

COMUNE DI PARMA

Provincia di Parma

RELAZIONE GEOTECNICA

*LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE POLO INTEGRATO ANIMALI
D'AFFEZIONE (CANILE DI PARMA)
Parma, Via Melvin n°19/A.*

Ente Appaltante:

*COMUNE DI PARMA - Settore Patrimonio e Facility Management
S.O. Manutenzione, illuminazione pubblica e logistica
Parma Via La Spezia n°46/A - P.iva-CF: 00162210348
comunediparma@postamailcertificata.it*

Progettista strutture: Ing. Luciano Montanari.

Direttore lavori strutture: Ing. Alessandro Sirocchi.

Parma, Novembre 2023.



Ing. Alessandro Sirocchi
Via Vivaldi n°7, 43022 loc. Monticelli Terme, Montechiarugolo (PR)
Ordine degli Ingegneri PR n°2140/A

In merito agli aspetti geologici e geotecnici dell'intervento è stata considerata la relazione geologica allegata al presente progetto redatta da Dott. Geol. Encrico Faccini relativa a intervento simile realizzato nel 2021 nel medesimo sito, di cui si riportano stralci significativi:

Per la caratterizzazione dei terreni dell'area in esame sono innanzi tutto state consultate le indagini bibliografiche reperite nell'intorno dell'area in esame. In particolare è stato consultato il database regionale. Inoltre, nel mese di Ottobre 2021 sono state eseguite le seguenti prove geognostiche: n°2 prove penetrometriche statiche, n°1 misure di rumore sismico a stazione singola HVSR e n°1 stendimento sismico Re.Mi+MASW. Sulla base dei risultati ottenuti e delle informazioni reperite è possibile definire modello geologico e schema litologico:

L1a	AES8	- Livello L1a: livello di origine naturale/alluvionale sabbioso-ghiaioso a matrice limosa; questo livello è stato rinvenuto nella prova CPT2 tra -1.0 m e -6.6 m da p.c. e nella prova penetrometrica CPT1 tra -0.6 m e -1.6 m da p.c. Parametri caratteristici: $q_c = 27.0-43.4 \text{ kg/cm}^2$; $V_s = 70-180 \text{ m/s}$.
L1b	AES8	- Livello L1b: livello costituito prevalentemente da limi ed argille, questo livello, tipico della zona, è stato rinvenuto a partire dalla profondità di -1.6 m da p.c. nella prova CPT1 e da circa -6.6 m da p.c. nella prova CPT, sino alla profondità massima raggiunta dalle prove (10.0 m da p.c.) Parametri caratteristici: $q_c = 13.0-18.0 \text{ kg/cm}^2$; $V_s = 360 \text{ m/s}$.

Di seguito si riporta la sintesi dei parametri geotecnici ricavati dalle

indagini eseguite per i livelli descritti nello schema riportato precedentemente.

Profondità m dal pc	Sigla/Unità geologica	Comportamento prevalente	Litologia	Parametri	
0.0 - 1.6 (sino -6.6 m da p.c. nella CPT2)	L1a	Granulare	Sabbia e ghiaia a matrice limosa	Parametri totali $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k > 130 \text{ kPa}$ $\phi_u = 0^\circ$ $M_k = - \text{MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 0.0-5.0 \text{ kPa}$ $\phi'_k = 28-31^\circ$ $Eu_{50} = 5.2-8.4 \text{ MPa}$ $Es = 6.6-10.6 \text{ MPa}$
1.6/6.6-10.0* (*profondità massima raggiunta dalle prove)	L1b	coesivo	Limi ed argille	Parametri totali $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 50-81.4 \text{ kPa}$ $\phi_u = 0^\circ$ $M_k = 4.5-5.5 \text{ MPa}$	Parametri efficaci $\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 0.0-5.0 \text{ kPa}$ $\phi'_k = 22.2-24.6^\circ$ $Eu_{50} = 2.2-3.4 \text{ MPa}$ $Es = 3.2-4.6 \text{ MPa}$

Nel corso

Valori caratteristici dei parametri geotecnici dei livelli litologici descritti. Dove: γ = peso di volume naturale; Cu = Resistenza al taglio in condizioni non drenate; M = Modulo Edometrico, ϕ = angolo di attrito efficace; c' = coesione efficace, Es = modulo elastico drenato, Eu = modulo elastico non drenato al 50% della deformazione.

