

COMUNE DI SASSO MARCONI

PROVINCIA DI BOLOGNA

INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO STATICO E SISMICO
DELLA SCUOLA ELEMENTARE DEL CAPOLUOGO
VIA PORRETTANA, 469, SASSO MARCONI (BO)

PROGETTO ESECUTIVO STRUTTURALE

COMMITTENTE:

COMUNE DI SASSO MARCONI

Piazza dei Martiri della Liberazione, 6

40037 Sasso Marconi (BO)



STUDIO CAMPAGNASSOCIATI

via G. Garibaldi n. 85/3

40033 Casalecchio di Reno BO

Progettazione strutturale:

dr ing. Gianluigi Campagna

STUDIO TECNICO ARCHITETTURA DI DONATO

VIA G. GARIBALDI, 85/3

40033 CASALECCHIO DI RENO (BO)



TEL. 051-377667 CELL. 360577824

EMAIL: archmariadidonato@gmail.com

Progettazione architettonica:

dr arch. Maria Di Donato

OGGETTO: RELAZIONE DI INQUADRAMENTO
SISMICO ED AMBIENTALE

COD. LAVORO

SUB.

NUM.PROG.

REV.

G87

RS

01

00

NOME FILE: G87.RS01.00.DWG

DATA	REV.	EMISSIONE	DISEGNATO	VERIFICATO	APPROVATO	SCALA
06/05/2019	00	PROGETTO ESECUTIVO STRUTTURALE	GCA	GCA	GCA	

INQUADRAMENTO SISMICO E AMBIENTALE

Il territorio del Comune di Sasso Marconi BO rientra tra quelli classificati sismici con O.P.C.M.C. N. 3274 del 20 marzo 2003 e ricompresi in zona 3, bassa sismicità in una scala a severità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4), classificazione entrata in vigore in via definitiva il 23 ottobre 2005.

L'intervento che si andrà a realizzare è teso a eliminare, o ridurre, le principali carenze riscontrate in fase di verifica e brevemente illustrate nella relazione del dr ing. Giovanni Terzo, attraverso interventi di rinforzo strutturale locale e di miglioramento sismico, nel rispetto della tipologia strutturale ed architettonica del bene in oggetto.

Il D.M.17 gennaio 2018 valuta le azioni sismiche in relazione al "tipo di costruzione" (dal quale deriva la vita nominale V_N) e alla "classe d'uso" (dalla quale si ricava il coefficiente d'uso C_U).

Tipo 2: opere ordinarie →

$V_N \geq 50$ anni (vita nominale)

Classe III: 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.

→

$C_U = 1,50$ (Coefficiente d'uso)

Il "periodo di riferimento" (che non può essere inferiore ai 35 anni) si ricava dalla relazione:

$$V_R = V_N * C_U = 50 * 1,50 = 75$$

L'azione sismica di riferimento è definita in base pericolosità sismica del sito di costruzione. Il territorio nazionale è stato diviso con una griglia di passo 0,05°: i nodi del reticolo rappresentano punti in cui gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontali e verticali dell'azione sismica di progetto, sono noti. In base alle coordinate geografiche del sito di costruzione si individuano i 4 nodi che definiscono la maglia di appartenenza del sito stesso e, dall'interpolazione dei valori relativi a ciascuno dei 4 nodi, si ottengono i valori degli spettri di risposta del sito in esame.

	Sessadecimali WGS 84	Sessadecimali ED 50
Latitudine Nord	44.397057°	44.397999°
Longitudine Est	11.246504°	11.247497°

Le probabilità di superamento del periodo di riferimento V_R cui riferirsi per l'individuazione dell'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella sotto:

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} in funzione dello stato limite considerato

