

CITTA' METROPOLITANA DI REGGIO CALABRIA

SETTORE DIFESA DEL SUOLO E SALVAGUARDIA DELLE COSTE
EDILIZIA E IMPIANTISTICA SPORTIVA
AMBIENTE ENERGIA E DEMANIO IDRICO E FLUVIALE

DIFESA COSTIERA SUL LITORALE DEL COMUNE DI CAULONIA (RC)

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

PERICOLOSITA' SISMICA

Tavola N.

G.2.2

Reggio Calabria, Aprile 2017

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

arch. Giuseppe Benvenuti

geol. Pasquale Iacopino

REGIONE CALABRIA

geologo pasquale iacopino

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI REGGIO CALABRIA

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

“LAVORI DI DIFESA COSTIERA SUL LITORALE DI CAULONIA (RC). ” DISCIPLINARE D’INCARICO”
SOTTOSCRITTO il 19.12.2016. DETERMINA f/s, Prog. Serv. 711 del 29.12.2016, Reg. Settore n° 1 del 05.01.2017.

PERICOLOSITA’ SISMICA DI BASE e RSL per parte la di competenza dei Geologi. DM 14.01.2008 (NTC) (RELAZIONE GEOLOGICA)

RELAZIONE SISMICA e GEOTECNICA (per la parte di competenza dei Geologi).

(Normativa di riferimento per Funzioni dei Geologi, D.M. 18.11.1971, D.M. 11.03.’88, D.lgs. 163/2006, DPR 207/2010, D.Lgs. n.50/2016, DPR328/2001 come richiamato dalla Circ. Regionale Prot. n° 357451 del 15.11.2013), D.M. 11.03.1988, Legge 109/94, art. 17, 14 quinquies, D.Lgs 163/2006, art.91, comma3.Sentenza Consiglio di Stato N. 01595/2016, REG. PROV.COLL. N. 09675/2015 REG.RIC.

Valori geotecnici, Coordinate Situ, Dati disaggregati, parametri e coefficienti sismici affioramenti litoidi, RSL

A- PREMESSE.

La Pericolosità Sismica di base di Caulonia, , area d’intervento arenile, viene determinata mediante le Coordinate geografiche del sito in esame:

| | | | |
|----------------------|------------|---------------------|------------|
| Latitudine (WGS84): | 38,3408900 | Latitudine (ED50): | 38,3419200 |
| Longitudine (WGS84): | 16,4669400 | Longitudine (ED50): | 16,4677300 |

La Relazione Geologica (allegati : Istogramma SPT 1, prova MASW e Tomografia) ha evidenziato i parametri nominali dei terreni , i dati disaggregati necessari per gli aspetti geotecnici di fondazione , i valori medi e gli aspetti sismici di dettaglio agli Stati Limiti.

La Relazione Geologica che segue illustra la PERICOLOSITA’ SISMICA DI BASE evidenziando i Parametri sismici ed i coefficienti sismici : Stati Limiti, da Vs30 per definire Categoria di sottosuolo,Tr, Fo, Tc, amax, Kh, Kv, Khi, Liquefazione.

Formazione delle topografie attuali

La tettonica del Miocene Inferiore ha dislocato le Unità geolitologiche indicate. L’esogenia e le tettoniche pontoplioquaternarie hanno formato i rilievi fisici attuali , oggetto di azioni antropiche di modellamento nell’area costiera sottoferrovia.

L’area dell’Arenile di Caulonia a leggera pendenza, < 2°, su cui sorge l’intervento sono sedimenti a granulometria assortita : sabbie,ghiaie e ciottoli su **substrato** di Marne bianche a Foraminiferi di cui non è stata accertata la profondità comunque > di 27,00 m. da p.c. (arenile). *Non si ravvisano faglie attive ne’ fonti sismogenetiche nell’area in esame.*

G.2.1 DESCRIZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE.

Il geologo ha ritenuto di eseguire le seguenti Indagini geognostiche per contestualizzare gli aspetti geolitologici, stratigrafici con definizione delle Unità litotecniche e gli aspetti geodinamici e sismicità’C. **6.2.1.**

Geognosia in Situ : 2 Prove SPT con penetrometro DPSH in data 13 Marzo 2017 (Report allegato)
1 Prova Masw + 1 Tomografia in data 13 Marzo 2017(Reports allegati)

G.2.2 GEOLITOLOGIA APPLICATA

Stratigrafia -affioramenti geolitologici

I litotipi rilevati sottoferrovia sono Spiagge vive e Dune antropizzate:

- *Spiagge vive*: sono costituite da sabbie, granuli e ghiaie metamorfico cristallini (circa il 95%), prevalgono i grani biancastri (Quarzo, Ortoclasio, Plagioclasti, Muscovite), grigi (Biotite, Granati, Ornoblenda, Tormalina); i grani appiattiti (battigia) sono di rocce Granitiche, Gneissiche, Micacee, Anfibolitiche, Serpentinose, Granatifere, Dolomitiche cristalline, calcaree; i ciottoli arrotondati sono il risultato di rocce Granitiche, Quarzitiche, Sienitiche, Dioritiche
- *Dune antropizzate e vegetate*: sono appilamenti di sedimenti clastici, coperti da suoli pedologici con scheletro solido sabbighiaioso. La sedimentazione di tali clastiti a granulometria assortita, sotto le coperture pedologiche, è incrociata, dovuta ad episodi marini e continentali: ghiaie, sabbie e ciottoli di spiaggia morta, di natura metamorfico-cristallina (circa il 90%), a volte stratificate nei primi tre metri. da p.c con arricchimenti localizzati di ciottoli granodioritici arrotondati.

Definire i perimetri delle Facies deposizionali tra le foci delle f.re Amusa ed Allaro e gli episodi marini costieri diventa pura interpretazione senza adeguati sondaggi a carotaggio continuo. Questi due litotipi clastici sono sede di falde freatiche con interfaccia salmastra, passante a falda salata.

Per ottenere indicazioni sulle caratteristiche fisicomeccaniche dei sedimenti di sottofondazione e' stata eseguita il 13 Marzo 2017, una Prova SPT 1 dinamica continua i cui risultati sono evidenziati nel REPORT della Prova a firma della Ditta incaricata e controfirmato dal geologo che scrive per PRESA VISIONE.

Le caratteristiche dei suoli secondo il D.M. 14.01.2008 (NTC) sono state acquisite con una Prova MASW e una TOMOGRAFIA (Sismica a Rifrazione).

G.2.3 AZIONE SISMICA. GEODINAMICA SITO. Geognosia sismica acquisita in SITU

Prova sismica MASW accettata dalla NORMATIVA, D.M. 14.01.2008. Si allega elaborato con i dati rilevati per classificare il sottosuolo mediante le velocità sismiche equivalenti V_{s30} m/sec (data esecuzione e misura delle Onde di Taglio 13 Marzo 2017.

Dopo l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008, la pericolosità sismica viene definita mediante **approccio "SITO DIPENDENTE" E NON "ZONA DIPENDENTE"**. La misura delle V_{s30} e' data dalla prova eseguita dalla ditta S. Sgro' : $V_{s30} = 339$ m/sec (Suolo C)

Poiche' la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri e' risultata $V_{s30} = 339$ m/sec, il **SITO in esame ricade nella categoria di sottosuolo C (Tab. 3.2.2 NTC)**. Lo scrivente ricorda alle **Istituzioni di controllo che le NTC (D.M. 14.01.2008) riguardano solo ed esclusivamente gli aspetti connessi alla sicurezza strutturale**, senza azzerare le altre Normative vigenti che regolano la professione dei geologi nel campo delle Opere d'Ingegneria e di tutela ambientale (11.03.1988, DPR 554/99, DPR 328/2001).

Lo Strutturista puo' valutare di eseguire le verifiche sismiche come **suolo D**, data la natura dei sedimenti a granulometria assortita con $V_{s30} 172$ m/sec, **fino a -8 m. da p.c.** comunque non liquefacibili perche' i D_{50} è < di 2 mm (Seed-Idriss, Andru e Stokoe)

LA Risposta Sismica locale (RSL) fa riferimento alla Zonazione Sismica recente.

Le **zone-sorgente** della Calabria fino allo Stretto di Messina (zone da 65 a 72 in **ZS4**) sono state modificate in due nuove zone, una Tirrenica della regione (zona **929**) e una Jonica (zona **930**). La figura mostra il modello proposto in relazione al contenuto informativo di **DISS 2.0**. L'esistenza di queste due distinte zone rispecchia livelli di sismicità ben differenti. I terremoti con più elevata magnitudo hanno infatti interessato i bacini del Crati, del Savuto e del Mesima fino allo Stretto di Messina (zona **929**). *Tra questi eventi spiccano la sequenza del 1783 e i terremoti del 1905 e 1908 (tra la scarsa letteratura sui terremoti di questo settore si vedano Valensise e Pantosti, 1992; Valensise e D'Addezio, 1994; Galli e Bosi, 2002).*

Viceversa, nell'area Jonica della Calabria solo 4 eventi hanno superato un valore di magnitudo pari a 6, e tra questi il terremoto del 1638 appare come l'evento più forte verificatosi oltre i Sismi del 1783, 1907 (San Luca) e 1978 (Brancaleone)

Il geologo fa notare che non c'è relazione lineare nemmeno statistica tra F_a (fattore di amplificazione) e Misura delle V_{s30} ; si è notato che l'amplificazione massima non si abbia per V_{s30} basse < 200 ms, ma per V_{s30} intermedie tra 280 e 360 m/sec (Castellaro 2009).