Come valori caratteristici per i livelli sono riportati in tabella i range tra il 5° percentile e il Bayesiano.

dell'esecuzione delle prove geognostiche è stata reperita la falda alla profondità di -7.6 m da p.c.. Inoltre i dati forniti dalla Carta Idrogeologica del PSC di Parma indicano per l'area di interesse un livello piezometrico compreso tra 45 e 50 m s.l.m. Non si esclude comunque che in corrispondenza di periodi piovosi o eventi intensi la quota della falda possa risalire a quote più elevate.

Le indagini sismiche eseguite nel sito in esame consentono di individuare la presenza di un sottosuolo di **tipo C** con $V_{S30} = 284 \text{ m/s}$.

Sulla base di quanto riportato al paragrafo 7.11.4.3.2. delle NTC2018 l'area in esame non può essere esclusa da una verifica alla liquefazione. La verifica alla liquefazione ai sensi delle NTC2018 è stata eseguita sulle verticali delle prove penetrometriche statiche CPT1 e CPT2. Come magnitudine di momento (M) è stato assunto il valore di **6,14**, come valore di accelerazione è stato utilizzato $a_{gmax} = 0.224 \text{ g}$ ottenuto applicando il fattore di amplificazione F_a di PGA dato dalla MZS (S_s per le NTC2018) pari a 1.6. La verifica a liquefazione ha portato a determinare un I_L pari a 0 per entrambe le verticali indagate. L'area risulta quindi stabile nei confronti della liquefazione.

In considerazione di quanto sopra esposto si ritiene l'opera geologicamente e sismicamente compatibile purché vengano rispettate le indicazioni e prescrizioni contenute nella presente relazione.

In particolare:

Ing. Alessandro Sirocchi
 Via Vivaldi n°7, 43022 loc. Monticelli Terme, Montechiarugolo (PR)
 Ordine degli Ingegneri PR n°2140/A

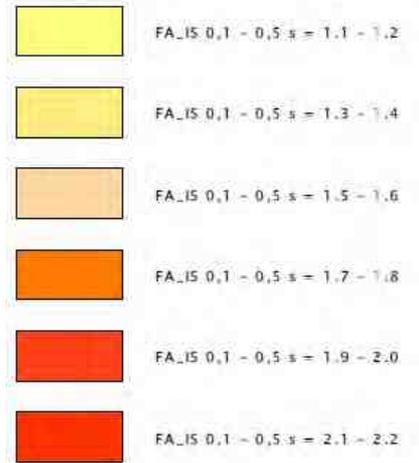
✓ in merito ai parametri geotecnici ottenuti dall'elaborazione delle prove penetrometriche CPT1 e CPT2 si consiglia di fare riferimento, per i valori di coesione efficace, angolo di attrito efficace e coesione non drenata, cautelativamente ai valori corrispondenti al 5° percentile dei parametri determinati per il livello L1b, livello costituito prevalentemente da limi ed argille.

