



COMUNE DI PARMA

OPERE INFRASTRUTTURALI FUNZIONALI
AL POTENZIAMENTO E ALL'ACCESSIBILITÀ DELLE FIERE
NODO STRADALE ALL'USCITA DEL CASELLO DELL'AUTOSTRADA A1 DI PARMA
CUP: I94E22000520004 CUI: L00162210348202300088 CIG: B45A5886AC

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA:
GEOL. MARCO GHIRARDI

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA:
ING. CECILIA DAMONI

ARCHEOLOGIA:
DOTT.SSA BARBARA SASSI



AR/S ARCHEOSISTEMI Società Cooperativa

CONSULENZA TRASPORTISTICA:
ING. FABIO TORTA
ING. ESPEDITO SAPONARO
ING. CLAUDIO D'ANGELO



TRT Trasporti e Territorio srl

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO:
ING. MICHELE GDALETA

ASSISTENTE DEL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
ING. LUIGI ELIA

PROGETTAZIONE:
ING. FILIPPO VIARO
ING. PAOLO CORCHIA

AMBIENTE E PAESAGGIO
ARCH. SERGIO BECCARELLI

ACUSTICA
ING. GIOVANNI BRIANTI
Tecnico competente in Acustica Ambientale ENTECA n. 6042



Policreo Società di progettazione srl

COORDINAMENTO IN MATERIA DI SICUREZZA E DI SALUTE
DURANTE LA FASE DI PROGETTAZIONE DELL'OPERA:
ING. PAOLO CORCHIA



Policreo Società di progettazione srl

Elaborato

STUDI SPECIALISTICI
GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA
RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Tavola
PR51.25.A.PFTE.02.GET.RES.001.R00

Scala

OTTOBRE 2025
Data

Rev.	Data	Descrizione
00	OTTOBRE 2025	EMISSIONE

INDICE

1.	DESCRIZIONE DEL SITO, DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI	3
2.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	4
3.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	5

1. DESCRIZIONE DEL SITO, DELLE OPERE E DEGLI INTERVENTI

Il sito oggetto dell'intervento si trova nel margine settentrionale del perimetro urbano cittadino, a ridosso dell'area di uscita dal casello "Parma" dell'Autostrada A1; è delimitato ad ovest dal parcheggio scambiatore nord e, ad est, dal prolungamento di via San Leonardo – SP 343R per Colorno (Fig. 1). L'intervento prevede opere infrastrutturali funzionali al potenziamento e all'accessibilità del nodo stradale all'uscita del casello dell'autostrada A1 di Parma.

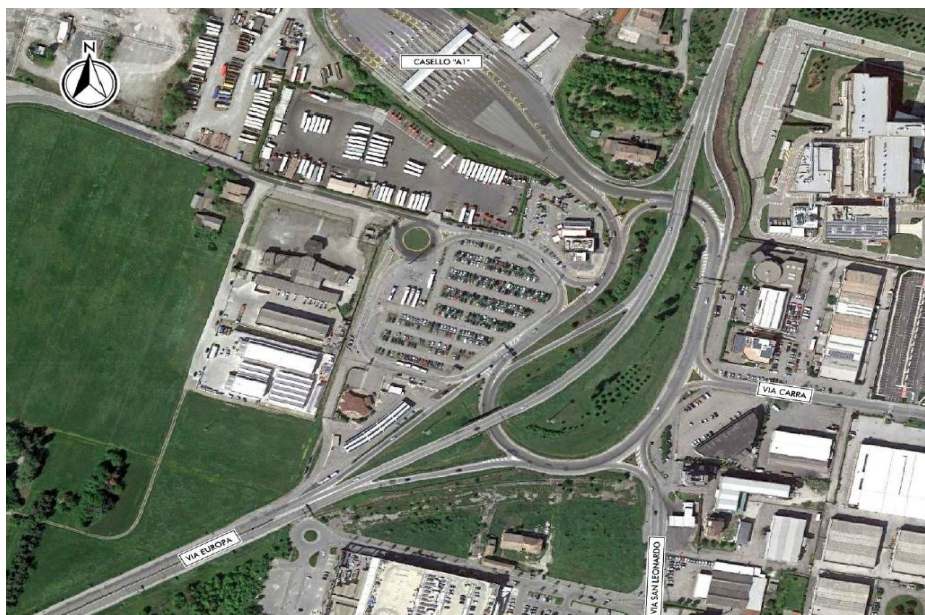


FIGURA 1 – STATO DI FATTO – INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AMBITO OGGETTO D'INTERVENTO

2. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

In accordo a quanto previsto al § 6.2.2 delle NTC 2018, “Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate”. Le opere strutturali previste in progetto rientrano nell'ambito di “Interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici” secondo quanto previsto dalla DGR 2272/2016, pertanto la caratterizzazione geotecnica si è basata sulla disposizione del § 6.2.2 delle NTC 2018. Tuttavia, data la strategicità dell'opera nell'ambito della realizzazione di opere pubbliche del territorio comunale si ritiene opportuno approfondire la caratterizzazione geotecnica del sito in fase esecutiva attraverso prove in situ, costituite principalmente da prove penetrometriche statiche in numero idoneo in funzione dell'estensione dell'intervento.

Per definire le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere di progetto, sono stati considerati studi pregressi eseguiti in area limitrofa al sito d'intervento.

