

# COMUNE DI SALA BOLOGNESE

PROVINCIA DI BOLOGNA

## REALIZZAZIONE DI UN SOPPALCO METALLICO INTERNO AL FABBRICATO SITO IN VIA DELLA PACE N°2

### RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA "PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE" DEL SITO DI COSTRUZIONE

*Committente:*

**Sala Immobiliare S.r.l.**  
Via S. Antonio, 3  
40010 Sala Bolognese (BO)  
p.iva 02125530376

*Progettista delle strutture:*



**Ing. Claudio CONTINI**

Via Bartolomeo Ramenghi, 16 – 40133 Bologna (BO)  
Tel. 051/6152345 – Fax. 051/431824 – Cell. 349/8537434  
e-mail: [info@studioingcontini.it](mailto:info@studioingcontini.it) – P.IVA 02090951209

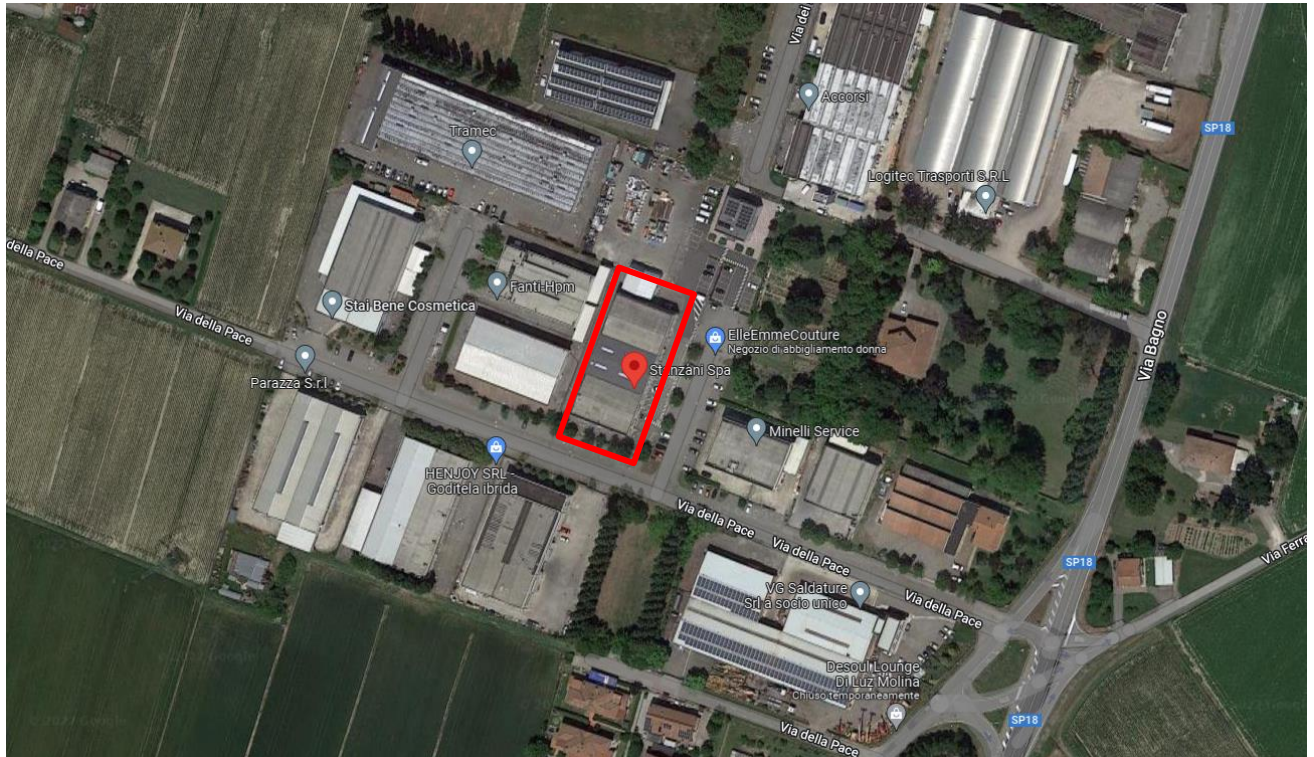


*Data*    **15/07/2022**

# 1 Premessa

In ottemperanza alle disposizioni fornite dal D.M. del 17/01/2018 (in particolare nel § 3.2) e della Circolare Ministeriale n°7 del 21/01/2019, la presente è relativa al progetto nuova struttura in carpenteria metallica da realizzarsi all'interno del fabbricato sito a Sala Bolognese (Bo) in Via della Pace n°2.

