

COMUNE DI SANTA MARIA A VICO

Provincia di Caserta

OGGETTO: **ADEGUAMENTO SISMICO PLESSO LEOPARDI**

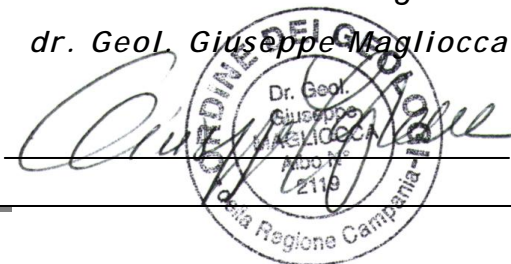
COMMITTENTI: **Amministrazione Comunale di Santa Maria a Vico (CE)**

MODELLAZIONE SISMICA



Data: Ottobre 2018

Il consulente Geologo
dr. Geol. Giuseppe Magliocca



Servizi per la Geologia
l'Ingegneria e l'Ambiente



GIUSEPPE MAGLIOCCA
Geologo

Via Scampia, 2- 81027
San Felice a Cancelli (CE)
☎ 0823.80.10.43/340.2671556

✉ gmagliocca@alice.it

p.e.c.: giuseppe.magliocca@epap.sicurezzapostale.it

PREMESSA

La presente Relazione descrive le attività di modellazione sismica studio inerenti i lavori di ADEGUAMENTO SISMICO DEL PLESSO SCOLASTICO "G. LEOPARDI" sito in p.zza Roma nel territorio del comune di Santa Maria a Vico (CE). Tale studio è stato redatto dal sottoscritto dr. Geol. Giuseppe Magliocca, iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Campania con n° di riferimento 2119 sez. A, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Santa Maria Vico con Determina Dirigenziale registro generale n. 734 del 27/09/2018 del Responsabile del settore LL. PP. - AMBIENTE - MANUTENZIONE - ASSETTO DEL TERRITORIO - PROTEZIONE CIVILE - CIG Z9E251005D.

Per la stesura di tale studio ci si è avvalsi delle seguenti risultanze:

- rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico di superficie integrato dalla consultazione della cartografia geologica ufficiale in scala 1:50.000 Foglio n°431 SO "Caserta Est" ed in scala 1:100.000 Foglio 172 "Caserta";
- ricerca dati bibliografici e consultazione di studi precedentemente condotti a vario titolo nell'area in esame sia dall'Amministrazione comunale che da privati;
- esecuzione di una campagna di indagini geognostica-geotecnica e geofisica consistente nell'esecuzione di:
 - N. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto alla profondità massima dal p.c. di 32 ml;
 - N. 2 analisi di laboratorio geotecnico su campioni indisturbati di terre prelevati nel corso del sondaggio (S1C1 e S1C2);
 - N. 3 prove di compressione ELL su altrettanti provini di tufo litoide;
 - N. 3 prove geotecniche in situ del tipo D.P.S.H. condotte sino al rifiuto strumentale;
 - N. 1 prova sismica in foro di sondaggio del tipo Down Hole;
 - Rilievo ed ispezione della cavità ipogea di origine antropica presente nell'area del cortile interno del plesso.

La tavola “Ubicazione indagini eseguite” in appendice in scala 1:500 riporta l’ubicazione del piano d’indagine sopra descritto. Le prove geotecniche di laboratorio, in ottemperanza del punto 6.2.2 del D.M. 14/01/2008, sono state realizzate dalla ditta SOIL TEST s.r.l. con sede in Caserta (CE) munita di regolare autorizzazione per prove su terre n. 5608 del 04/07/2013.

Lo studio è stato esteso ad una zona significativa in funzione del tipo di opera e del contesto geologico e morfologico del sito.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente Relazione è redatta in conformità ai dettami delle seguenti norme:

- Legge n. 64/1974 “Provvedimenti per le costruzioni con particolare prescrizioni per le zone sismiche”
- L.R. n.9/1983 e ss.mm.ii. “Norme per l’esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico”
- D.P.R. n. 380/2001 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia”
- L.R. n. 16/2004 “Norme sul governo del territorio”;
- D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le costruzioni” e Circolare C.S.LL.PP. esplicativa;
- Consiglio Sup. LL.PP. “Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale” – All. al voto 36 del 27/07/2007;
- Eurocodice 8 (1998) “Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture” Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici (stesura finale 2003);
- Eurocodice 7.1 (1997) “Progettazione geotecnica” Parte I: Regole generali UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) “Progettazione geotecnica” Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio. UNI;
- Eurocodice 7.3 (2002) “Progettazione geotecnica” Parte II: Progettazione assistita con prove di sito. UNI;

