

Regione: <b>PUGLIA</b> 	Provincia: <b>FOGGIA</b> 	Comune: <b>Deliceto</b> 	
Committente: <div style="text-align: center; color: red; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Comune di Deliceto</div>		Progettisti: <b>Studio AC3 Ingegneria S.r.l.</b> (capogruppo)	
Oggetto:  <div style="text-align: center; color: red; font-weight: bold; font-size: 2em; margin-top: 10px;">Progetto Esecutivo</div> <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em; margin-top: 20px;">LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ZONA ARENA CAVATA</div> <div style="text-align: center; font-size: 0.8em; margin-top: 10px;">CUP: C57B16000050002 CIG: 6796111835</div>		<b>STUDIO AC3 INGEGNERIA s.r.l.</b> Via Sandro Pertini, 2 76017 S. FERDINANDO DI P. (BT) Partita IVA: 03177240714  <b>FINEPRO S.r.l.</b> (coordinatore della sicurezza in fase di progettazione)  <b>finepro s.r.l.</b> Legale Rappresentante Arch. Michele Sgobba  Ing. Gianfranco LEANDRO   Geol. Sandro MUSCILLO   Ing. Giuseppe CAPUTO 	
Titolo: <div style="font-weight: bold; font-size: 1.1em;">Relazione inquadramento sismico</div>			Responsabile del Procedimento (UTC)
Codice: <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">B.4</div>	Data: <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">Aprile 2018</div>	Geom. Giuseppe CEGLIA	
Scala: <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">-</div>	Revisione: <div style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">00</div>		



## Sommario

<b>1</b>	<b>VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO .....</b>	<b>14</b>
4.1	Coefficienti sismici.....	14
4.2	Stabilità dei pendii e fondazioni .....	14
<b>5</b>	<b>PERICOLOSITÀ SISMICA .....</b>	<b>16</b>
5.1	Pericolosità di base.....	16
5.2	PERICOLOSITÀ DI SITO .....	18
5.2.1	Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali.....	19
5.2.2	Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali .....	19
5.2.3	Spettro di progetto .....	20
<b>6</b>	<b>STORIA SISMICA SITO .....</b>	<b>22</b>



## 1 PREMESSA

Il presente studio, redatto in conformità all'art. 26 del D.p.r. 207 del 2010 è stato condotto allo scopo di inquadrare sismicamente l'area interessate dalla progettazione dei lavori per la mitigazione del rischio idrogeologico in Zona Arena Cavata nel Comune di Deliceto. (fig 1).



*Fig.1 – Ortofoto con ubicazione area*

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare quel periodo di riferimento;





- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative probabilità di superamento, è possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.



## 2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \times C_U \quad (2.1)$$

dove:

$V_R$  = *periodo di riferimento*

$V_N$  = *vita nominale*

$C_U$  = *coefficiente d'uso*

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$ , secondo le NTC08, è definita 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 e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- $V_N \leq 10$  anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto  $\geq 2$  anni.
- $V_N \geq 50$  anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- $V_N \geq 100$  anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico  $V_N = 50$  anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.  $C_U = 0.7$ ;

**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.  $CU = 1.0$ ;

**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.  $CU = 1.5$ ;

**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, 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.  $CU = 2.0$ ;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la classe d'uso II a cui è associato il coefficiente d'uso  $C_U = 1$ .

Una volta ottenuti VN e CU, è possibile calcolare il periodo di riferimento VR, che qui vale:

$$VR = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$



### **3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO**

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di



rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** 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.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento  $V_R$ , si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di  $a_g$  prefissata ( $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda = 1/T_R$  ( $T_R$  = periodo di ritorno).

