



Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Provincia di Udine
COMUNE DI PREMARIACCO

Progetto

CUP: E16J16000690006

Lavori di ristrutturazione, ampliamento e adeguamento alle norme di sicurezza della scuola elementare di Premariacco

Via della Chiesa n.32 – 33040 Premariacco

S **PROGETTO DEFINITIVO – STRUTTURE PORTANTI**

Contenuto	Tavola n. File n.	
RELAZIONE GEOTECNICA	S.PE-DOC 03	
	Progetto N. 0215	Datum Data 26.05.2017

Committente **Tecnico**

<p>Comune di Premariacco Provincia di Udine</p> <p>Responsabile del procedimento: Geom. Marco Toti</p> <p>33040 Premariacco Via Fiore dei Liberi n.23 tel. 0432/729009 – fax. 0432/729072 tecnico@com-premariacco.regione.fvg.it</p>	<p>Dr. Ing. Lorena Ragnacchi Coopprogetti soc. coop.</p> <p>Progettista strutture</p> <p>06024 Gubbio (PG) Via della Piaggiola 152 tel./fax. 075 923011 / 075 923015 staff@coopprogetti.it</p>
---	---



Raggruppamento temporaneo di professionisti

<p>Dr. Arch. Matteo Scagnol MoDus architects</p> <p>39042 Bressanone (BZ) Via Fallmerayer 7 tel./fax. 0472/201581 info@modusarchitects.com</p>	<p>PARCIANELLO & PARTNERS engineering srl</p> <p>32016 Farra D'Alpago (BL) Via G. Matteotti 30/d tel./fax. 0437 46100 / 0437 459077 studio@studioparcianello.com</p>	<p>Coopprogetti società cooperativa</p> <p>06024 Gubbio (PG) Via della Piaggiola 152 tel./fax. 075 923011 / 075 923015 staff@coopprogetti.it</p>	<p>dr. for. Alessandro Rocco</p> <p>32100 Belluno Via E. De Amicis 209 tel. 0437 925863 d.rocco.a@gmail.com</p>
---	---	---	---

Responsabile del procedimento Geom. Marco Toti Servizio Urbanistica, ambiente, assetto del territorio lavori pubblici, via Fiore dei Liberi n.23
 33040 Premariacco Tel. 0432/729009 – Fax. 0432/729072
 e-mail: tecnico@com-premariacco.regione.fvg.it