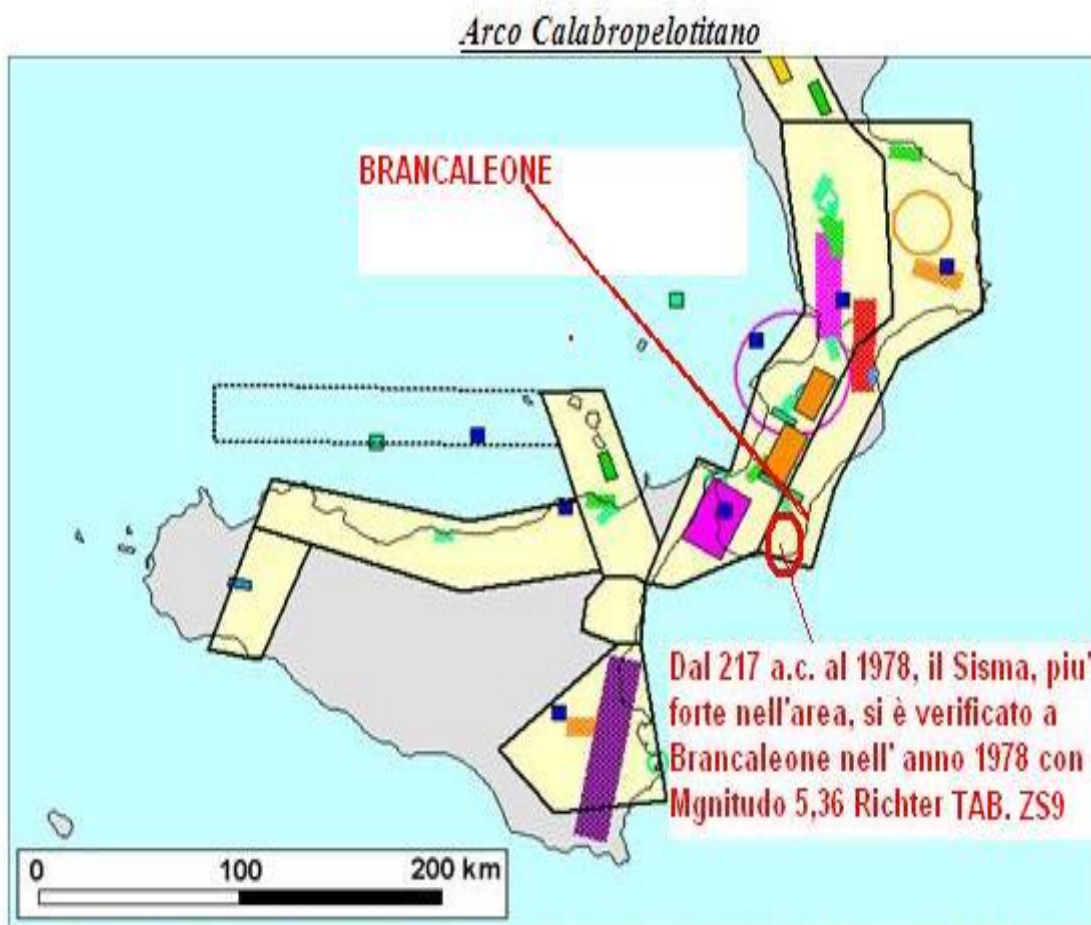
Quello che conta ai fini dello sviluppo di un'amplificazione sismica locale sono, come minimo, i parametri seguenti:

profilo delle V_s + profondità dei contrasti di Impedenza sismica

le Masw sono utili perché misurano le **V_{s30} nel punto P** (Area intervento) all'interno dei 4 nodi di riferimento e tarano litotipi, fino a 30 m. di profondità, caratterizzandoli con specifici valori di velocità equivalenti, V_{s30} , per cui l'Impedenza può essere stabilita dall'espressione

$$I = \rho * V_{s30}$$

dove ρ è la densità dello strato. L'amplificazione massima del moto del suolo di un terreno si ha alla sua frequenza di risonanza.



Zonazione sismogenetica ZS9 per l'Arco calabro e la Sicilia (bordi in nero) a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0.