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

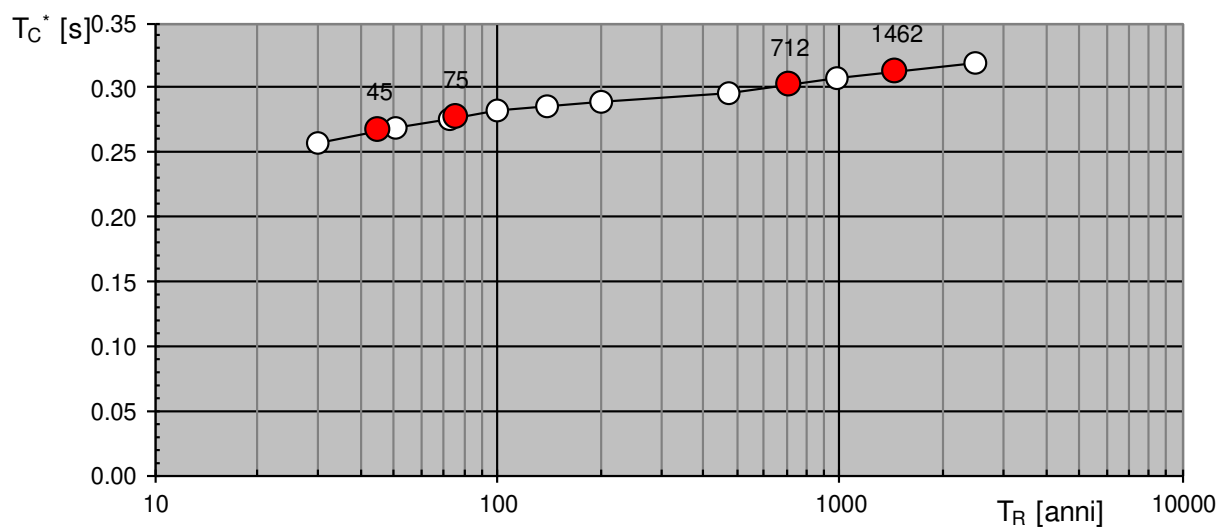
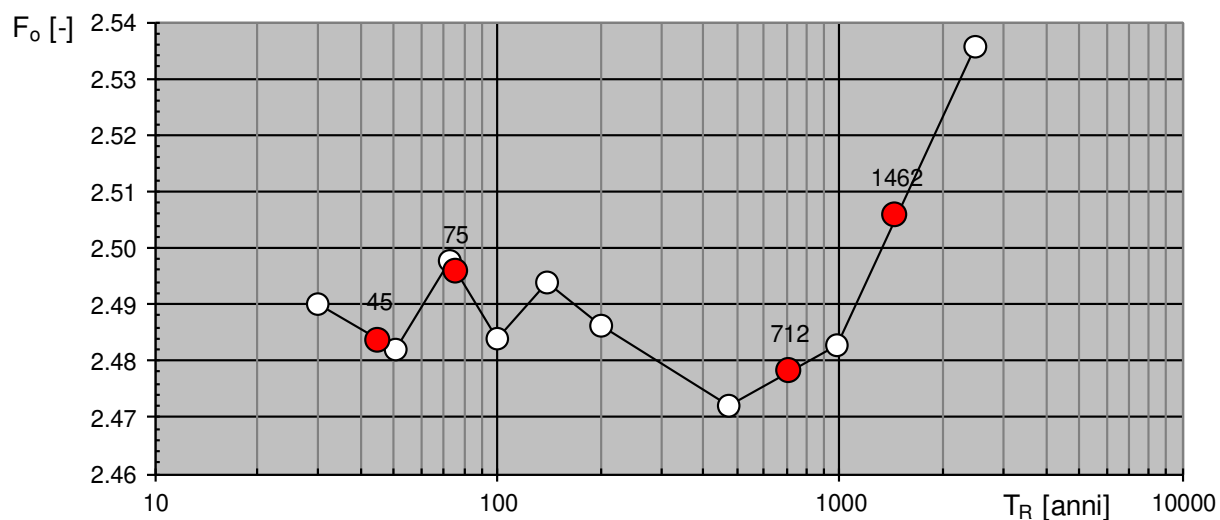
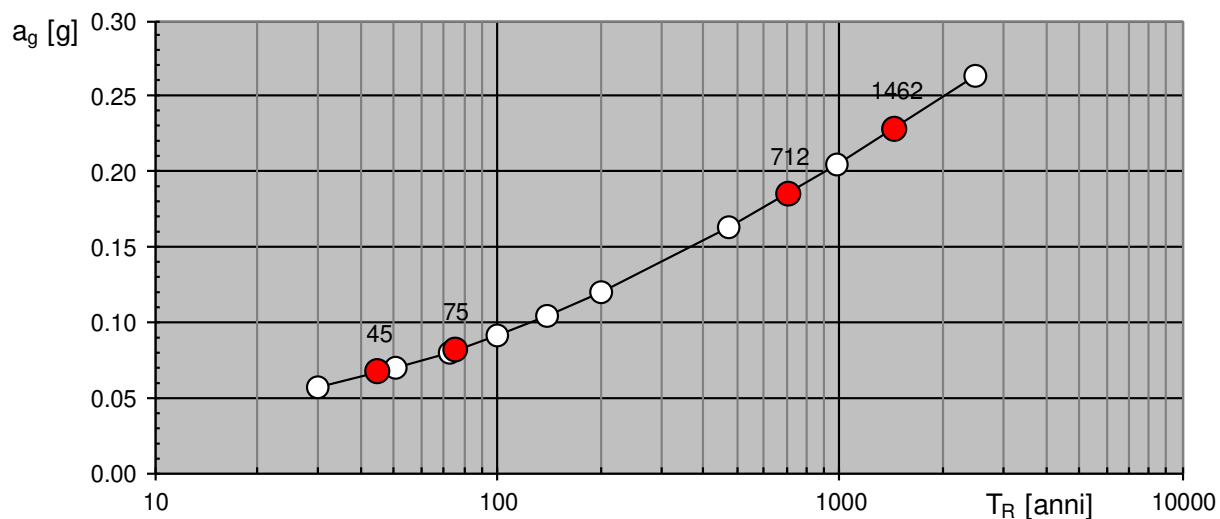
Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{V_R} , a partire dai valori dei seguenti parametri:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito

F_o = 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

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.067	2.484	0.267
SLD	75	0.082	2.496	0.277
SLV	712	0.185	2.478	0.302
SLC	1462	0.228	2.506	0.312

Quando si progetta agli S.L.D. non si ricorrere alle capacità dissipative della struttura e effetti delle azioni sismiche sono calcolati riferendosi allo spettro di progetto $S_d(T)$ ottenuto assumendo un fattore di comportamento $q=1$. Quando si progetta agli S.L.U., ricorrendo alle capacità dissipative della struttura, gli effetti delle azioni sismiche sono calcolati riferendosi allo spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di comportamento $q>1$. (In pratica le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura stessa, della sua sovreresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni).

Il fattore di comportamento q da utilizzare dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità, dai criteri di progettazione adottati e prende in conto la non linearità del materiale.

Per strutture dissipative, quali gli edifici in muratura, si assume:

$$q = k_R \cdot q_0$$

dove, per costruzioni in muratura ordinaria, q_0 può assumere il valore massimo di:

$$q_0 = 1,75 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$$

k_R è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione, con valore pari ad 1 per costruzioni regolari in altezza e pari a 0,8 per costruzioni non regolari in altezza. Per edifici esistenti in muratura, non regolari in elevazione, i valori del fattore di comportamento vanno ridotti del 25%.