L'inquadramento territoriale del sito di costruzione è il seguente:



(fonte immagine: GOOGLE MAPS)

## SALA BOLOGNESE (BO) – Via della Pace, n°2

h= 21 m.s.l.m.

Latitudine 44.63552 N

Longitudine 11. 281359 E

( fonte per coordinate geografiche: [www.google.it/maps](http://www.google.it/maps) )

Caratterizzazione sismica : **ZONA 3**, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Emilia-Romagna n. 1435 del 21.07.2003.

## 2 Parametri sismici

Il calcolo delle opere strutturali è stato condotto allo S.L.U. usando lo “S.L.V. - stato limite di salvaguardia della vita” ( $P_{Vr}=10\%$ ) ed utilizzando lo spettro di risposta locale riferito alle coordinate geografiche indicate in precedenza.

Dal momento che nel sito di edificazione non sono stati effettuati degli studi approfonditi per

definire il valore esatto della “ $V_{S,30}$ ”, ai sensi della classificazione dei sottosuoli esposta nel § 3.2.2 delle N.T.C. 2018 è stato considerato un sottosuolo di categoria “**C**” (situazione più penalizzante dal punto di vista dell’amplificazione delle onde sismiche).

Detto ciò, i valori delle ordinate dello spettro di risposta elastico  $S_{e(T)}$  in accelerazione delle componenti orizzontali, con riferimento alle probabilità di eccedenza  $P_{Vr}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  del manufatto (con  $V_R = V_N \cdot C_U$  essendo  $V_N$  fissata in 50 anni e  $C_U = 1.00$ ), vengono definiti secondo le formule riportate nel § 3.2.3.2.1 delle N.T.C. 2018 in funzione dei valori di  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T^*c$ .

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

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T^*c$  relativi alla *pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento* sono forniti nelle tabelle riportate nell'**ALLEGATO “B”** delle N.T.C. Tali valori sono relativi a 10751 punti del reticolo di riferimento per 9 diversi valori del periodo di ritorno  $T_R$ . Dal momento che, nel nostro caso, il valore di  $T_R$  è pari a:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{Vr})} = - \frac{C_U \cdot V_N}{\ln(1 - P_{Vr})} = 475 \text{ anni}$$

e visto che il punto indicato sul territorio non ricade nei nodi del *reticolo di riferimento*, i valori dei parametri “p” ( $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T^*c$ ) di interesse per la definizione dell’azione sismica di progetto vengono calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del *reticolo di riferimento* contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

nella quale:

“p” è il valore del parametro di interesse nel punto in esame;

“ $p_i$ ” è il valore del parametro di interesse nell’ $i$ -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;

“ $d_i$ ” è la distanza del punto in esame dall’ $i$ -esimo punto della maglia suddetta.