Meccanismi estensionali sono attesi nelle zone 929 e 930, come risultato della risposta superficiale all'arretramento flessurale della litosfera adriatica. Tale interpretazione è in accordo col presupposto Cinematico su cui si fondava ZS4 (2003). Le modifiche alle zone della Calabria, risultato dei recenti avanzamenti nella conoscenza della tettonica attiva di questo settore, non cambiano il quadro cinematico di riferimento

Il sisma del 23.10.1907, Calabria Jonica meridionale, $M_L = 5.9$ con Epicentro ad ovest di San Luca ha devastato Ferruzzano, ingenti danni a San Luca e Platì oltre che sul litorale jonico, colpito poi da Tsunami tra Capo Bruzzano e

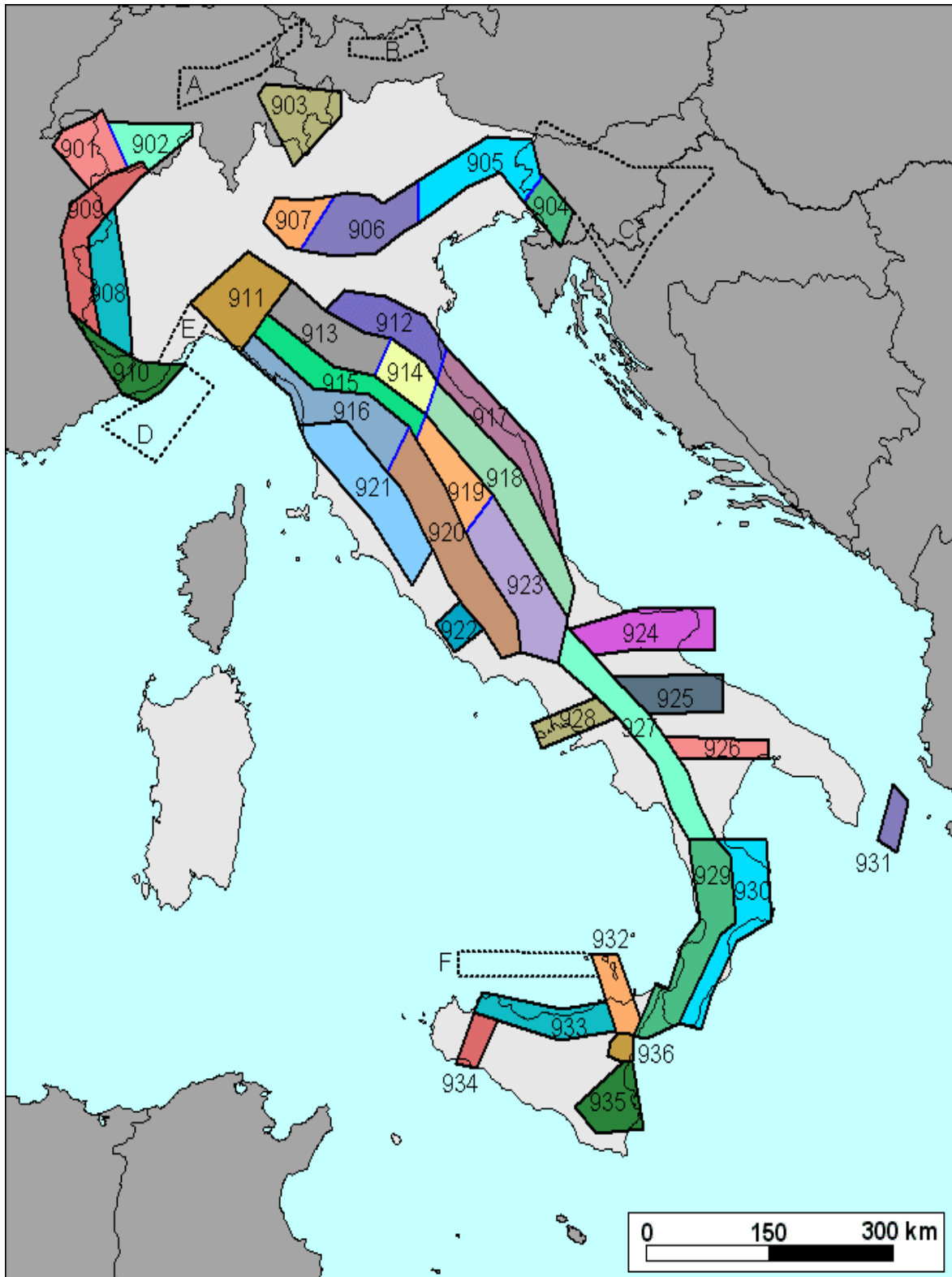
Bianco. Lesioni anche a Motta S. Giovanni, Radicena, Brancaleone, S. Ilario, Gerace Marina, Siderno, Sinopoli. (almeno 150 morti GNDT). Niente Tsunami a Caulonia.