	Parametri totali	Parametri efficaci
L1b	$\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $Cu_k = 50 \text{ kPa}$ $\Phi_u = 0^\circ$ $M_k = 4.5 \text{ MPa}$	$\gamma_k = 19-20 \text{ KN/m}^3$ $c'_k = 0.0-5.0 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 22.2^\circ$ $E_{u50} = 2.2 \text{ MPa}$ $E_s = 3.2 \text{ Mpa}$

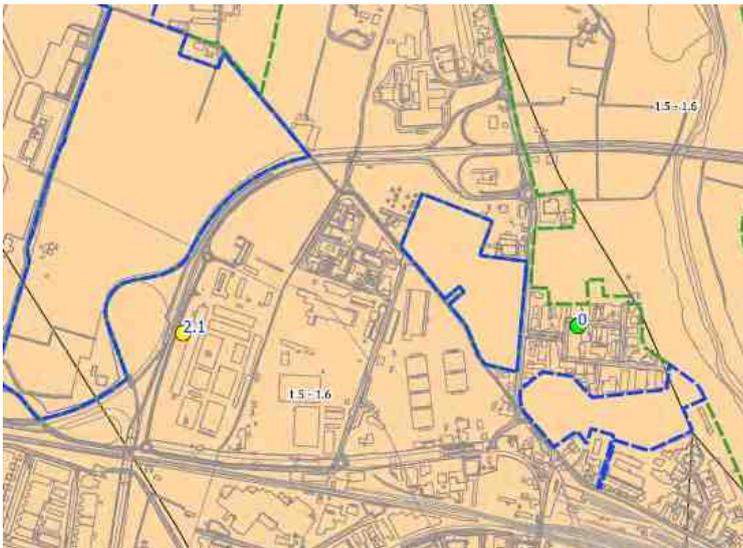
Parametri sismici da MSIII Comune di Parma:



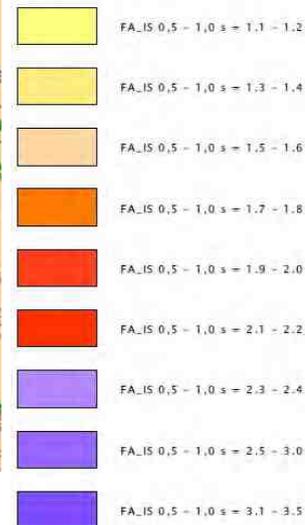
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Carta di microzonazione sismica FA IS 0.1-0.5s

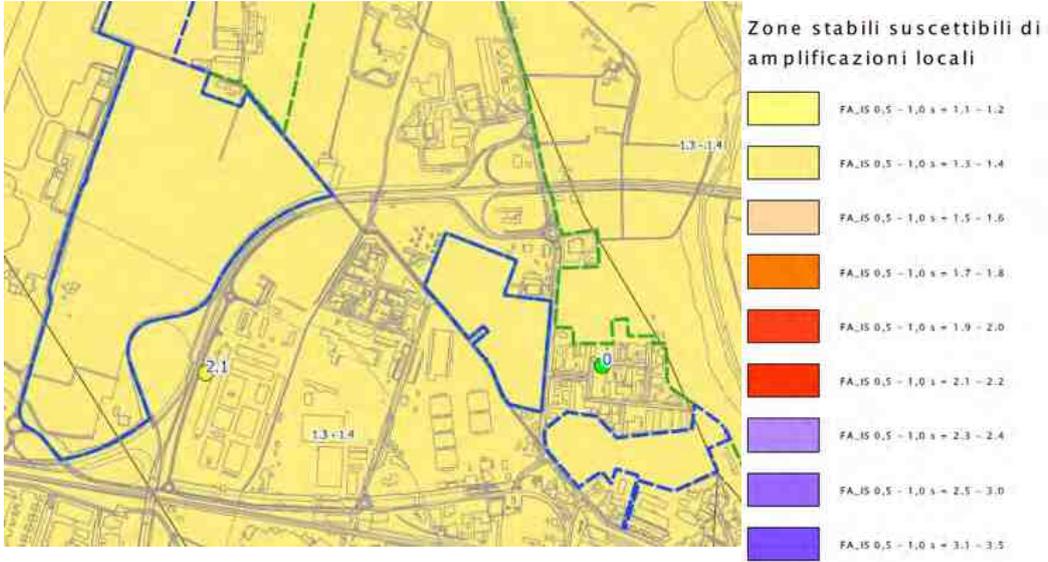


Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Ing. Alessandro Sirocchi
Via Vivaldi n°7, 43022 loc. Monticelli Terme, Montechiarugolo (PR)
Ordine degli Ingegneri PR n°2140/A

