



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MINISTERO  
DELL'INTERNO



Città di  
Sassuolo



**LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA PRIMARIA  
"G.BELLINI", VIA QUATTROPONTI N. 21, SASSUOLO (MO)**

**M2 C4 - INVESTIMENTO 2.2 "INTERVENTI PER LA RESILIENZA, LA  
VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA DEI  
COMUNI " NELL'AMBITO DEL PNRR FINANZIATO CON LE RISORSE  
DELL'UNIONE EUROPEA - NEXT GENERATION EU  
CUP: B88E18000450004**

**PROGETTO ESECUTIVO**



**Committente:**

**Sassuolo Gestioni Patrimoniali srl a socio unico**

Società soggetta alla attività di direzione e coordinamento del Comune di Sassuolo  
Via Fenuzzi n° 5 - 41049 Sassuolo (MO)

Capitale Sociale € 117.000,00 i.v.

P.IVA/CF e Registro Imprese di Modena: 03014250363

Tel. 0536/880725 - Fax 0536/880911 - email [info@sgp.sassuolo.mo.it](mailto:info@sgp.sassuolo.mo.it) ;

[sgp@cert.sgp.comune.sassuolo.mo.it](mailto:sgp@cert.sgp.comune.sassuolo.mo.it)

**Progettazione:**

**Dott. Ing. Sergio Violetta**

Via Grimaldi n° 18 - Reggio Emilia (RE)

Ordine Ingegneri di Reggio Emilia n° 878

Tel. 335.7166795

**Coordinatore Sicurezza in progettazione:**

**Arch. Giovanni Severino**

Via Caduti sul Lavoro n°1 - Sassuolo (Mo)

Tel. 0536.880850

**Responsabile del Procedimento:**

**ing. Francesco Michele RINO**

**Direttore Tecnico SGP:**

**ing. Francesco Michele RINO**

oggetto

**PROGETTAZIONE STRUTTURALE**  
**Relazione Sismica**

tavola n.

**ST.04**

Scala

-

	Data	DESCRIZIONE
	Febbraio 2023	Emissione
Revisioni	a	
	b	
	c	
Archivio		



## **SOMMARIO**

1	INTRODUZIONE .....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3	CRITERI DI CALCOLO .....	5
3.1	Combinazioni di carico .....	5
3.1.1	Combinazioni per la verifica allo SLU .....	5
3.1.2	Combinazioni per la verifica allo SLE .....	6
3.1.3	Combinazione sismica.....	6
4	PROGETTAZIONE SISMICA .....	7
5	CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA DA NORMATIVA .....	10
5.1	Pericolosità del sito .....	10
5.2	Classe d'uso e vita nominale dell'opera.....	11
5.3	Categoria del sottosuolo e categoria topografica .....	14
5.4	Fattore di struttura q.....	15
6	SPETTRI DA NORMATIVA.....	17
6.1	Stato Limite di Salvaguardia della Vita .....	17
6.2	Stato Limite di Danno.....	20
6.3	Stato Limite di Operatività.....	23



## **1 INTRODUZIONE**

La presente relazione è volta a descrivere i parametri sismici che verranno utilizzati per la realizzazione della struttura in acciaio della pensilina di copertura dell'accesso storico della Scuola Primaria Statale "G. Bellini", sita in Via Quattro Ponti 21 a Sassuolo (MO).

Come già espresso nella relazione strutturale allegata al presente progetto si è optato per uno scheletro a telaio in acciaio.

La struttura, dal punto di vista sismico, risulta avere geometria regolare e presenta regolarità in altezza ed in pianta.

La presente relazione è redatta in conformità al paragrafo 3.2 delle NTC 2018 e relative integrazioni, e riporta la basi per procedere al calcolo sismico della struttura.

Per elementi di maggior dettaglio o altre questioni si rimanda alla relazione strutturale in allegato al presente progetto.



***Ubicazione dell'intervento***



## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
- Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
- D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
- UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.





- UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
- UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
- UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»»



### 3 CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 17.01.2018 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle NTC 2018.

#### 3.1 Combinazioni di carico

##### 3.1.1 Combinazioni per la verifica allo SLU

Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- Stato limite di resistenza del terreno (GEO);
- Stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU) ;
- Stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi strutturali (STR).

Nel paragrafo 6.4.2.1., la NTC 2018 stabilisce che le verifiche strutturali e geotecniche per le fondazioni superficiali devono essere eseguite con l'Approccio 2 (A1+M1+R3), per quanto riguarda la parte in elevazione non c'è alcuna differenza tra Approccio 1 e 2 in quanto i coefficienti più gravosi risultano essere in entrambi i casi A1 e M1.

Le verifiche delle fondazioni e dell'elevazione saranno quindi condotte unicamente con l'approccio progettuale "Approccio 2", utilizzando i coefficienti parziali riportati nella tabella seguente.

Nell' "Approccio 2" si impiega una combinazione di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1), per la resistenza dei materiali (M1) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R3).

I coefficienti di combinazione per tutte le combinazioni sono riportati nella tabella 2.5.I.