Si riportano a seguire i parametri geotecnici del terreno in sito, adottati per le verifiche delle fondazioni.

Si trascura nell'analisi lo strato di terreno più superficiale, di spessore pari a circa 1.00/1.50 m e caratterizzato da materiale di riporto di varia natura, in quanto i parametri geotecnici non sono significativi per lo studio del complesso manufatto-terreno, considerato che le fondazioni saranno posate ad una profondità maggiore.

ORIZZONTE 1 - TERRENI A COMPORTAMENTO COESIVO

- Profondità: da circa -1.00 da p.c. a circa -2.50 m da p.c.
- Parametri geotecnici:

	$c' \text{ (kPa)}$	$C_u \text{ (kPa)}$	$E_{ed} \text{ (MPa)}$	$\phi' \text{ (}^\circ\text{)}$	$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$
Valore caratteristico	11.2	66.0	4.5	21.6	

ORIZZONTE 2 - TERRENI A COMPORTAMENTO COESIVO

- Profondità: da circa -2.5 m da p.c. a circa -5.00 m da p.c.
- Parametri geotecnici:

	$c' \text{ (kPa)}$	$C_u \text{ (kPa)}$	$E_{ed} \text{ (MPa)}$	$\phi' \text{ (}^\circ\text{)}$	$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$
Valore caratteristico	11.4	44.0	2.8	20.2	

I valori di soggiacenza della falda nell'area d'intervento variano da un minimo di 0.50 m a un massimo di 1.00 m.

3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il nodo stradale oggetto di intervento si trova su una infrastruttura di accessibilità (AC) così come si evince dalla cartografia di Analisi per la condizione limite per l'emergenza approvata dal Comune di Parma contestualmente agli Studi di Microzonazione sismica del territorio comunale.

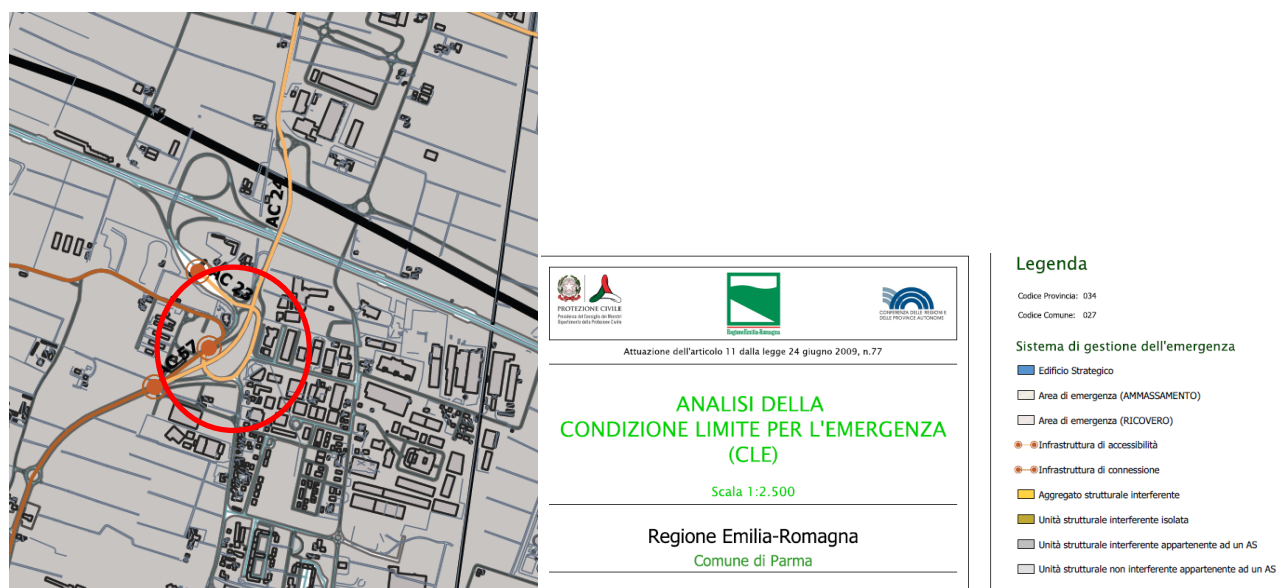


FIGURA 2 – ESTRATTI MAPPA CLE

La suddetta analisi per la condizione limite per l'emergenza converge nelle disposizioni dei piani di Protezione Civile in caso di calamità naturali e, pertanto, si ritiene che le strutture previste in progetto rientrino nell'ambito di "Categorie di edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile" di cui all'Allegato A della dgr 1661/2009 in quanto "Altre opere infrastrutturali individuate nei piani provinciali di protezione civile". Alla luce delle considerazioni sopra riportate si ritiene che le strutture previste in progetto siano progettate in classe d'uso IV.

Coerentemente con quanto disposto nelle NTC 2018 (Cap. 2.4), per l'intervento in progetto si adottano quindi i seguenti parametri:

- **VITA NOMINALE:** "Opere con livelli di prestazioni ordinari" $VN \geq 50$ anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 2018); si assume quindi **$VN = 50$ anni**;
- **CLASSE D'USO: 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 DM 5/11/2001, 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 (come definito dal paragrafo 2.4.2 delle N.T.C. 2018);
- **PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA:** considerata la classe d'uso IV, il coefficiente d'uso risulta $C_u=2.0$ (cfr. Tab. 2.4.II delle N.T.C. 2018) e di conseguenza il periodo di riferimento per l'azione sismica è $VR=VN \cdot C_u=50 \cdot 2.00 = 100$ anni.

