



PROGRAMMA OPERATIVO COMPLEMENTARE (P.O.C.) 2014 - 2020

ATTUAZIONE DELIBERAZIONE CIPE N. 54 / 2016

Deliberazione Giunta Regione Campania n. 113 del 26.03.2019

BENEFICIARIO ATTUAZIONE OPERAZIONE

CONSORZIO DI BONIFICA "VELIA"

Località Piano della Rocca, 84060 - PRIGNANO CILENTO (SA)

Tel. 0974/837206 - Fax. 0974/837154 - Pec: consorziovelia@pec.it - www.consorziovelia.com

Id. 261_1 - C.U.P. E21B04000330006. Ripristino viabilità e collegamenti del bacino della diga di Piano della Rocca. INTERVENTO DI COMPLETAMENTO

Fattibilità tecnico economica

Progetto definitivo

Progetto esecutivo

L - PROGETTO STRUTTURALE Relazione sismica e generale

Sigla progressiva	L 0 0 1	Scala	-	Cod. elaborato	O S 0 0 P S R R E 0 1
-------------------	----------------	-------	---	----------------	------------------------------

Data prima emissione del documento	Revisione	A	B	C	D	E
12/2020		data	data	data	data	data
		---	---	---	---	---

Riferimento archivio digitale	N. 036.2020/Ve.Ing.
-------------------------------	---------------------

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	
Ing. Marcello Nicodemo Consorzio di Bonifica "Velia" Loc. Piano della Rocca - 84060 - Prignano Cilento (SA) Tel. 0974.837206 - Pec: consorziovelia@pec.it Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1931 dal 16.04.1984	
PROGETTAZIONE	
VELIA INGEGNERIA E SERVIZI SRL Loc. Piano Della Rocca 84060 - Prignano Cilento (SA) Tel. 0974/837206 fax 0974/837154 - Pec: veliaingegneria@pec.it Ing. Gaetano Suppa - Direttore Tecnico Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Salerno n. 1854 dal 12.09.1983	
GEOLOGIA	
RTP TRONCARELLI - VENOSINI - ROSSI Dott. Geol. Roberto Troncarelli (mandataria) - P.IVA 01400050560 Dott. Geol. Andrea Venosini (mandante) Legale Rappresentante Geoven di Venosini Andrea - P.IVA 02110500697 Dott. Geol. Giuseppe Rossi (mandante) Legale Rappresentante Geolab di Giuseppe Rossi - P.IVA 02308670690	



Relazione sismica e generale

Sommario

1. Premessa	2
2. Valutazione della sismicità del sito.....	2
Tempo di Ritorno TR.....	3
Risposta Sismica Locale	6
Coefficienti sismici	7
Risposta Sismica Locale	7
3. Generalità sui calcoli strutturali delle opere di sostegno.....	10
Gabbioni	11
Terre rinforzate	12
Muri a mensola.....	12
Muri su pali.....	15
Palificate	16
Berlinesi	17



1. Premessa

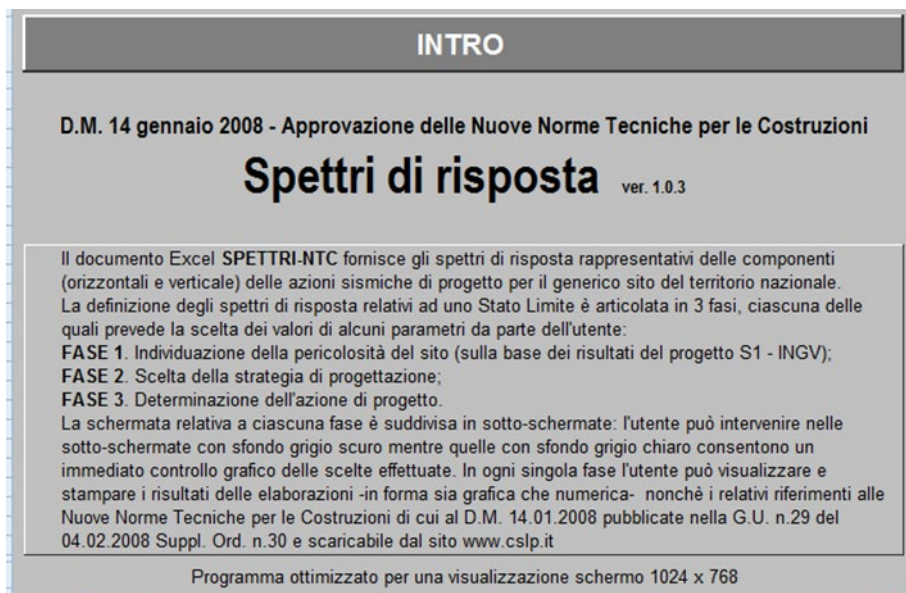
La presente Relazione riporta la caratterizzazione sismica del sito interessato dagli interventi previsti dal progetto “Ripristino viabilità e collegamenti del bacino della diga di Piano della Rocca. Intervento di completamento” e ha lo scopo di illustrare l’organizzazione delle verifiche strutturali effettuate sulle opere di sostegno a monte e a valle della strada oggetto del progetto.