Stati limite			$P_{VR}$
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81%
	Stato limite di danno	SLD	63%
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	10%
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	5%

Tabella 3.1 – Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento  $V_R$

Fissati  $V_R$  e  $P_{VR}$  associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$





Tale relazione tra  $P_{VR}$  (probabilità) e  $T_R$  (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è  $V_R = 50$  anni, il tempo di ritorno  $T_R$  sarà:

Stati limite			$T_R$
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	<b>30</b>
	Stato limite di danno	SLD	<b>50</b>
Stati limite ultimi	Stato limite di <u>salvaguardia della vita</u>	SLV	<b>475</b>
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	<b>975</b>

*Tabella 3.2 – Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR*



## 4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC08 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno  $T_R$  (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (figura 4.2), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è



suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	T <sub>R</sub> = 30			T <sub>R</sub> = 50			T <sub>R</sub> = 72			T <sub>R</sub> = 101		
			a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub> <sup>*</sup>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub> <sup>*</sup>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub> <sup>*</sup>	a <sub>g</sub>	F <sub>0</sub>	T <sub>C</sub> <sup>*</sup>
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Figura 4.2 – Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e  $P_{V_R}$  fissate, il valore del generico parametro  $p$  ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (figura 3), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$ ) corrispondente al periodo di ritorno  $T_R$  desiderato, mentre  $p_1$ ,  $p_2$  è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno  $T_{R1}$ ,  $T_{R2}$ .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $p$  possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da



tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_C^*$ ) corrispondente al punto considerato,  $p_i$  è il valore di tale parametro nell' $i$ -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e  $d_i$  è la distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo vertice della suddetta maglia.

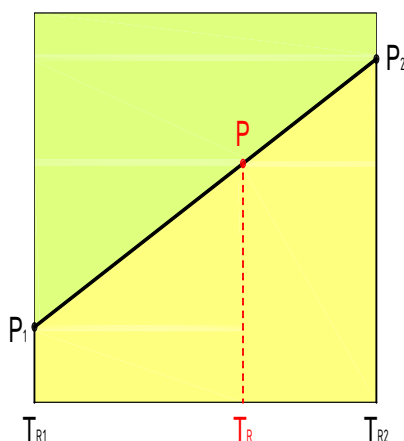


Figura 4.3 – Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella figura 4.

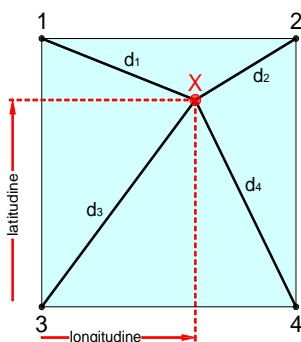


Figura 4.4 – Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.



Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza  $d$  tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove  $R = 6371$  è il raggio medio terrestre in km, mentre  $\text{lat}\alpha$ ,  $\text{lon}\alpha$ ,  $\text{lat}\beta$  e  $\text{lon}\beta$  sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di  $\pm 0,01g$  ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

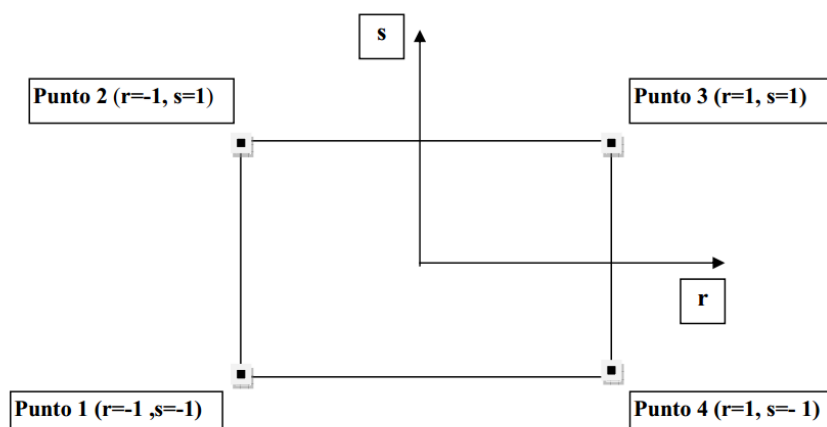


Figura 4.5 – Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:





$$h_1 = (1 - r)(1 - s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1 - r)(1 + s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1 + r)(1 + s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1 + r)(1 - s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate  $x, y$  di un punto generico e le coordinate  $r, s$  dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i x_i = [(1 - r)(1 - s)x_1 + (1 - r)(1 + s)x_2 + (1 + r)(1 + s)x_3 + (1 + r)(1 - s)x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i y_i = [(1 - r)(1 - s)y_1 + (1 - r)(1 + s)y_2 + (1 + r)(1 + s)y_3 + (1 + r)(1 - s)y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di  $r$  ed  $s$ , si determinano i parametri  $a_g, F_0, T_c^*$  dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i p_i = [(1 - r)(1 - s)p_1 + (1 - r)(1 + s)p_2 + (1 + r)(1 + s)p_3 + (1 + r)(1 - s)p_4] \quad (4.10)$$

Dove  $p$  rappresenta il parametro cercato.



## 5 PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

### 5.1 COEFFICIENTI SISMICI

I coefficienti sismici orizzontale  $K_h$  e verticale  $K_v$  dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno ( $T_R$ ) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  non può essere inferiore a 35 anni.

### 5.2 STABILITÀ DEI PENDII E FONDAZIONI

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti  $K_h$  e  $K_v$  sono così determinati:

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

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

Con

**$\beta_s$**  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

**$a_{max}$**  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

**$g$**  accelerazione di gravità.

I valori di  **$\beta_s$**  sono riportati nella tabella 5.1.



	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	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

Tabella 5.1 – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S S_T a_g$$

**$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica)** ( $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ) è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$T1: S_T = 1.0; T2: S_T = 1.20; T3: S_T = 1.2; T4: S_T = 1.40.$$



## 6 PERICOLOSITÀ SISMICA

### 6.1 PERICOLOSITÀ DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
Classe d'uso: II  
Coefficiente d'uso (Cu): 1  
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41,2230200 [°]  
Longitudine (WGS84): 15,3862000 [°]  
Latitudine (ED50): 41,2240000 [°]  
Longitudine (ED50): 15,3870500 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	31441	41,219810	15,351420	3015,90
2	31442	41,218700	15,417840	2642,01
3	31220	41,268700	15,419300	5654,86
4	31219	41,269790	15,352870	5838,67

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,411	0,286
SLD	50	0,064	2,512	0,320
SLV	475	0,194	2,426	0,419
SLC	975	0,269	2,422	0,423

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,426	0,288
SLD	50	0,063	2,548	0,318
SLV	475	0,192	2,452	0,414
SLC	975	0,267	2,418	0,421

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,413	0,290
SLD	50	0,060	2,558	0,319
SLV	475	0,175	2,498	0,420
SLC	975	0,240	2,466	0,428

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,398	0,290
SLD	50	0,061	2,522	0,322
SLV	475	0,176	2,484	0,423
SLC	975	0,242	2,471	0,430

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,050	2,414	0,288
SLD	50	0,062	2,534	0,319
SLV	475	0,187	2,457	0,418
SLC	975	0,259	2,436	0,424





## 6.2 PERICOLOSITÀ DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

Categoria sottosuolo:

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_s$ , 30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa  $cu_{30}$  compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Coefficienti sismici per muri di sostegno

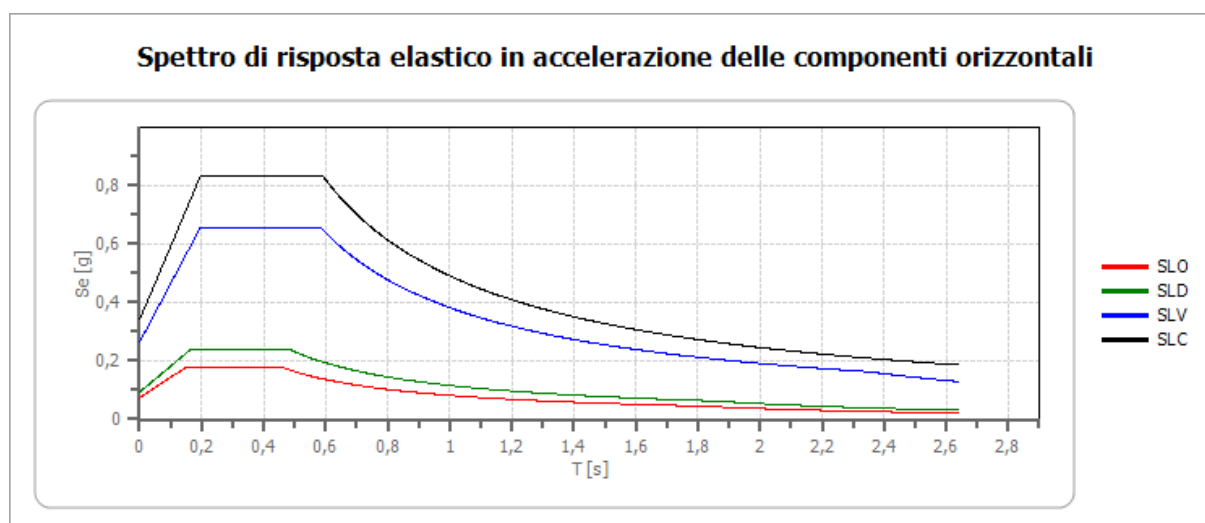
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,017	0,064	0,106
kv	0,007	0,008	0,032	0,053
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,729	0,917	2,608	3,353
Beta	0,180	0,180	0,240	0,310

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,019	0,064	0,096
kv	0,007	0,009	0,032	0,048
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,729	0,917	2,608	3,353
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280



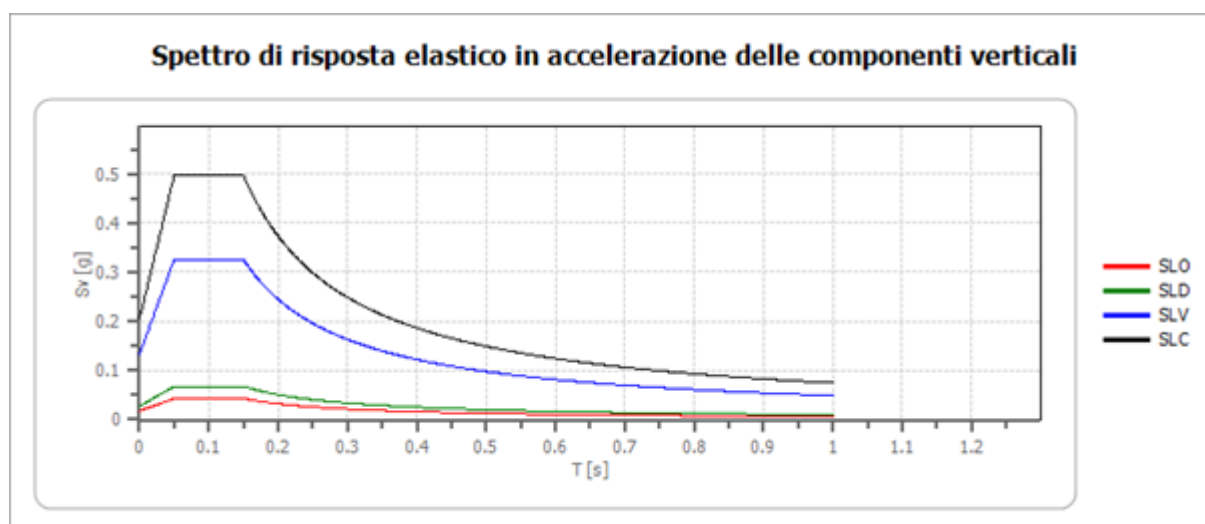
### 6.2.1 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



### 6.2.2 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$ : 1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1	0,050	2,414	0,288	1,500	1,580	1,000	1,500	1,000	0,152	0,456	1,798	0,074	0,179
SLD	1	0,062	2,534	0,319	1,500	1,530	1,000	1,500	1,000	0,163	0,489	1,849	0,094	0,237
SLV	1	0,187	2,457	0,418	1,420	1,400	1,000	1,420	1,000	0,195	0,585	2,349	0,266	0,653
SLC	1	0,259	2,436	0,424	1,320	1,390	1,000	1,320	1,000	0,197	0,590	2,636	0,342	0,833



### 6.2.3 Spettro di progetto

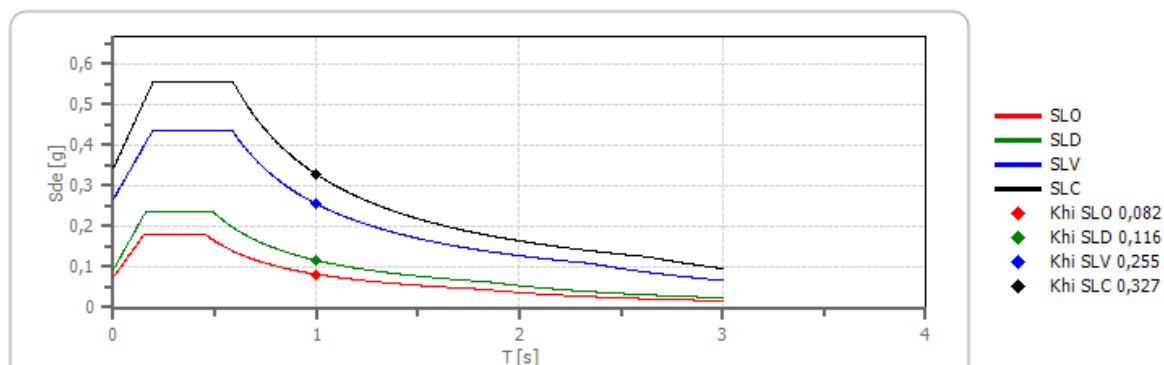
Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ : 1.50

Fattore di struttura spettro verticale  $q$ : 1.50

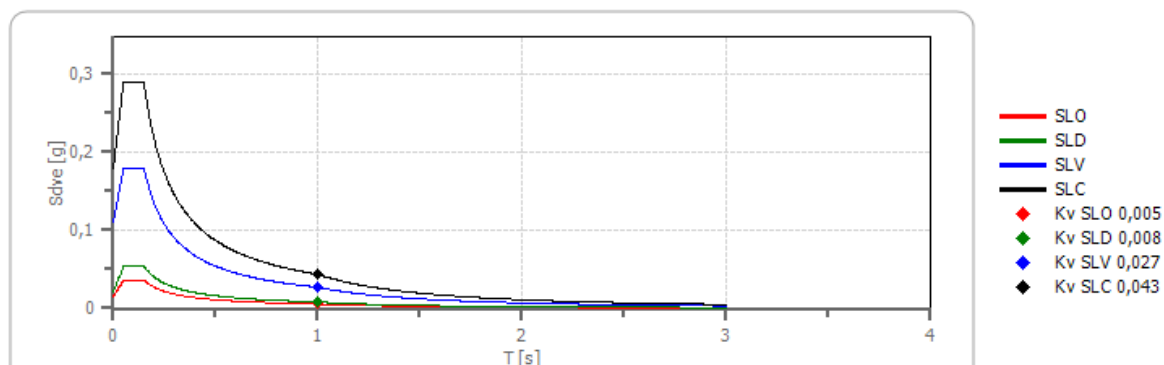
Periodo fondamentale  $T$ : 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,082	0,116	0,255	0,327
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,005	0,008	0,027	0,043

**Spettro di progetto delle componenti orizzontali**



**Spettro di progetto delle componenti verticali**





## PROGETTO ESECUTIVO

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ZONA ARENA CAVATA

CUP: C57B16000050002 CIG: 6796111835.