Valore dei parametri ag , F_0 T_c^* per i diversi stati limite

Le coordinate del sito d'intervento sono le seguenti:

- Latitudine: 44.836363
- Longitudine: 10.339310

Assumendo, come precedentemente specificato, VN = 50 anni e Cu = 2 (classe d'uso IV) si ottengono, per il sito in esame, i seguenti valori dei parametri:

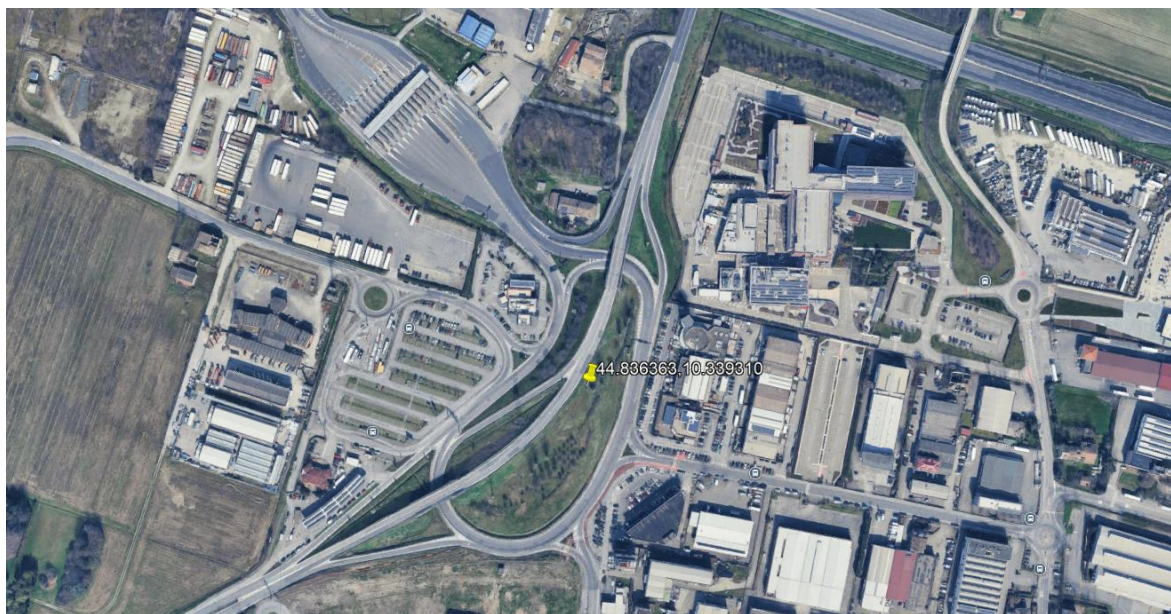


FIGURA 3 – COORDINATE DEL SITO

Parametri					
Latitudine (ED50)	44,8373				
Longitudine (ED50)	10,3403				
Altitudine s.l.m.	0				
Vita nominale	50				
Classe edificio	IV				
Stato Limite	TR [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]	
SLO	60	0,058	2,514	0,262	
SLD	101	0,071	2,504	0,274	
SLV	949	0,166	2,48	0,294	
SLC	1950	0,207	2,493	0,304	

FIGURA 4 – PARAMETRI SISMICI

Categoria di sottosuolo

Sulla base dei risultati di indagini HVSR eseguite in area limitrofa, i terreni appartengono alla categoria sismica C.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m</i>

Condizioni topografiche

Essendo l'intervento in progetto ubicato in pianura, la categoria topografica corrispondente è la T1 superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, che corrisponde ad un valore del coefficiente ST pari a 1.00.

Microzonazione sismica Comunale

Il territorio del Comune di Parma è stato oggetto di studi di microzonazione sismica di 2° e 3° livello, che costituiscono un'importante base di riferimento per la valutazione della pericolosità sismica del territorio.

Per microzonazione sismica (di seguito definita MS) si intende la "valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo". In sostanza, la MS individua e caratterizza le zone stabili, le zone suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità: è ormai noto che lo stesso evento sismico può provocare scuotimenti decisamente differenti in dipendenza degli spessori e delle qualità dei terreni posti a copertura del substrato roccioso, delle caratteristiche morfologiche del sito e, inoltre, è riconosciuto che gli effetti di un terremoto variano col variare delle condizioni geologiche in cui esso si sviluppa.

La MS ha come scopo quello di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o subcomunale), le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

In funzione dei diversi contesti e dei diversi obiettivi, gli studi di MS possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità e impegno crescenti, passando dal Livello 1 fino al Livello 3:

- il Livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle zone sopra descritte;
- il Livello 2 si propone di quantificare l'amplificazione sismica di ogni zona omogenea individuata nel Livello 1, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessario, e definisce la "Carta dei fattori di amplificazione";

- il Livello 3 restituisce una “Carta di microzonazione sismica di Livello 3” con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Per l'area oggetto di studio è stato effettuato un approfondimento di livello 3 che prevede la suddivisione in dettaglio del territorio delle microzone omogenee, in funzione di un indice quantitativo che definisce l'amplificazione sismica attesa.

Come osservabile in Figura 5, per quanto riguarda l'accelerazione massima orizzontale al suolo, FA l'area oggetto di studio ricade in una porzione di territorio soggetta ad un'amplificazione FAPGA = 1.3-1.4.