- D.L. n. 180/1998 conv. in L. n. 267/1998 “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania”;
- P.S.A.I. – Autorità di Bacino Campania Centrale adottato con Delibera di Comitato Istituzionale n. 1 in data 23/02/2015;
- L.R. n. 19 del 29/12/2009 “Misure urgenti per il rilancio economico, per la riqualificazione del patrimonio esistente, per la prevenzione del rischio sismico e per la semplificazione amministrativa”

SISMICITA' DELL'AREA E RISPOSTA SISMICA DI SITO

Dal punto di vista sismico il comune di Santa Maria a Vico (CE) è stato classificato ai sensi della L. 219/81 ss.mm.ii. con D.M. 07/03/1981 in seconda categoria con un coefficiente di intensità sismico pari a 0.07g; ai sensi della Delibera di G.R. n° 5447/2002 il comune di S. Maria a Vico non ha subito variazioni di categoria, ma con l'OPCM 3274/2003 alle varie zone è stato attribuito un differente livello energetico corrispondente ad un valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico A_g pari a 0,25g (dove g è l'accelerazione di gravità che per il sito in esame può essere assunta pari a 9.81 m/sec²). Nelle zone classificate sismiche le costruzioni dovranno essere progettate e realizzate nel rispetto della normativa tecnica contenuta D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC 2018). Quest'ultima dispone che la stima della pericolosità sismica venga definita mediante un approccio “sito-dipendente” e non più tramite un criterio “zona-dipendente”. L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limiti presi in considerazione viene definita a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione.

Ai fini della valutazione dell'amplificazione stratigrafica, le disposizioni contenute nel D.M. 17/01/2018 prescrivono la valutazione dell'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare

riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S .

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$(1) \quad V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

h_i spessore dell'i-esimo strato;
 $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
 N numero di strati;
 H profondità del substrato

Amplificazione stratigrafica

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto, si è fatto riferimento all'approccio semplificato basato sulla individuazione di categorie di sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/2018 par. 3.2.2. poiché le condizioni stratigrafiche e le proprietà geotecniche dei terreni sono riconducibili ai profili declinati nella tab. 3.2.II delle NTC e la schematizzazione del sottosuolo è approssimabile al caso monodimensionale.

A tal fine si è ricavato il valore di V_{Seq} a partire da n.1 indagini di sismica in foro Down Hole eseguita nel foro di sondaggio opportunamente predisposto (cfr. elaborato "Campagna di indagini geognostiche" Soil Test). Tale indagine ha evidenziato l'esistenza di diversi sismostrati che ben si accordano con la successione litostratigrafica rilevata (tab.1).

PROFONDITA' z(m)	SPESSORE h(m)	V_s (m/s)
Da 0 a - 2	2	140
da - 2 a - 4	2	254,5
da - 4 a - 20	16	432
da - 20 a - 32	12	476

Tab. 1: Sismostrati individuati da prova DH

Dal momento che nel sito in esame i terreni entro i primi 30 metri di profondità risultano deformabili e pertanto non si rileva la presenza del substrato rigido con $V_s > 800$ m/sec, si è ricavato il valore di V_{seq} considerando $H = 30$ mt a partire dalla (1) ed ottenendo un valore pari a **427 m/sec a partire da - 4 metri dal p.c.** (presunto piano di imposta delle fondazioni); da questa misurazione deriva l'attribuzione di una categoria di suolo di tipo B congruente con la descrizione stratigrafica secondo la tabella 3.2.II delle N.T.C. 2018. Tale attribuzione è conforme a quanto già indicato nella Carta della Microzonazione Sismica del territorio comunale a corredo del PUC di Santa Maria a Vico (cfr. tav. 5 in appendice)

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Amplificazione topografica

La valutazione degli effetti di amplificazione in riferimento alle condizioni morfologiche del sito di costruzione è stata effettuata utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica ST secondo Eurocodice 8. Per il sito in esame si assuma $ST = 1,0$ (Categoria topografica T1 Superficie pianeggiante).

Suscettibilità alla liquefazione

Per liquefazione dei terreni s'intende il fenomeno di perdita di resistenza a taglio in materiali sabbiosi saturi sottoposti a sollecitazioni cicliche in condizioni non drenate.

Dal momento che i terreni di fondazione del manufatto scolastico sono rappresentati dalla roccia tenera tufacea (Unità geotecnica 3) si escludono fenomeni di liquefazione al di sotto del piano fondale.

I terreni sovrastanti (Coefficiente $U_c = 8.33 > 3.5$) la formazione tufacea litoide manifestano un potenziale di liquefazione (cfr. Fig. 6) in quanto saturi e interessati dalla presenza di una falda superficiale compresa tra -2.50 e -4 metri di profondità.