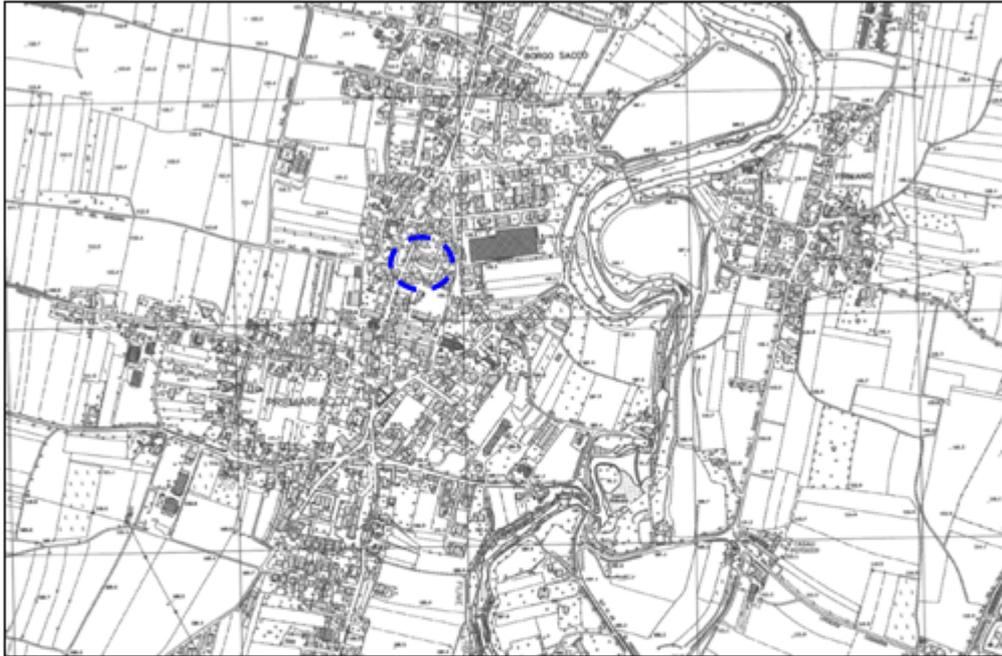
SOMMARIO

1.	UBICAZIONE DELL'OPERA	4
2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
3.	PROGRAMMA INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE	7
4.	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	9
5.	PROCEDIMENTI IMPIEGATI PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE.....	10
5.1	APPROCCIO SECONDO DM 14.01.2008	10
6.	VERIFICA DI SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI	11
6.1	INVILUPPO PRESSIONI SUL TERRENO	11
6.2	CALCOLO PORTANZA	12

1. UBICAZIONE DELL'OPERA

La presente relazione è relativa allo studio svolto nell'ambito del progetto di "Lavori di ristrutturazione, ampliamento e adeguamento alle norme di sicurezza della scuola elementare di Premariacco".

PREMARIACCO



Scala 1:10.000



Ubicazione area in esame

Il nuovo edificio si colloca nell'area attualmente già occupata dalla scuola esistente, che verrà completamente demolita. Morfologicamente l'area ha un andamento quasi perfettamente pianeggiante e si attesta ad una quota di 110 m s.l.m.

L'area di progetto è collocata all'incrocio tra via Fiore dei Liberi e via della Chiesa.

L'area di progetto è di proprietà comunale e identificata catastalmente dal N.C.E.U. al foglio 8, mappale 342.

L'edificio in oggetto è costituito da due piani fuori terra con ingombro in pianta pari circa a 31.00x31.00m.

Il piano terra ha una superficie pari a 890 mq distribuiti su pianta quadrata.

Il piano primo ha superficie pari a 620 mq distribuiti su pianta ad L.

La struttura è realizzata in c.a. con tipologia telaio-setti.

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo superficiale, hanno dimensioni 120x50cm e si attestano alla profondità di circa -1.10 metri rispetto al piano di campagna.