Il territorio comunale interessato dall’intervento è quello di Cicerale, ricadente in zona sismica 3 a bassa sismicità in base alla Deliberazione di Giunta Regionale n° 5447 del 07 novembre 2002. Essendo l’area d’intervento ampia, la valutazione dei parametri sismici sito specifici è stata effettuata in “posizione baricentrica rispetto a ciascun intervento. Considerate le due distinte categorie di sottosuolo individuate nella Tabella 3.2. Il delle NTC 2018 verranno riportati i parametri relativi ad entrambe le condizioni.

2. Valutazione della sismicità del sito

Una importante novità introdotta nelle Nuove Norme Tecniche 2018 è il calcolo della “Pericolosità sismica di base” del sito di costruzione che costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche ed è funzione delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell’opera e del Tempo di Ritorno. La pericolosità sismica è definita da:

- ✓ a_g = accelerazione sismica massima attesa di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale;
- ✓ F_0 = valore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale. Per il calcolo di a_g ed F_0 , si è qui utilizzato il programma per il calcolo dei parametri di pericolosità sismica per area geografica, **Spettri-NTC ver.1.0.3.xls**, messo a disposizione Ministero.



Inserendo nel programma le coordinate del sito di interesse vengono forniti i parametri a_g ed F_0 in funzione del Tempo di Ritorno T_R . In particolare nel caso in esame dato il notevole sviluppo longitudinale dell’area oggetto di studio sono stati ricavati i vari parametri sismici per ogni sezione che individua lo specifico



intervento da realizzare. Per calcolare il valore dei parametri a_g e F_0 , è dunque necessario valutare il Tempo di Ritorno.

Tempo di Ritorno TR

Il tempo di ritorno è valutato in funzione della vita di riferimento V_R ed in base alla corrispondente probabilità del suo superamento allo stato limite che si intende verificare. La vita di riferimento viene calcolata in funzione della Vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Vita nominale V_N : indica in numero di anni nel quale la struttura deve essere usata per lo scopo per cui è progettata.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

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

Coefficiente d'uso C_U : parametro definito in base alla classe d'uso della struttura in funzione del livello di affollamento e dell'interesse strategico.

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 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.

Tab. 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

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite ultimi sono definiti riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso includendo elementi strutturali, non strutturali ed impianti:

- ✓ Stato limite Ultimo di salvaguardia della vita (SLV)
- ✓ Stato limite Ultimo di prevenzione del collasso (SLC)



La probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} sono definite in funzione degli stati limite considerati.

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione 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%

Fissata quindi la vita di riferimento e lo stato limite si ricava il tempo di ritorno: $T_R = -$

$$V_R / (\ln(1 - P_{VR}))$$

Se $V_R < 35$ anni si pone comunque = 35 anni.

Una volta stabiliti i parametri di progetto, V_N e C_U , il programma Spettri-NTC ver.1.0.3.xls. permette di realizzare le varie estrapolazioni.

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

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



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 - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="90"/>	
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="151"/>	
Stati limite ultimi - SLU		
SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1424"/>	
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2475"/>	

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

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

$S_S = 1.200$

$C_C = 1.248$ info

Categoria topografica 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 (%)