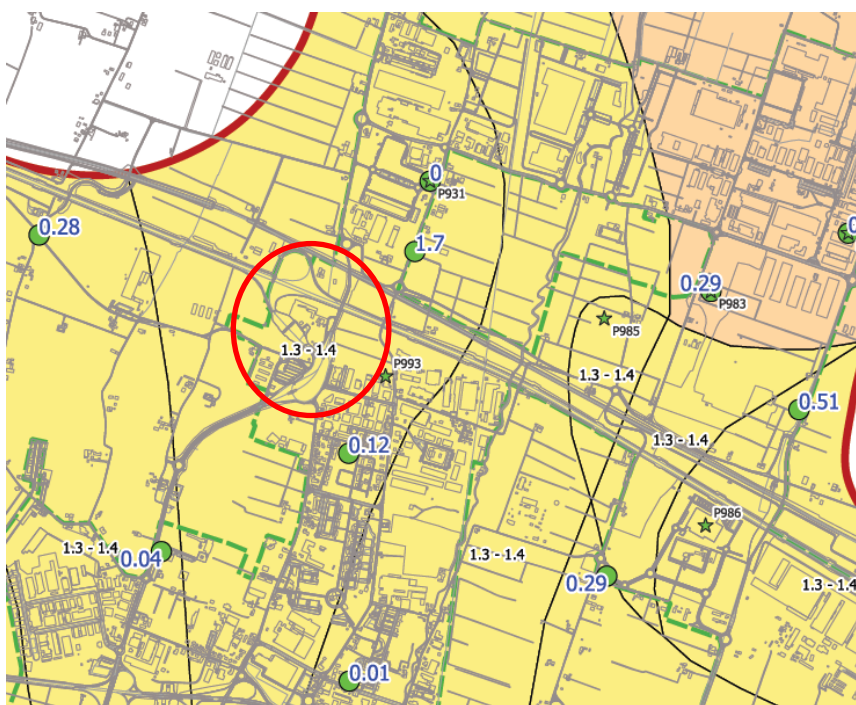


FIGURA 5 – STRALCIO DI CARTA DI MS III LIVELLO - FAPGA

Analizzando la stessa cartografia relativamente all'intervallo di periodo 0.5 s – 1.5 s, l'area oggetto di studio ricade in area soggetta ad un'amplificazione più elevata pari a FASA 0.5-1.5 s = 1.7-1.8.