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

---

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

---

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

---

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$

info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$

info

---

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$

info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$

info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO -  $P_{VR} = 81\%$

info

Stati limite di esercizio - SLE

SLD -  $P_{VR} = 63\%$

info

Stati limite ultimi - SLU

SLV -  $P_{VR} = 10\%$

info

Stati limite ultimi - SLU

SLC -  $P_{VR} = 5\%$

info

---

**Elaborazioni**

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

**LEGENDA GRAFICO**

--- Strategia per costruzioni ordinarie

--- Strategia scelta

---

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

## Valori dei Parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascun STATO LIMITE

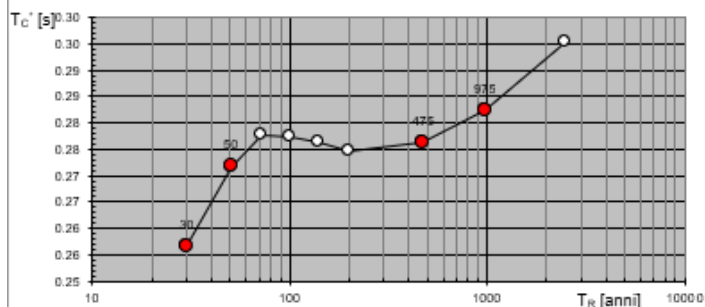
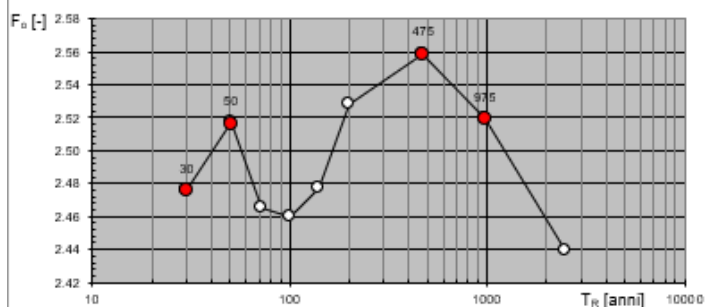
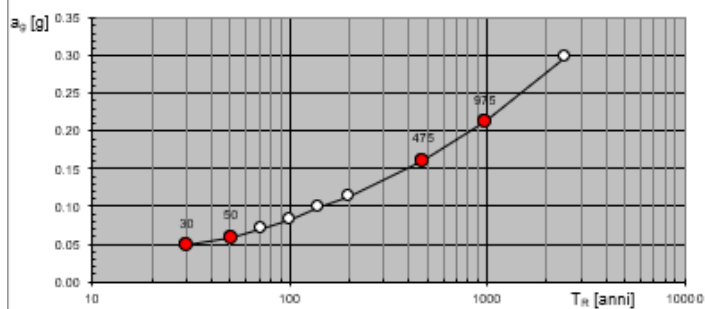
### Valori dei parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno

STATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0.048	2.476	0.257
SLD	50	0.059	2.516	0.272
SLV	475	0.161	2.559	0.276
SLC	975	0.212	2.519	0.282

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## Valori di progetto dei Parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ in funzione del PERIODO DI RITORNO

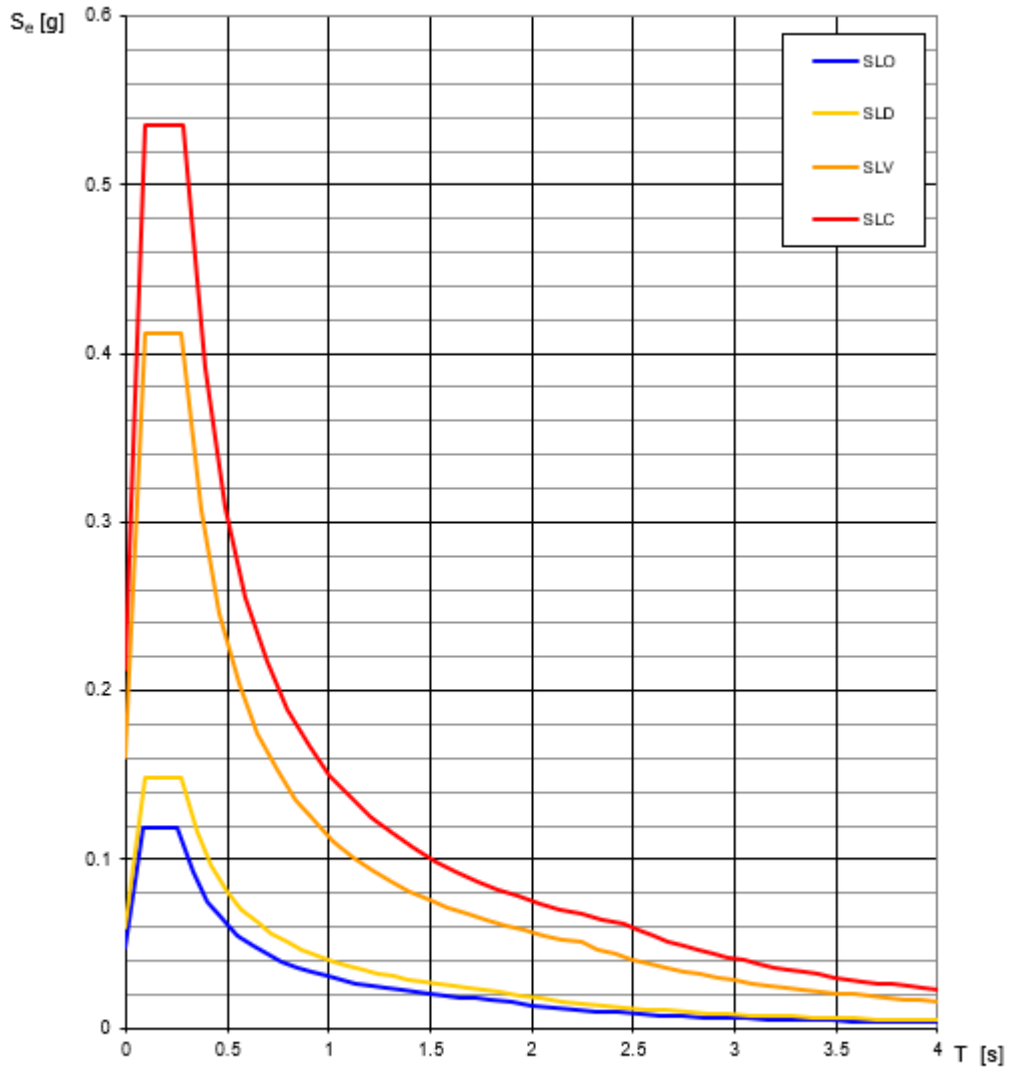
### Valori di progetto dei parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ in funzione del periodo di ritorno