$\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_p

Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto

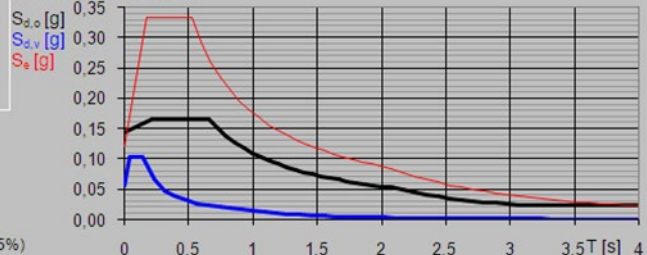
Fattore q

$\eta = 0.667$ 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

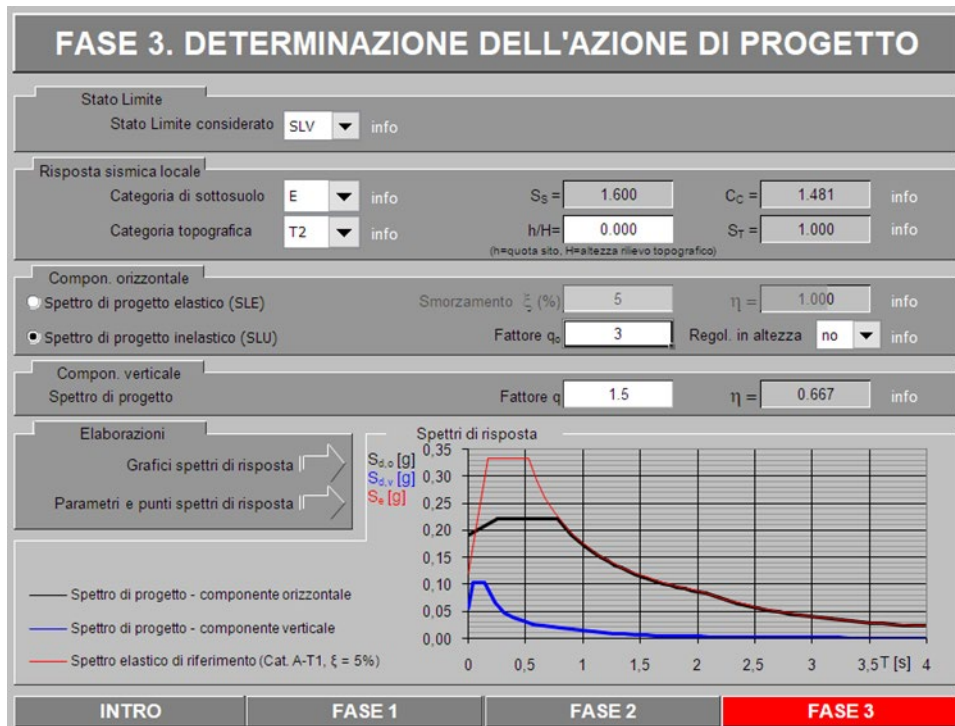
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3



Risposta Sismica Locale

Per definire l'azione sismica di progetto è necessario valutare la "Risposta Sismica Locale" e cioè quelle modifiche che un segnale sismico subisce rispetto a quello di base di un sito di riferimento rigido e con superficie topografica orizzontale:

$$a_{max} = a_g \times S_t \times S_s$$

S_s = *Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica*, dipende dalla caratterizzazione geotecnica del materiale che costituisce i primi 30 metri di profondità (calcolati dal piano di imposta della fondazione della struttura di sostegno) nella località di realizzazione dell'opera

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_C

Categoria sottosuolo	S_s	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_{og}}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_{og}}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_{og}}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_{og}}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$



St = *Coefficiente di Amplificazione Topografica*, si applica per dislivelli topografici maggiori di 30m e con pendenza i maggiore di 15°; dipende dalla condizione topografica dell’opera e varia in funzione della pendenza del pendio e della localizzazione dell’opera su di esso da 1 alla base al valore S_T riportato in tabella alla sommità.

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell’opera o dell’intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Coefficienti sismici

In condizioni sismiche la norma prescrive le stesse verifiche da realizzarsi in condizioni statiche con l’introduzione dei coefficienti sismici orizzontali k_h e k_v che devono essere calcolati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_s (a_{max} / g)$$

$$k_v = + 0.5 k_h$$

β_m = coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito

il coefficiente di riduzione si applica solo ai muri in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, e si calcola in funzione della categoria del sottosuolo e della zona geografica tramite il valore di a_g (SLV di cui al capitolo precedente).

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell’accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g (g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g (g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g (g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Le verifiche devono essere effettuate ponendo pari all’unità i coefficienti parziali sulle azioni ed impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto applicando i coefficienti parziali cioè riducendo i parametri del terreno.

Risposta Sismica Locale.

L’area oggetto di studio presenta un notevole sviluppo longitudinale ragion per cui si è deciso di valutare la risposta sismica locale in una posizione baricentrica dell’intervento, considerando le due distinte categorie di sottosuolo (nello specifico B ed E).