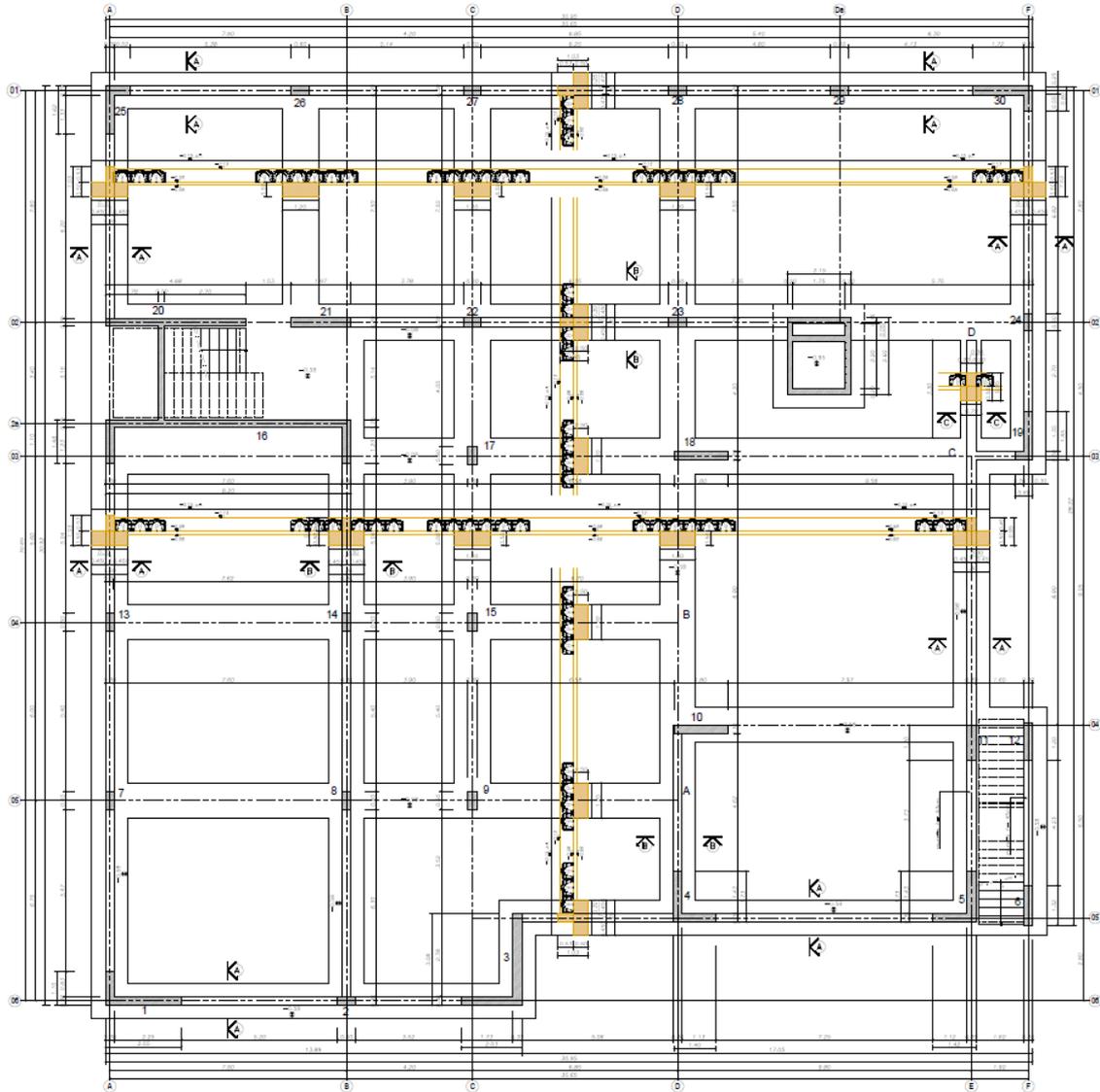


Figura 1: PIANTA FONDAZIONI

2. **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

- **NTC2008** - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.
- **CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617** - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)
- **Eurocodice 2** - Progettazione delle strutture in calcestruzzo
- **Eurocodice 3** - Progettazione delle strutture in acciaio
- **Eurocodice 7** - Progettazione geotecnica
- **Eurocodice 8** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture
- **Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971**. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".

3. PROGRAMMA INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE

L'indagine geognostica è stata redatta a norma del D.M. 14.01.08 e s.m.i.

Sono stati realizzati in corrispondenza dell'ingombro dell'opera in progetto:

- n°2 prove penetrometriche DPHS spinte al rifiuto;
- n°2 sondaggi a conservazione di nucleo fino a 15 mt di profondità dal p.c.;
- n°6 prove SPT in corrispondenza dei fori di sondaggio (1.5 - 3.0 - 4.0 mt dal p.c.);
- n°2 stendimenti MASW (MASW1 e MASW2) da 50 m cadauno;
- n°2 prove HVSR.

L'esito delle indagini è contenuto nei reports allegati alla relazione Geologica.

Dallo studio condotto e dall'analisi dei dati forniti dall'indagine geognostica si ritiene che i depositi affioranti sono caratterizzati dalla presenza di n°3 orizzonti stratigrafici principali:

Orizzonte	Profondità media dal p.c. in m.	Litologia
1	0.0 – 1.5	Limo sabbioso marrone con ghiaia posto a copertura di ghiaie poligeniche grossolane e ciottoli. L'orizzonte in superficie è ricoperto da un sottile strato di riporto ghiaioso e laterizi.
2	1.5 - 7.0	Ghiaia poligenica da fine a grossolana arrotondata debolmente limosa con ciottoli e rari livelli cementati.
3	7.0 - 15.0	Ghiaia poligenica da fine a grossa, arrotondata con matrice sabbiosa debolmente limosa con livelli di conglomerato e rari livelli cementati.

In corrispondenza dei fori di sondaggio sono state eseguite prove SPT a diverse quote (1.50 mt, 3.0 mt e 4.0 mt), che hanno individuato orizzonti da densi e molto addensati: il materiale indagato è generalmente caratterizzato da un alto numero di colpi N_{spt} e in tre casi non è stato possibile completare la prova a causa del rifiuto. Anche le prove penetrometriche evidenziano la presenza di terreni ben addensati e hanno dato rifiuto a circa 3.0 mt dal p.c.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri geotecnici caratteristici, desunti dall'elaborazione delle indagini condotte.

TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI CARATTERISTICI											
Orizzonti		Profondità	SPT		DPSH					Masw	
		In m	Nspt	ϕ^1	ϕ^2	Cu	Dr ³	E ⁴	M	γ	Vs
				°	°	kPa	%	kg/cmq	Kg/cmq	t/mc	m/s
1	a	0.0-0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	1.52-1.7
	b	0.3-0.8			36. ₃₈		63. ₄₄	224. ₆₅	88. ₉₄		
	c	0.8-1.5			31.₆₈		39.₅₂	140.₇₀	54.₄₅		
2	a	1.5-4.3	82-60 37-rif rif.-rif.	45 40 45	39. ₂₄ -43. ₂₂ 36. ₀₂ -49. ₆	-	72. ₄₉ -84. ₂₁ 39. ₅₂ -62. ₃₁	275. ₇₅ -346. ₇₀ 219. ₂₀ -460. ₆₅	109. ₉₃ -139. ₀₈ 86. ₇₀ -185. ₈₉	1.78-1.88 2.05-2.22	620 635
	b	4.3-7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	a	7.0-11.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	b	11.8-15.0									

¹ Phi ricavato con il metodo di Sowers (1961) è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 4 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 7 m per terreni in falda ($\sigma > 5-8$ t/mq). I valori sono approssimati: $\phi = 28 + 0.28 N_{SPT}$

² Phi ricavato con il metodo di Sowers (1961) è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 4 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 7 m per terreni in falda ($\sigma > 5-8$ t/mq).

³ Densità relativa ricavata con metodo di Skempton. Il metodo è valido per le sabbie da fini a grossolane, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di Dr(%) viene sovrastimato, nei depositi limosi viene sottostimato.

⁴ Modulo di Young ricavato con metodo di Bowles (1982) per sabbie medie.

4. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni".

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastico. Il moto orizzontale è considerato composto da due componenti ortogonali indipendenti, caratterizzate dallo stesso spettro di risposta.

Lo spettro di risposta elastico è costituito da una forma spettrale (spettro normalizzato), considerata indipendente dal livello di sismicità, moltiplicata per il valore dell'accelerazione massima (a_g) del terreno che caratterizza il sito.

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite è stato il seguente:

- definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base a_g , F_0 e T_c^* per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC); l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio.
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- Calcolo del periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

Si riportano di seguito i parametri caratteristici dello spettro:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (PAR.3.2.2 NTC08)

Per la definizione dello spettro utilizzato nel calcolo sismico, in base alle indicazioni del geologo, sono stati considerati i seguenti parametri:

Coordinate geografiche

Latitudine	46.062097°	N
Longitudine	13.396686°	E

Categoria del sottosuolo B

PROVA	Vs30 m/s
MASW1	620
MASW2	635

Categoria topografica

Categoria topografica	Descrizione	Valore massimo coefficiente ST
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1.0

Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Coefficiente CU	1.5

5. PROCEDIMENTI IMPIEGATI PER LE VERIFICHE GEOTECNICHE

5.1 Approccio secondo DM 14.01.2008

Le fondazioni profonde vengono verificate tramite le sollecitazioni ottenute dalle combinazioni dell'Approccio 2 (A1+M1+R3) in cui i coefficienti dei parametri del terreno sono unitari ma vengono ridotte le resistenze globali tramite R3.

I pali in oggetto hanno una profondità di 29 metri a partire dalla base della trave di fondazione che li collega.

Per le verifiche del complesso terreno fondazione si considerano nel caso statico le azioni determinate con l'Approccio 2, nel caso sismico le stesse azioni moltiplicate per il fattore $\gamma_{Rd}=1.1$ secondo quanto previsto al punto 7.2.5 delle NTC per le strutture progettate in CD B.

Nel caso sismico vengono inoltre considerate le azioni aggiuntive dovute all'interazione cinematica (Nikolaou) e non si considera il contributo di portanza laterale del litostrato 2.