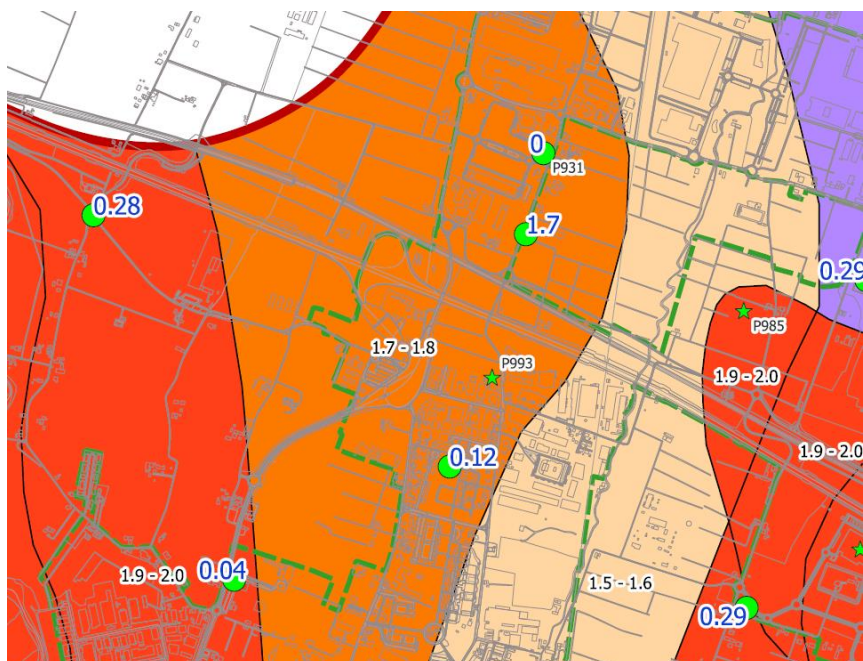


FIGURA 6 – STRALCIO DI CARTA DI MS III LIVELLO – FASA 0,5-1,5

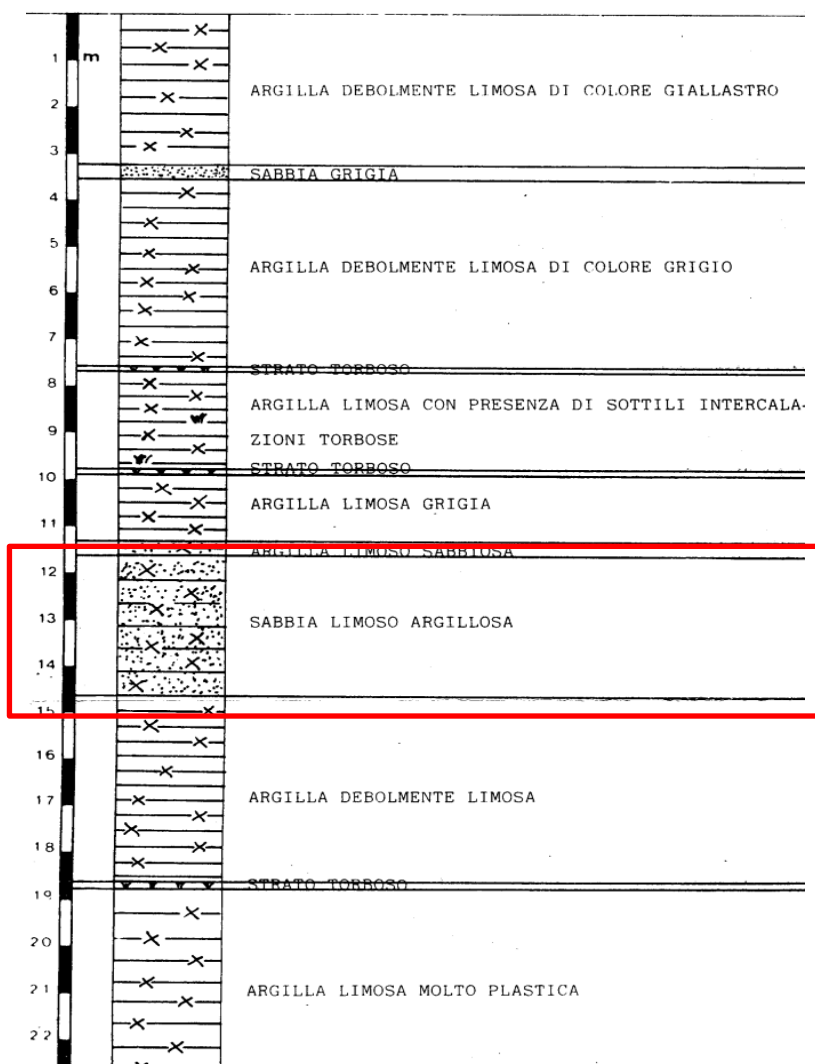
In assenza di analisi in situ, e data l'entità modesta delle strutture previste in progetto, potrebbe essere più prudente adottare una categoria di sottosuolo D.

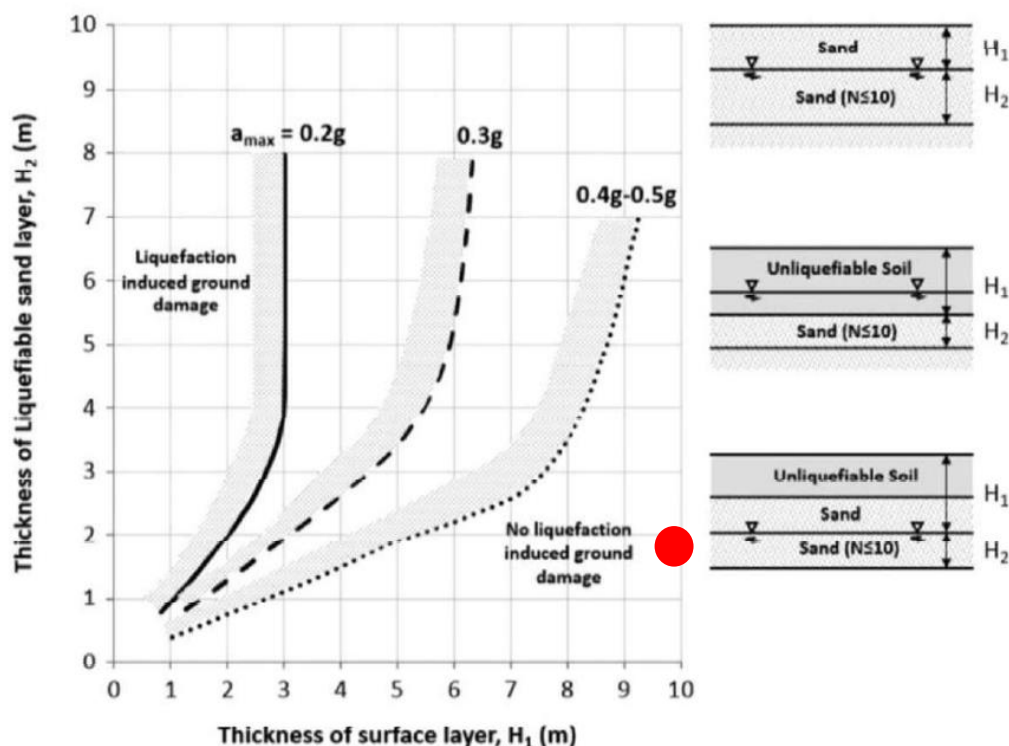
Analisi del rischio liquefazione

Le indagini geognostiche effettuate in area limitrofa non hanno evidenziato, entro i primi 20 m di profondità, la presenza di strati di terreno granulare a grana fine (sabbie) a bassa densità, sottofalda, con spessori pari o superiori al metro.

Per quanto riguarda il rischio di liquefazione, gli studi di microzonazione sismica Comunale evidenziano, nell'intorno dell'area d'intervento, valori degli indici molto bassi, compresi tra 0,0 e 1,7.

Considerata una stratigrafia di terreno presa a riferimento in area limitrofa e sulla base della letteratura esistente (*Relationship between thickness of a aliqefied layer (H2) and thickness of the overlying non-liquefied crust (H1) level-ground sites for predicting when surficial liquefaction manifestations will and will not occur* (from van Ballegooy et al. 2015, based on Ishihara, 1985) si può quindi considerare un basso rischio di liquefazione per l'intervento in oggetto.