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	90	0.049	2.497	0.375
SLD	151	0.060	2.536	0.420
SLV	1424	0.120	2.785	0.531
SLC	2475	0.138	2.872	0.545



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_s	0.120 g
F_a	
T_c	0.531 s
S_c	1.200
C_c	1.248
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.200
η	0.417
T_B	0.221 s
T_C	0.663 s
T_D	2.078 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

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 struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.144
T_B	0.221	0.167
T_C	0.663	0.167
	0.730	0.151
	0.798	0.138
	0.865	0.128
	0.933	0.118
	1.000	0.110
	1.067	0.103
	1.135	0.097
	1.202	0.092
	1.270	0.087
	1.337	0.083
	1.404	0.079
	1.472	0.075
	1.539	0.072
	1.607	0.069
	1.674	0.066
	1.741	0.063
	1.809	0.061
	1.876	0.059
	1.944	0.057
	2.011	0.055
T_D	2.078	0.053
	2.170	0.049
	2.261	0.045
	2.353	0.041
	2.444	0.038
	2.536	0.036
	2.627	0.033
	2.719	0.031
	2.810	0.029
	2.902	0.027
	2.993	0.026
	3.085	0.024
	3.176	0.024
	3.268	0.024
	3.359	0.024
	3.451	0.024
	3.542	0.024
	3.634	0.024
	3.725	0.024
	3.817	0.024
	3.908	0.024
	4.000	0.024

Parametri dello spettro di risposta – Categoria di sottosuolo “B”



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	
a_g	0.120 g
F_a	
T_c	0.531 s
S_s	1.600
C_c	1.481
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.600
η	0.417
T_B	0.262 s
T_C	0.787 s
T_D	2.078 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)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

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 struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.191
T_B	0.262	0.222
T_C	0.787	0.222
	0.848	0.206
	0.910	0.192
	0.971	0.180
	1.033	0.169
	1.094	0.160
	1.156	0.151
	1.217	0.144
	1.279	0.137
	1.340	0.130
	1.402	0.125
	1.463	0.119
	1.525	0.115
	1.586	0.110
	1.648	0.106
	1.709	0.102
	1.771	0.099
	1.832	0.095
	1.894	0.092
	1.955	0.089
	2.017	0.087
T_D	2.078	0.084
	2.170	0.077
	2.261	0.071
	2.353	0.066
	2.444	0.061
	2.536	0.056
	2.627	0.053
	2.719	0.049
	2.810	0.046
	2.902	0.043
	2.993	0.041
	3.085	0.038
	3.176	0.036
	3.268	0.034
	3.359	0.032
	3.451	0.030
	3.542	0.029
	3.634	0.027
	3.725	0.026
	3.817	0.025
	3.908	0.024
	4.000	0.024

Parametri dello spettro di risposta – Categoria di sottosuolo “E”



3. Generalità sui calcoli strutturali delle opere di sostegno

La presente relazione ha lo scopo di illustrare l'organizzazione delle verifiche strutturali effettuate sulle opere di sostegno a monte e a valle della strada oggetto del progetto. Vista la natura estensiva dell'opera, ai fini esemplificativi, sono state considerate 61 sezione geologiche chiave in cui sono illustrate le principali opere di sostegno e le principali successioni stratigrafiche del terreno.

Nello specifico si fa riferimento a:

- 5 differenti litotipi, come meglio illustrati nella relazione geologica di riferimento

Cumuli di frana attiva (CFA)			
Densità o peso di volume	g	18,00	kN/mc
Angolo di attrito	f	20°	
Coazione drenata	c	5	kPa
Coazione non drenata	Cu	40	kPa
Cumuli di frana quiescente (CFQ)			
Densità o peso di volume	g	18,50	kN/mc
Angolo di attrito	f	22°	
Coazione drenata	c	10	kPa
Coazione non drenata	Cu	50	kPa
Depositi colluviali ed eluviali (CE)			
Densità o peso di volume	g	21,00	kN/mc
Angolo di attrito	f	24°	
Coazione drenata	c	10	kPa
Coazione non drenata	Cu	100	kPa
Substrato arenaceo-pelitico ed arenaceo-pelitico-conglomeratico alterato (SA)			
Densità o peso di volume	g	18,50	kN/mc
Angolo di attrito	f	22°	
Coazione drenata	c	10	kPa
Coazione non drenata	Cu	50	kPa
Substrato arenaceo-pelitico ed arenaceo-pelitico-conglomeratico integro (SI)			
Densità o peso di volume	g	23,00	kN/mc
Angolo di attrito	f	37°	
Coazione drenata	c	25	kPa
Coazione non drenata	Cu	250	kPa

- Due categorie di sottosuolo ai sensi del §3.2.2 delle NTC 2018
"B" Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.



“E” 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.

- Tipologie di opere a monte o a valle della sede stradale;
- Differenti tipologie di opere di varie dimensioni raggruppabili nelle seguenti macrocategorie:
 - 1- Gabbioni;
 - 2- Terre Rinforzate;
 - 3- Muri a mensola;
 - 4- Muri su pali;
 - 5- Palificate
 - 6- Berlinesi

Le precedenti condizioni sono riassunte nella tabella in allegato alla presente relazione.

