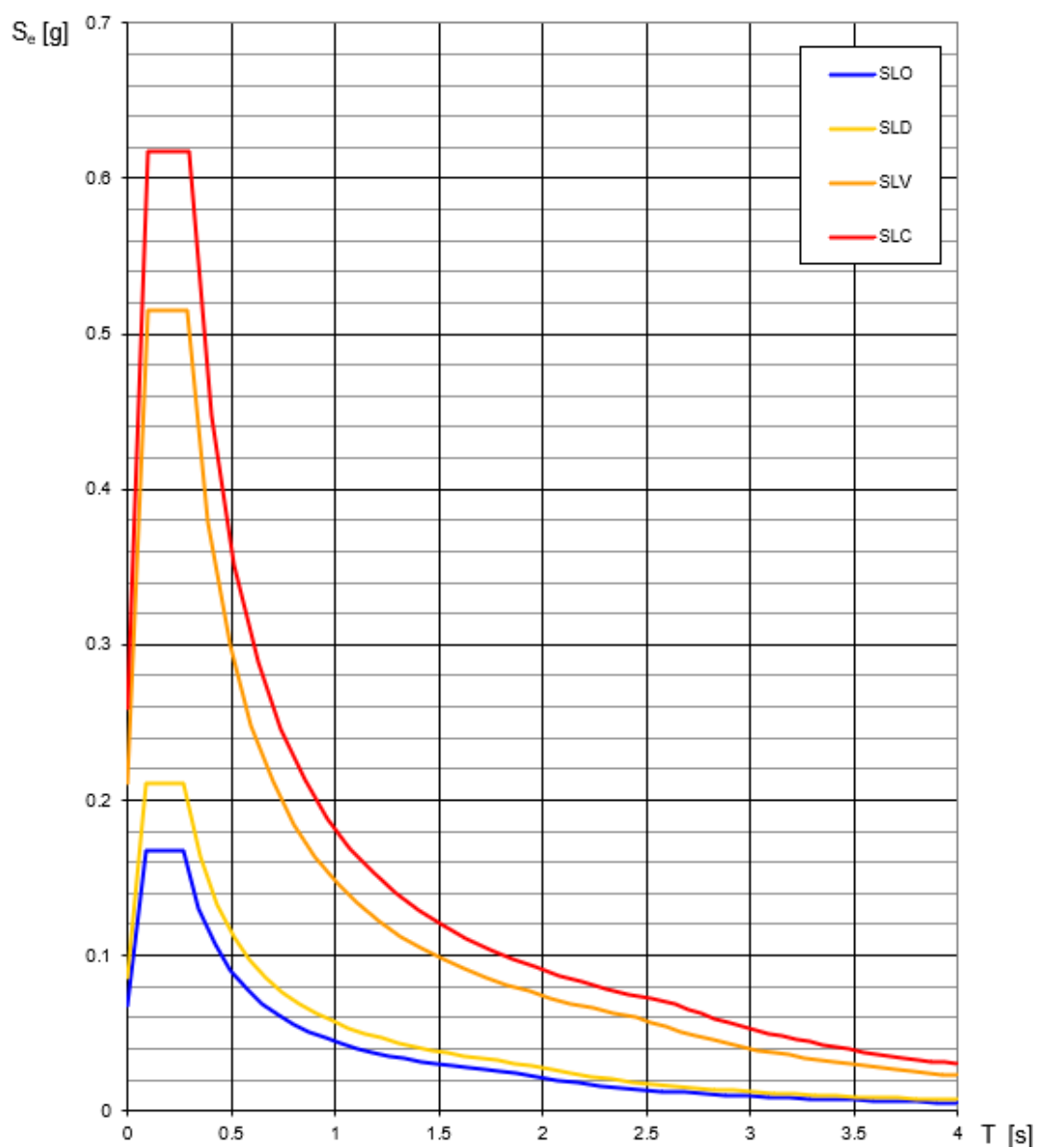


Figura 4 Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite su suolo rigido

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 15 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	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 generale [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] viene riportato che *“Dal km 24+000 al km 32+000 la sede del tracciato è caratterizzabile, ai fini normativi, come sito di categoria D ossia “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”.* Inoltre, viene riportato che *“Dal km 33+000 al km 44+000 la sede del tracciato è omogenea dal punto di vista delle caratteristiche geodinamiche e caratterizzabile, ai fini normativi, come sito di categoria C ossia “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di 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).”*

Pertanto, in accordo con le ipotesi di base del Progetto Definitivo [6] e data la prossimità a zone ricadenti in categoria di sottosuolo D, per l'edificio in esame è stato cautelativamente assunto un sottosuolo di categoria D.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 16 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	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	1.800	1	1.800	0.067	0.121
SLD	1.800	1	1.800	0.085	0.154
SLV	1.628	1	1.628	0.211	0.344
SLC	1.474	1	1.474	0.259	0.382

Tabella 3: Coefficienti correttivi locali e accelerazioni massime

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

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 17 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	A

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;
- 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:
 $T_B = T_C / 3$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 18 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	A

- 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.