Determinazione degli spettri di risposta

Si riepilogano a seguire i parametri sismici precedentemente definiti:

- Latitudine: 44.836363
- Longitudine: 10.339310
- Categoria di sottosuolo: Categoria D (a favore di sicurezza)
- Coefficiente di amplificazione topografica $ST = 1.0000$
- Vita nominale della costruzione $VN = 50.0$ anni
- Classe d'uso IV - $CU = 2.0$
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: $VR = VN \cdot Cu = 50 \cdot 2.00 = 100$ anni.

Per le opere di progetto si potrebbe assumere un fattore di comportamento $q = 1$.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
10,33931

LATITUDINE
44,83636

☐ Ricerca per comune

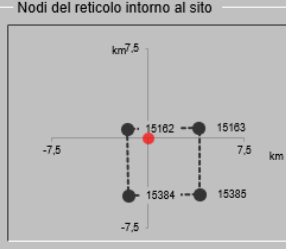
REGIONE
Emilia-Romagna

PROVINCIA
Parma

COMUNE
Parma

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
 media ponderata

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 50 info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U 2 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R 100 info

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

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$ 60

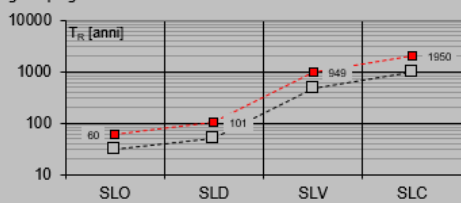
SLD - $P_{VR} = 63\%$ 101

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$ 949

SLC - $P_{VR} = 5\%$ 1950

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

Tabella parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R , associati a ciascuno stato limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	60	0,058	2,514	0,262
SLD	101	0,071	2,504	0,274
SLV	949	0,166	2,479	0,294
SLC	1950	0,207	2,493	0,304

SPETTRO SLV:

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

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

$S_B =$ 1,782

$C_C =$ 2,305 info

$h/H =$ 0,000

$S_T =$ 1,000 info

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE) ξ (%) 5 $\eta =$ 1,000 info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 1 Regol. in altezza si info

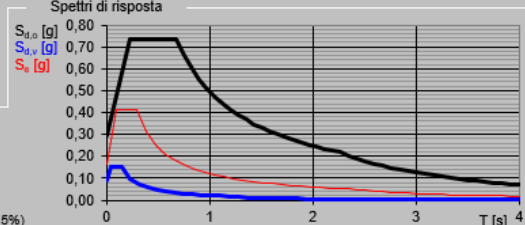
Compon. verticale

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

Elaborazioni

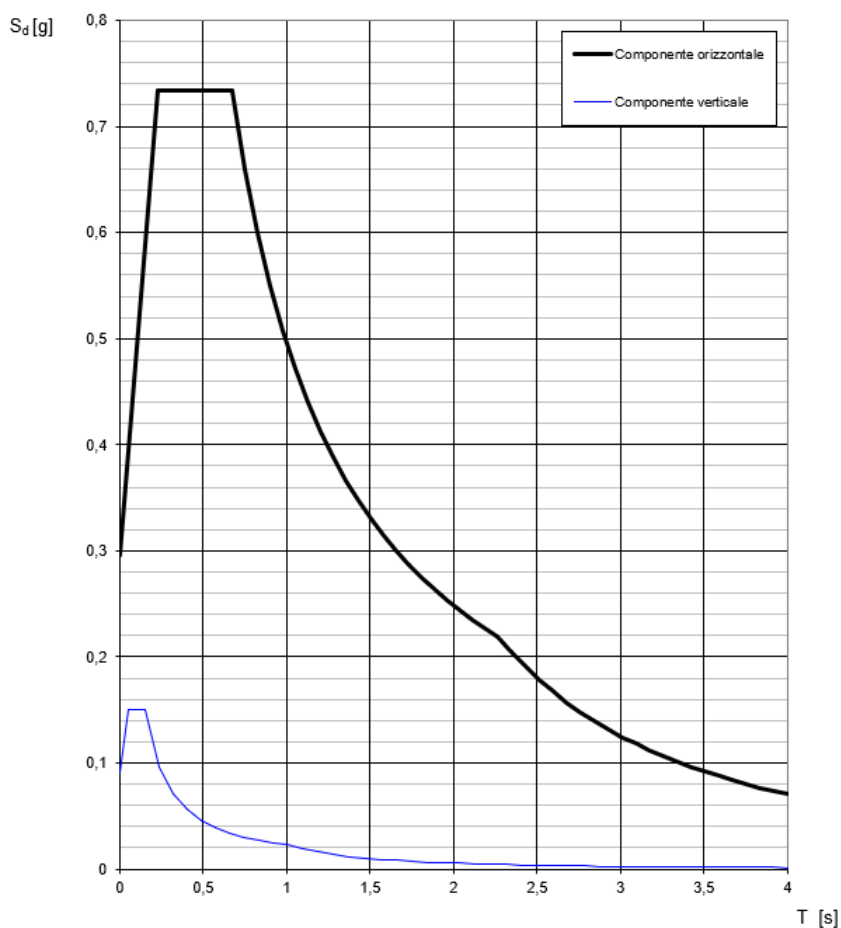
Grafici spettri di risposta →

Parametri e punti spettri di risposta →



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	0,166 g
F_o	2,479
T_C^*	0,294 s
S_S	1,782
C_C	2,305
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,782
η	1,000
T_B	0,226 s
T_C	0,678 s
T_D	2,264 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)