Gabbioni

I gabbioni oggetto di verifiche sono posizionati a monte della sede stradale e nello specifico sono state verificate le categorie ricadenti nelle sezioni geologiche “peggiori” in modo da effettuare la verifica delle opere vantaggio di sicurezza.

Di seguito saranno evidenziate le sezioni soggette a verifica a cui fanno riferimento le sezioni equivalenti o migliorative, per le quali non risultano necessarie analisi di calcolo specifiche.

- Gabbioni $h=1\text{ m}$

Sezione 48. Per i gabbioni di altezza 1 m si farà riferimento alla sola sezione geologica n. 48 ricadente in una categoria di sottosuolo B

- Gabbioni $h=2\text{ m}$

Sezione 47 Per i gabbioni di altezza 2 m si farà riferimento alla sezione geologica n. 47 ricadente in una categoria di sottosuolo B, a cui fanno riferimento le seguenti sezioni geologiche:

Sezione 9

Sezione 13

Sezione 14

Sezione 42

Sezione 59 Per i gabbioni di altezza 2 m si farà riferimento alla sezione geologica n. 59 ricadente in una categoria di sottosuolo E.



- **Gabbioni $h=3$ m**

Sezione 39 Per i gabbioni di altezza 3 m si farà riferimento alla sezione geologica n. 39 ricadente in una categoria di sottosuolo B.

Sezione 60 Per i gabbioni di altezza 2 m si farà riferimento alla sezione geologica n. 60 ricadente in una categoria di sottosuolo E.

Terre rinforzate

Le terre rinforzate in oggetto sono posizionate a monte della sede stradale e nello specifico sono state verificate le categorie ricadenti nelle sezioni geologiche "peggiori" in modo da effettuare la verifica delle opere a vantaggio di sicurezza.

Di seguito saranno evidenziate le sezioni soggette a verifica a cui fanno riferimento le sezioni equivalenti o migliorative, per le quali non risultano necessarie analisi di calcolo specifiche.

- **Terre rinforzate $h=3$**

Sezione 24 Per le terre rinforzate di altezza 3 m si farà riferimento alla sezione geologica n. 24 ricadente in una categoria di sottosuolo E.

- **Terre rinforzate $h=4,2$ m**

Sezione 13 Per le terre rinforzate di altezza 4,2 m si farà riferimento alla sezione geologica n. 13 ricadente in una categoria di sottosuolo B, a cui fa riferimento la seguente sezione:

Sezione 15

Muri a mensola

I muri a mensola in oggetto sono posizionati sia a monte che a valle della sede stradale, nello specifico sono stati verificati le categorie ricadenti nelle sezioni geologiche "peggiori" in modo da effettuare la verifica delle opere a vantaggio di sicurezza, per entrambe le condizioni in quanto sottoposte a differenti condizioni di carico.

Di seguito saranno evidenziate le sezioni soggette a verifica a cui fanno riferimento le sezioni equivalenti o migliorative, per le quali non risultano necessarie analisi di calcolo specifiche.



- ***Muri a mensola h=1 m***

Sezione 12 Per i muri a mensola di altezza 1 m e a monte della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 12 ricadente in una categoria di sottosuolo B, a cui fanno riferimento le seguenti sezioni:

Sezione 11 monte

Sezione 10 monte

Sezione 10 valle

Sezione 37 monte

Sezione 38 monte

Sezione 22 Per i muri a mensola di altezza 1 m e a monte della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 22 ricadente in una categoria di sottosuolo E, a cui fanno riferimento le seguenti sezioni:

Sezione 24 monte

Sezione 61 monte

- ***Muri a mensola h=2 m***

Sezione 1 Per i muri a mensola di altezza 2 m e a monte della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 1 ricadente in una categoria di sottosuolo B, a cui fa riferimento la seguente sezione:

Sezione 41 monte

- ***Muri a mensola h=2.5 m***

Sezione 1 Per i muri a mensola di altezza 2,5 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 1 ricadente in una categoria di sottosuolo B, a cui fa riferimento la seguente sezione:

Sezione 45 monte

- ***Muri a mensola h=3 m***

I muri a mensola di altezza 3 m sono ricadenti sia in una posizione di valle che di monte della sede stradale e sia in categoria del suolo B che E, pertanto le sezioni di riferimento analizzate sono le seguenti:

Sezione 21 - valle - categoria del suolo E

Sezione 26 - monte - categoria del suolo E

Sezione 42 - valle - categoria del suolo B

Sezione 44 - monte - categoria del suolo B



- ***Muri a mensola h= 3,5 m***

I muri a mensola di altezza 3,5 m sono ricadenti in una posizione di valle della sede stradale e sia in categoria del suolo B che E, pertanto la sezione di riferimento analizzata è la seguente, ossia la sezione corrispondente alle caratteristiche di sottosuolo peggiorative:

Sezione 29 - valle - categoria del suolo E

a cui si riferisce la seguente

Sezione 45 – valle categoria del suolo B

- ***Muri a mensola h= 4 m***

Sezione 12 - valle - Per i muri a mensola di altezza 4 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 12 ricadente il una categoria di sottosuolo B, a cui fanno riferimento le seguenti sezioni:

Sezione 41 - valle - categoria del suolo E Sez 43 valle

Sezione 44 - valle - categoria del suolo E

Sezione 40 - monte - Per i muri a mensola di altezza 4 m e a monte della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 40 ricadente il una categoria di sottosuolo B.

Sezione 21 - monte - Per i muri a mensola di altezza 4 m e a monte della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 21 ricadente il una categoria di sottosuolo E, a cui fanno riferimento le seguenti sezioni:

Sezione 25 - monte - categoria del suolo E

Sezione 36 - monte - categoria del suolo E

Sezione 52 - monte - categoria del suolo E

Sezione 54 – valle - Per i muri a mensola di altezza 4 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 54 ricadente il una categoria di sottosuolo E, a cui fa riferimento la seguente sezione:

Sezione 35 - valle - categoria del suolo E

- ***Muri a mensola h= 5 m***

Sezione 35 - monte - Per i muri a mensola di altezza 5 m e a monte della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 35 ricadente il una categoria di sottosuolo E.



Sezione 46 - monte - Per i muri a mensola di altezza 5 m e a monte della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n.46 ricadente in una categoria di sottosuolo B, a cui fanno riferimento le seguenti sezioni:

Sezione 49 - monte - categoria del suolo B

Sezione 50 - monte - categoria del suolo B

- ***Muri a mensola h= 6 m***

Sezione 28 - valle - Per i muri a mensola di altezza 6 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 28 ricadente in una categoria di sottosuolo E.

Sezione 29 - monte - Per i muri a mensola di altezza 6 m e a monte della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 29 ricadente in una categoria di sottosuolo E.

Sezione 47 - valle - Per i muri a mensola di altezza 6 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 47 ricadente in una categoria di sottosuolo B.

- ***Muri a mensola h= 7 m***

Sezione 53 - valle - Per i muri a mensola di altezza 7 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 53 ricadente in una categoria di sottosuolo E.

Muri su pali

- ***Muri su pali h= 2 m***

Sezione 60 - valle - Per i muri su pali di altezza 2 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 60 ricadente in una categoria di sottosuolo E.

- ***Muri su pali h= 4 m***

Sezione 16 - valle - Per i muri su pali di altezza 4 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 16 ricadente in una categoria di sottosuolo E, a cui fanno riferimento le seguenti sezioni:

Sezione 23 - valle - categoria del suolo E

Sezione 26 - valle - categoria del suolo E

Sezione 51 - valle - categoria del suolo E

Sezione 48 - valle - Per i muri su pali di altezza 4 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 48 ricadente in una categoria di sottosuolo B.



- ***Muri su pali h= 6 m***

Sezione 22 E valle Per i muri su pali di altezza 6 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 22 ricadente in una categoria di sottosuolo B, a cui fanno riferimento le seguenti sezioni:

Sezione 24 – valle – categoria del suolo E

Sezione 59 – valle – categoria del suolo E

- ***Muri su doppio palo h= 2 m***

Sezione 61 - valle - Per i muri su doppia fila di pali di altezza 2 m e a valle della sede stradale si farà riferimento alla sezione geologica n. 61 ricadente in una categoria di sottosuolo E.

- ***Muri su doppio palo h= 5 m***

Per i muri su doppia fila di pali di altezza 5 m si fa riferimento alla sezione geologica 61 riferita ad una categoria del suolo E in posizione di valle, anche se non indicata nella suddetta sezione.

Palificate

Le palificate oggetto di progetto differiscono geometricamente per lunghezza (12 m e 15 m) e diametro (f 800 – f 1000) oltre che per la presenza o meno di tirantature:

Sezione 2 – 12 m – f 80 cm – categoria di suolo B – tirantata - monte

A cui fa capo la seguente sezione

Sezione 2 - 12 m – f 80 cm – categoria di suolo B – tirantata - monte

Sezione 8 – 12 m – f 100 cm – categoria del suolo B – tirantata - monte

Sezione 15 -12 m – f 100 cm – categoria del suolo B – tirantata - monte

Sezione 7 – 15 m – f 100 cm – categoria del suolo B – tirantata - monte e valle

A quest'ultima si riferiscono e seguenti sezioni:

Sezione 2 – 12 m – f 100 cm – categoria del suolo B – tirantata - valle

Sezione 3 – 12 m – f 100 cm – categoria del suolo B – tirantata - monte

Sezione 3 – 12 m – f 100 cm – categoria del suolo B – tirantata - monte

Sezione 54 – 12 m – f 100 cm – categoria del suolo E

A cui fanno riferimento le seguenti sezioni



Sezione 16 – 12 m – f 100 cm – categoria del suolo E - monte

Sezione 23 – 12 m – f 100 cm – categoria del suolo E - monte

Sezione 51 – 12 m – f 100 cm – categoria del suolo E - monte

Sezione 53 – 12 m – f 100 cm – categoria del suolo E - monte

Berlinesi

Le paratie di micropali temporanee a sostegno delle spalle degli impalcati da ponte e dei fronti di scavo delle pile sono valutate in condizioni di categorie del suolo E, nello specifico la sezione di riferimento è la sezione 17 a cui fanno capo le seguenti:

Sezione 18

Sezione 19

Sezione 20

Sezione 30

Sezione 31

Sezione 55

Sezione 56

Sezione 57

A esse si aggiungono le paratie berlinesi sul fronte di imbocco e di sbocco della galleria ricadete in categoria del suolo B.

	Monte				Valle				
	Opera	H[m]	Stratigrafia terreno	Cat	Opera	H[m]	Stratigrafia	Categ	
Sezione 1	Muro a mensola	2	CE - SA - SI	B	Muro a mensola	2,5	CE - SA - SI	B	TRONCO I
Sezione 2	Palificata	15	CE - SA - SI	B	Palificata	12	CFQ - SA - SI	B	
Sezione 3	Palificata	15	CE - SA - SI	B	Palificata	15	CFQ - SA - SI	B	
Sezione 4	Galleria	-	-	B	Galleria	-	-	B	
Sezione 5	Galleria	-	-	B	Galleria	-	-	B	
Sezione 6	Galleria	-	-	B	Galleria	-	-	B	
Sezione 7	Palificata	15	CFA - SA - SI	B	Palificata	15	CFA - SA - SI	B	
Sezione 8	Palificata	12	CFA - SI	B	Palificata	10	CFA - SI	B	
Sezione 9	Gabbioni	2	CE - SA - SI	B	Arginello	-	CE - SA - SI	B	
Sezione 10	Muro a mensola	1	CE - SA - SI	B	Muro a mensola	1	CE - SA - SI	B	
Sezione 11	Muro a mensola	1	CE - SA - SI	B	Cunetta	-	CE - SA - SI	B	
Sezione 12	Muro a mensola	1	CFA - SA - SI	B	Muro a mensola	4	CFA - SA - SI	B	
Sezione 13	Gabbioni	2	CFA - SA - SI	B	Terre rinforzate	4,2	CFA - SA - SI	B	
Sezione 14	Gabbioni	2	CFQ - SA - SI	B	Arginello	-	CFQ - SA - SI	B	
Sezione 15	Palificata	12	CE - SA - SI	B	Terre rinforzate	4,2	CFQ - SA - SI	B	
Sezione 16	Palificata	12	CFA - SA - SI	E	Muro su pali	4	CFA - SA - SI	E	
Sezione 17	Micropali	12	CFA - SA - SI	E	-	-	CFA - SA - SI	E	
Sezione 18	Micropali	12	CFA - SA - SI	E	-	-	CFA - SA - SI	E	
Sezione 19	Micropali	12	CE - SA - SI	E	-	-	CE - SA - SI	E	
Sezione 20	Micropali	12	CE - SA - SI	E	-	-	CE - SA - SI	E	
Sezione 21	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	E	Muro a mensola	3	CE - SA - SI	E	
Sezione 22	Muro a mensola	1	CFA - SA - SI	E	Muro su pali	6	CFA - SA - SI	E	
Sezione 23	Palificata	12	CFA - SA - SI	E	Muro su pali	4	CFA - SA - SI	E	
Sezione 24	Muro a mensola	1	CFA - SA - SI	E	Muro su pali	6	CFA - SA - SI	E	
Sezione 25	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	E	Terre rinforzate	3	CFA - SA - SI	E	
Sezione 26	Muro a mensola	3	CE - SA - SI	E	Muro su pali	4	CE - SA - SI	E	
Sezione 27	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	E	Arginello	-	CE - SA - SI	E	
Sezione 28	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	E	Muro a mensola	6	CE - SA - SI	E	
Sezione 29	Muro a mensola	6	CE - SA - SI	E	Muro a mensola	3,5	CE - SA - SI	E	
Sezione 30	Micropali	15	CE - SA - SI	E	-	-	CE - SA - SI	E	
Sezione 31	Micropali	16	CE - SA - SI	E	-	-	CE - SA - SI	E	
Sezione 32	-	-	-	E	-	-	-	E	
Sezione 33	-	-	-	E	-	-	-	E	
Sezione 34	-	-	-	E	-	-	-	E	
Sezione 35	Muro a mensola	5	CE - SA - SI	E	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	E	
Sezione 36	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	E	Arginello	-	CE - SA - SI	E	
Sezione 37	Muro a mensola	1	CE - SA - SI	B	Arginello	-	CE - SA - SI	B	
Sezione 38	Muro a mensola	1	CFA - SI	B	Arginello	-	CFA - SI	B	
Sezione 39	Gabbioni	3	CFA - SI	B	Arginello	-	CFA - SI	B	
Sezione 40	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	B	Cunetta	-	CE - SA - SI	B	
Sezione 41	Muro a mensola	2	CE - SA - SI	B	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	B	
Sezione 42	Gabbioni	2	CE - SA - SI	B	Muro a mensola	3	CE - SA - SI	B	
Sezione 43	Cunetta	-	CE - SA - SI	B	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	B	
Sezione 44	Muro a mensola	3	CE - SA - SI	B	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	B	
Sezione 45	Muro a mensola	2,5	CFA - SA - SI	B	Muro a mensola	3,5	CFA - SA - SI	B	
Sezione 46	Muro a mensola	5	CE - SA - SI	B	Cunetta	-	CE - SA - SI	B	
Sezione 47	Gabbioni	2	CFA - SA - SI	B	Muro a mensola	6	CFA - SA - SI	B	
Sezione 48	Gabbioni	1	CFA - SA - SI	B	Muro su pali	4	CFA - SA - SI	B	
Sezione 49	Muro a mensola	5	CE - SA - SI	B	Arginello	-	CFA - SA - SI	B	
Sezione 50	Muro a mensola	5	CE - SA - SI	B	Cunetta	-	CE - SA - SI	B	
Sezione 51	Palificata	12	CE - SA - SI	E	Muro su pali	4	CFQ - SI	E	
Sezione 52	Muro a mensola	4	CE - SA - SI	E	Muro a mensola	3	CE - SA - SI	E	
Sezione 53	Palificata	12	CE - SA - SI	E	Muro a mensola	7	CE - SA - SI	E	
Sezione 54	Palificata	12	CFA - SA - SI	E	Muro a mensola	4	CFA - SA - SI	E	
Sezione 55	Micropali	12	CFA - SA - SI	E	-	-	CFA - SA - SI	E	
Sezione 56	Micropali	12	CFA - SA - SI	E	-	-	CFA - SA - SI	E	
Sezione 57	Micropali	12	CE - SA - SI	E	-	-	CE - SA - SI	E	
Sezione 58	Micropali	12	CE - SA - SI	E	-	-	CE - SA - SI	E	
Sezione 59	Gabbioni	2	CE - SA - SI	E	Muro su pali	5,6	CE - SA - SI	E	
Sezione 60	Gabbioni	3	CE - SA - SI	E	Muro su pali	2	CE - SA - SI	E	
Sezione 61	Muro a mensola	1	CFA - SA - SI	E	Muro su doppio palo	2	CFA - SA - SI	E	