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

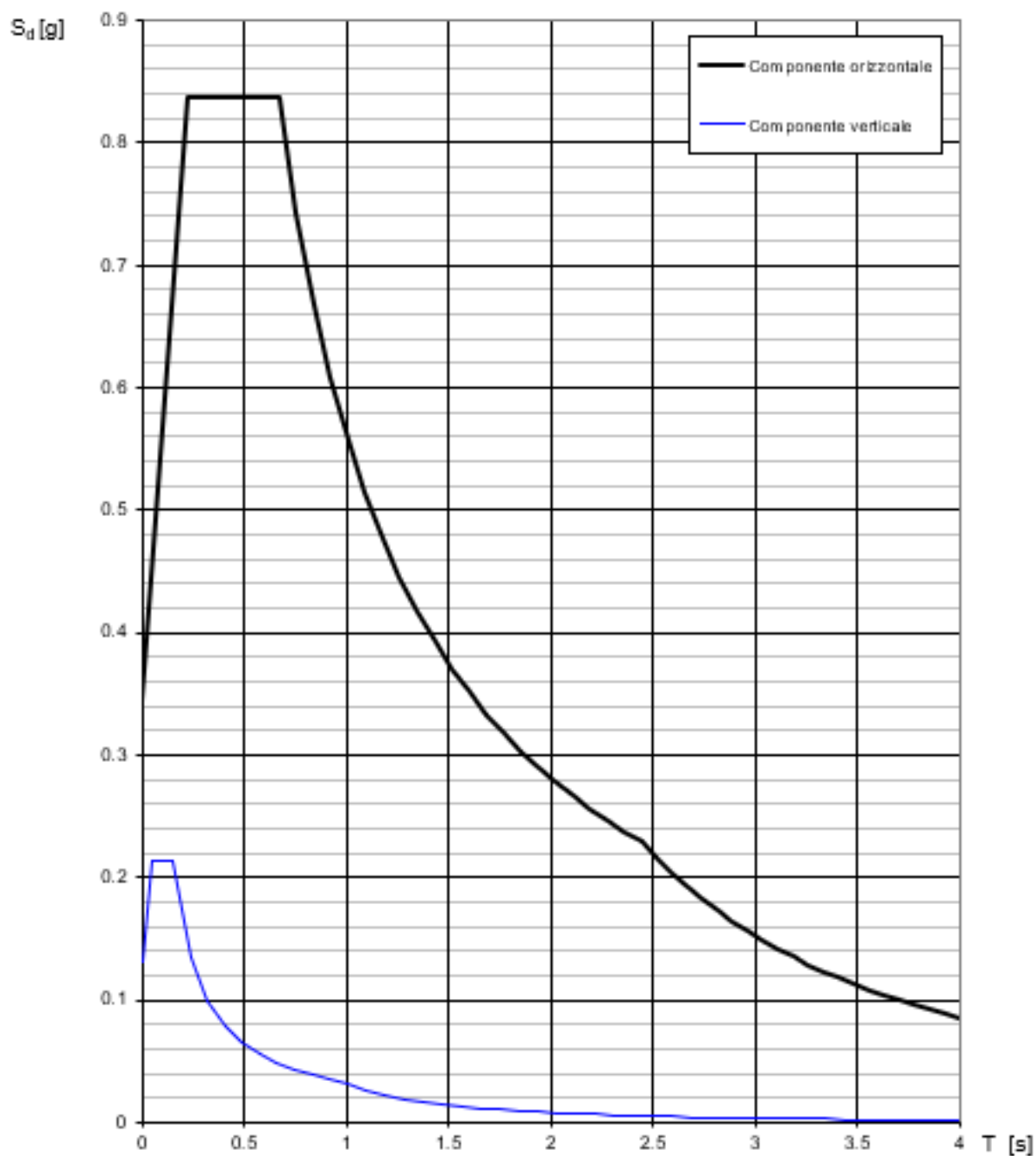


Figura 5 Spettro elastico SLV

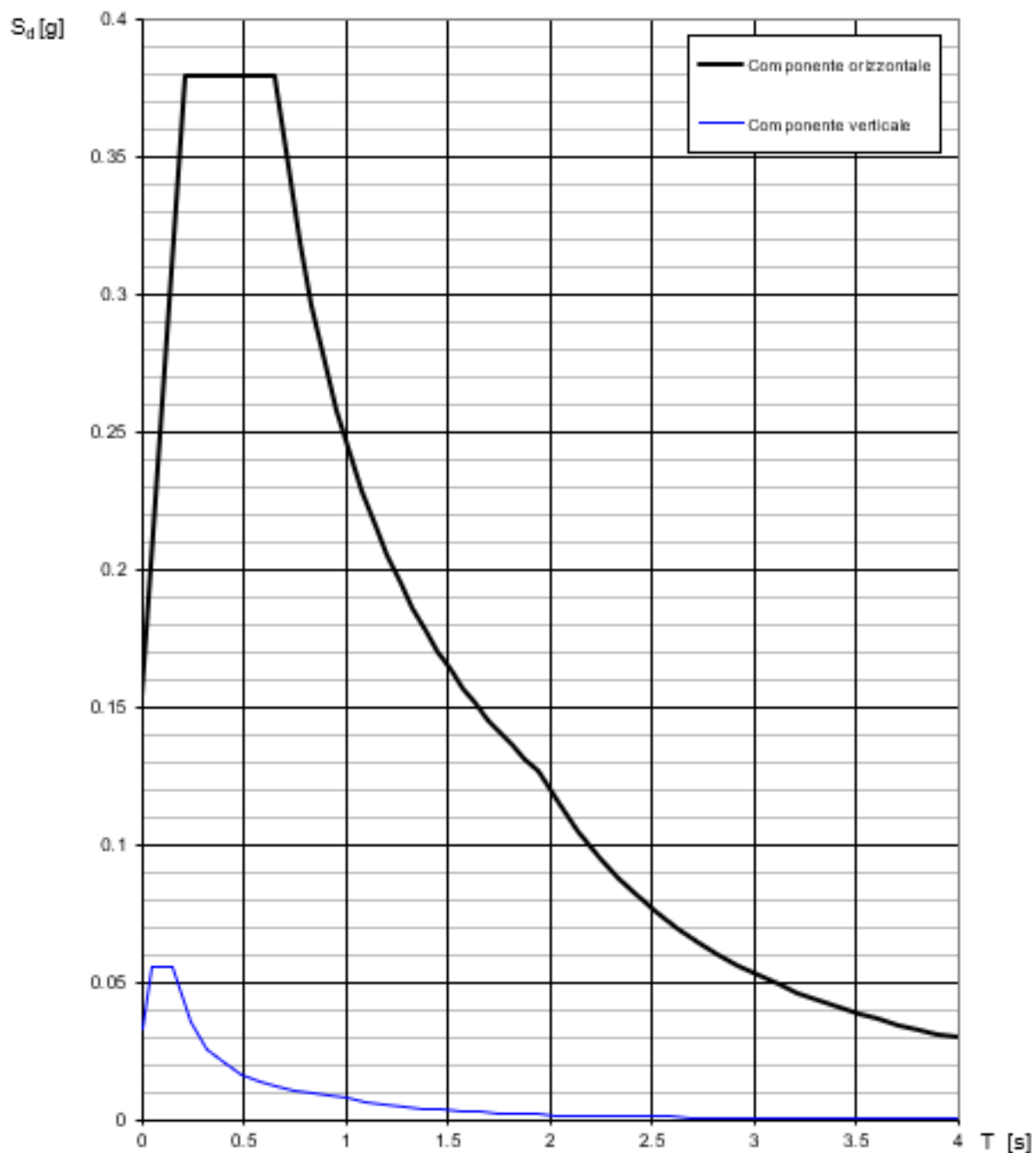
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD

Figura 6 Spettro elastico SLD

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

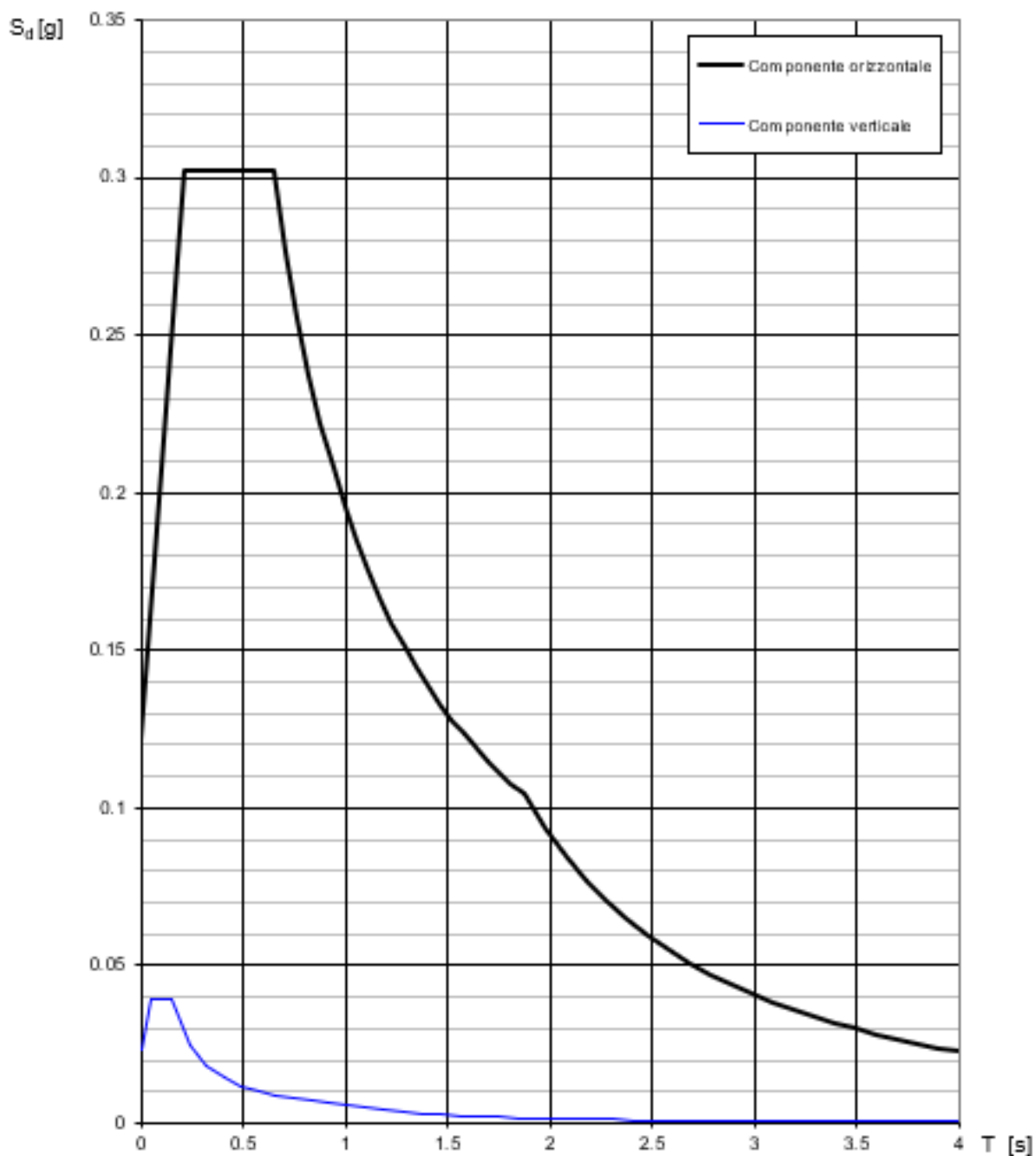




Figura 7 Spettro elastico SLO

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 22 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	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

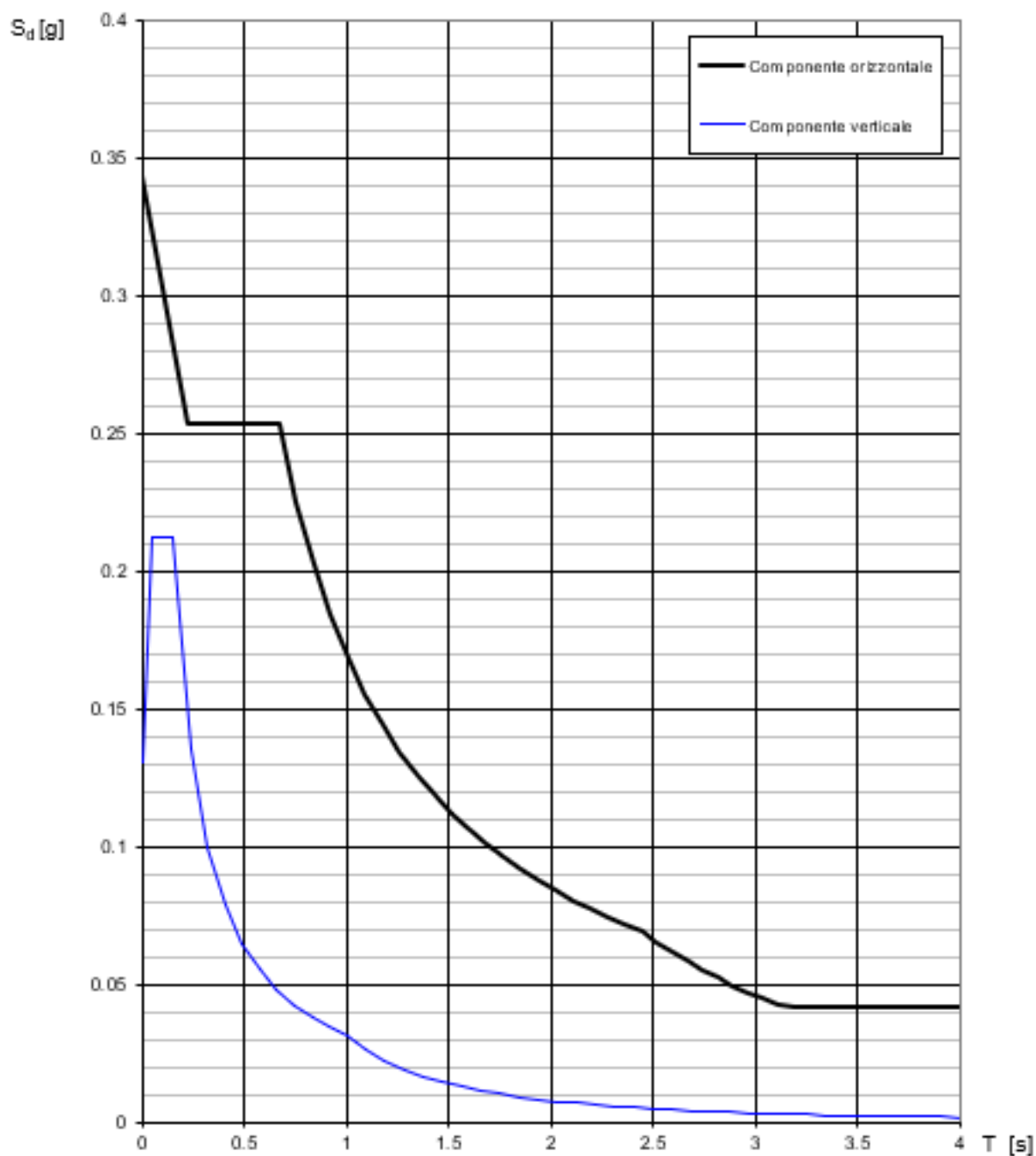




Figura 8 Spettro di progetto SLV

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 24 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA090003	A