Carta di microzonazione sismica FA IS 0.5-1.0s



Carta di microzonazione sismica FA IS 0.5-1.5s

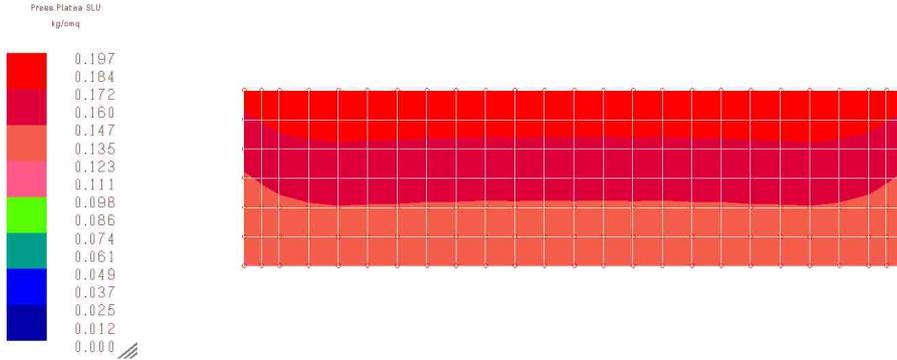
Nelle altre carte di microzonazione sismica (6c, 7c e 8c) di cui gli estratti sono riportati di seguito sono indicati, in corrispondenza del sito in esame, valori di FA_{IS 0.1-0.5s} = 1.5-1.6, e FA_{IS 0.5-1.0s} = 1.5-1.6, FA_{IS 0.5-1.5s} = 1.3-1.4.

Confrontando il valore di $S=S_s$ S_t calcolato nel per il sito in oggetto si ottiene un valore pari a $S_{slv}=1,49$.

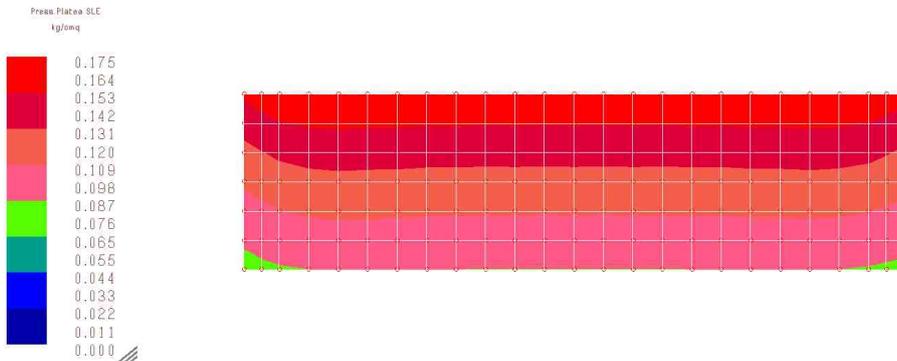
Fattore di amplificazione dello spettro considerato: $1,50/1,49=1,01$.

Verifiche geotecniche.

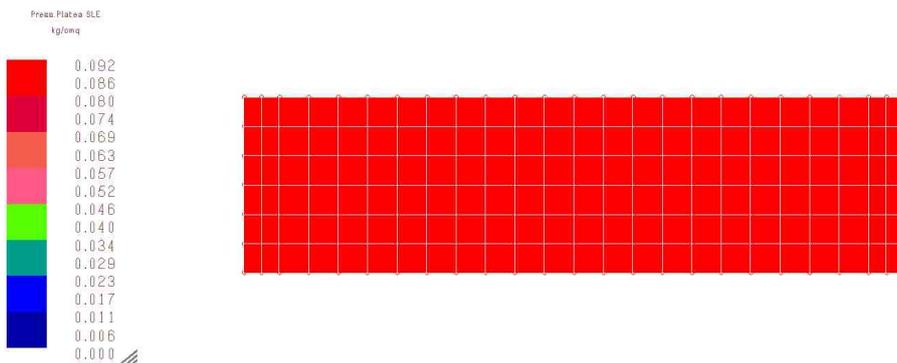
Modellazione effettuata con kwinkler calcolata a favore di sicurezza = 1,0 kg/cmq



