

COMMITTENTE:



RETE FERROVIARIA ITALIANA S.P.A.

DIREZIONE TERRITORIALE FIRENZE S.O. INGEGNERIA

SOGGETTO TECNICO : RFI - D.T.P. FIRENZE - S.O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE :



LE.GE.CO S.P.A.

Sede Legale: Località Pocaia n. 33 -52035 Monterchi (SR)

Cod. fiscale e p.IVA: 01221000514

TEL/FAX: 075/8520045

e.mail: cestello@legeco.com

PEC: legenerali@pec.legeco.com

PROGETTO ESECUTIVO**Sostituzione delle travate metalliche Ponte T. Acquerta****Km 284+732****Linea Cecina - Volterra****SISMICITA' DELL'AREA**

Foglio

1

di

14

PROGETTO/ANNO

SOTTOPR.

LIVELLO

NOME DOC.

PROGR.OP.

FASE FUNZ.

NUMERAZ.

1 8 2 7 1 7

0 0 1

P E

R S P N

0 0

0 0

E 0 0 5

	Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
Appaltatore		1^ emissione	Ing. P. Serafini		Ing. L. Castellani		Ing. M. Lepri		Ing. M. Lepri	
R.F.I. S.p.A.					Ing. G. Tornatore		Arch. F. Ciolfi		Ing. G. Ticci	

POSIZIONE
ARCHIVIO

LINEA

L 4 6 3

SEDE TECN.

T R A 7 9 6

NOME DOC.

R S P N

NUMERAZ.

E 0

Verificato e trasmesso	Data	Convalidato	Data	Archiviato	Data

File:

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 2 di 14

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 3 di 14

Sommario

1	Premessa.....	4
2	Descrizione generale del sito	5
3	Individuazione della categoria di sottosuolo.....	6
4	Azione sismica	7
5	Spettri di risposta elastica	11

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 4 di 14

1 PREMESSA

Le norme tecniche italiane (NTC18) forniscono uno spettro di risposta elastico convenzionale che racchiude, in maniera semplificata e cautelativa, le caratteristiche degli spettri di risposta elastica dei terremoti che possono aversi in un assegnato sito.

Con l'ausilio del foglio di calcolo "Spettri di risposta ver. 1.0.3", fornito dal C.S.L.P., è stata verificata la coerenza degli spettri di risposta impiegati nelle calcolazioni con gli spettri di risposta riportati nelle NTC18.

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 5 di 14

2 DESCRIZIONE GENERALE DEL SITO

La presente relazione ha come oggetto il progetto esecutivo di sostituzione di impalcato in carpenteria metallica di un ponte sito lungo la linea ferroviaria **Cecina-Volterra** alla chilometrica **284+732**, ricadente nel comune di **Cecina (PI)**. Nella Figura 2.1 si riporta la vista del ponte.



Figura 2.1 Vista del ponte

Nella tabella che segue si sintetizzano i dati necessari all'individuazione dell'opera, dove le coordinate geografiche sono riferite al sistema ED50 – UTM fuso 32.

Denominazione		Ponte a travata metallica - Km. 284+732	
Tipologia		Travata metallica	
Sede tecnica		TR4796	
Direzione Territoriale di Produzione		Firenze	
Linea		Cecina - Volterra	
Ubicazione	pk 284+732	Progr. Iniziale	284+732
		Progr. Finale	284+738
Regione	Toscana	Codice Istat	09
Provincia	Livorno	Codice Istat	049
Comune	Cecina	Codice Istat	007
Coordinate geografiche	Longitudine	10.527829° E	Fuso 32
	Latitudine	43.329524° N	

Tabella 2-1 Anagrafica del ponte

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 6 di 14

3 INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

L'individuazione della categoria di sottosuolo è rimandata alle prove in situ che saranno eseguite nella successiva fase di progettazione definitiva. Si riporta una tabella riassuntiva delle principali categorie di sottosuolo.