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER I DIVERSI STATI LIMITE

### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Parametri e punto dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite di operatività SLO

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato lir8LO**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLO
$a_x$	0.048 q
$F_x$	2.476
$T_c$	0.257 s
$S_s$	1.800
$C_c$	2.468
$S_T$	1.000
q	2.000

**Parametri dipendenti**

S	1.800
$\eta$	0.500
$T_b$	0.211 s
$T_c$	0.633 s
$T_D$	1.792 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

$$T_b \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_b$$

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per lo verifiche agli Stati Limite Ultimi è attenuato dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  moltiplicando 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	0.036
$T_b$ ←	0.211	0.107
$T_c$ ←	0.633	0.107
	0.688	0.098
	0.743	0.091
	0.799	0.085
	0.854	0.079
	0.909	0.074
	0.964	0.070
	1.019	0.066
	1.074	0.063
	1.130	0.060
	1.185	0.057
	1.240	0.054
	1.295	0.052
	1.350	0.050
	1.405	0.048
	1.461	0.046
	1.516	0.045
	1.571	0.043
	1.626	0.042
	1.681	0.040
	1.736	0.039
$T_D$ ←	1.792	0.038
	1.897	0.034
	2.002	0.030
	2.107	0.027
	2.212	0.025
	2.317	0.023
	2.423	0.021
	2.528	0.019
	2.633	0.017
	2.738	0.016
	2.843	0.015
	2.948	0.014
	3.054	0.013
	3.159	0.012
	3.264	0.011
	3.369	0.011
	3.474	0.010
	3.579	0.009
	3.685	0.009
	3.790	0.008
	3.895	0.008
	4.000	0.008

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell

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

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_x$	0.059 q
$F_x$	2.516
$T_c$	0.272 s
$S_x$	1.800
$C_c$	2.398
$S_T$	1.000
q	2.000

**Parametri dipendenti**

S	1.800
$\eta$	0.500
$T_B$	0.217 s
$T_C$	0.652 s
$T_D$	1.836 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