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd (TB) [g]
SLO orizzontale	1	0,050	2,414	0,288	1,500	1,580	1,000	1,500	1,000	0,152	0,456	1,798	0,074	0,179
SLO verticale	1	0,050	2,414	0,288	1,500	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,036
SLD orizzontale	1	0,062	2,534	0,319	1,500	1,530	1,000	1,500	1,000	0,163	0,489	1,849	0,094	0,237
SLD verticale	1	0,062	2,534	0,319	1,500	1,530	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,021	0,053
SLV orizzontale	1	0,187	2,457	0,418	1,420	1,400	1,000	1,420	1,500	0,195	0,585	2,349	0,266	0,436
SLV verticale	1	0,187	2,457	0,418	1,420	1,400	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,109	0,179
SLC orizzontale	1	0,259	2,436	0,424	1,320	1,390	1,000	1,320	1,500	0,197	0,590	2,636	0,342	0,555
SLC verticale	1	0,259	2,436	0,424	1,320	1,390	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,178	0,289



## 7 STORIA SISMICA SITO

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7	<a href="#">📄</a>	1851	08	14	13	20	Vulture	103	10	6.52
6-7	<a href="#">📄</a>	1857	12	16	21	15	Basilicata	340	11	7.12
NF	<a href="#">📄</a>	1882	06	06	05	40	Isernino	50	7	5.20
NF	<a href="#">📄</a>	1893	01	25			Vallo di Diano	134	7	5.15
NF	<a href="#">📄</a>	1893	08	10	20	52	Gargano	69	8	5.39
4	<a href="#">📄</a>	1899	08	16	00	05	Subappennino dauno	32	6	4.57
2	<a href="#">📄</a>	1905	11	26			Irpinia	122	7-8	5.18
6	<a href="#">📄</a>	1910	06	07	02	04	Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
6-7	<a href="#">📄</a>	1927	12	27	08	49	Deliceto	2	5-6	4.40
8	<a href="#">📄</a>	1930	07	23	00	08	Irpinia	547	10	6.67
3-4	<a href="#">📄</a>	1931	05	10	10	48	5 Irpinia	43	5-6	4.64
6-7	<a href="#">📄</a>	1948	08	18	21	12	2 Gargano	58	7-8	5.55
4	<a href="#">📄</a>	1956	09	22	03	19	3 Gargano	57	6	4.64
6-7	<a href="#">📄</a>	1962	08	21	18	19	Irpinia	562	9	6.15
4-5	<a href="#">📄</a>	1971	05	06	03	45	0 Irpinia	68	6	4.83
NF	<a href="#">📄</a>	1977	07	24	09	55	2 Irpinia	85	5-6	4.37
7	<a href="#">📄</a>	1980	11	23	18	34	5 Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4	<a href="#">📄</a>	1984	05	07	17	50	Monti della Meta	912	8	5.86
3-4	<a href="#">📄</a>	1984	05	11	10	41	4 Monti della Meta	342	7	5.47
3-4	<a href="#">📄</a>	1989	03	11	21	05	Gargano	61	5	4.34
4-5	<a href="#">📄</a>	1990	05	05	07	21	2 Potentino	1375		5.77
2	<a href="#">📄</a>	1991	05	26	12	25	5 Potentino	597	7	5.08
NF	<a href="#">📄</a>	1992	11	05	13	34	2 Gargano	32	5	4.34
4-5	<a href="#">📄</a>	1995	09	30	10	14	3 Gargano	145	6	5.15
3-4	<a href="#">📄</a>	1996	04	03	13	04	3 Irpinia	557	6	4.90
2	<a href="#">📄</a>	1998	04	07	21	36	5 Valle dell'Ofanto	45	5	4.31
4	<a href="#">📄</a>	2002	11	01	15	09	0 Molise	638	7	5.72
3	<a href="#">📄</a>	2003	06	01	15	45	1 Molise	501	5	4.44
NF	<a href="#">📄</a>	2003	12	30	05	31	3 Molise	326	4-5	4.53
3	<a href="#">📄</a>	2004	09	03	00	04	1 Potentino	156	5	4.41
5	<a href="#">📄</a>	2006	05	29	02	20	0 Gargano	384		4.64
NF	<a href="#">📄</a>	2006	10	04	17	34	2 Adriatico centrale	98	4-5	4.30





## PROGETTO ESECUTIVO

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ZONA ARENA CAVATA

CUP: C57B16000050002 CIG: 6796111835.