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

Lo spettro di progetto $S_s(T)$ 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	0,296
$T_B \leftarrow$	0,226	0,734
$T_C \leftarrow$	0,678	0,734
	0,754	0,660
	0,829	0,600
	0,905	0,550
	0,980	0,508
	1,056	0,471
	1,131	0,440
	1,207	0,412
	1,282	0,388
	1,358	0,366
	1,433	0,347
	1,509	0,330
	1,584	0,314
	1,660	0,300
	1,735	0,287
	1,811	0,275
	1,886	0,264
	1,962	0,254
	2,038	0,244
	2,113	0,235
	2,189	0,227
$T_D \leftarrow$	2,264	0,220
	2,347	0,205
	2,429	0,191
	2,512	0,178
	2,595	0,167
	2,677	0,157
	2,760	0,148
	2,843	0,139
	2,925	0,132
	3,008	0,124
	3,091	0,118
	3,173	0,112
	3,256	0,106
	3,339	0,101
	3,421	0,096
	3,504	0,092
	3,587	0,088
	3,669	0,084
	3,752	0,080
	3,835	0,077
	3,917	0,073
	4,000	0,070

SPETTRO SLD

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLD** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **D** info $S_s = 1,800$ $C_c = 2,390$ info
 Categoria topografica: **T1** 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 ξ (%) **5** $\eta = 1,000$ info
☒ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s **1** Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q_v **1,5** $\eta = 0,667$ info

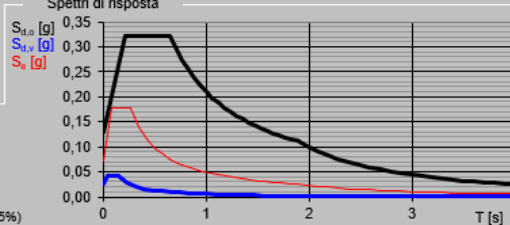
Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta ||>
 Parametri e punti spettri di risposta ||>

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

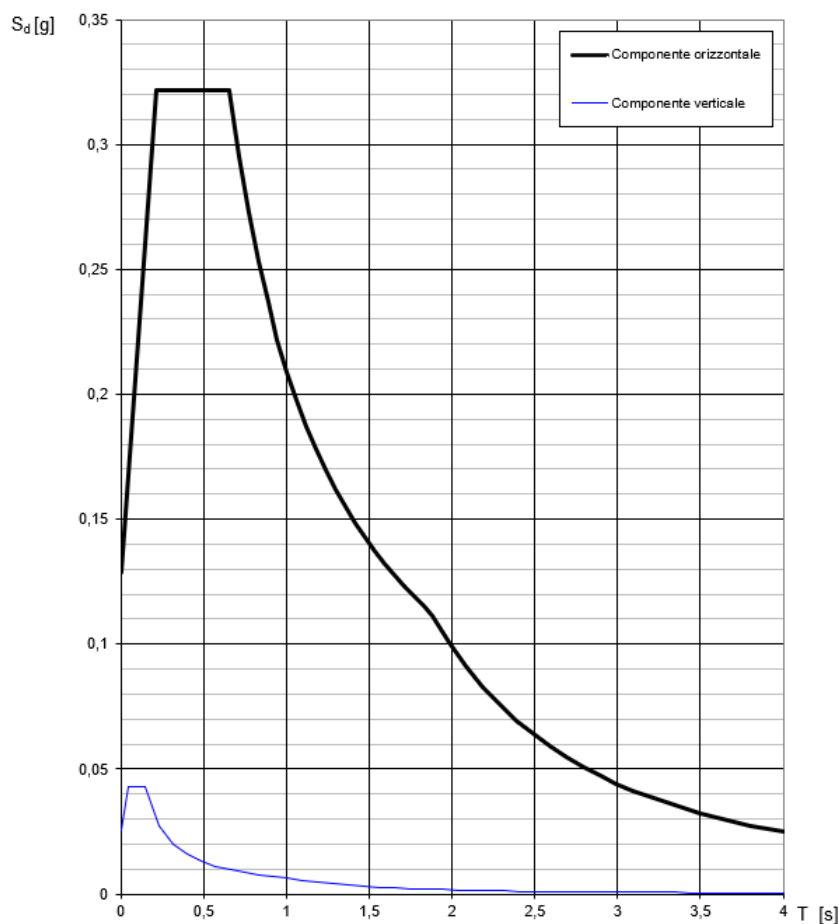
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta



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 limite SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,071 g
F_o	2,504
T_C^*	0,274 s
S_S	1,800
C_C	2,390
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,800
η	1,000
T_B	0,218 s
T_C	0,654 s
T_D	1,886 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)