**Tabella 2.6.I - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche allo SLU**

CARICHI	EFFETTO	SIMBOLO $\gamma_F$	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Carichi Permanenti $G_1$	favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Carichi Permanenti non strutturali $G_2$	favorevole	$\gamma_{G2}$	0.8	0.8	0.8
	sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Azioni Variabili $Q$	favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.3



**Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

**Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B – Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H – Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

La combinazione utilizzata per le verifiche agli stati limite ultimi è definita dalla normativa come combinazione fondamentale:

$$\gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_P \times P + \gamma_{Q1} \times Q_{k1} + \gamma_{Q2} \times \Psi_{02} \times Q_{k2} + \gamma_{Q3} \times \Psi_{03} \times Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1) \text{ COMBINAZIONE FONDAMENTALE}$$

### 3.1.2 Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/ stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \times Q_{k2} + \Psi_{03} \times Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2) \text{ COMBINAZIONE RARA}$$

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \times Q_{k1} + \Psi_{22} \times Q_{k2} + \Psi_{23} \times Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3) \text{ COMBINAZIONE FREQUENTE}$$

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \times Q_{k1} + \Psi_{22} \times Q_{k2} + \Psi_{23} \times Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4) \text{ COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE}$$

### 3.1.3 Combinazione sismica

La norma prescrive la seguente combinazione sismica:

$$E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21} \times Q_{k1} + \Psi_{22} \times Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5) \text{ COMBINAZIONE SISMICA}$$



## 4 PROGETTAZIONE SISMICA

Il calcolo dell'azione sismica viene effettuato in ottemperanza delle norme vigenti, il DM 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, deve rispettare gli stati limite definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

**Per Stato Limite di Danno (SLD)** s'intende che l'opera, nel suo complesso, a seguito del terremoto, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non provocare rischi agli utenti e non compromette significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali. Lo stato limite di esercizio comporta la verifica delle tensioni di lavoro, in conformità al § 4.1.2.2.5 (NT).

**Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)** si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidezza) nei confronti delle azioni verticali.

**Stato Limite di Operatività (SLO)** si intende che a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)** si intende che a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile (opera in **classe d'uso III**), è significativo calcolare gli stati limite, come riportato dalla tabella 7.3.III delle NTC 2018.

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM <sup>(*)</sup>
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT <sup>(**)</sup>			DUT <sup>(**)</sup>		

<sup>(\*)</sup> Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

<sup>(\*\*)</sup> Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.





In accordo con quanto sopra descritto, essendo l'opera in **Classe d'uso III**, il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di Danno e Stato Limite di Operatività;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel § 7 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo Stato Limite di salvaguardia della Vita

Le norme tecniche (DM 17/01/2018) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture.

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che potrebbero verificarsi nell'area.

Affinchè l'azione sismica sia valutata correttamente ed attentamente i risultati di un buon studio sismico portano ad avere i seguenti valori:

- valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  ;
- caratteri per la definizione degli spettri di progetto quali, per esempio, caratteristiche geologiche o strutturali;
- determinazione degli stati limite e delle relative probabilità di superamento;
- determinazione, tramite un reticolo fitto di punti delle tre componenti principali per la definizione dell'azione sismica, quali  $a_g$ ,  $T_0$ ,  $T_c^*$ ;

In ottemperanza alle NTC 2018 l'opera sarà verificata con spettri diversi corrispondenti ai diversi stati limite:

**Tabella 3.2.I – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato**

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%

Secondo le norme tecniche in presenza di azioni sismiche le opere risultano divise in **classi d'uso**:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** 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:** 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.
- **Classe IV:** 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.

**Tabella 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_u$**

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_n$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella tabella seguente.

**Tabella 2.4.I – Vita nominale  $V_n$  per diversi tipi di opere**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

La struttura in acciaio è stata progettata considerando un comportamento strutturale non dissipativo in accordo con quanto previsto dalle NTC al paragrafo 7.2.2.

*Per **comportamento strutturale non dissipativo**, nella valutazione della domanda tutte le membrature e i collegamenti rimangono in campo elastico o sostanzialmente elastico; la domanda derivante dall'azione sismica e dalle altre azioni è calcolata, in funzione dello stato limite cui ci si riferisce, ma indipendentemente dalla tipologia strutturale e senza tener conto delle non linearità di materiale, attraverso un modello elastico (v. § 7.2.6)*

Per quanto riguarda invece il metodo di analisi, in accordo con le prescrizioni del paragrafo 7.3.2 delle NTC2018 si è scelto di utilizzare un'analisi statica lineare.



## 5 CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA DA NORMATIVA

### 5.1 Pericolosità del sito

L'opera è sita nel comune di Sassuolo, in provincia di Modena.

Le immagini seguenti mostrano la collocazione dell'intervento.



Il lotto si trova alle seguenti coordinate :

- longitudine di 10.7810
- latitudine di 44.5410

Secondo la normativa vigente, al fine di trovare i valori sismici del luogo, si opera un'interpolazione fra i quattro nodi del reticolo che circondano il punto in questione.

I quattro nodi sono:

- 16500
- 16501
- 16722
- 16723

Le tabelle allegate al DM 17/1/2018 offrono i valori di  $a_g$ ,  $T_0$ ,  $T_c^*$  dei quattro punti in questione: interpolando i valori forniti da normativa si ottengono i valori del punto interno del reticolo e quindi dell'area interessata dal presente progetto.



### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate
 

LONGITUDINE  
10,78100

LATITUDINE  
44,54100

☐ Ricerca per comune
 

REGIONE  
Emilia-Romagna

PROVINCIA  
Modena

COMUNE  
Sassuolo

Elaborazioni grafiche  
 Grafici spettri di risposta  
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche  
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento  

Controllo sul reticolo  
☒ Sito esterno al reticolo  
☐ Interpolazione su 3 nodi  
☐ Interpolazione corretta

Interpolazione  
 superficie rigata

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

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

$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C^*$ [s]
30	0,052	2,484	0,252
50	0,065	2,492	0,265
72	0,076	2,478	0,270
101	0,088	2,465	0,276
140	0,101	2,454	0,277
201	0,118	2,428	0,280
475	0,162	2,404	0,288
975	0,204	2,408	0,300
2475	0,265	2,471	0,314

## 5.2 Classe d'uso e vita nominale dell'opera

Si procede poi con l'inserimento dei valori da utilizzare nella progettazione.