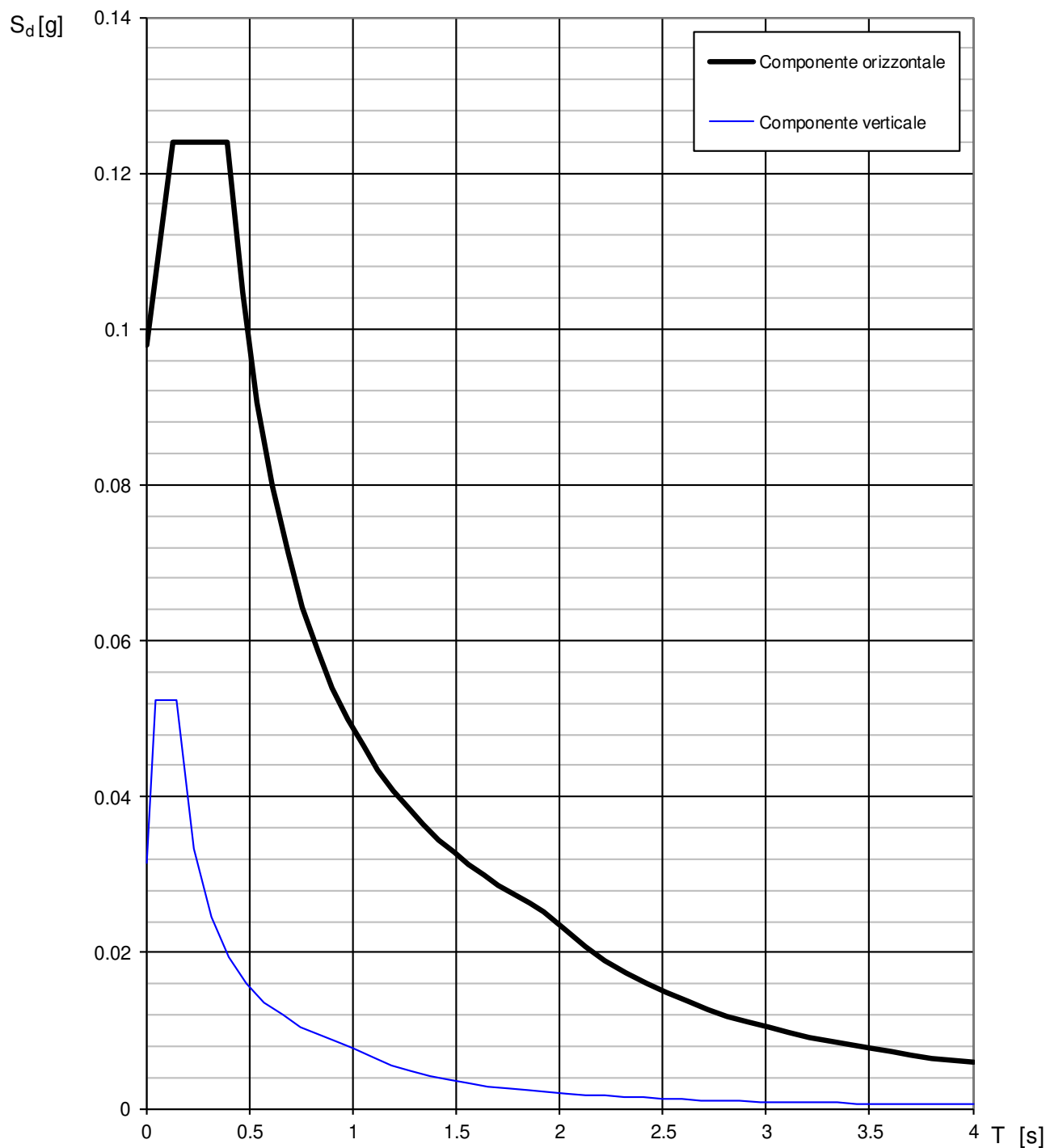
α_1 è il moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, il primo pannello murario raggiunge la sua resistenza ultima (a taglio o a pressoflessione);

α_u è il 90% del moltiplicatore della forza sismica orizzontale per il quale, mantenendo costanti le altre azioni, la costruzione raggiunge la massima forza resistente.

$\frac{\alpha_u}{\alpha_1}$ in questa fase, per costruzioni in muratura esistenti, si può assumere: $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1,50$

Pertanto in questa fase si assume:

$$q = 0,75 \cdot q_0 = k_R \cdot 1,75 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 0,75 \cdot 1,75 \cdot 1,50 = 1,97$$

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

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

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.082 g
F_0	2.496
T_C	0.277 s
S_S	1.200
C_C	1.422
S_T	1.000
q	1.970