Tabella 3-1 Categoria di sottosuolo definite dalle NTC 18

Categori	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , 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).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 7 di 14

4 AZIONE SISMICA

L'azione sismica è valutata in condizioni di campo libero sul sito di riferimento rigido a superficie orizzontale. Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata probabilità di eccedenza P_{VR} , si ritengono individuate quando se ne conosce l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione.

I caratteri del moto sismico, su sito di riferimento, sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica P_{VR} .

a_g = accelerazione massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per il sito in esame questi valori, in funzione del periodo di ritorno T_R , sono riportati nella Tabella 4-1.

Tabella 4-1 Parametri di pericolosità sismica

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.035	2.553	0.205
50	0.043	2.537	0.225
72	0.051	2.531	0.244
101	0.058	2.543	0.251
140	0.066	2.533	0.257
201	0.076	2.530	0.262
475	0.104	2.533	0.271
975	0.131	2.539	0.279
2475	0.172	2.577	0.287

Nelle figure che seguono, invece, sono riportati i grafici delle stesse grandezze in funzione del tempo di ritorno.

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 8 di 14

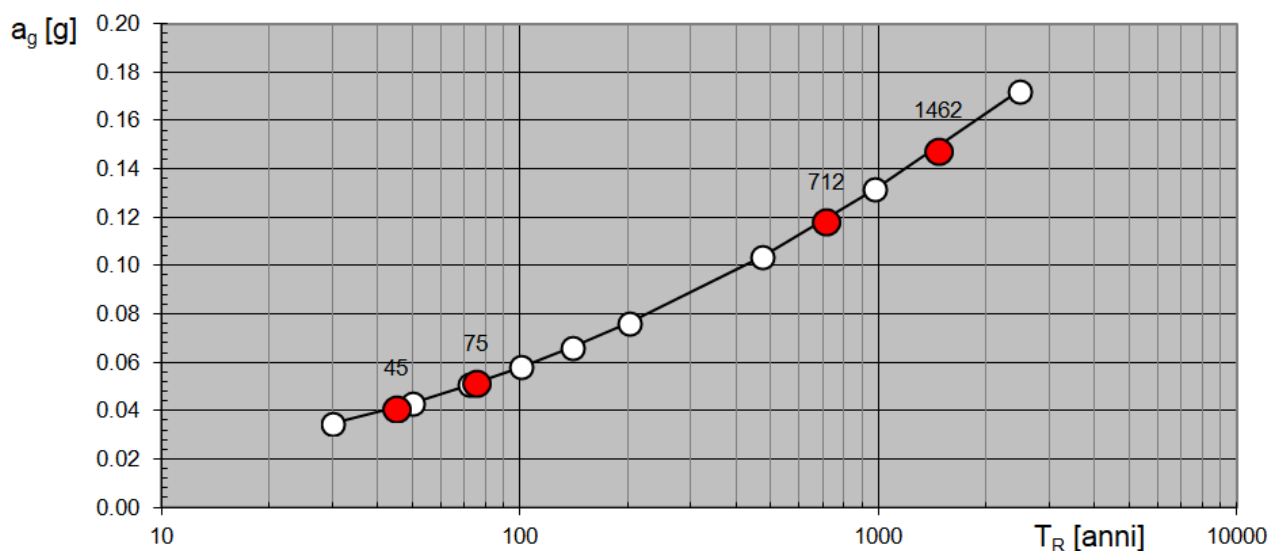


Figura 4-1 Variabilità di a_g con il periodo di ritorno

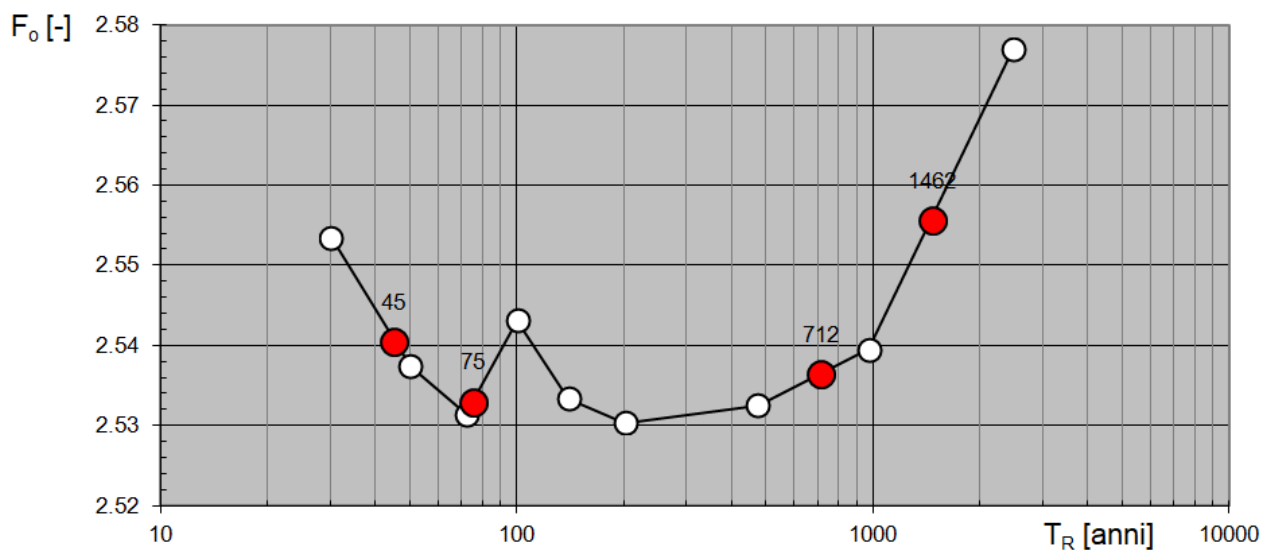


Figura 4-2 Variabilità di F_0 con il periodo di ritorno

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 9 di 14

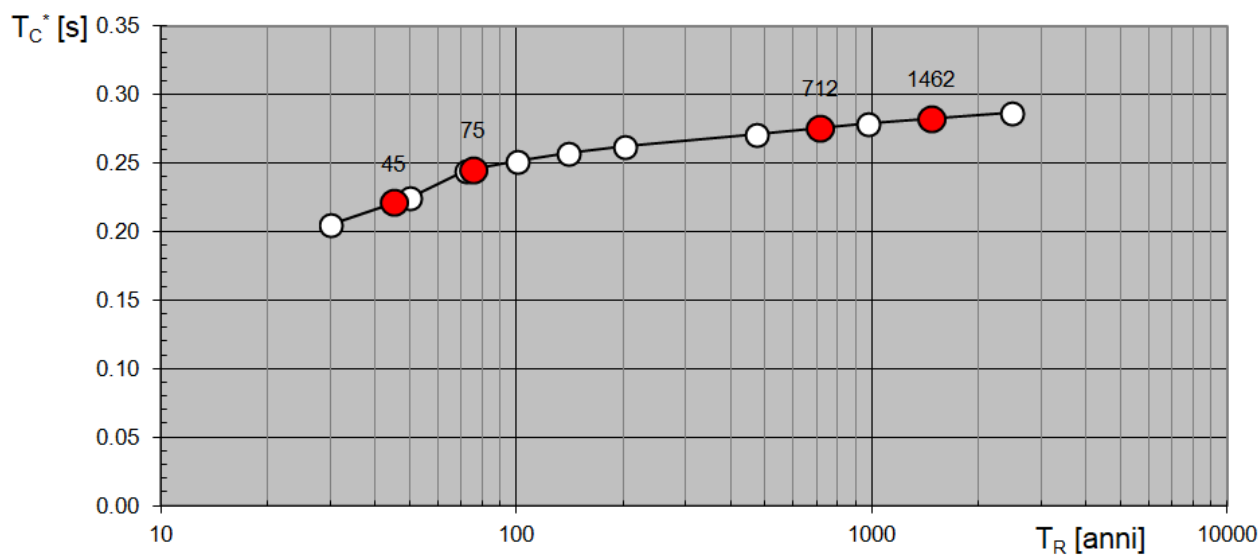


Figura 4-3 Variabilità di T_C^* con il periodo di ritorno

Infine, nella Figura 4-4, si riporta il grafico degli spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno di riferimento.