L'opera è un edificio il cui uso preveda affollamenti significativi: per questo motivo la si colloca in **classe d'uso III** (coefficiente d'uso  $c_u = 1.50$ ) secondo il paragrafo 2.4.2 del DM 17/01/2018.



Per quanto concerne la vita nominale dell'opera, trattandosi di costruzione con livelli di prestazioni ordinarie, ( paragrafo 2.4.1) si assegna alla costruzione una  $V_n$  pari a **50 anni**.

### 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

Stati limite ultimi - SLU

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

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

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

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

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

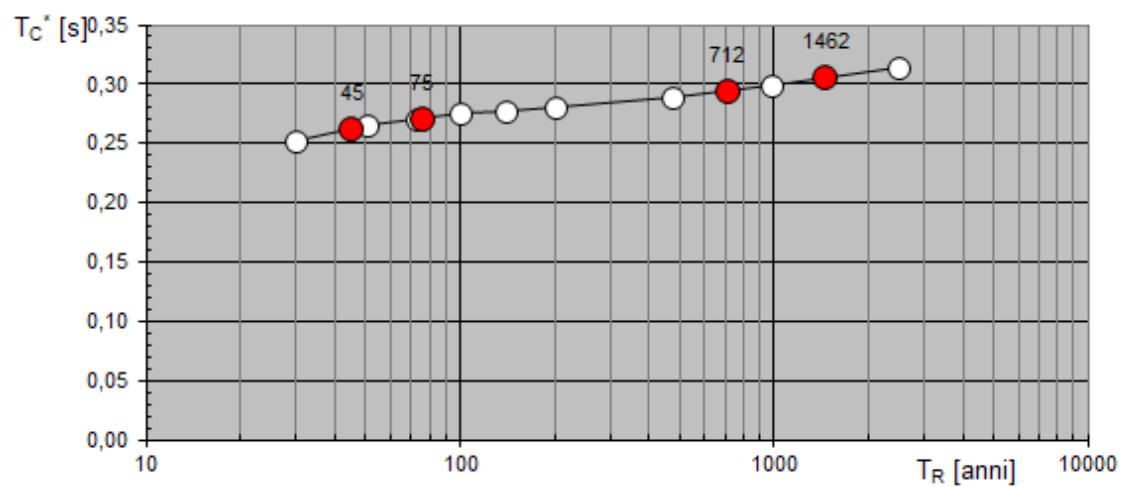
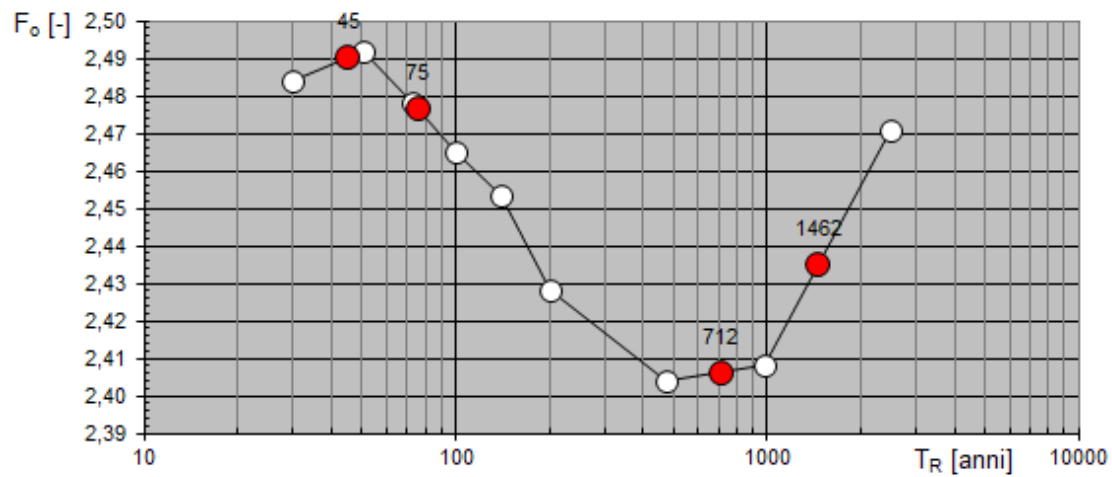
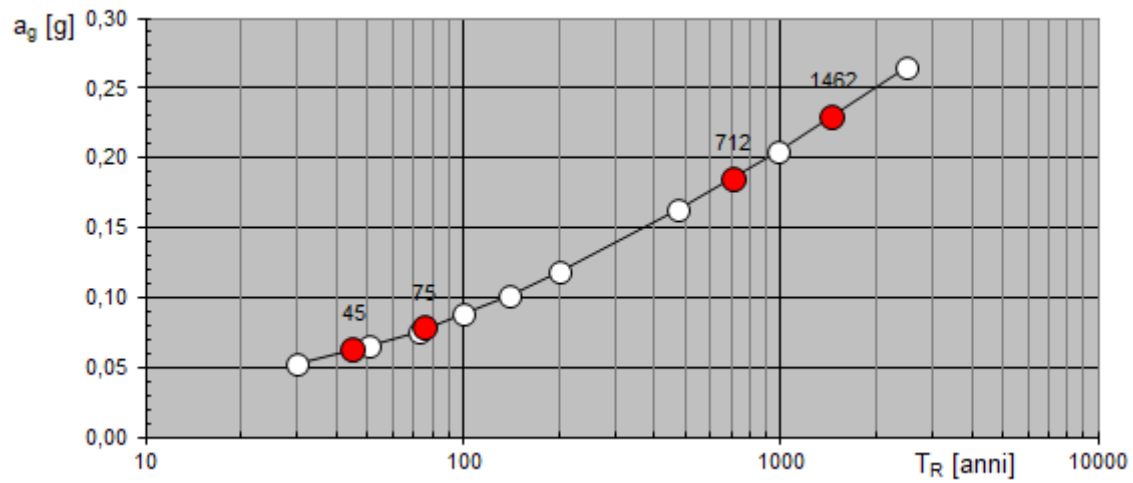
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Si sono definite pertanto le caratteristiche del luogo e della costruzione ottenendo i risultati mostrati dalle immagini seguenti.

Valore dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascun SL

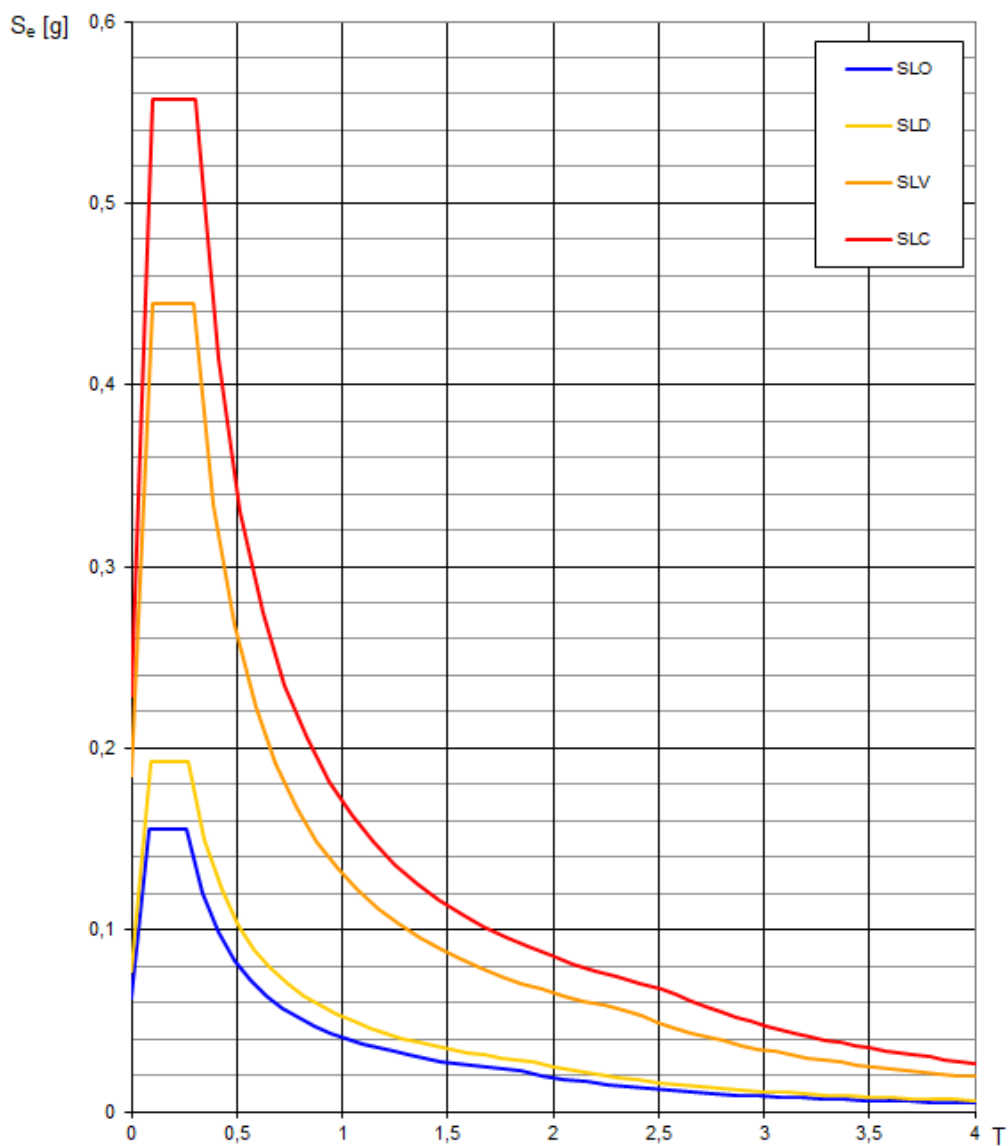
SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	45	0,062	2,490	0,262
SLD	75	0,078	2,476	0,271
SLV	712	0,185	2,406	0,295
SLC	1462	0,229	2,435	0,306







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



### 5.3 Categoria del sottosuolo e categoria topografica

Il terreno si assume di **categoria D** in quanto non avendo effettuate delle verifiche geologiche si considera, a favore di sicurezza, il caso peggiore rispetto a quello che ci si aspetterebbe realmente.

La **classe topografica** è di tipo **T1**.



## 5.4 Fattore di struttura q

Si riporta di seguito il calcolo del fattore di struttura inserito nel calcolo.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale.

Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q \text{ (fattore di struttura)} = q_0 * K_R \quad (7.3.1 \text{ NTC } 2018)$$

$q_0$  è il valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto  $\alpha_u/\alpha_1$  tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione;

$K_R$  è un fattore riduttivo 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 quanto riguarda gli edifici, una costruzione è **regolare in pianta** se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:*

- a) la distribuzione di masse e rigidezze è approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali e la forma in pianta è compatta, ossia il contorno di ogni orizzontamento è convesso; il requisito può ritenersi soddisfatto, anche in presenza di rientranze in pianta, quando esse non influenzano significativamente la rigidezza nel piano dell'orizzontamento e, per ogni rientranza, l'area compresa tra il perimetro dell'orizzontamento e la linea convessa circoscritta all'orizzontamento non supera il 5% dell'area dell'orizzontamento;*
- b) il rapporto tra i lati del rettangolo circoscritto alla pianta di ogni orizzontamento è inferiore a 4;*
- c) ciascun orizzontamento ha una rigidezza nel proprio piano tanto maggiore della corrispondente rigidezza degli elementi strutturali verticali da potersi assumere che la sua deformazione in pianta influenzi in modo trascurabile la distribuzione delle azioni sismiche tra questi ultimi e ha resistenza sufficiente a garantire l'efficacia di tale distribuzione.*

*Sempre riferendosi agli edifici, una costruzione è **regolare in altezza** se tutte le seguenti condizioni sono rispettate:*

- d) tutti i sistemi resistenti alle azioni orizzontali si estendono per tutta l'altezza della costruzione o, se sono presenti parti aventi differenti altezze, fino alla sommità della rispettiva parte dell'edificio;*
- e) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25%, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o di pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base;*
- f) il rapporto tra la capacità e la domanda allo SLV non è significativamente diverso, in termini di resistenza, per orizzontamenti successivi (tale rapporto, calcolato per un generico orizzontamento, non deve differire più del 30% dall'analogo rapporto calcolato per l'orizzontamento adiacente); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;*



g) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengano con continuità da un orizzontamento al successivo; oppure avvengano in modo che il rientro di un orizzontamento non superi il 10% della dimensione corrispondente all'orizzontamento immediatamente sottostante, né il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro orizzontamenti, per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.

L'esame della costruzione porta a definire che essa risulta **non regolare in pianta**, in quanto non risulta essere soddisfatto il punto c), **ma regolare in elevazione** in quanto rispetta tutte le caratteristiche elencate dalla normativa.

La tabella seguente mostra i valori di  $q_0$  da utilizzarsi per strutture in acciaio.

**Tabella 7.3.II – Valori di  $q_0$**

Costruzioni d'acciaio (§ 7.5.2.2) e composte di acciaio-calcestruzzo (§ 7.6.2.2)		
Strutture intelaiate	$5,0 \alpha_w/\alpha_1$	4,0
Strutture con controventi eccentrici		
Strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva	4,0	4,0
Strutture con controventi concentrici a V	2,5	2,0
Strutture a mensola o a pendolo inverso	$2,0 \alpha_w/\alpha_1$	2,0
Strutture intelaiate con controventi concentrici	$4,0 \alpha_w/\alpha_1$	4,0
Strutture intelaiate con tamponature in murature	2,0	2,0

Inoltre per le strutture a comportamento strutturale non dissipativo si adotta un fattore di comportamento  $q_{ND}$ , ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD"B" (Tab. 7.3.II) secondo l'espressione 7.3.2:

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD"B"} \leq 1,5$$

Essendo la struttura intelaiata, con comportamento non dissipativo, la non regolarità in pianta non influisce sul fattore di struttura in quanto, in questo specifico caso,  $q_0$  non dipende dal fattore  $\alpha_w/\alpha_1$ , si ottiene quindi:

$$k_r = 1$$

$$q_0 = 4$$

$$q_{CD"B"} = 1 \cdot q_0 = 4 (> 1,5)$$

$$q_{ND} = 1,5$$



## 6 SPETTRI DA NORMATIVA

### 6.1 Stato Limite di Salvaguardia della Vita

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **D** info  
Categoria topografica **T1** info  
 $S_s = 1,733$   $C_c = 2,303$  info  
 $h/H = 0,000$   $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)  
☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)  
Smorzamento  $\xi$  (%) **5**  $\eta = 1,000$  info  
Fattore  $q_o$  **1,5** Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale

Spettro di progetto  
Fattore  $q$  **1,5**  $\eta = 0,667$  info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta →  
Parametri e punti spettri di risposta →

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
— Spettro di progetto - componente verticale  
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

Y-axis labels:  $S_{a,o}$  [g],  $S_{a,v}$  [g],  $S_e$  [g]  
X-axis label: T [s]