Rappresentazione grafica involucro pressioni sul terreno SLU-SLV kg/cmq;



Rappresentazione grafica involucro pressioni sul terreno SLE rara kg/cmq;

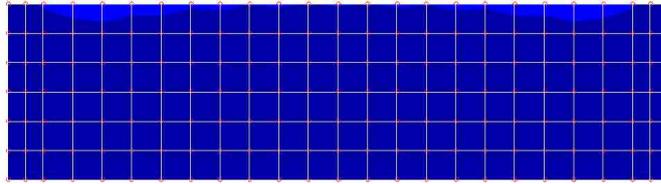
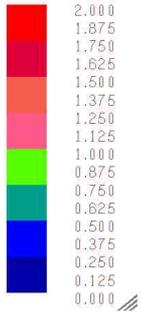


Rappresentazione grafica involucro pressioni sul terreno SLE quasi permanente kg/cmq;

Verifiche geotecniche in termini di capacità portante e scorrimento sul piano di posa eseguite con software di calcolo da modello tridimensionale della struttura, utilizzando i medesimi criteri delle verifiche analitiche sopra riportate:

Ing. Alessandro Sirocchi
Via Vivaldi n°7, 43022 loc. Monticelli Terme, Montechiarugolo (PR)
Ordine degli Ingegneri PR n°2140/A

Inv. indici platea



Rappresentazione grafica involuppo indici di sicurezza: valore <1 = verifiche soddisfatte.

AMV s.r.l.
Via San Lorenzo, 106 Tel. 0481/779903
34077 Ronchi dei Legionari (GO)

Caratteristiche geotecniche del terreno:
 Peso specifico terreno: 900 kg/m³ Cu, coesione: 0.025 kg/cm²
 Angolo di attrito: 22.00 gradi Profondità di posa: 30.0 cm
 Angolo di attrito terreno-fondazione 14.00 gradi Adesione terreno-fondazione: 0.025 kg/cm²

Metodo di calcolo della capacità portante:
 Criterio di: Meyerhof

Coefficienti sismici globali:
 Coefficiente sismico [khiX]: 0.343
 Coefficiente sismico [khiY]: 0.343
 Coefficiente sismico [khk]: 0.050

Tipo fondazione: platea
 Area: 1344000 cm²
 Lato medio: 1159 cm
 Fattore di riduzione (Bowles) ry: 0.809, Base ridotta B': 938 cm

Combinazione: 1 Descrizione: Dinamica azione sismica PRESENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno
 Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU
 Capacità portante: 2.30
 Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 8.12 Fattore Nc: 17.18 Fattore Ny: 4.46
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.62 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.62 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.24
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.62 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.62 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.24
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondità' [dq]: 1.00 Fattore di profondità' [dc]: 1.01 Fattore di profondità' [dy]: 1.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.94 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.25 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.25

Verifica della capacità portante
 QUlt (sisma in dir.X): 0.859 kg/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 0.859 kg/cm²
 Max pressione suolo: 0.095 kg/cm²
 Indice di resistenza: 0.25

Verifica a scorrimento
 Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 1159.94 kg
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 1159.94 kg
 Carico verticale agente sulla fondazione: 3379.50 kg
 Forza resistente per attrito: 34442.61 kg
 Indice di resistenza: 0.04