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 10 di 14

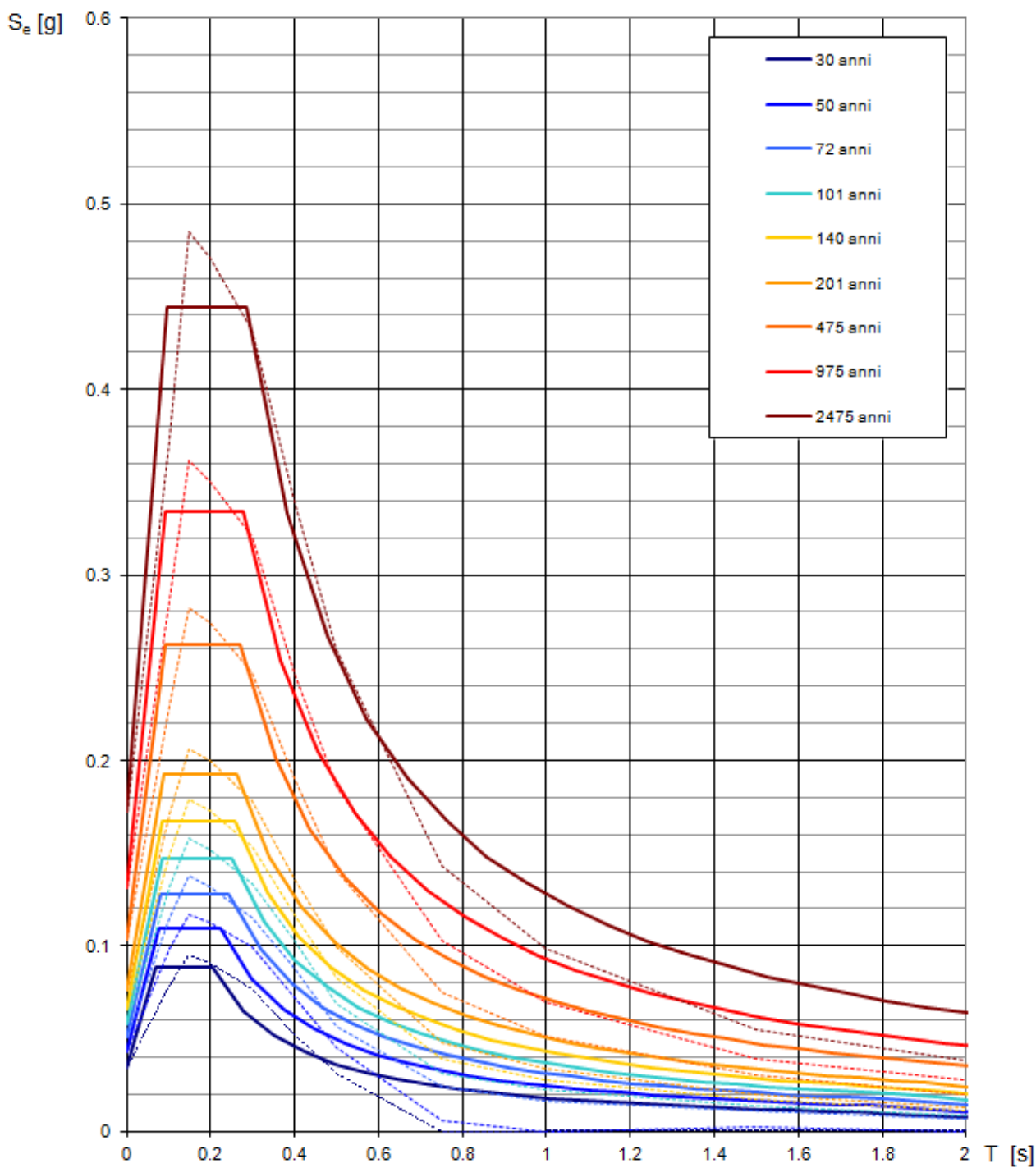


Figura 4-4 Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 11 di 14

5 SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA

Secondo la classificazione delle NTC18 il ponte ha classe d'uso III e coefficiente d'uso (C_U), definito nella tabella 2.4.II della norma è pari a 1.5.