TRONCO I

TRONCO II

TRONCO III

TRONCO IV

TRONCO V

TRONCO VI

Cumuli di frana attiva (CFA)			
Densità o peso di volume	γ	18,00	kN/mc
Angolo di attrito	ϕ	20°	
Coesione drenata	c	5	kPa
Coesione non drenata	Cu	40	kPa
Cumuli di frana quiescente (CFQ)			
Densità o peso di volume	γ	18,50	kN/mc
Angolo di attrito	ϕ	22°	
Coesione drenata	c	10	kPa
Coesione non drenata	Cu	50	kPa
Depositi colluviali ed eluviali (CE)			
Densità o peso di volume	γ	21,00	kN/mc
Angolo di attrito	ϕ	24°	
Coesione drenata	c	10	kPa
Coesione non drenata	Cu	100	kPa
Substrato arenaceo-pelitico ed arenaceo-pelitico-conglomerato alterato (SA)			
Densità o peso di volume	γ	18,50	kN/mc
Angolo di attrito	ϕ	22°	
Coesione drenata	c	10	kPa
Coesione non drenata	Cu	50	kPa
Substrato arenaceo-pelitico ed arenaceo-pelitico-conglomerato integro (SI)			
Densità o peso di volume	γ	23,00	kN/mc
Angolo di attrito	ϕ	37°	
Coesione drenata	c	25	kPa
Coesione non drenata	Cu	250	kPa