Combinazione: 2 Descrizione: Statica_neve azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno
 Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU
 Capacità portante: 2.30
 Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 8.12 Fattore Nc: 17.18 Fattore Ny: 4.46
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondità' [dq]: 1.00 Fattore di profondità' [dc]: 1.01 Fattore di profondità' [dy]: 1.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante
 QUlt: 2.546 kg/cm²
 Max pressione suolo: 0.197 kg/cm²
 Indice di resistenza: 0.18

Ing. Alessandro Sirocchi
Via Vivaldi n°7, 43022 loc. Monticelli Terme, Montechiarugolo (PR)
Ordine degli Ingegneri PR n°2140/A

Combinazione: 3 Descrizione: Rara azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 8.12 Fattore Nc: 17.18 Fattore Ny: 4.46
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità' [dq]: 1.00 Fattore di profondità' [dc]: 1.01 Fattore di profondità' [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QULT: 2.546 kg/cm²
Max pressione suolo: 0.175 kg/cm²
Indice di resistenza: 0.21

Combinazione: 4 Descrizione: Frequente azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 8.12 Fattore Nc: 17.18 Fattore Ny: 4.46
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità' [dq]: 1.00 Fattore di profondità' [dc]: 1.01 Fattore di profondità' [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QULT: 2.546 kg/cm²
Max pressione suolo: 0.109 kg/cm²
Indice di resistenza: 0.13

Combinazione: 5 Descrizione: Quasi permanente azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 8.12 Fattore Nc: 17.18 Fattore Ny: 4.46
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità' [dq]: 1.00 Fattore di profondità' [dc]: 1.01 Fattore di profondità' [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QULT: 2.546 kg/cm²
Max pressione suolo: 0.092 kg/cm²
Indice di resistenza: 0.11

Combinazione: 7 Descrizione: Statica_vento sollev azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 2.30
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 8.12 Fattore Nc: 17.18 Fattore Ny: 4.46
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità' [dq]: 1.00 Fattore di profondità' [dc]: 1.01 Fattore di profondità' [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QULT: 2.546 kg/cm²
Max pressione suolo: 0.175 kg/cm²
Indice di resistenza: 0.16

Combinazione: 8 Descrizione: Statica_vento X azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Ing. Alessandro Sirocchi
Via Vivaldi n°7, 43022 loc. Monticelli Terme, Montechiarugolo (PR)
Ordine degli Ingegneri PR n°2140/A

Capacità portante: 2.30
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 8.12 Fattore Nc: 17.18 Fattore Ny: 4.46
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità [dq]: 1.00 Fattore di profondità [dc]: 1.01 Fattore di profondità [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante
QUlt: 2.546 kg/cm²
Max pressione suolo: 0.186 kg/cm²
Indice di resistenza: 0.17

Combinazione: 9 Descrizione: Statica_vento Y azione sismica ASSENTE

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
Coesione efficace: 1.00
Resistenza non drenata: 1.00
Peso dell'unità di volume: 1.00

Coefficienti parziali γR di sicurezza per le verifiche SLU

Capacità portante: 2.30
Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 8.12 Fattore Nc: 17.18 Fattore Ny: 4.46
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
Fattore di profondità [dq]: 1.00 Fattore di profondità [dc]: 1.01 Fattore di profondità [dy]: 1.00
Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante
QUlt: 2.546 kg/cm²
Max pressione suolo: 0.192 kg/cm²
Indice di resistenza: 0.17

Valutazione dei cedimenti:

La fondazione sarà impostata su strato di ghiaia il quale è scarsamente incline a cedimenti. Si riportano di seguito immagini deformate cedimenti SLV SLE, che sono di trascurabile importanza sia in termini assoluti sia differenziali.



Deformata SLV: def=0,16cm.



Deformata SLE rara: def=0,31cm.



Deformata SLE qp: def=0,16cm uniforme.

Cedimenti accettabili sia in termini assoluti sia relativi.