Si prevede una vita nominale V_N di 50 anni e quindi un periodo di riferimento V_R pari a 75 anni calcolato con la relazione:

$$V_R = V_N C_U$$

Si ricava, per ciascun stato limite e relativa probabilità di eccedenza P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R , il periodo di ritorno T_R del sisma.

Nella Tabella 5-1 sono riportati i valori dei parametri di pericolosità sismica per i diversi stati limite del sito oggetto di studio.

Tabella 5-1 Parametri di pericolosità sismica per i diversi stati limite

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.041	2.541	0.221
SLD	75	0.052	2.533	0.245
SLV	712	0.118	2.536	0.275
SLC	1462	0.148	2.556	0.282

Sulla base di tali valori si ricavano i valori dei parametri T_B , T_C , T_D necessari per la designazione degli spettri di risposta.

Gli spettri di risposta elastica per i diversi stati limite su suolo rigido sono riportati nella Figura 5-1.

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 12 di 14

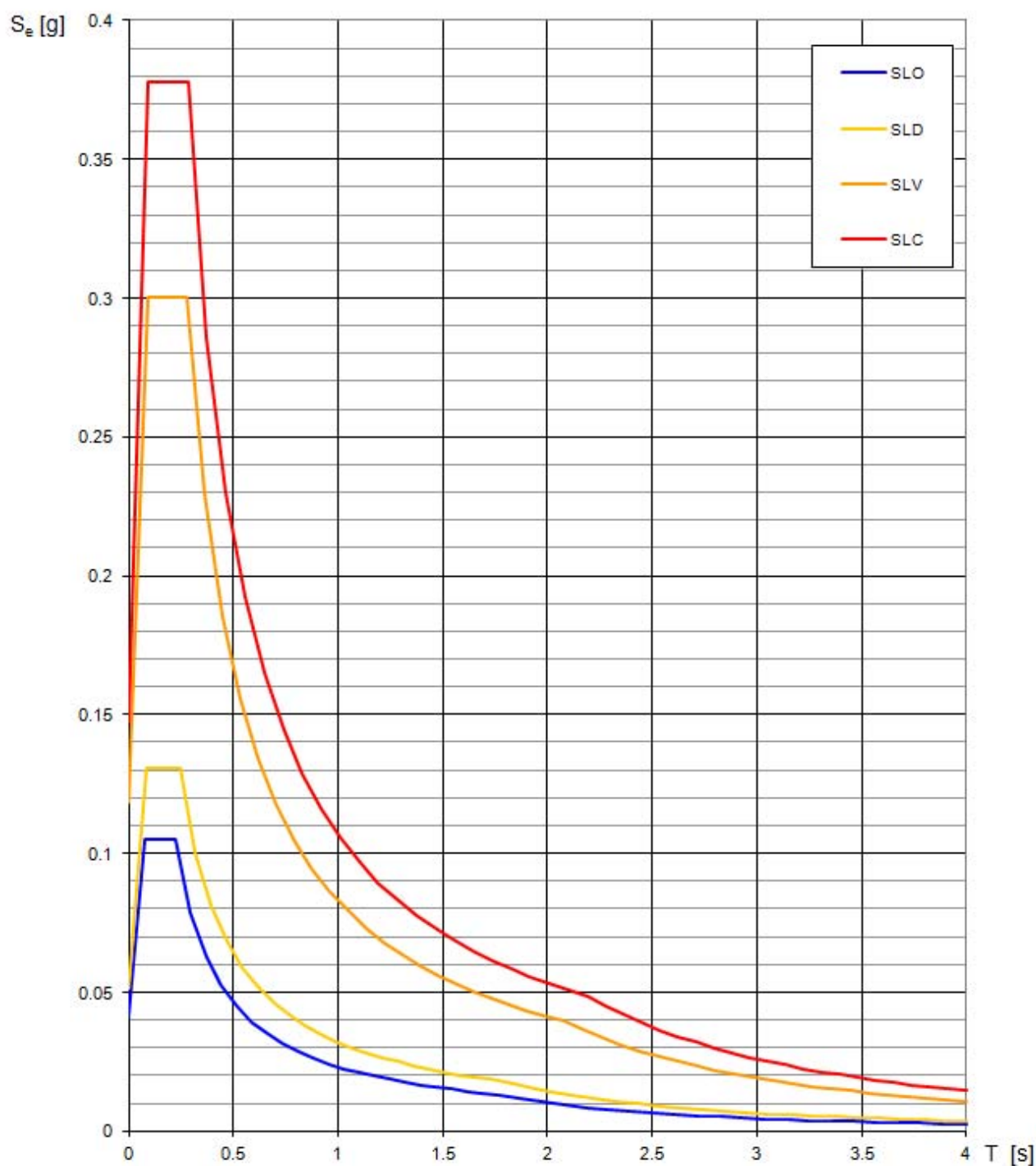


Figura 5-1 Spettri di risposta elastica su suolo rigido

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 13 di 14

Gli spettri di risposta elastica così ottenuti devono essere modificati per tener conto della deformabilità del terreno e dello smorzamento intrinseco della struttura.

Lo spettro di risposta elastico è espresso da una forma spettrale riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5% moltiplicata per il valore della accelerazione massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Per tener conto della deformabilità del terreno si tiene conto della categoria di sottosuolo e di quella topografica mediante i coefficienti S_s e S_T .

Poiché ancora non sono presenti indagini per la determinazione della categoria di sottosuolo, si riportano i parametri e gli spettri di progetto per la categoria di sottosuolo A per cui il fattore stratigrafico è unitario. Una categoria di sottosuolo diversa avrà un fattore stratigrafico superiore all'unità. L'effettiva categoria topografica verrà verificata in fase di progetto esecutivo a seguito di specifiche indagini geognostiche.