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.211 g
F_a	2.435
T_c	0.288 s
S_s	1.628
C_c	2.330
S_T	1.000
q	3.300

Parametri dipendenti

S	1.628
η	0.303
T_B	0.224 s
T_c	0.671 s
T_D	2.445 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)

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

$$T_B \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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



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

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	0.344
T_B ←	0.224	0.254
T_c ←	0.671	0.254
	0.755	0.225
	0.840	0.203
	0.924	0.184
	1.009	0.169
	1.093	0.156
	1.178	0.145
	1.262	0.135
	1.347	0.126
	1.431	0.119
	1.516	0.112
	1.600	0.106
	1.685	0.101
	1.769	0.096
	1.854	0.092
	1.938	0.088
	2.023	0.084
	2.107	0.081
	2.192	0.078
	2.276	0.075
	2.361	0.072
T_D ←	2.445	0.070
	2.519	0.066
	2.593	0.062
	2.667	0.059
	2.741	0.055
	2.815	0.053
	2.889	0.050
	2.963	0.047
	3.037	0.045
	3.112	0.043
	3.186	0.042
	3.260	0.042
	3.334	0.042
	3.408	0.042
	3.482	0.042
	3.556	0.042
	3.630	0.042
	3.704	0.042
	3.778	0.042
	3.852	0.042
	3.926	0.042
	4.000	0.042

Tabella 3: Punti dello spettro di risposta di progetto SLV

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 25 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	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 9 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.

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

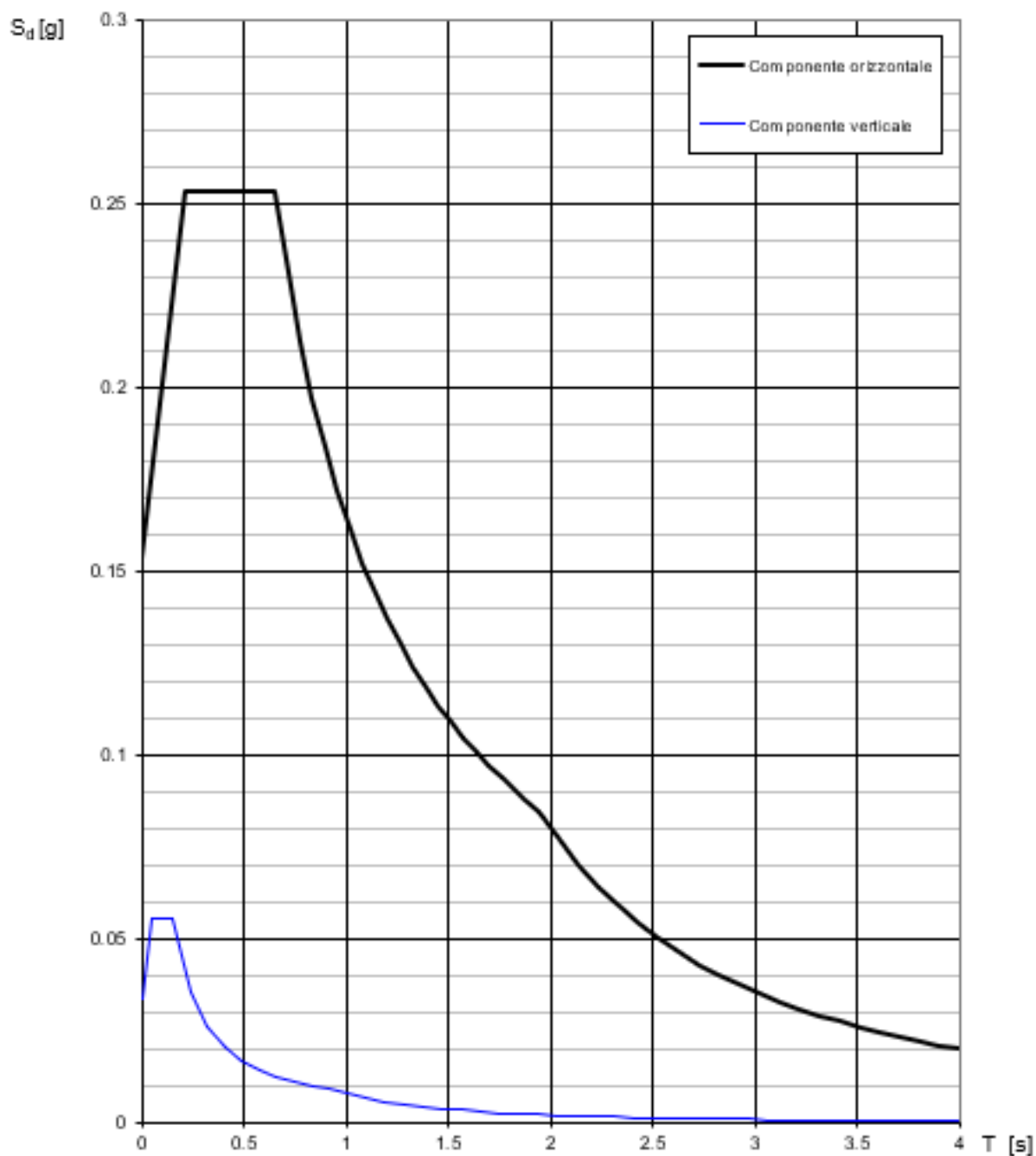




Figura 9 Spettro di progetto SLD

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 27 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA090003	A

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.085 g
F_a	2.472
T_c	0.271 s
S_s	1.800
C_c	2.401
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.800
η	0.667
T_B	0.217 s
T_C	0.651 s
T_D	1.342 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)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