INTRO

FASE 1

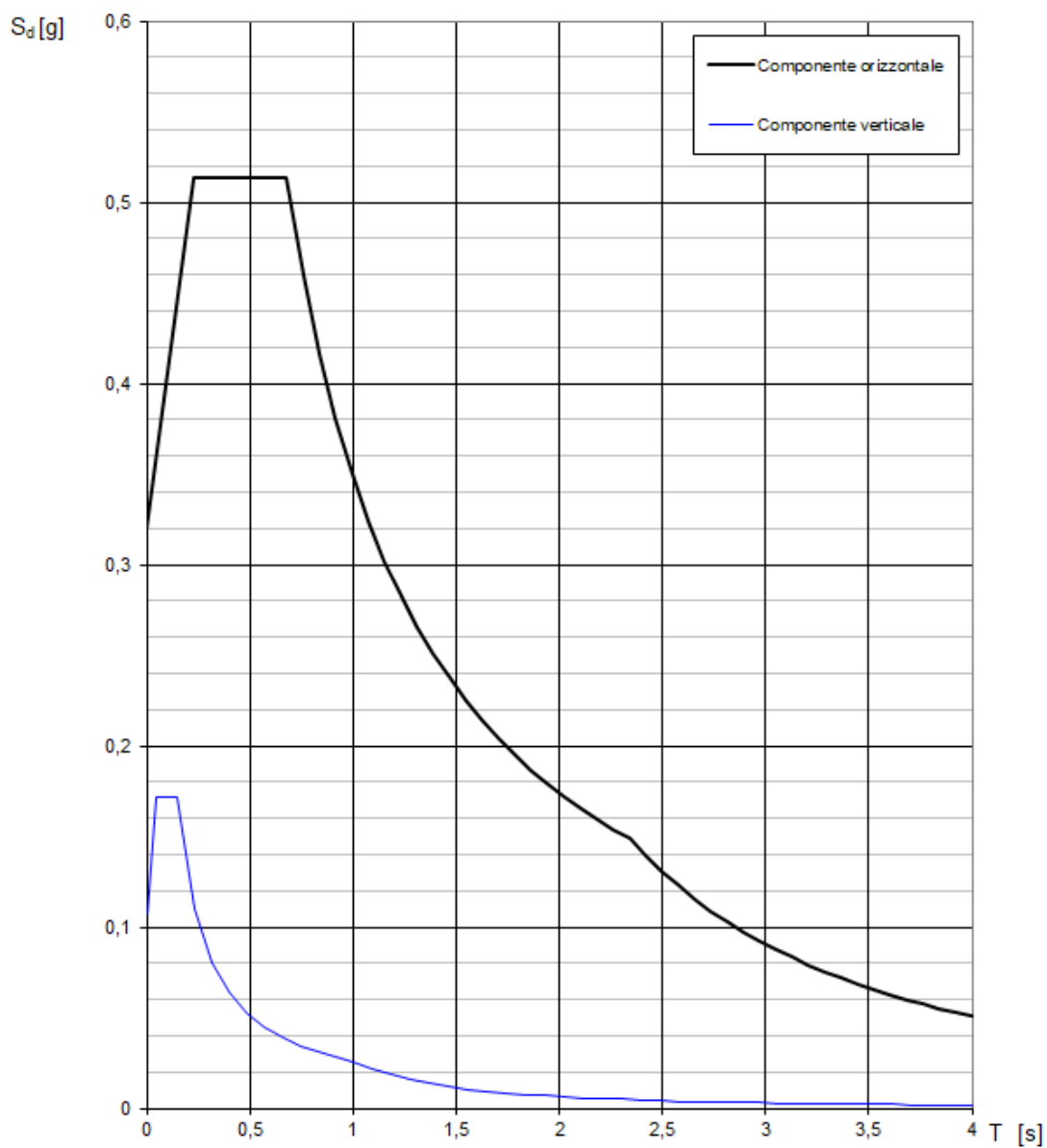
FASE 2

**FASE 3**





**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
$F_{0,1}$	2,406
$T_c$	0,295 s
$S_s$	1,733
$C_c$	2,303
$S_T$	1,000
$q$	

### Parametri dipendenti

$S$	1,733
$\eta$	0,667
$T_B$	0,226 s
$T_C$	0,678 s
$T_D$	2,339 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

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

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

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

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  $\eta$  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	0,320
$T_B \leftarrow$	0,226	0,514
$T_C \leftarrow$	0,678	0,514
	0,758	0,460
	0,837	0,416
	0,916	0,381
	0,995	0,350
	1,074	0,324
	1,153	0,302
	1,232	0,283
	1,311	0,266
	1,390	0,251
	1,469	0,237
	1,548	0,225
	1,627	0,214
	1,706	0,204
	1,785	0,195
	1,864	0,187
	1,943	0,179
	2,023	0,172
	2,102	0,166
	2,181	0,160
	2,260	0,154
$T_D \leftarrow$	2,339	0,149
	2,418	0,139
	2,497	0,131
	2,576	0,123
	2,655	0,116
	2,734	0,109
	2,813	0,103
	2,892	0,097
	2,972	0,092
	3,051	0,088
	3,130	0,083
	3,209	0,079
	3,288	0,075
	3,367	0,072
	3,446	0,069
	3,525	0,066
	3,604	0,063
	3,684	0,060
	3,763	0,058
	3,842	0,055
	3,921	0,053
	4,000	0,051



## 6.2 Stato Limite di Danno

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **D** info  
Categoria topografica **T1** info  
 $S_s = 1,800$   $C_c = 2,401$  info  
 $h/H = 0,000$   $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)  $\xi = 5$   $\eta = 1,000$  info  
☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)  $\text{Fattore } q_o = 1,5$   $\text{Regol. in altezza}$  **sì** info

Compon. verticale

$\text{Spettro di progetto}$   $\text{Fattore } q = 1,5$   $\eta = 0,667$  info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta  
Parametri e punti spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
— Spettro di progetto - componente verticale  
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

Spettri di risposta

$S_{a,o} [g]$   
 $S_{a,v} [g]$   
 $S_e [g]$

0 0,05 0,10 0,15 0,20 0,25

0 1 2 3 4

T [s]