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_Y	1,0	1,0

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

6. VERIFICA DI SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI**6.1 Inviluppo pressioni sul terreno**

Pressioni massime sul terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 73 83	1	-0.162
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 22 21 24 23	2	0.127

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 51 52	10	-0.202
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 22 21 24 23	17	0.180

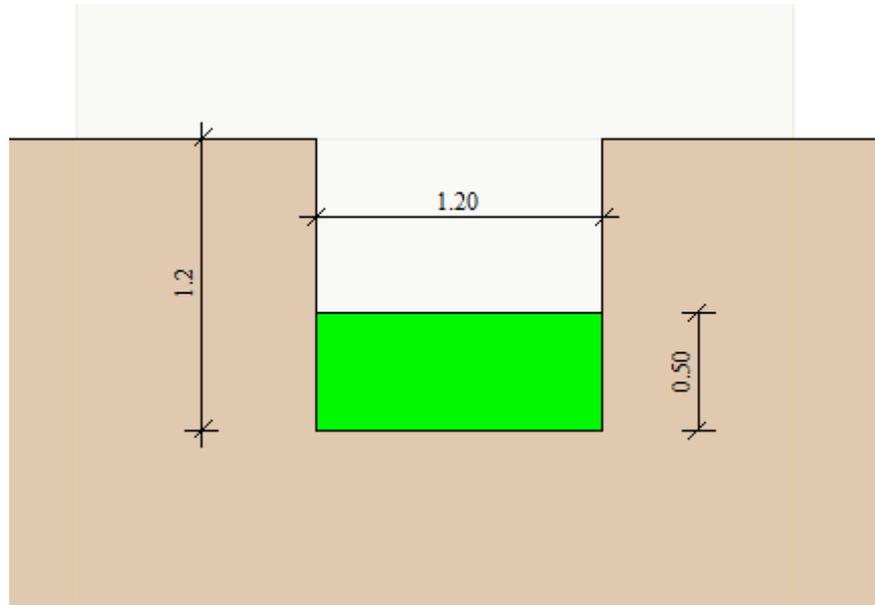
Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 73 83	19	-0.122
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 22 21 24 23	20	0.095

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 51 52	31	-0.206
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 22 21 24 23	38	0.183

6.2 Calcolo portanza



DATI GENERALI

=====

Larghezza fondazione	1.2 m
Lunghezza fondazione	7.0 m
Profondità piano di posa	1.23 m

=====

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m ³]	Peso unità di volume saturo [kN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m ²]	Coesione non drenata [kN/m ²]	Modulo Elastico [kN/m ²]	Modulo Edometrico [kN/m ²]	Poisson	Coeff. consolidaz. primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
6.0	17.0	17.0	31.0	0.0	0.0	14000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [kN/m ²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	162.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	202.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	122.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	206.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coeff. Rid. Capacità portante verticale	Coeff. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1

2	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult]	751.2 kN/m ²
Resistenza di progetto[Rd]	326.61 kN/m ²
Tensione [Ed]	162.0 kN/m ²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	4.64
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 30048.07 kN/m³**A1+M1+R3**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20.63
Fattore [Nc]	32.67
Fattore [Ng]	17.69
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.32
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.1
Fattore profondità [Dq]	1.23
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.93
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	751.2 kN/m ²
Resistenza di progetto	326.61 kN/m ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20.63
Fattore [Nc]	32.67
Fattore [Ng]	23.59
Fattore forma [Sc]	1.09

Fattore profondità [Dc]	1.24
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.09
Fattore profondità [Dq]	1.23
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.95
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	803.58 kN/m ²
Resistenza di progetto	349.38 kN/m ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20.63
Fattore [Nc]	32.67
Fattore [Ng]	17.69
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.32
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.1
Fattore profondità [Dq]	1.23
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.93
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	751.2 kN/m ²
Resistenza di progetto	326.61 kN/m ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

Fattore [Nq]	20.63
Fattore [Nc]	32.67
Fattore [Ng]	23.59
Fattore forma [Sc]	1.09
Fattore profondità [Dc]	1.24
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.09
Fattore profondità [Dq]	1.23
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.95
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	803.58 kN/m ²
Resistenza di progetto	349.38 kN/m ²

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata