



COMUNE DI PALAGANO
SETTORE LAVORI PUBBLICI
Via 23 Dicembre, 74 – 41046 Palagano (MO)

MIGLIORAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO

PROGETTO ESECUTIVO



Elaborato:	S2.i
------------	-------------

RELAZIONE GEOTECNICA (Agg.to)

Palagano, lì 31.12.2021

Agg.to: 10.01.2022

Il progettista

GIUSTI ing. Giovanni

Visto il R.U.P.

CAPPELLETTI geom. Cesare

RELAZIONE GEOTECNICA-SISMICA E SULLE FONDAZIONI:

Ad evasione dell'incarico ricevuto dal Comune di Palagano, si provvede, all'elaborazione della perizia geotecnica per l'intervento di "Miglioramento sismico del municipio di Palagano; L'edificio è ubicato in Via 23 Dicembre, 74 a Palagano (MO).

La zona in esame è localizzata nel foglio catastale 5 del Comune di Palagano, foglio 37 mappale 246

Scopo della valutazione è, in specifico, la determinazione delle caratteristiche geotecniche del suolo di fondazione, sulla scorta della perizia geologica e relativo aggiornamento a cura del geologo dott. Gianluca Vaccari, suffragata da sondaggi geognostici, allegata, per valutare il comportamento del complesso terreno/fondazioni con le sollecitazioni di progetto.

La quota dell'area interessata è di 690 m circa s.l.m.

Il terreno di fondazione è argilloso e appartiene alla categoria **C**: **“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,eq}$ ”**.

Il terreno di fondazione presenta i seguenti parametri geotecnici e sismici:

Categoria sismica: “C” ($V_{s,eq} = 266$ m/s)

Topografia: T1

Coordinate geografiche: Lat 44.320 – Long 10.647

Falda: rilevata al termine delle prove penetrometriche alla profondità di 2.7 m da piano campagna.

Le indagini consentono di ricostruire, per i vari strati, le caratteristiche litologiche ed i parametri geotecnici caratteristici:

Livello A

Strato che dal piano campagna, annettendo la coltre di riporto di spessore circa 1 m ed il sottostante terreno vegetale, si approfondisce sino a 2-3 m in argille ad elevata componente organica e torbosa, con valori di:

$$\gamma = 1.7 \text{ t/m}^3 = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.9 \text{ t/m}^3 = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0.2 \text{ kg/cm}^2 = 20 \text{ kPa}$$

$$c' = 0.0 \text{ kg/cm}^2 = 0$$

$$\phi' = 20^\circ$$

$$M_o = 19 \text{ kg/cm}^2 = 1900 \text{ kPa}$$

Livello B

Da 2-3 m sino a 6.2 m vi sono Argille limose normal consolidate, con valori di:

$$\gamma = 1.80 \text{ t/m}^3 = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.9 \text{ t/m}^3 = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0.35 \text{ kg/cm}^2 = 35 \text{ kPa}$$

$$c' = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 20^\circ$$

$$M_o = 38 \text{ kg/cm}^2 = 3800 \text{ kPa}$$

Livello C

Da 6.2 m sino a 7.8 m vi sono argille sabbiose normal consolidate, con valori di:

$$\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3 = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2.0 \text{ t/m}^3 = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0.4 \text{ kg/cm}^2 = 40 \text{ kPa}$$

$$c' = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 21^\circ$$

$$M_o = 48 \text{ kg/cm}^2 = 4800 \text{ kPa}$$

Livello D

Da 7.8 m sino a 9.2 m vi sono argille sabbiose sovraconsolidate, con valori di:

$$\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3 = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2.0 \text{ t/m}^3 = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 1.37 \text{ kg/cm}^2 = 137 \text{ kPa}$$

$$c' = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 23^\circ$$

$$M_o = 113 \text{ kg/cm}^2 = 11300 \text{ kPa}$$

Livello E

Da 9.2 m sino a 10.6 m vi sono substrato alterato in matrice sabbiosa, con valori di:

$$\gamma = 2.1 \text{ t/m}^3 = 21 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 2.3 \text{ t/m}^3 = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$C_u = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kPa}$$

$$c' = 0 \text{ kg/cm}^2 = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 36^\circ$$

$$M_o = 66 \text{ kg/cm}^2 = 6600 \text{ kPa}$$

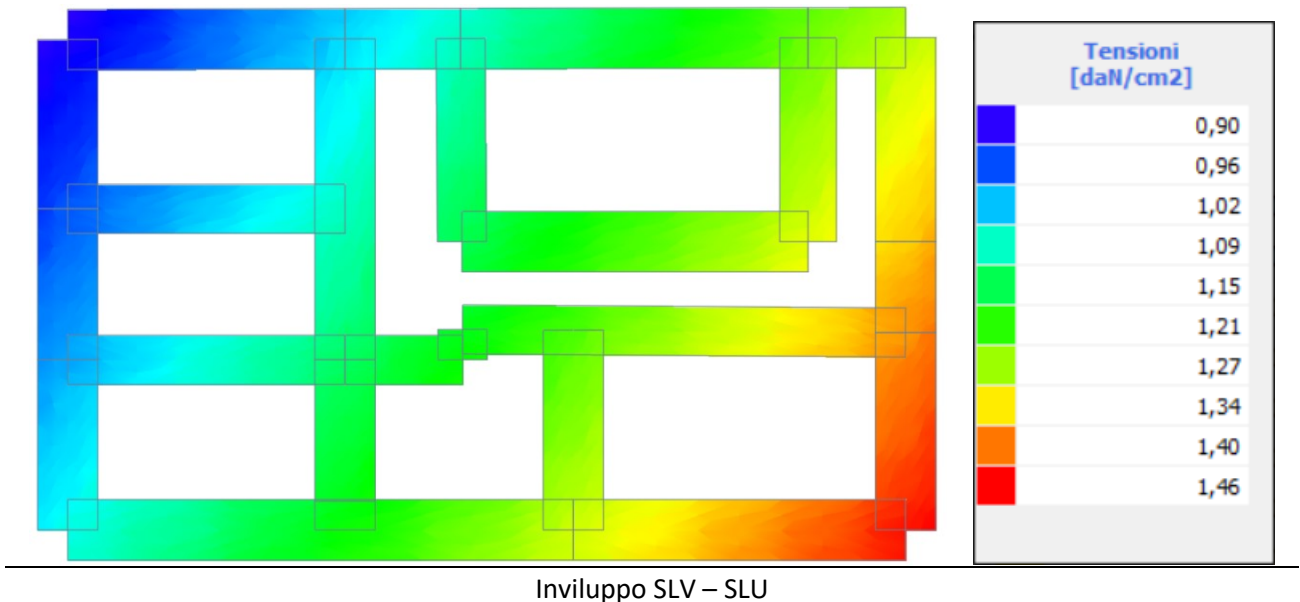
dove:

γ = peso di volume; γ_{sat} = peso di volume saturo; C_u = coesione non drenata; c' = coesione efficace;

ϕ' = angolo di attrito; M_o = modulo edometrico;

Di seguito è riportata la verifica della fondazione in progetto che prevede l'ampliamento della trave di fondazione esistente, la quale passerà dall'attuale larghezza di 1m a 1,6m per le travi di fondazioni principali. Visti i carichi rilevanti agenti sulle fondazioni esistenti, è stato deciso di migliorare le strutture fondazionali con la realizzazione di una platea alla profondità di posa di circa 1,6 m dal piano campagna esistente, corrispondente con il pedonale esterno.

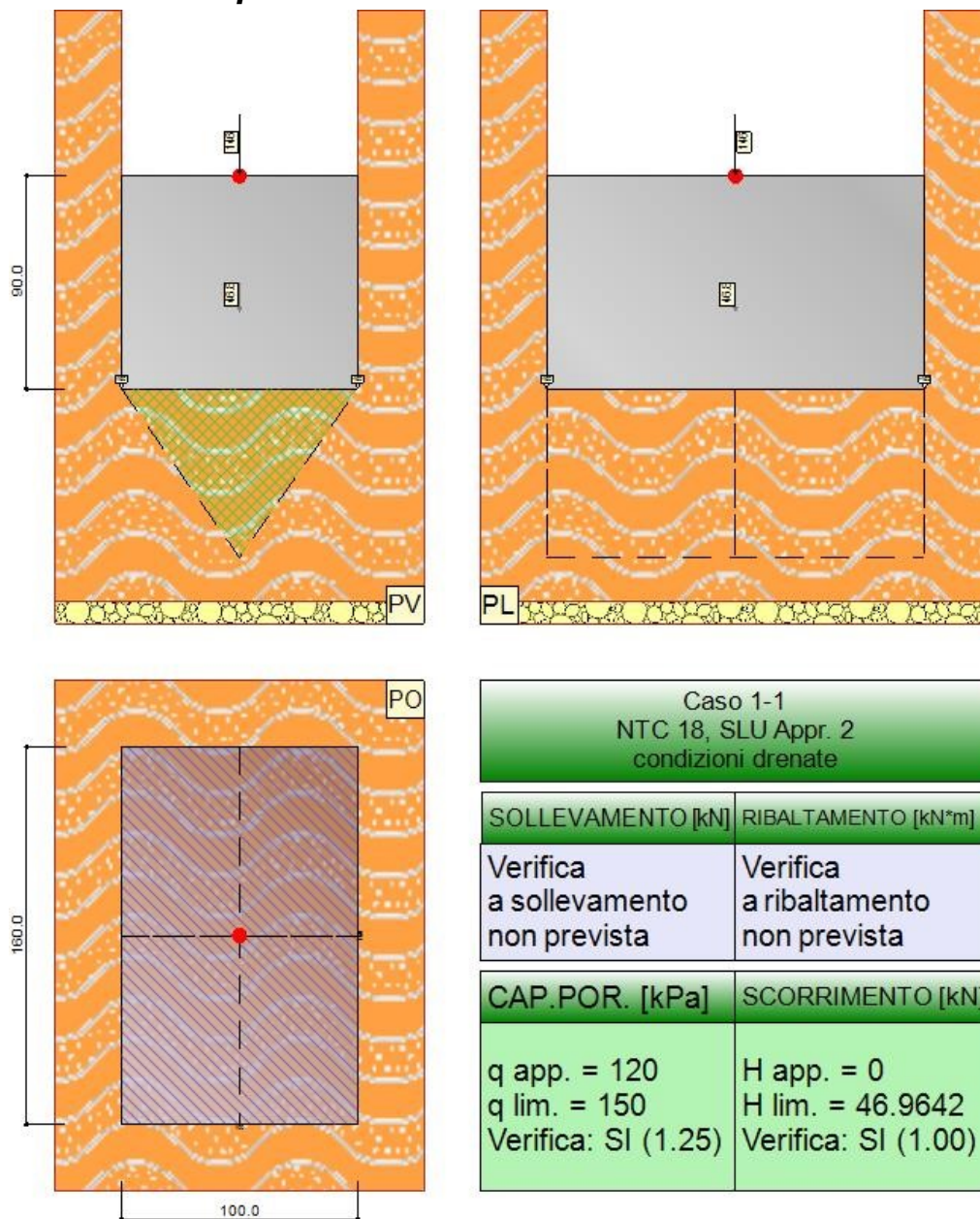
Nella figura di seguito è riportato il diagramma delle pressioni agenti sul terreno di fondazione allo stato limite SLV-SLU.



La pressione massima agente, nello stato di progetto, è pari a circa 146 kPa. Di seguito è riportata la verifica della fondazione con tale carico di progetto e profondità pari a 1,6 m dal piano di campagna (pedonale).

La pressione resistente del terreno di fondazione è stata determinata, sulla scorta dei dati geotecnici, con l'utilizzo del programma geotecnico Dolmen IS Progeo -Iperfond, risulta di 150 kPa che è superiore alla massima tensione agente (146 kPa) e, pertanto, la verifica geotecnica è soddisfatta.

Valutazione della stabilità, capacità portante e resistenza a scorrimento di una fondazione superficiale.



Rappresentazione della fondazione.

Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.

Segue il riassunto dei Casi di calcolo analizzati. I dettagli di ciascun Caso (sollecitazioni, verifiche, ecc.) sono specificati nei paragrafi successivi.

Indici e nomi dei casi di carico			Elenco delle verifiche eseguite per ciascun caso				Sisma
Caso	Nome	Sestetti	Ver. dren.	Ver. non dren.	Ver. equ.	Ver. upl.	Coef. sism.
1	NTC 18, SLU Appr. 2	1-1	Si	No	No	No	Non sismico
1-1 Carico max							

La seguente tabella elenca i coefficienti di sicurezza parziali, applicati alle caratteristiche meccaniche del terreno, alla capacità portante, alla resistenza a scorrimento e del terreno, per ciascun Caso di calcolo.

Caso	$\gamma_{G1,fav}$	$\gamma_{G1,sfa}$	$\gamma_{G2,fav}$	$\gamma_{G2,sfa}$	$\gamma_{Qi,fav}$	$\gamma_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50

Caso	γ_γ	γ_ϕ	$\gamma_{c'}$	$\gamma_{R;v}$	$\gamma_{R;h}$	$\gamma_{R;e}$	$\gamma_{R;equ}$	$\gamma_{R;upl}$
1	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00

Segue la tabella riassuntiva di tutte le verifiche di **capacità portante**, i dettagli sono riportati nei paragrafi successivi.

Caso	Cond. drenate			Cond. non drenate		
	E_d [kN]	R_d [kN]	Verifica	E_d [kN]	R_d [kN]	Verifica
1-1	192.8	240.582	SI ($240.582/192.8 = 1.25 \geq 1.0$)	Verifica non richiesta.		

Segue la tabella riassuntiva di tutte le verifiche di **resistenza a scorrimento**, i dettagli sono riportati nei paragrafi successivi.

Caso	Cond. drenate			Cond. non drenate		
	E_d [kN]	R_d [kN]	Verifica	E_d [kN]	R_d [kN]	Verifica
1-1	0	46.964	SI ($46.964/0 = 1.00 \geq 1.0$)	Verifica non richiesta.		

Descrizione del metodo di calcolo.

Il calcolo della capacità portante viene eseguito secondo la formula trinomia, considerando separatamente i contributi dovuti alla coesione, al sovraccarico laterale ed al peso del terreno.

Per le verifiche in condizioni drenate, si utilizzano i coefficienti di capacità portante N_q (Prandtl, 1921), N_c (Reissner, 1924), N_γ (Vesic, 1973), i coefficienti correttivi dovuti alla forma della fondazione (s , Meyerhof, 1951 e 1963), all'approfondimento (d , Brinch Hansen, 1970), all'inclinazione del carico (i , Vesic, 1973), all'inclinazione del piano di posa (b , Vesic, 1973), all'inclinazione del piano campagna (g , Vesic, 1973).

Nel caso di terreno eterogeneo (litologie differenti, presenza di falda), i parametri meccanici utilizzati nel calcolo sono ottenuti come media ponderata dei valori rinvenuti all'interno del cuneo di rottura.

La resistenza a scorrimento, viene ottenuta sommando i contributi del carico normale al piano di posa moltiplicato per il coefficiente d'attrito, e dell'area del piano di posa (eventualmente ridotta per carico verticale eccentrico) per l'adesione fondazione-terreno. In condizioni drenate, l'attrito fondazione terreno è assunto pari all'angolo di resistenza al taglio del terreno moltiplicato per il coefficiente 0.75, l'adesione fondazione terreno è trascurata (assunta pari a 0). Si considera il contributo della pressione del terreno a lato della fondazione. La resistenza laterale del terreno è assunta pari alla resistenza passiva disponibile moltiplicata per 0.50.

Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 100 [cm], lato Y di 160 [cm], e centro alla quota $z = -160$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 2 strati							
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [kN/m ³]	γ_t [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]
1	Sabbia	0	-250	17	19	0	20
2	Ghiaia	-250	-620	18	19	0	20

La stratigrafia contiene una falda			
n.	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_w [kN/m ³]
1	-700	-1000	9.8

Verifiche in condizioni drenate.

Sollecitazioni al piano di posa.

Si riportano di seguito le componenti della sollecitazione applicata e la distanza del punto di applicazione dal centro del piano di posa della fondazione.

Rispetto al sistema di rif. globale:								
Caso	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	0	0	-192.8	0	0	0	0	90
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [kN]	Hy [kN]	Vz [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	0	0	-192.8	0	0	-	-	-

Le sollecitazioni applicate non provocano eccentricità, perciò la fondazione non viene ridotta per le verifiche, ma si adotta un'impronta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, del peso di volume alleggerito, della coesione efficace, del sovraccarico alleggerito, e dei fattori e coefficienti introdotti nel calcolo della capacità portante.

Caso	γ_ϕ	γ_γ	ϕ [°]	γ' [kN/m ³]	N_γ	s_γ	d_γ	$i_{b\gamma}$	$i_{l\gamma}$	b_γ	g_γ	$q'_{lim,\gamma}$ [kPa]
1-1	1.00	1.00	20	17	5.39	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	52

Caso	γ_c	c' [kPa]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	$q'_{lim,c}$ [kPa]
1-1	1.00	0	14.83	1.25	1.38	1.00	1.00	1.00	1.00	0

Caso	q' [kPa]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	$q'_{lim,q}$ [kPa]
1-1	27	6.40	1.13	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	259

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [kPa]	A [cm ²]	R_d [kN]	E_d [kN]	Verifica
1-1	2.30	150	16000	240.582	192.8	SI ($240.582/192.8 = 1.25 \geq 1.0$)