Il sisma del 1783, nel comune di Castelvete (attuale Caulonia) danni alle cose e vittime; da G. Vivenzio et Alii:

“...si cagionarano delle rovine per il terremoto del 5 e 7 Febbraio colla perdita di 8 uomini, 43 donne e 44 ragazzi ...la città parte distrutta ... e parte inabitabile ... e Ella situata sopra una eminenza presso ...fiume Allaro...”

Il sisma del 28.12.1908, Reggio e Messina, produsse danni catastrofici e 90.000 -:- 120.000 vittime, Magnitudo 7.1 scala Richter. Pochi danni a Caulonia e niente Tsunami.

Cio' considerato si ritiene che la Magnitudo verificabile dal 217 a.c. al 1907 e al 1978 debba essere considerata < a 6,8 scala Richter.



Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il colore delle zone non è significativo.

3.0 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE e relativi dati disaggregati.

La Pericolosità sismica di base viene definita azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi Stati Limiti considerati

Il geologo fornisce i dati disaggregati per gli aspetti sismici (valori parametri spettrali, $a_{max}, F_0, T_C, k_h, k_v$), i quali vanno corretti, tenendo conto delle modifiche prodotte dallo scuotimento del suolo nel sito di costruzione mediante la misura delle V_{s30} e la determinazione dei coefficienti di amplificazione topografica (ST) e stratigrafica (S_s)

PREMESSA

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.

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, dove

$$V_R = \text{periodo di riferimento}, V_N = \text{vita nominale}, C_U = \text{coefficiente d'uso}$$

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:

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

$V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 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

$$V_N = 50 \text{ anni.}$$

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 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. $C_U = 1.0$;

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 V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

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

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 rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità 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).

| | | |
|--|-----|-----------------|
| Stato limite di esercizio: operatività | SLO | $P_{VR} = 81\%$ |
| Stato limite di esercizio: danno | SLD | $P_{VR} = 63\%$ |
| Stati limite ultimo: salvaguardia della vita | SLV | $P_{VR} = 10\%$ |
| Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso | SLC | $P_{VR} = 5\%$ |

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:

| | | |
|--|-----|-------------|
| Stato limite di esercizio: operatività | SLO | $T_R = 30$ |
| Stato limite di esercizio: danno | SLD | $T_R = 50$ |
| Stati limite ultimo: salvaguardia della vita | SLV | $T_R = 475$ |
| Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso | SLC | $T_R = 975$ |

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

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 (Tabella 4.1), 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 | $T_R = 30$ | | | $T_R = 50$ | | | $T_R = 72$ | | | $T_R = 101$ | | |
|-------|--------|---------|------------|-------|---------|------------|-------|---------|------------|-------|---------|-------------|-------|---------|
| | | | a_g | F_0 | T_C^* | a_g | F_0 | T_C^* | a_g | F_0 | T_C^* | a_g | F_0 | T_C^* |
| 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 |

Tabella 4.1- 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.

Pericolosità sismica di sito

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:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} 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.

Stabilità fondazioni

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

$$K_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$K_v = \pm 0.5 \cdot K_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità

. tabella 5.1.

Categoria di sottosuolo

| I valori di β_s sono riportati nella | 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 |

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.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

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:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0$$

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.

data: 19.03.2017

| | |
|------------------------------|------------|
| 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] |



ORTOFOTO INTERVENTO DI CAULONIA M.

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 38,3408900 [°]
 Longitudine (WGS84): 16,4669400 [°]
 Latitudine (ED50): 38,3419200 [°]
 Longitudine (ED50): 16,4677300 [°]

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

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento 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 | 0,045 | 2,380 | 0,282 |
| SLD | 50 | 0,058 | 2,395 | 0,309 |
| | 72 | 0,070 | 2,389 | 0,325 |
| | 101 | 0,081 | 2,410 | 0,340 |
| | 140 | 0,095 | 2,414 | 0,352 |
| | 201 | 0,111 | 2,434 | 0,362 |
| SLV | 475 | 0,158 | 2,461 | 0,384 |
| SLC | 975 | 0,210 | 2,441 | 0,427 |
| | 2475 | 0,289 | 2,496 | 0,442 |

Punto 2

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0,041 | 2,409 | 0,280 |
| SLD | 50 | 0,054 | 2,385 | 0,312 |
| | 72 | 0,063 | 2,425 | 0,326 |
| | 101 | 0,074 | 2,428 | 0,343 |
| | 140 | 0,084 | 2,462 | 0,357 |
| | 201 | 0,097 | 2,490 | 0,370 |
| SLV | 475 | 0,135 | 2,502 | 0,419 |
| SLC | 975 | 0,176 | 2,514 | 0,442 |
| | 2475 | 0,239 | 2,563 | 0,456 |