INTRO

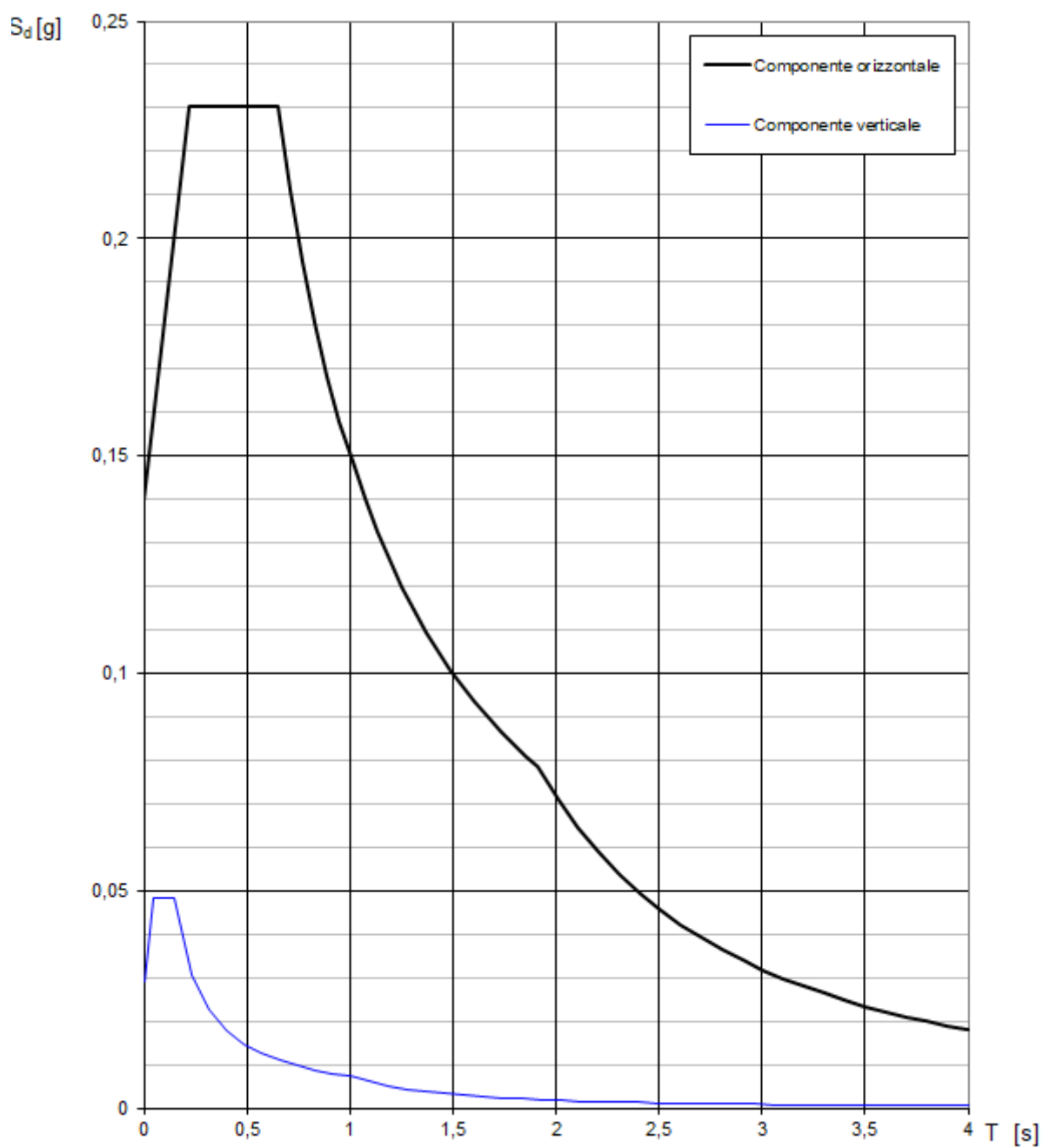
FASE 1

FASE 2

**FASE 3**



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





## Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limBLD

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,078 g
$F_0$	2,476
$T_c$	0,271 s
$S_s$	1,800
$C_c$	2,401
$S_T$	1,000
$q$	

### Parametri dipendenti

$S$	1,800
$\eta$	0,667
$T_B$	0,217 s
$T_C$	0,651 s
$T_D$	1,910 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

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

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

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

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  $\eta$  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	0,140
$T_B$	0,217	0,231
$T_C$	0,651	0,231
	0,711	0,211
	0,771	0,195
	0,831	0,181
	0,891	0,168
	0,951	0,158
	1,011	0,148
	1,071	0,140
	1,131	0,133
	1,191	0,126
	1,251	0,120
	1,311	0,114
	1,371	0,109
	1,430	0,105
	1,490	0,101
	1,550	0,097
	1,610	0,093
	1,670	0,090
	1,730	0,087
	1,790	0,084
	1,850	0,081
$T_D$	1,910	0,079
	2,010	0,071
	2,109	0,064
	2,209	0,059
	2,308	0,054
	2,408	0,049
	2,507	0,046
	2,607	0,042
	2,706	0,039
	2,806	0,036
	2,905	0,034
	3,005	0,032
	3,104	0,030
	3,204	0,028
	3,303	0,026
	3,403	0,025
	3,502	0,023
	3,602	0,022
	3,701	0,021
	3,801	0,020
	3,900	0,019
	4,000	0,018





### 6.3 Stato Limite di Operatività

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLO** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **D** info

Categoria topografica **T1** info

$S_S = 1,800$

$C_C = 2,441$  info

$h/H = 0,000$

$S_T = 1,000$  info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%) **5**

$\eta = 1,000$  info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_o$  **1,5**

Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore  $q$  **1,5**

$\eta = 0,667$  info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta info

Parametri e punti spettri di risposta info

Spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
— Spettro di progetto - componente verticale  
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO

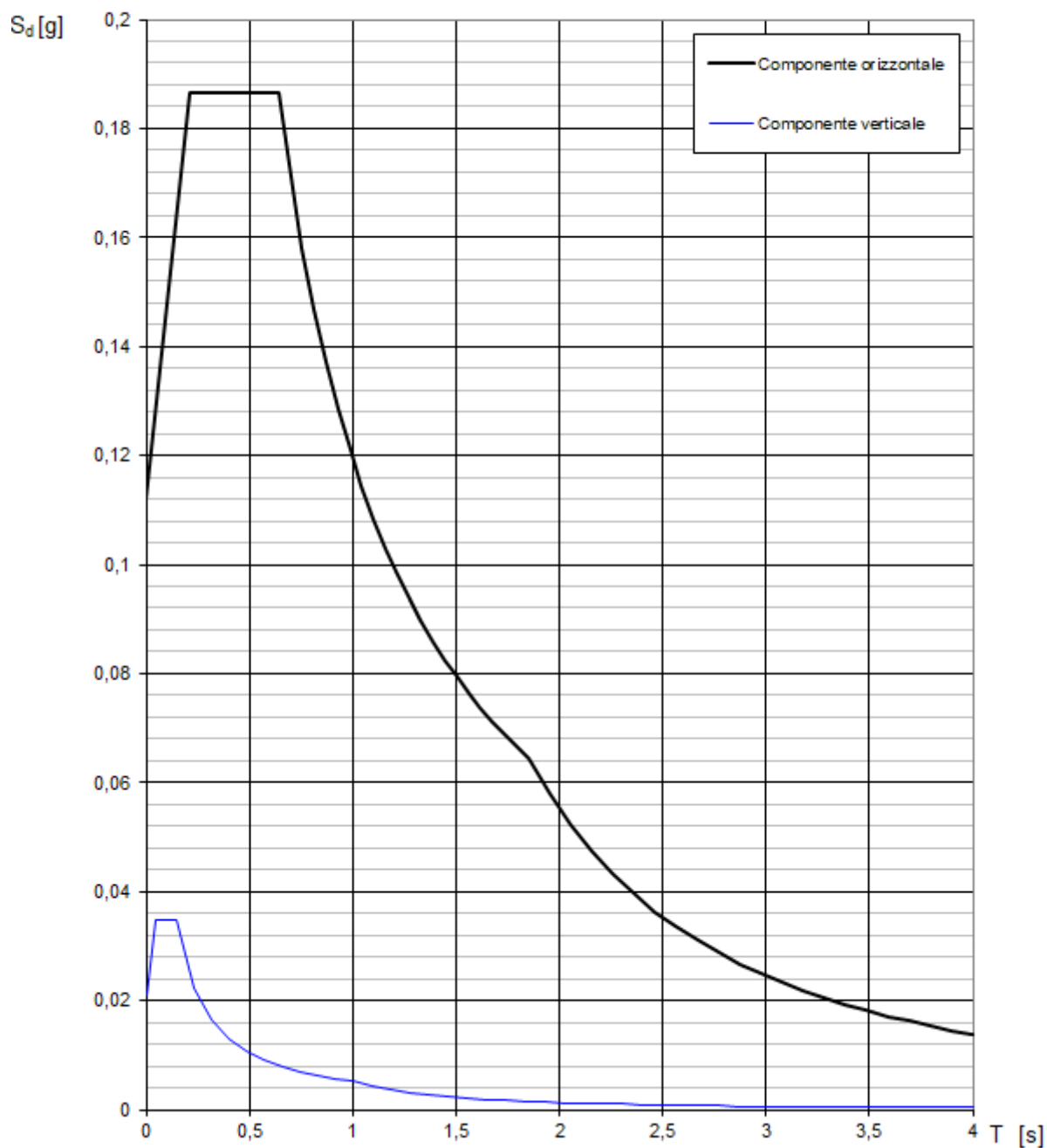
FASE 1

FASE 2

**FASE 3**



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





## Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato lim8LO

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
$a_g$	0,062 g
$F_0$	2,490
$T_C$	0,262 s
$S_S$	1,800
$C_C$	2,441
$S_T$	1,000
$q$	

### Parametri dipendenti

$S$	1,800
$\eta$	0,667
$T_B$	0,213 s
$T_C$	0,640 s
$T_D$	1,850 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(S+5)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

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

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

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

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  $\eta$  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	0,112
$T_B$	0,213	0,186
$T_C$	0,640	0,186
	0,698	0,171
	0,755	0,158
	0,813	0,147
	0,871	0,137
	0,928	0,129
	0,986	0,121
	1,043	0,114
	1,101	0,108
	1,158	0,103
	1,216	0,098
	1,274	0,094
	1,331	0,090
	1,389	0,086
	1,446	0,083
	1,504	0,079
	1,562	0,076
	1,619	0,074
	1,677	0,071
	1,734	0,069
	1,792	0,067
$T_D$	1,850	0,065
	1,952	0,058
	2,054	0,052
	2,157	0,047
	2,259	0,043
	2,362	0,040
	2,464	0,036
	2,566	0,034
	2,669	0,031
	2,771	0,029
	2,874	0,027
	2,976	0,025
	3,078	0,023
	3,181	0,022
	3,283	0,020
	3,386	0,019
	3,488	0,018
	3,590	0,017
	3,693	0,016
	3,795	0,015
	3,898	0,015
	4,000	0,014