Riguardo la categoria topografica si assume essere preliminarmente T1. Le indagini geognostiche che saranno eseguite in fase di progetto esecutivo determineranno l'effettiva categoria topografica del sito.

Il coefficiente di categoria topografica è desunto dalla tabella §3.2VI della norma, mentre, il coefficiente di amplificazione stratigrafica, funzione dello stato limite considerato, è calcolato secondo le formulazioni opportune di normativa in funzione della categoria di sottosuolo considerata.

Si calcola quindi il coefficiente per tener conto delle amplificazioni spettrali

$$S = S_s S_T$$

Si tiene conto dello smorzamento intrinseco della struttura mediante il coefficiente η che è il fattore di alterazione dello spettro elastico. (η , espresso in percentuale, è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazioni orizzontali del moto sismico S_e è definito dalle espressione § 3.2.2 della norma:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T \leq T_B & \quad S_e(T) = a_g \eta F_0 S \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T \leq T_C & \quad S_e(T) = a_g \eta F_0 \\
 T_C \leq T \leq T_D & \quad S_e(T) = a_g \eta F_0 S \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \eta F_0 S \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Inoltre:

	Progetto esecutivo per la sostituzione della travata metallica al km 284+732 (ponte T. Acquerta) linea Cecina – Volterra	
1827/17-001-PE-RSPN-00-00-E005	Ponte a travata metallica Fosso Acquerta Km. 284+732 della linea Cecina-Volterra SISMICITA' DELL'AREA	FOGLIO 14 di 14

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

$$T_c = C_c * T_c^*$$

Dove T_c^* è definito al § 3.2 e C_c è un coefficiente funzione della categoria del sottosuolo (§Tab 3.2.V);

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 mediante la relazione:

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