Parametri dipendenti

S	1.200
η	0.508
T_B	0.131 s
T_C	0.394 s
T_D	1.926 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.3})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.4; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.6})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.5})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.7})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-18 Eq. 3.2.2)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di comportamento. (NTC-18 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0.000	0.098
$T_B \leftarrow$	0.131	0.124
$T_C \leftarrow$	0.394	0.124
	0.467	0.105
	0.540	0.090
	0.613	0.080
	0.686	0.071
	0.759	0.064
	0.832	0.059
	0.905	0.054
	0.978	0.050
	1.050	0.046
	1.123	0.043
	1.196	0.041
	1.269	0.038
	1.342	0.036
	1.415	0.034
	1.488	0.033
	1.561	0.031
	1.634	0.030
	1.707	0.029
	1.780	0.027
	1.853	0.026
$T_D \leftarrow$	1.926	0.025
	2.025	0.023
	2.124	0.021
	2.223	0.019
	2.321	0.017
	2.420	0.016
	2.519	0.015
	2.618	0.014
	2.716	0.013
	2.815	0.012
	2.914	0.011
	3.013	0.010
	3.111	0.010
	3.210	0.009
	3.309	0.009
	3.408	0.008
	3.506	0.008
	3.605	0.007
	3.704	0.007
	3.803	0.007
	3.901	0.006
	4.000	0.006

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.031 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.962
S	1.000
η	0.667

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.031
$T_B \leftarrow$	0.050	0.052
$T_C \leftarrow$	0.150	0.052
	0.235	0.033
	0.320	0.025
	0.405	0.019
	0.490	0.016
	0.575	0.014
	0.660	0.012
	0.745	0.011
	0.830	0.009
	0.915	0.009
$T_D \leftarrow$	1.000	0.008
	1.094	0.007
	1.188	0.006
	1.281	0.005
	1.375	0.004
	1.469	0.004
	1.563	0.003
	1.656	0.003
	1.750	0.003
	1.844	0.002
	1.938	0.002
	2.031	0.002
	2.125	0.002
	2.219	0.002
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.3})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-18 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.9})$$

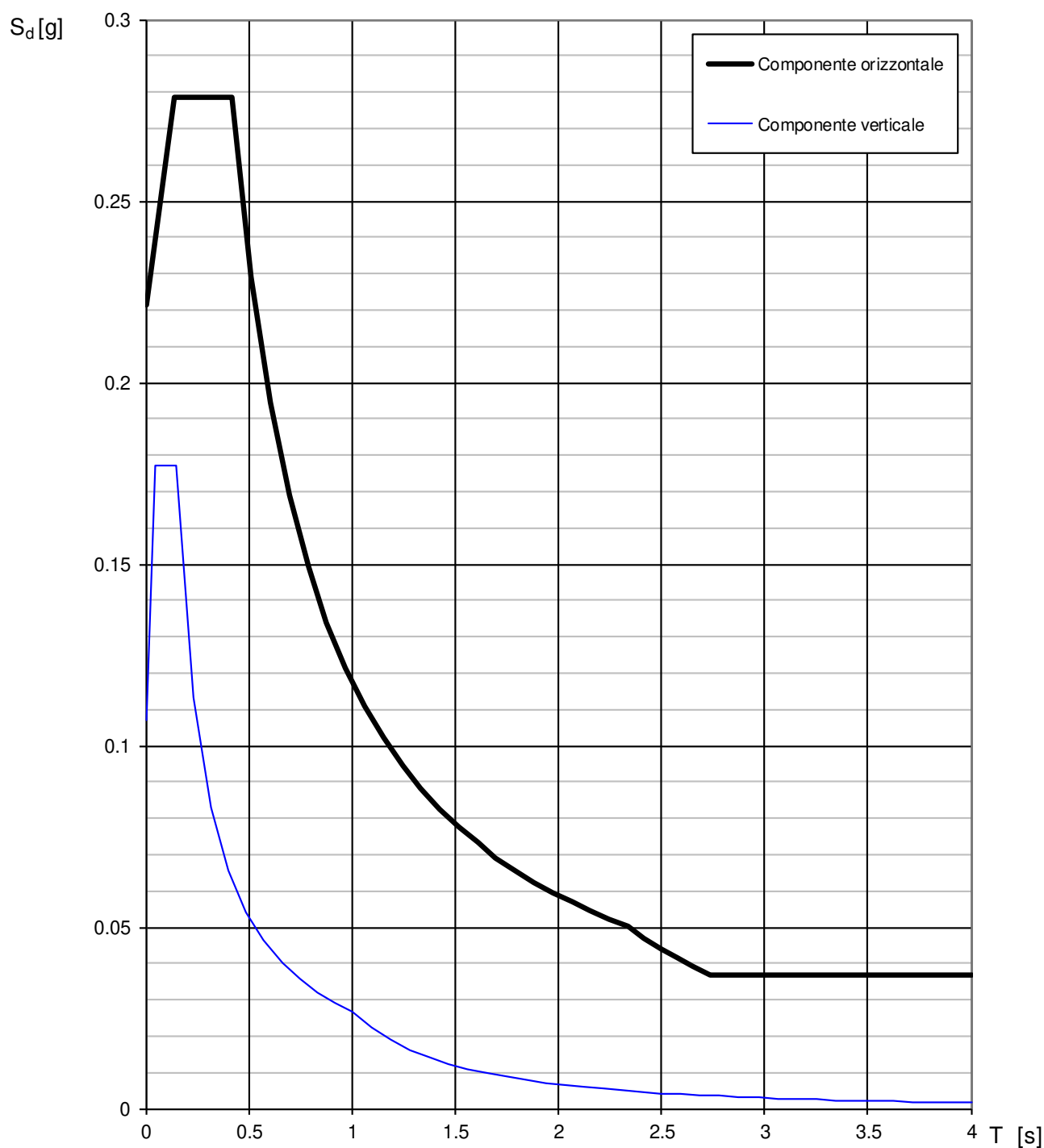
Espressioni dello spettro di risposta (NTC-18 Eq. 3.2.8)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