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

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

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	0.154
T_B ←	0.217	0.253
T_C ←	0.651	0.253
	0.712	0.231
	0.774	0.213
	0.835	0.197
	0.897	0.184
	0.958	0.172
	1.020	0.162
	1.081	0.152
	1.143	0.144
	1.204	0.137
	1.265	0.130
	1.327	0.124
	1.388	0.119
	1.450	0.114
	1.511	0.109
	1.573	0.105
	1.634	0.101
	1.696	0.097
	1.757	0.094
	1.819	0.091
	1.880	0.088
T_D ←	1.942	0.085
	2.040	0.077
	2.138	0.070
	2.236	0.064
	2.334	0.059
	2.432	0.054
	2.530	0.050
	2.628	0.046
	2.726	0.043
	2.824	0.040
	2.922	0.037
	3.020	0.035
	3.118	0.033
	3.216	0.031
	3.314	0.029
	3.412	0.027
	3.510	0.026
	3.608	0.025
	3.706	0.023
	3.804	0.022
	3.902	0.021
	4.000	0.020

Tabella 3: Punti dello spettro di risposta di progetto SLD

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 28 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	A

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

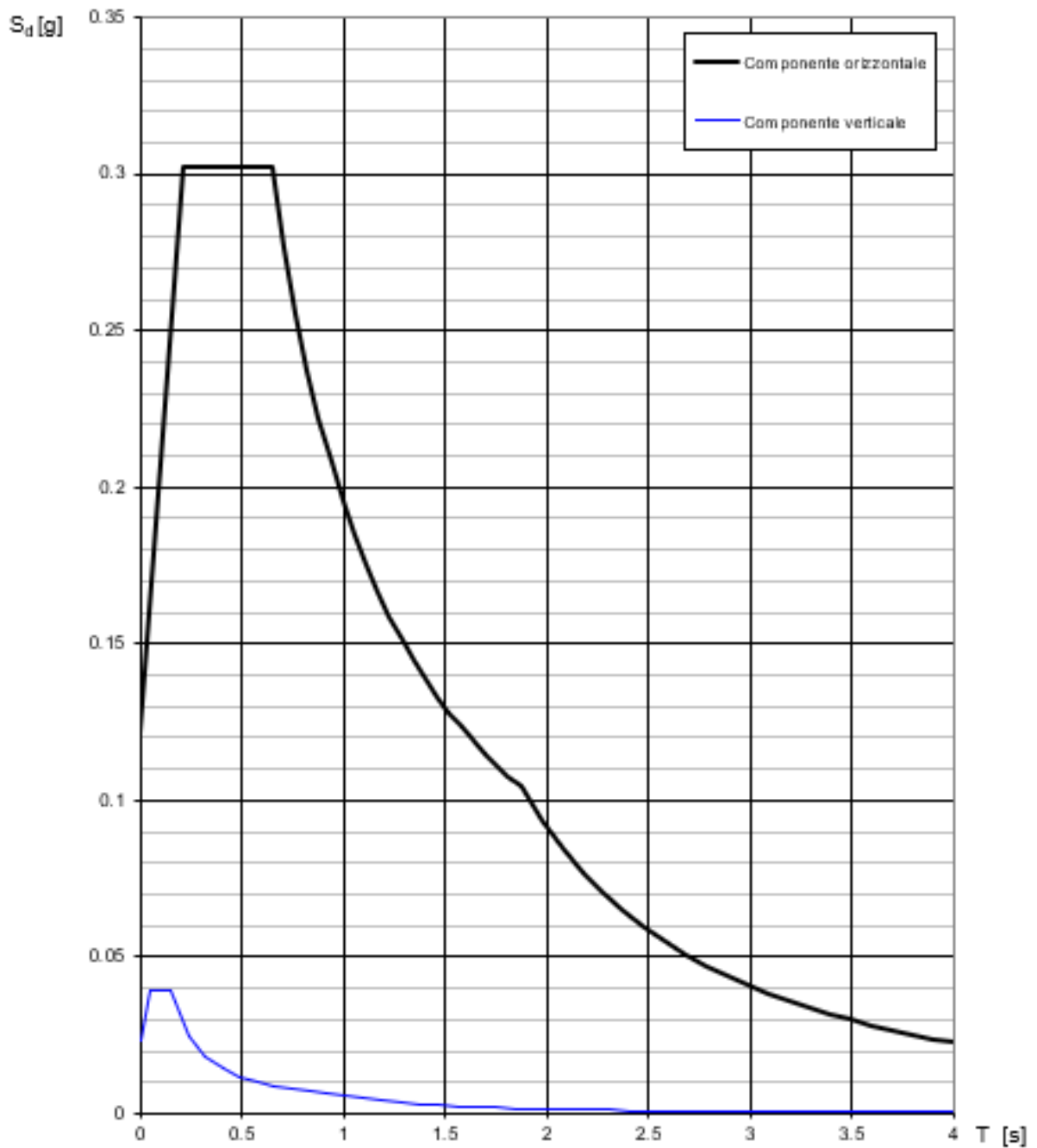




Figura 10 Spettro di progetto SLO

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 29 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA090003	A

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0.067 g
F_R	2.432
T_C	0.267 s
S_S	1.800
C_C	2.421
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.800
η	1.000
T_B	0.215 s
T_C	0.645 s
T_D	1.863 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10(5+\xi)} \geq 0.55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

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

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

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

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]	S_e [g]
	0.000	0.121
T_B ←	0.215	0.302
T_C ←	0.645	0.302
	0.704	0.277
	0.762	0.256
	0.820	0.238
	0.879	0.222
	0.937	0.208
	0.995	0.196
	1.053	0.185
	1.112	0.175
	1.170	0.167
	1.228	0.159
	1.287	0.152
	1.345	0.145
	1.403	0.139
	1.461	0.133
	1.520	0.128
	1.578	0.124
	1.636	0.119
	1.694	0.115
	1.753	0.111
	1.811	0.108
T_D ←	1.863	0.104
	1.971	0.094
	2.072	0.085
	2.174	0.077
	2.275	0.070
	2.377	0.065
	2.478	0.059
	2.580	0.055
	2.681	0.051
	2.782	0.047
	2.884	0.044
	2.985	0.041
	3.087	0.038
	3.188	0.036
	3.290	0.034
	3.391	0.032
	3.493	0.030
	3.594	0.028
	3.696	0.027
	3.797	0.025
	3.899	0.024
	4.000	0.023

Tabella 3: Punti dello spettro di risposta di progetto SLO

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 30 di 34	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RHFA0900003	A

5 LIQUEFAZIONE

La stabilità nei confronti di fenomeni di liquefazione è stata ampiamente trattata nella Relazione Sismica [5] e nella Relazione Geotecnica [3], a cui si rimanda per ogni dettaglio in merito. In particolare, la verifica alla liquefazione dei terreni presenti lungo il tracciato di progetto è stata condotta sul database complessivo delle prove CPT e SPT effettuate. Per il sito di interesse, al termine della verifica di liquefazione si è giunti alla conclusione che per quanto riguarda la tratta tra le progressive 32+525 e 51+991 *“Nella prima parte, e fino alla progressiva 43+000 circa, le indagini sono concordi nell’indicare l’assenza sostanziale di problemi di stabilità dei rilevati per liquefazione di strati granulari sciolti”*[5].