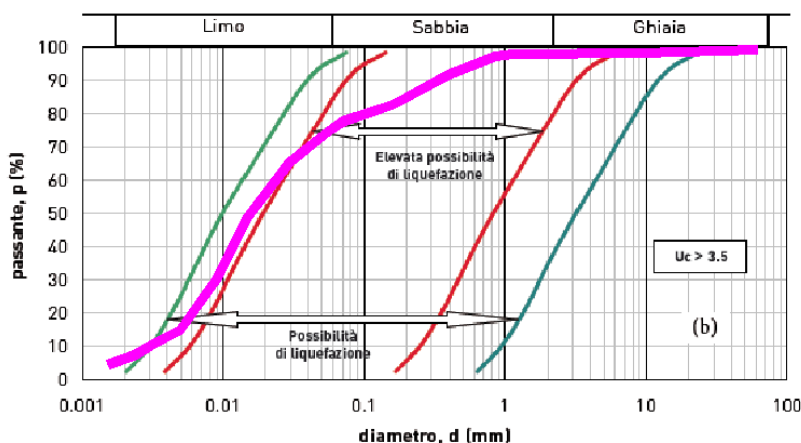


Fig.6: Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria estesa con indicazione della curva granulometrica S1C1 ($U_c = 8.3 > 3.5$)

E' stata pertanto eseguita una verifica alla liquefazione a varie profondità (-2.0/-3.00/-3.50/-4.00) con metodologie semplificate Tokimatsu e Yoshimi tenendo conto della resistenza del deposito alla liquefazione valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione $FS = CCR / CSR$ dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma. Le accelerazioni sismiche massime attese sono state determinate considerando lo stato limite SLV, mentre la magnitudo è stata ricavata dai grafici di disaggregazione della mappa di pericolosità sismica dell'INGV.

Input dati:	valori	udm
Profondità di calcolo	2,5-3.0-3.5-4.0	m
Profondità della falda dal p. c.	2,5	m
Peso di volume del terreno	14.6	kN/m ³
Numero di colpi SPT	3	-
Frazione argillosa	7	%
Accelerazione sismica massima	0.23	g
Magnitudo	5.8	-

Fattore imposto dalla normativa	1.2	-
Tipo di deposito:	Sabbie limose	
Consistenza del deposito:	sciolto	
Output dati Profondità di calcolo 2.50 m:		
Pressione totale del terreno	36.50	kPa
Pressione efficace del terreno	36.50	kPa
Fattore correttivo per la frazione argillosa	5.00	-
Numero di colpi standard corretto	4.7566	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1291	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.0863	
Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR / CSR)	1.4949	
DEPOSITO NON LIQUEFACIBILE		
Output dati Profondità di calcolo 3.0 m:		
Pressione totale del terreno	44.67	kPa
Pressione efficace del terreno	44.17	kPa
Fattore correttivo per la frazione argillosa	5.00	-
Numero di colpi standard corretto	4.4332	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1267	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.0866	
Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR / CSR)	1.4629	
DEPOSITO NON LIQUEFACIBILE		
Output dati Profondità di calcolo 3.5 m:		
Pressione totale del terreno	52.115	kPa
Pressione efficace del terreno	51.115	kPa
Fattore correttivo per la frazione argillosa	5.00	-
Numero di colpi standard corretto	4.1762	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1249	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.0867	
Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR / CSR)	1.4412	
DEPOSITO NON LIQUEFACIBILE		
Output dati Profondità di calcolo 4.0 m:		
Pressione totale del terreno	59.56	kPa
Pressione efficace del terreno	58.06	kPa
Fattore correttivo per la frazione argillosa	5.00	-
Numero di colpi standard corretto	3.9473	
Resistenza alla liquefazione (CRR)	0.1232	
Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	0.0865	
Coefficiente di sicurezza (Fs = CRR / CSR)	1.4247	
DEPOSITO NON LIQUEFACIBILE		

Parametri sismici

Sito in esame

Latitudine (ED50): 41,027402
Longitudine (ED50): 14,466099
Classe: 3
Vita nominale: 50

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

• Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 45 [anni]
ag: 0,060 g
Fo: 2,355
Tc*: 0,308 [s]

• Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 75 [anni]
ag: 0,077 g
Fo: 2,369
Tc*: 0,331 [s]

• Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 712 [anni]
ag: 0,188 g
Fo: 2,443
Tc*: 0,380 [s]

• Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 1462 [anni]
ag: 0,237 g
Fo: 2,476
Tc*: 0,400 [s]

Coefficienti Sismici fondazioni superficiali

• SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,390
St: 1,000
Kh: 0,014
Kv: 0,007
Amax: 0,709
Beta: 0,200

• SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,370
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,903
Beta: 0,200

• SLV:

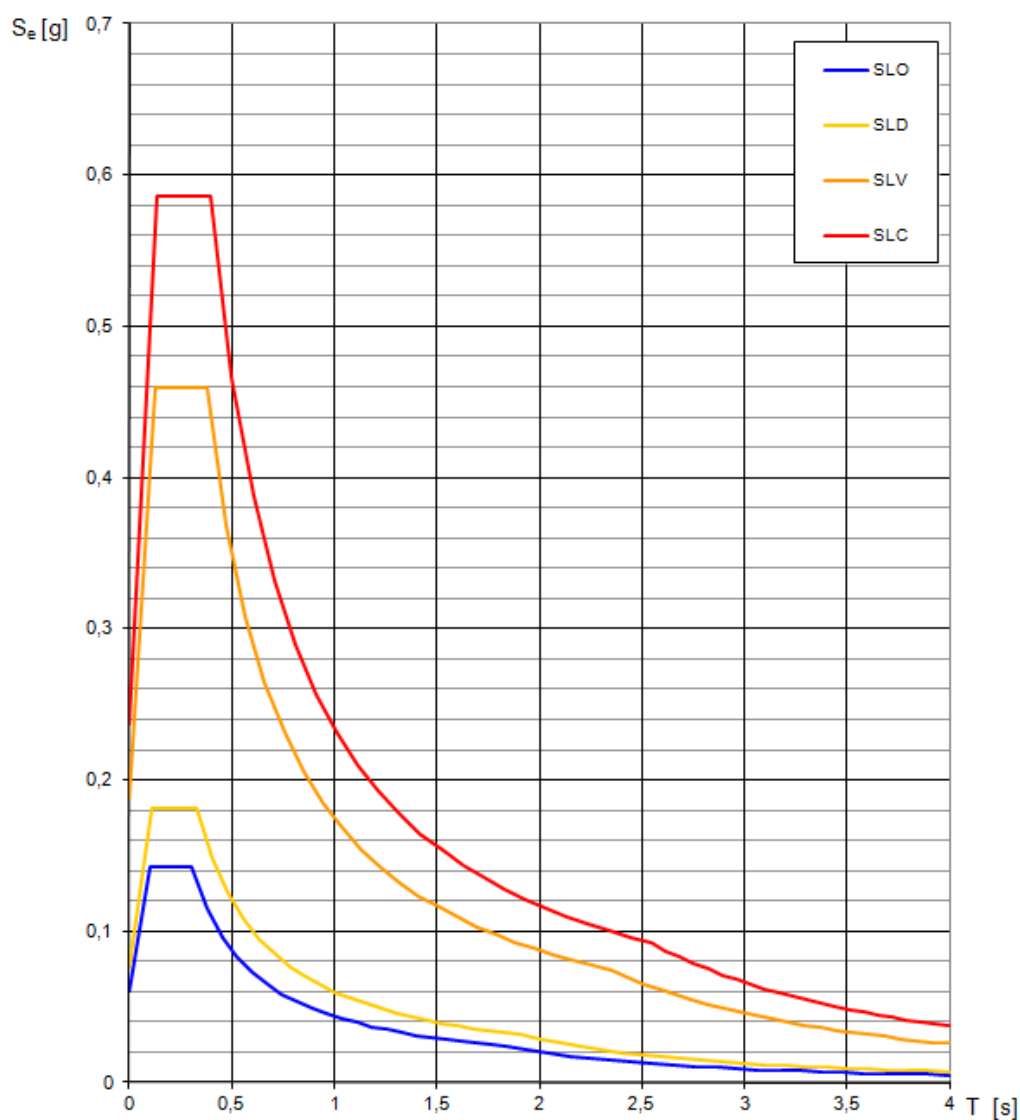
Ss: 1,200
Cc: 1,340
St: 1,000
Kh: 0,055
Kv: 0,027
Amax: 2,235
Beta: 0,240

• SLC:

Ss: 1,160
Cc: 1,330
St: 1,000
Kh: 0,077
Kv: 0,039
Amax: 2,712
Beta: 0,280

Determinazione spettri di risposta elastici in accelerazione^a

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Luogo e data

San Felice a Cancellò
22/10/2018

Firma

Giuseppe Maffioli
Dr. Geol.
Giuseppe Maffioli
Mbo. N°
2119
della Regione Campania-I

^a Gli spettri sono stati determinati con il foglio di calcolo Spettri-NTC ver.1.0.3 C.S.LL.PP.