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

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

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.185 g
F_0	2.478
T_C	0.302 s
S_S	1.200
C_C	1.398
S_T	1.000
q	1.970

Parametri dipendenti

S	1.200
η	0.508
T_B	0.141 s
T_C	0.422 s
T_D	2.339 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.3})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.4; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.6})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.5})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.7})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-18 Eq. 3.2.2)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di comportamento. (NTC-18 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0.000	0.222
$T_B \leftarrow$	0.141	0.279
$T_C \leftarrow$	0.422	0.279
	0.513	0.229
	0.604	0.195
	0.696	0.169
	0.787	0.149
	0.878	0.134
	0.969	0.121
	1.061	0.111
	1.152	0.102
	1.243	0.095
	1.335	0.088
	1.426	0.082
	1.517	0.078
	1.608	0.073
	1.700	0.069
	1.791	0.066
	1.882	0.062
	1.974	0.060
	2.065	0.057
	2.156	0.055
	2.247	0.052
$T_D \leftarrow$	2.339	0.050
	2.418	0.047
	2.497	0.044
	2.576	0.041
	2.655	0.039
	2.734	0.037
	2.813	0.037
	2.892	0.037
	2.972	0.037
	3.051	0.037
	3.130	0.037
	3.209	0.037
	3.288	0.037
	3.367	0.037
	3.446	0.037
	3.525	0.037
	3.604	0.037
	3.684	0.037
	3.763	0.037
	3.842	0.037
	3.921	0.037
	4.000	0.037

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.107 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.438
S	1.000
η	0.667

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.107
$T_B \leftarrow$	0.050	0.177
$T_C \leftarrow$	0.150	0.177
	0.235	0.113
	0.320	0.083
	0.405	0.066
	0.490	0.054
	0.575	0.046
	0.660	0.040
	0.745	0.036
	0.830	0.032
	0.915	0.029
$T_D \leftarrow$	1.000	0.027
	1.094	0.022
	1.188	0.019
	1.281	0.016
	1.375	0.014
	1.469	0.012
	1.563	0.011
	1.656	0.010
	1.750	0.009
	1.844	0.008
	1.938	0.007
	2.031	0.006
	2.125	0.006
	2.219	0.005
	2.313	0.005
	2.406	0.005
	2.500	0.004
	2.594	0.004
	2.688	0.004
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.003
	3.063	0.003
	3.156	0.003
	3.250	0.003
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.002
	4.000	0.002

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.3})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-18 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-18 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-18 Eq. 3.2.8)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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