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.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 31 di 34		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	A

PC Blocco 1

EIGENVALUE ANALYSIS						
Mode No	Frequency		Period (sec)	Tolerance		
	(rad/sec)	(cycle/sec)				
1	14.9065	2.3724	0.4215	0.0000e+000		
2	22.6095	3.5984	0.2779	0.0000e+000		
3	23.6612	3.7658	0.2655	0.0000e+000		
4	146.8136	23.3661	0.0428	0.0000e+000		
5	159.1688	25.3325	0.0395	0.0000e+000		
6	217.6566	34.6411	0.0289	0.0000e+000		
7	267.4246	42.5619	0.0235	0.0000e+000		
8	333.4500	53.0702	0.0188	0.0000e+000		
9	367.6039	58.5060	0.0171	0.0000e+000		
10	444.7891	70.7904	0.0141	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	0.0000	0.0000	95.3839	95.3839	0.0000	0.0000	93.8790	93.8790	0.0000	0.0000	4.5462	4.5462
2	99.9813	99.9813	0.0000	95.3839	0.0000	0.0000	0.0000	93.8790	97.2110	97.2110	0.0000	4.5462
3	0.0000	99.9813	4.5207	99.9046	0.0000	0.0000	3.6679	97.5470	0.0000	97.2110	95.3896	99.9357
4	0.0002	99.9815	0.0000	99.9046	0.0000	0.0000	0.0000	97.5470	0.0107	97.2217	0.0000	99.9357
5	0.0000	99.9815	0.0362	99.9408	0.0000	0.0000	0.0105	97.5575	0.0000	97.2217	0.0212	99.9569
6	0.0016	99.9831	0.0000	99.9408	0.0000	0.0000	0.0000	97.5575	0.0002	97.2219	0.0000	99.9569
7	0.0000	99.9831	0.0218	99.9626	0.0000	0.0000	0.4242	97.9817	0.0000	97.2219	0.0172	99.9741
8	0.0054	99.9885	0.0000	99.9626	0.0000	0.0000	0.0000	97.9817	1.0960	98.3179	0.0000	99.9741
9	0.0000	99.9885	0.0361	99.9987	0.0000	0.0000	1.6197	99.6015	0.0000	98.3179	0.0017	99.9758
10	0.0107	99.9992	0.0000	99.9987	0.0000	0.0000	0.0000	99.6015	1.3768	99.6947	0.0000	99.9758

Tabella 3 Modi di vibrare della struttura PC - blocco 1

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

1° Modo di vibrare

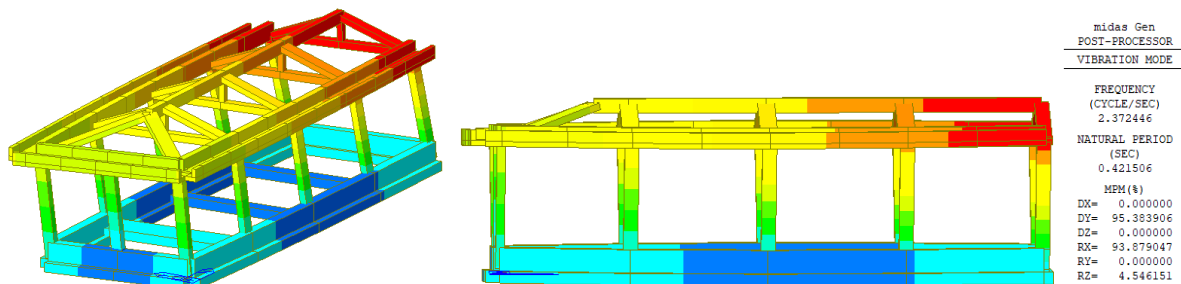


Figura 11 PC - blocco 1 - 1° Modo di vibrare, periodo 0.4215 s, frequenza 2.3724 Hz

2° Modo di vibrare

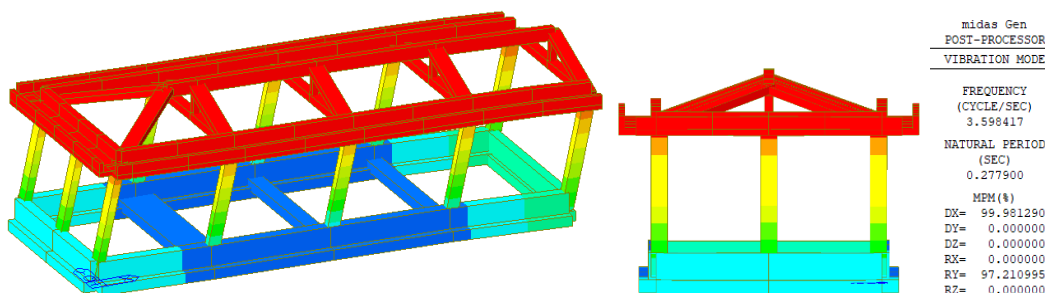


Figura 12 PC - blocco 1 - 2° Modo di vibrare, periodo 0.2779 s, frequenza 3.5984 Hz

3° Modo di vibrare

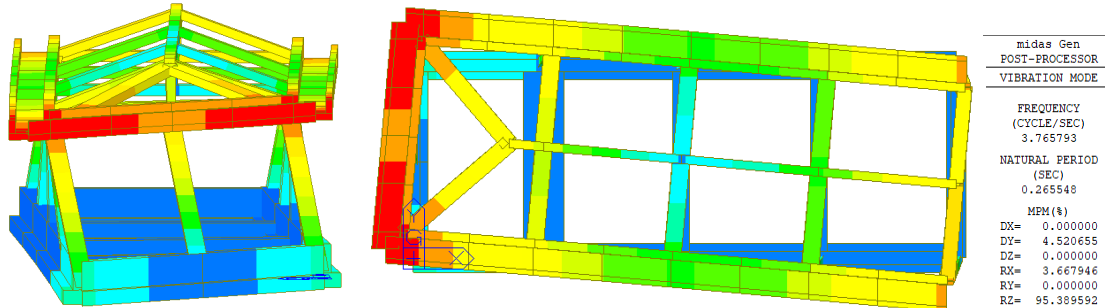


Figura 13 PC - blocco 1 - 3° Modo di vibrare, periodo 0.2655 s, frequenza 3.7658 Hz