Punto 3

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| SLO | 30 | 0,040 | 2,422 | 0,279 |
| SLD | 50 | 0,051 | 2,380 | 0,314 |
| | 72 | 0,060 | 2,445 | 0,326 |

| | | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|
| | 101 | 0,070 | 2,435 | 0,345 |
| | 140 | 0,079 | 2,485 | 0,360 |
| | 201 | 0,092 | 2,501 | 0,373 |
| SLV | 475 | 0,126 | 2,527 | 0,423 |
| SLC | 975 | 0,163 | 2,548 | 0,446 |
| | 2475 | 0,219 | 2,602 | 0,463 |

Punto 4

| Stato limite | Tr [anni] | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] |
|--------------|-----------|--------|--------|---------|
| SLO | 30 | 0,043 | 2,399 | 0,281 |
| SLD | 50 | 0,056 | 2,389 | 0,310 |
| | 72 | 0,066 | 2,403 | 0,325 |
| | 101 | 0,077 | 2,417 | 0,341 |
| | 140 | 0,089 | 2,435 | 0,354 |
| | 201 | 0,103 | 2,468 | 0,365 |
| SLV | 475 | 0,146 | 2,465 | 0,413 |
| SLC | 975 | 0,192 | 2,471 | 0,434 |
| | 2475 | 0,263 | 2,521 | 0,449 |

Punto d'indagine

| Stato limite | Tr[anni] | ag[g] | F0[-] | Tc*[s] |
|--------------|----------|-------|-------|--------|
| SLO | 30 | 0,042 | 2,405 | 0,281 |
| SLD | 50 | 0,054 | 2,386 | 0,312 |
| SLV | 475 | 0,139 | 2,495 | 0,414 |
| SLC | 975 | 0,181 | 2,502 | 0,439 |

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITOCoefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

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

1,000

Categoria sottosuolo (MASW fino a 30 ml $V_{s,30} = 339$ m/sec):

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 c_{u30} compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

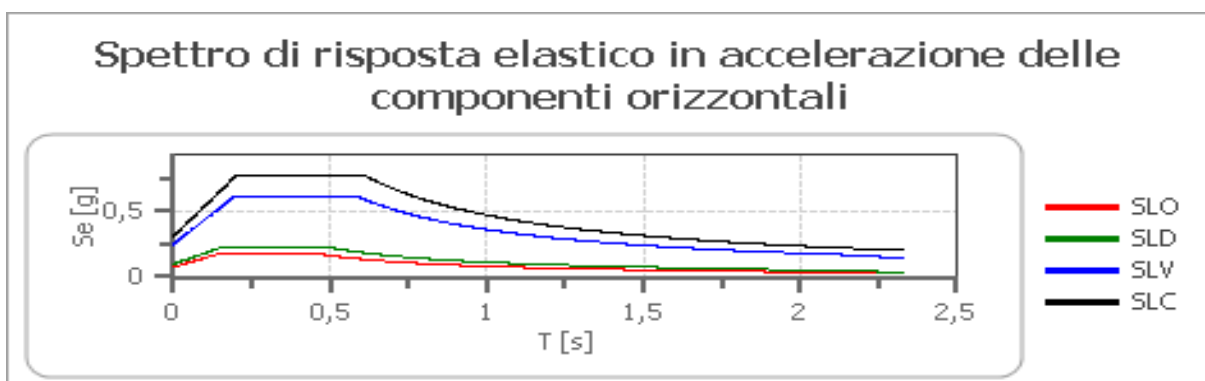
D: Depositi di terreni a grana scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < a 15 terreni a grana grossa c_{u30} < a 70 kPa nei terreni a grana fina).

Lo Strutturista puo' fare i calcoli e le verifiche utilizzando la categoria di sottosuolo C o D comunque per Fondazioni su pali è riferita alla quota della testa dei Pali che coincide con la quota d'imposta della Trave di collegamento della testa dei Pali.