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

Lo spettro di progetto $S_o(T)$ 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	0,128
$T_B \leftarrow$	0,218	0,322
$T_C \leftarrow$	0,654	0,322
	0,712	0,295
	0,771	0,273
	0,830	0,253
	0,888	0,237
	0,947	0,222
	1,006	0,209
	1,064	0,198
	1,123	0,187
	1,182	0,178
	1,240	0,170
	1,299	0,162
	1,358	0,155
	1,416	0,148
	1,475	0,143
	1,534	0,137
	1,592	0,132
	1,651	0,127
	1,710	0,123
	1,768	0,119
$T_D \leftarrow$	1,827	0,115
	1,886	0,112
	1,986	0,101
	2,087	0,091
	2,188	0,083
	2,288	0,076
	2,389	0,069
	2,490	0,064
	2,590	0,059
	2,691	0,055
	2,792	0,051
	2,892	0,047
	2,993	0,044
	3,094	0,041
	3,194	0,039
	3,295	0,037
	3,396	0,034
	3,497	0,032
	3,597	0,031
	3,698	0,029
	3,799	0,027
	3,899	0,026
	4,000	0,025

SPETTRO SLO

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLO** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo: **D** info $S_s = 1,800$ $C_c = 2,444$ info
 Categoria topografica: **T1** 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 ξ (%) **5** $\eta = 1,000$ info
☐ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s **1** Regol. in altezza **si** info

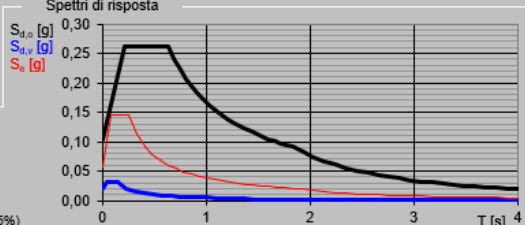
Compon. verticale

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

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta ▶▶▶
 Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

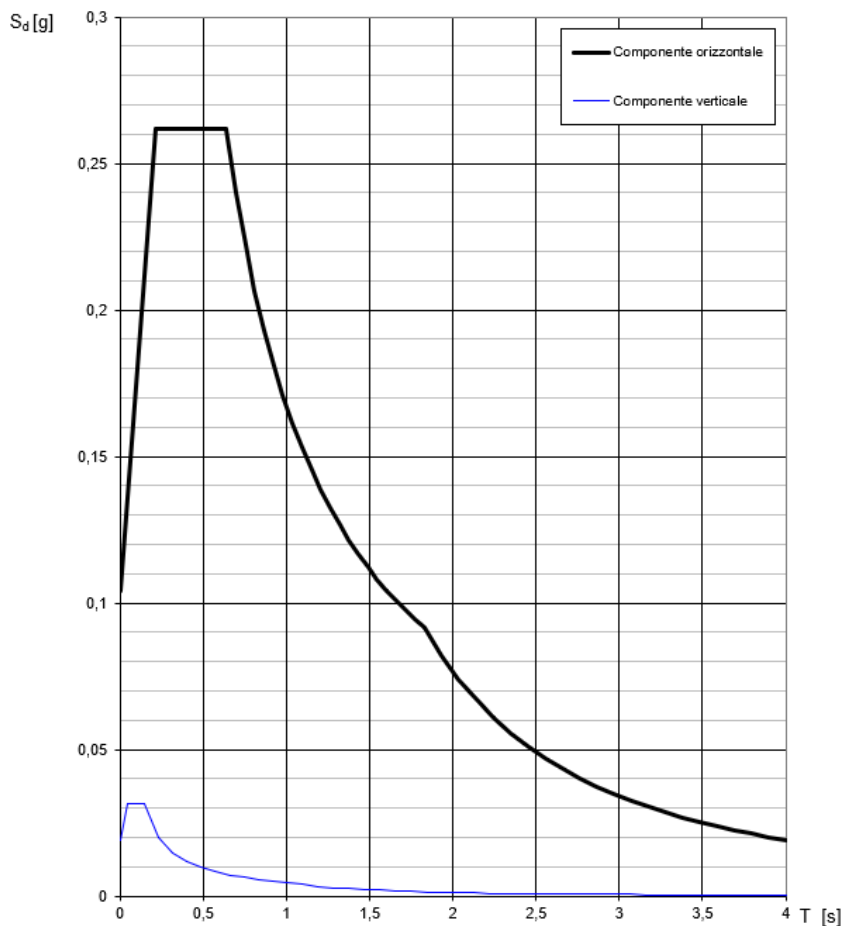
Spettri di risposta



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

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 limite SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,058 g
F_o	2,514
T_C^*	0,262 s
S_S	1,800
C_C	2,444
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,800
η	1,000
T_B	0,213 s
T_C	0,639 s
T_D	1,831 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)

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

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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	0,104
T_B ← 0,213	0,262
T_C ← 0,639	0,262
0,696	0,240
0,753	0,222
0,810	0,207
0,866	0,193
0,923	0,181
0,980	0,171
1,037	0,161
1,093	0,153
1,150	0,145
1,207	0,139
1,264	0,132
1,320	0,127
1,377	0,121
1,434	0,117
1,491	0,112
1,548	0,108
1,604	0,104
1,661	0,101
1,718	0,097
1,775	0,094
T_D ← 1,831	0,091
1,935	0,082
2,038	0,074
2,141	0,067
2,244	0,061
2,348	0,056
2,451	0,051
2,554	0,047
2,657	0,043
2,761	0,040
2,864	0,037
2,967	0,035
3,071	0,032
3,174	0,030
3,277	0,029
3,380	0,027
3,484	0,025
3,587	0,024
3,690	0,022
3,793	0,021
3,897	0,020
4,000	0,019