PC Blocco 2

EIGENVALUE ANALYSIS												
Mode No	Frequency		Period		Tolerance							
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	(sec)								
1	13.5729	2.1602	0.4629	0.0000e+000								
2	20.2266	3.2192	0.3106	0.0000e+000								
3	25.3110	4.0284	0.2482	0.0000e+000								
4	120.2509	19.1385	0.0523	0.0000e+000								
5	146.6077	23.3333	0.0429	0.0000e+000								
6	226.5899	36.0629	0.0277	0.0000e+000								
7	295.8291	47.0827	0.0212	0.0000e+000								
8	348.1392	55.4081	0.0180	0.0000e+000								
9	398.9325	63.4921	0.0157	0.0000e+000								
10	484.3015	77.0790	0.0130	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	0.0000	0.0000	99.9563	99.9563	0.0000	0.0000	97.1439	97.1439	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	99.9563	0.0000	0.0000	0.0000	97.1439	0.0000	0.0000	99.9869	99.9869
3	99.9802	99.9802	0.0000	99.9563	0.0000	0.0000	0.0000	97.1439	96.9487	96.9487	0.0000	99.9869
4	0.0000	99.9802	0.0094	99.9657	0.0000	0.0000	0.0164	97.1603	0.0000	96.9487	0.0000	99.9869
5	0.0008	99.9810	0.0000	99.9657	0.0000	0.0000	0.0000	97.1603	0.0145	96.9631	0.0000	99.9869
6	0.0022	99.9832	0.0000	99.9657	0.0000	0.0000	0.0000	97.1603	0.0078	96.9709	0.0000	99.9869
7	0.0000	99.9832	0.0248	99.9905	0.0000	0.0000	2.3158	99.4761	0.0000	96.9709	0.0000	99.9869
8	0.0073	99.9905	0.0000	99.9905	0.0000	0.0000	0.0000	99.4761	1.4685	98.4394	0.0000	99.9869
9	0.0000	99.9905	0.0092	99.9997	0.0000	0.0000	0.3410	99.8171	0.0000	98.4394	0.0000	99.9869
10	0.0088	99.9993	0.0000	99.9997	0.0000	0.0000	0.0000	99.8171	1.0960	99.5354	0.0000	99.9869

Tabella 4 Modi di vibrare della struttura PC - blocco 2

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

1° Modo di vibrare

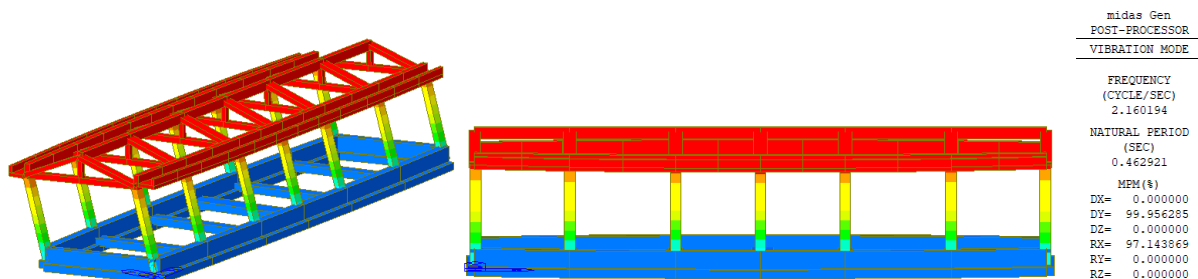



Figura 14 PC - blocco 2 - 1° Modo di vibrare, periodo 0.4629 s, frequenza 2.1602 Hz

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 33 di 34		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RHFA0900003	A

2° Modo di vibrare

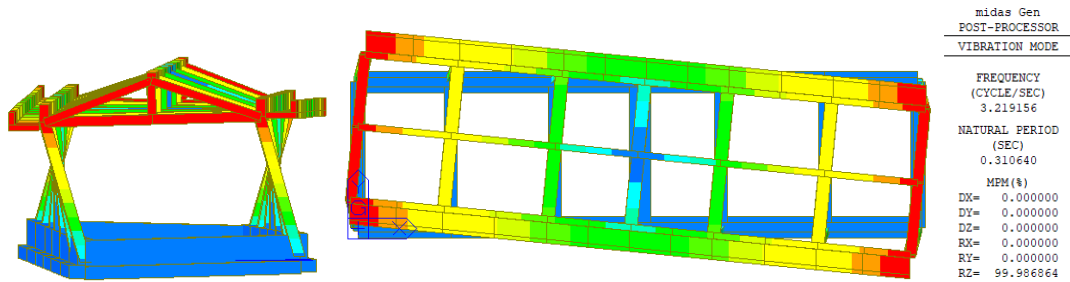


Figura 15 PC - blocco 2 - 2° Modo di vibrare, periodo 0.3106 s, frequenza 3.2192 Hz

3° Modo di vibrare

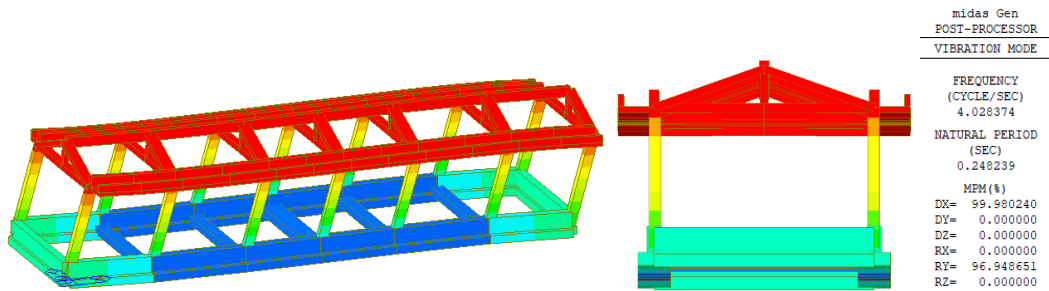


Figura 16 PC - blocco 2 - 3° Modo di vibrare, periodo 0.2482 s, frequenza 4.0284 Hz