Categoria topografica:

T1: Pendii con inclinazione media inferiore di 15°**Coefficienti sismici stabilità delle fondazioni**

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0,015 | 0,020 | 0,060 | 0,075 |
| kv | 0,008 | 0,010 | 0,030 | 0,037 |
| amax [m/s ²] | 0,738 | 0,957 | 2,433 | 3,052 |
| Beta | 0,200 | 0,200 | 0,240 | 0,240 |

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

| | cu | ag [g] | F0 [-] | Tc* [s] | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | S [-] | η [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|-----|-----|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| SLO | 1,0 | 0,042 | 2,405 | 0,281 | 1,500 | 1,600 | 1,200 | 1,800 | 1,000 | 0,150 | 0,449 | 1,767 | 0,075 | 0,181 |
| SLD | 1,0 | 0,054 | 2,386 | 0,312 | 1,500 | 1,540 | 1,200 | 1,800 | 1,000 | 0,160 | 0,480 | 1,817 | 0,098 | 0,233 |
| SLV | 1,0 | 0,139 | 2,495 | 0,414 | 1,490 | 1,410 | 1,200 | 1,788 | 1,000 | 0,194 | 0,583 | 2,155 | 0,248 | 0,619 |
| SLC | 1,0 | 0,181 | 2,502 | 0,439 | 1,430 | 1,380 | 1,200 | 1,716 | 1,000 | 0,202 | 0,606 | 2,325 | 0,311 | 0,779 |

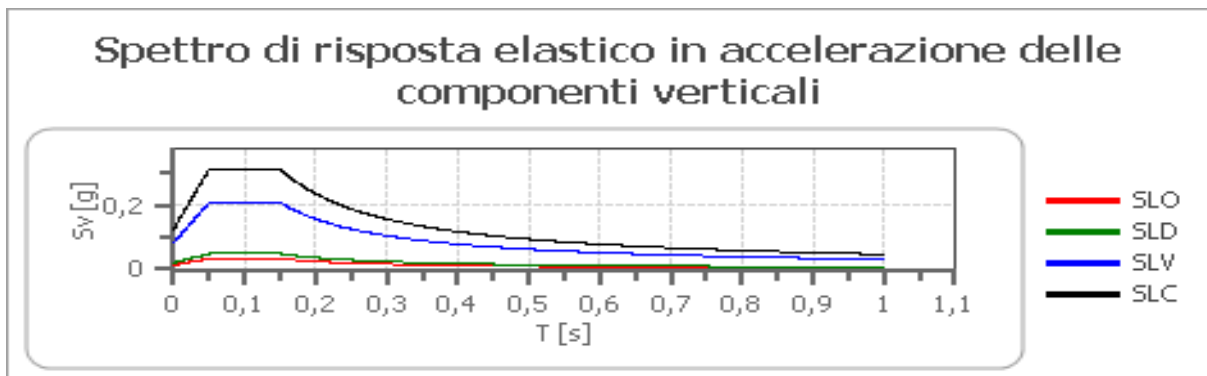
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

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 [-] | η [-] | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|-----|-----|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| SLO | 1,0 | 0,042 | 2,405 | 0,281 | 1 | 1,600 | 1,200 | 1,200 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,014 | 0,033 |
| SLD | 1,0 | 0,054 | 2,386 | 0,312 | 1 | 1,540 | 1,200 | 1,200 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,020 | 0,049 |
| SLV | 1,0 | 0,139 | 2,495 | 0,414 | 1 | 1,410 | 1,200 | 1,200 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,084 | 0,209 |
| SLC | 1,0 | 0,181 | 2,502 | 0,439 | 1 | 1,380 | 1,200 | 1,200 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,125 | 0,313 |

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q:

1,50

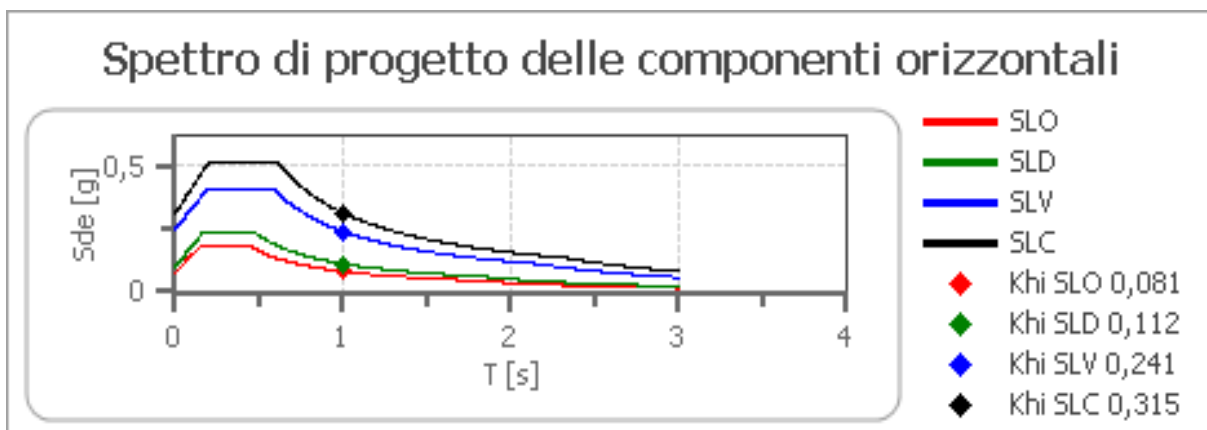
Fattore di struttura spettro verticale q:

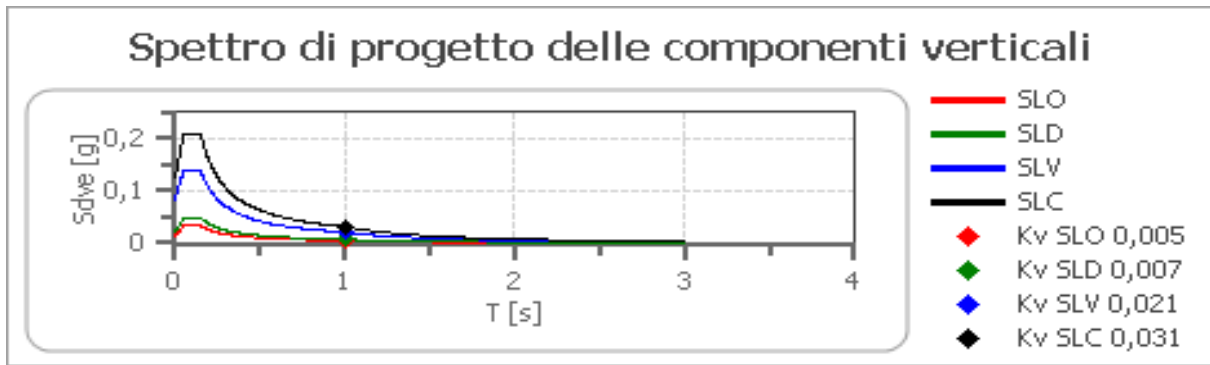
1,50

Periodo fondamentale T:

1,00 [s]

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| khi = Sde(T) Orizzontale [g] | 0,081 | 0,112 | 0,241 | 0,315 |
| kv = Sdve(T) Verticale [g] | 0,005 | 0,007 | 0,021 | 0,031 |





| | 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 | 0,042 | 2,405 | 0,281 | 1,500 | 1,600 | 1,200 | 1,800 | 1,000 | 0,150 | 0,449 | 1,767 | 0,075 | 0,181 |
| SLO verticale | 1,0 | 0,042 | 2,405 | 0,281 | 1,500 | 1,600 | 1,200 | 1,200 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,014 | 0,033 |
| SLD orizzontale | 1,0 | 0,054 | 2,386 | 0,312 | 1,500 | 1,540 | 1,200 | 1,800 | 1,000 | 0,160 | 0,480 | 1,817 | 0,098 | 0,233 |
| SLD verticale | 1,0 | 0,054 | 2,386 | 0,312 | 1,500 | 1,540 | 1,200 | 1,200 | 1,000 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,020 | 0,049 |
| SLV orizzontale | 1,0 | 0,139 | 2,495 | 0,414 | 1,490 | 1,410 | 1,200 | 1,788 | 1,500 | 0,194 | 0,583 | 2,155 | 0,248 | 0,413 |
| SLV verticale | 1,0 | 0,139 | 2,495 | 0,414 | 1,490 | 1,410 | 1,200 | 1,200 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,084 | 0,139 |
| SLC orizzontale | 1,0 | 0,181 | 2,502 | 0,439 | 1,430 | 1,380 | 1,200 | 1,716 | 1,500 | 0,202 | 0,606 | 2,325 | 0,311 | 0,519 |
| SLC verticale | 1,0 | 0,181 | 2,502 | 0,439 | 1,430 | 1,380 | 1,200 | 1,200 | 1,500 | 0,050 | 0,150 | 1,000 | 0,125 | 0,209 |

Elaborazione con software autorizzato

APPENDICE

Rischio Liquefazione.

Il sito non è soggetto a Liquefacibilita' dei sedimenti a granulometria assortita in quanto il D50 è maggiore di 2 mm. E FS > 1

Comunque, utilizzando le stime dei Valori dei parametri geotecnici della prova SPT 1 dinamica continua del 13.03.2017 si ottengono i risultati di cui ai due allegati con il metodo SEED-RISS e STOKOE ANDRUS utilizzando Magnitudo 6 e 6,8 comunque maggiori delle Magnitudo 5,9 e 5,3 cha hanno caratterizzato i Sismi del 1907 (San Luca) e 1978 (Brancaleone), verificatosi nella area jonica reggina dal 217 a.c. ad oggi.

SEED-RISS : FS = 1,11; 3,25 ; 3,96

STOKOE ANDRUS FS = 3,37; 20,52; 20,50

Palizzi 19.04.2017

geologo pasquale iacopino