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

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

La pectra di risposta  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuta dalle espressioni della pectra elastica  $S_e(T)$  moltiplicandole 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	0.106
$T_B$ ←	0.217	0.134
$T_C$ ←	0.652	0.134
	0.708	0.123
	0.765	0.114
	0.821	0.106
	0.877	0.099
	0.934	0.093
	0.990	0.088
	1.047	0.083
	1.103	0.079
	1.159	0.075
	1.216	0.072
	1.272	0.068
	1.329	0.066
	1.385	0.063
	1.441	0.060
	1.498	0.058
	1.554	0.056
	1.611	0.054
	1.667	0.052
	1.723	0.051
	1.780	0.049
$T_D$ ←	1.836	0.047
	1.939	0.043
	2.042	0.038
	2.145	0.035
	2.248	0.032
	2.351	0.029
	2.454	0.027
	2.557	0.024
	2.660	0.023
	2.764	0.021
	2.867	0.019
	2.970	0.018
	3.073	0.017
	3.176	0.016
	3.279	0.015
	3.382	0.014
	3.485	0.013
	3.588	0.012
	3.691	0.012
	3.794	0.011
	3.897	0.011
	4.000	0.010

La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell



Parametri e punto dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato lir8LV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_x$	0.161 $q$
$F_x$	2.559
$T_c$	0.276 $r$
$S_x$	1.782
$C_c$	2.378
$S_T$	1.000
$q$	2.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.782
$\eta$	0.500
$T_B$	0.219 $r$
$T_C$	0.657 $r$
$T_D$	2.244 $r$

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_x(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

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

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

La pectra di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuta dalle espressioni della pectra elastica  $S_x(T)$  moltiplicandola 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	0.287
$T_B \leftarrow$	0.219	0.367
$T_C \leftarrow$	0.657	0.367
	0.733	0.329
	0.808	0.298
	0.884	0.273
	0.959	0.251
	1.035	0.233
	1.110	0.217
	1.186	0.203
	1.262	0.191
	1.337	0.180
	1.413	0.171
	1.488	0.162
	1.564	0.154
	1.639	0.147
	1.715	0.141
	1.791	0.135
	1.866	0.129
	1.942	0.124
	2.017	0.120
	2.093	0.115
	2.168	0.111
$T_D \leftarrow$	2.244	0.107
	2.328	0.100
	2.411	0.093
	2.495	0.087
	2.578	0.081
	2.662	0.076
	2.746	0.072
	2.829	0.068
	2.913	0.064
	2.997	0.060
	3.080	0.057
	3.164	0.054
	3.247	0.051
	3.331	0.049
	3.415	0.046
	3.498	0.044
	3.582	0.042
	3.666	0.040
	3.749	0.038
	3.833	0.037
	3.916	0.035
	4.000	0.034

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punto dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite di collasso SLC

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato lir8LC**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_n$	0.212 $g$
$F_n$	2.519
$T_c$	0.282 $s$
$S_s$	1.597
$C_c$	2.352
$S_T$	1.000
$q$	2.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.597
$\eta$	0.500
$T_B$	0.221 $s$
$T_C$	0.664 $s$
$T_D$	2.450 $s$

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_n \cdot S \cdot \eta \cdot F_n$$

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

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

La puzetta di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è attenuata dalle espressioni della puzetta elastica  $S_e(T)$  sostituendola 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	0.339
$T_B$ ←	0.221	0.427
$T_C$ ←	0.664	0.427
	0.749	0.379
	0.834	0.340
	0.919	0.309
	1.004	0.283
	1.089	0.261
	1.174	0.242
	1.259	0.225
	1.344	0.211
	1.429	0.199
	1.514	0.187
	1.599	0.177
	1.684	0.169
	1.769	0.160
	1.854	0.153
	1.939	0.146
	2.025	0.140
	2.110	0.135
	2.195	0.129
	2.280	0.125
	2.365	0.120
$T_D$ ←	2.450	0.116
	2.523	0.109
	2.597	0.103
	2.671	0.097
	2.745	0.092
	2.819	0.088
	2.893	0.083
	2.966	0.079
	3.040	0.075
	3.114	0.072
	3.188	0.068
	3.262	0.065
	3.336	0.062
	3.409	0.060
	3.483	0.057
	3.557	0.055
	3.631	0.053
	3.705	0.051
	3.779	0.049
	3.852	0.047
	3.926	0.045
	4.000	0.043

La verifica dell'ideoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell



Il progettista delle strutture  
**Ing. Claudio CONTINI**