Cabina Enel

EIGENVALUE ANALYSIS												
Mode No	Frequency		Period		Tolerance							
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	(sec)								
1	17.8630	2.8430	0.3517	0.0000e+000								
2	19.6298	3.1242	0.3201	0.0000e+000								
3	51.4291	8.1852	0.1222	0.0000e+000								
4	260.3856	41.4417	0.0241	0.0000e+000								
5	323.1676	51.4337	0.0194	0.0000e+000								
6	389.2022	61.9434	0.0161	0.0000e+000								
7	419.9444	66.8362	0.0150	0.0000e+000								
8	636.1250	101.2424	0.0099	0.0000e+000								
9	767.5818	122.1644	0.0082	0.0000e+000								
10	1572.9579	250.3440	0.0040	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	0.0000	0.0000	72.5963	72.5963	0.0000	0.0000	89.1362	89.1362	0.0000	0.0000	0.0218	0.0218
2	72.6286	72.6286	0.0000	72.5963	0.0000	0.0000	0.0000	89.1362	88.8745	88.8745	0.0007	0.0225
3	0.0000	72.6286	0.0000	72.5963	0.0000	0.0000	0.0000	89.1362	0.0000	88.8746	88.6081	88.6306
4	0.0000	72.6286	0.0037	72.6000	0.0000	0.0000	0.0357	89.1719	0.0000	88.8746	0.0002	88.6308
5	0.0000	72.6286	0.0425	72.6425	0.0000	0.0000	1.4576	90.6295	0.0001	88.8747	0.0015	88.6323
6	0.0000	72.6286	22.9873	95.6298	0.0000	0.0000	7.8374	98.4669	0.0000	88.8747	0.0935	88.7258
7	0.0138	72.6424	0.0011	95.6309	0.0000	0.0000	0.0009	98.4678	1.8418	90.5165	0.0020	88.7277
8	0.0146	72.6570	0.0069	95.6378	0.0000	0.0000	0.0088	98.4767	0.1815	90.6980	0.0638	88.7915
9	0.0000	72.6571	4.3617	99.9995	0.0000	0.0000	1.4974	99.9741	0.0002	90.6982	1.6442	90.4357
10	26.3035	98.9605	0.0000	99.9995	0.0000	0.0000	0.0001	99.9742	8.8560	99.5542	0.0029	90.4386

Tabella 5 Modi di vibrare della struttura Cabina Elettrica

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

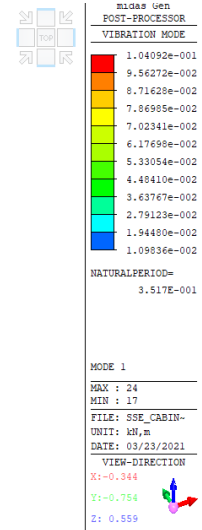
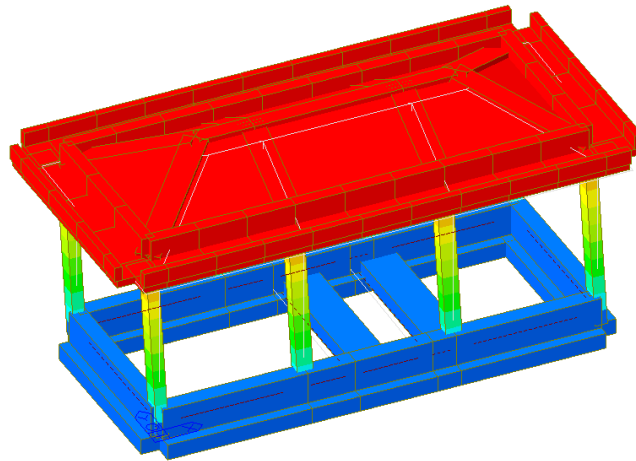


Figura 17 Cabina Enel 1° Modo di vibrare

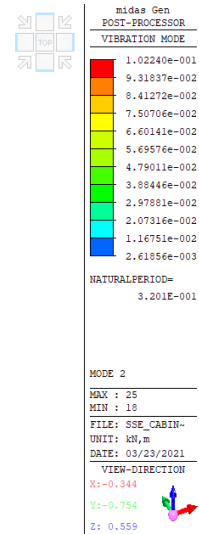
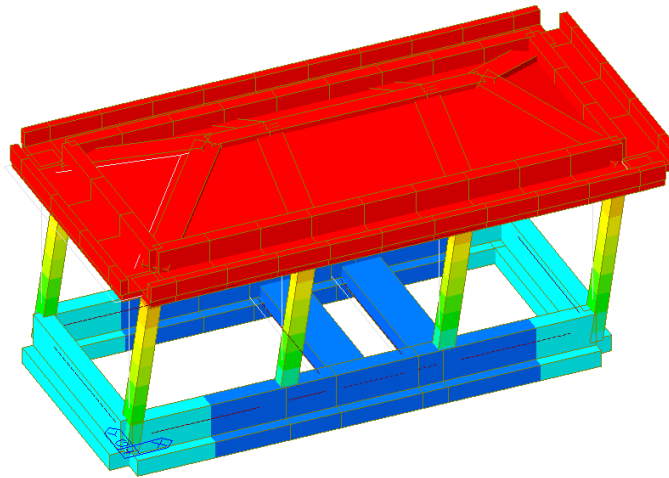


Figura 18 Cabina Enel 2° Modo di vibrare

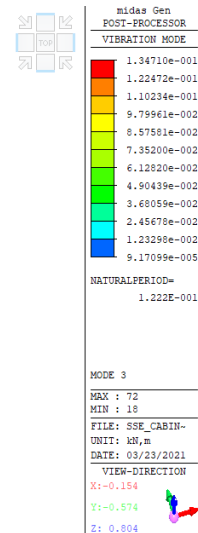
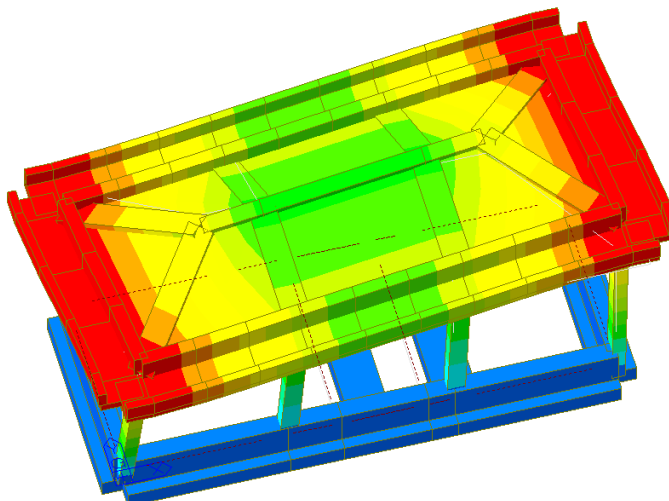


Figura 19 Cabina Enel 3° Modo di vibrare