

Nuova scuola media Enrico Panzacchi

Viale Il Giugno, 49 - Ozzano dell'Emilia



committente

Comune di Ozzano dell'Emilia

Via della Repubblica, 10

responsabile unico del procedimento

ing. Chiara De Plato

raggruppamento temporaneo di professionisti

_progettazione architettonica

AREA PROGETTI srl Arch. Giorgio Gazzera

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

Archisbang associati Arch. Silvia Minutolo, Arch. Marco Gai Via

Via Bogino 4, 10123 Torino, tel. 011 026 7246, info@archisbang.com

_progettazione strutturale

AREA PROGETTI srl Ing. Marco Cuccureddu

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

_progettazione impianti meccanici, elettrici e speciali

AREA PROGETTI srl Ing. Sergio Cerioni, Ing. Gabriele Pisani

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

_progettazione antincendio

AREA PROGETTI srl Ing. Sergio Cerioni

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

_progettazione urbanistica

arch. Andrea Cavaliere

Via Cassini 43 - 10129 Torino, tel. 3284240491, archicavaliere@gmail.com

_consulenza LEED

arch. Elisa Sirombo

Via Stampatori 21, 10122 Torino, tel. 3356277109, elisa.sirombo@gmail.com

_piano di sicurezza e coordinamento

AREA PROGETTI srl Arch. Domenico Racca

Via Regaldi 3, 10154 Torino, tel. 011 2386221, info@area-progetti.it

consulenti

_arch. Chiara Devecchi (progettazione acustica)

Via Principi d'Acaja 19, 10138 Torino, tel. 011 4172277, devecchichiara@yahoo.it



archisbang

AREAPROGETTI
architettura e ingegneria

pratica PAN_01

fase PE_Progetto Esecutivo

oggetto REL_RGT - Relazione geotecnica

elaborato Relazione geotecnica_Scuola

file PAN_01_PE_ST_S_0101_REL_RGT_a

scala -

data 13 gennaio 2020

rev.	data	redatto	verificato	approvato	oggetto revisione
	13/01/20	mc	mc	gg	prima emissione
a	27/03/20	mm	mc	gg	modifiche non sostanziali

L'UTILIZZO E LA RIPRODUZIONE DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO RISERVATE A NORMA DI LEGGE

ST_S_0101

Relazione Geotecnica

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOTECNICA

(art.23 c.1 D.L.vo 50/2016, art. 35 DPR 207/2010)

1	PREMESSA	7
1.1	Elementi normativi	7
2	INTERVENTI IN PROGETTO	9
2.1	Posizione	9
2.2	Edificio esistente	9
2.3	Edificio nuovo	9
3	INDAGINI GEOLOGICHE E SISMICHE	11
4	CRITERI GENERALI DI SICUREZZA	16
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	17
6	AZIONI SULLA COSTRUZIONE: ANALISI DEI CARICHI	18
7	MODELLO STRUTTURALE E ASPETTI GEOTECNICI	19
8	NOTE SU: NORMATIVA E CODICE DI CALCOLO	22
8.1	Normative di riferimento	22
8.2	Schematizzazione della struttura e dei vincoli	22
8.3	Modellazione della struttura e dei vincoli	22
8.4	Modellazione dei materiali	22
8.5	Individuazione del codice di calcolo	23
8.6	Grado di affidabilità del codice	23
8.7	Valutazione della correttezza del modello	23
9	ALLEGATI	24
9.1	TRAVE_FL_E_1	25
9.1.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	25
9.1.2	Descrizione del metodo di calcolo.	26
9.1.3	Descrizione della fondazione.	27
9.1.4	Descrizione del terreno.	27
9.1.5	Verifiche in condizioni drenate.	27
9.1.6	Verifiche in condizioni non drenate.	29
9.2	TRAVE_FL_E_7	31
9.2.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	31
9.2.2	Descrizione del metodo di calcolo.	32
9.2.3	Descrizione della fondazione.	33
9.2.4	Descrizione del terreno.	33
9.2.5	Verifiche in condizioni drenate.	33
9.2.6	Verifiche in condizioni non drenate.	35
9.3	TRAVE_FL_I_2	37
9.3.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	37
9.3.2	Descrizione del metodo di calcolo.	38
9.3.3	Descrizione della fondazione.	39
9.3.4	Descrizione del terreno.	39
9.3.5	Verifiche in condizioni drenate.	39
9.3.6	Verifiche in condizioni non drenate.	41
9.4	TRAVE_FL_I_3	43
9.4.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	43
9.4.2	Descrizione del metodo di calcolo.	44
9.4.3	Descrizione della fondazione.	45
9.4.4	Descrizione del terreno.	45
9.4.5	Verifiche in condizioni drenate.	45

9.4.6	Verifiche in condizioni non drenate.	47
9.5	TRAVE_FL_I_4	49
9.5.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	49
9.5.2	Descrizione del metodo di calcolo.	50
9.5.3	Descrizione della fondazione.	51
9.5.4	Descrizione del terreno.	51
9.5.5	Verifiche in condizioni drenate.	51
9.5.6	Verifiche in condizioni non drenate.	53
9.6	TRAVE_FL_I_5	55
9.6.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	55
9.6.2	Descrizione del metodo di calcolo.	56
9.6.3	Descrizione della fondazione.	57
9.6.4	Descrizione del terreno.	57
9.6.5	Verifiche in condizioni drenate.	57
9.6.6	Verifiche in condizioni non drenate.	59
9.7	TRAVE_FT_E_A1	61
9.7.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	62
9.7.2	Descrizione del metodo di calcolo.	63
9.7.3	Descrizione della fondazione.	63
9.7.4	Descrizione del terreno.	63
9.7.5	Verifiche in condizioni drenate.	63
9.7.6	Verifiche in condizioni non drenate.	65
9.8	TRAVE_FT_E_M1	67
9.8.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	68
9.8.2	Descrizione del metodo di calcolo.	69
9.8.3	Descrizione della fondazione.	69
9.8.4	Descrizione del terreno.	69
9.8.5	Verifiche in condizioni drenate.	69
9.8.6	Verifiche in condizioni non drenate.	71
9.9	TRAVE_FT_I_A	73
9.9.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	74
9.9.2	Descrizione del metodo di calcolo.	75
9.9.3	Descrizione della fondazione.	75
9.9.4	Descrizione del terreno.	75
9.9.5	Verifiche in condizioni drenate.	75
9.9.6	Verifiche in condizioni non drenate.	77
9.10	TRAVE_FT_I_B	80
9.10.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	80
9.10.2	Descrizione del metodo di calcolo.	81
9.10.3	Descrizione della fondazione.	82
9.10.4	Descrizione del terreno.	82
9.10.5	Verifiche in condizioni drenate.	82
9.10.6	Verifiche in condizioni non drenate.	84
9.11	TRAVE_FT_I_C	86
9.11.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	86
9.11.2	Descrizione del metodo di calcolo.	87
9.11.3	Descrizione della fondazione.	88
9.11.4	Descrizione del terreno.	88

9.11.5	Verifiche in condizioni drenate.	88
9.11.6	Verifiche in condizioni non drenate.	90
9.12	TRAVE_FT_I_D	92
9.12.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	92
9.12.2	Descrizione del metodo di calcolo.	93
9.12.3	Descrizione della fondazione.	94
9.12.4	Descrizione del terreno.	94
9.12.5	Verifiche in condizioni drenate.	94
9.12.6	Verifiche in condizioni non drenate.	96
9.13	TRAVE_FT_I_E	98
9.13.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	98
9.13.2	Descrizione del metodo di calcolo.	99
9.13.3	Descrizione della fondazione.	100
9.13.4	Descrizione del terreno.	100
9.13.5	Verifiche in condizioni drenate.	100
9.13.6	Verifiche in condizioni non drenate.	102
9.14	TRAVE_FT_I_F	104
9.14.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	104
9.14.2	Descrizione del metodo di calcolo.	105
9.14.3	Descrizione della fondazione.	106
9.14.4	Descrizione del terreno.	106
9.14.5	Verifiche in condizioni drenate.	106
9.14.6	Verifiche in condizioni non drenate.	108
9.15	TRAVE_FT_I_M	110
9.15.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	110
9.15.2	Descrizione del metodo di calcolo.	111
9.15.3	Descrizione della fondazione.	112
9.15.4	Descrizione del terreno.	112
9.15.5	Verifiche in condizioni drenate.	112
9.15.6	Verifiche in condizioni non drenate.	114
9.16	TRAVE_FL_I_S1	116
9.16.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	116
9.16.2	Descrizione del metodo di calcolo.	117
9.16.3	Descrizione della fondazione.	118
9.16.4	Descrizione del terreno.	118
9.16.5	Verifiche in condizioni drenate.	118
9.16.6	Verifiche in condizioni non drenate.	120
9.17	TRAVE_FL_I_S2	122
9.17.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	122
9.17.2	Descrizione del metodo di calcolo.	123
9.17.3	Descrizione della fondazione.	124
9.17.4	Descrizione del terreno.	124
9.17.5	Verifiche in condizioni drenate.	124
9.17.6	Verifiche in condizioni non drenate.	126
9.18	TRAVE_FT_I_S	128
9.18.1	Descrizione dei Casi di calcolo e riassunto dei risultati.	128
9.18.2	Descrizione del metodo di calcolo.	129
9.18.3	Descrizione della fondazione.	130

9.18.4	Descrizione del terreno.	130
9.18.5	Verifiche in condizioni drenate.	130
9.18.6	Verifiche in condizioni non drenate.	132
9.19	Cedimenti CPT3	134
9.19.1	Descrizione del metodo di calcolo.	134
9.19.2	Descrizione della fondazione.	134
9.19.3	Risultati.	135
9.20	Cedimenti S1	137
9.20.1	Descrizione del metodo di calcolo.	137
9.20.2	Descrizione della fondazione.	137
9.20.3	Risultati.	138
9.21	Cedimenti CPT2	140
9.21.1	Descrizione del metodo di calcolo.	140
9.21.2	Descrizione della fondazione.	140
9.21.3	Risultati.	141

1 PREMESSA

Il Comune di Ozzano dell'Emilia (BO) ha eseguito nel 2011 **verifiche di vulnerabilità sismica**, di cui all'ordinanza PCM 3274/2003, **sulla Scuola Media Panzacchi** ubicata in Viale Il Giugno n. 49 (che hanno messo in luce numerose carenze di tipo strutturale) e successivamente ha affidato (determina n. 267 del 25.06.2012) uno **studio di fattibilità** per interventi finalizzati al miglioramento sismico della scuola stessa le cui risultanze hanno indicato costi per un importo complessivo di € 1.800.000.

In seguito a tali indagini e studi il Comune ha deciso di inserire nel piano triennale delle opere pubbliche 2018-2020 un **intervento sulla scuola Panzacchi per la demolizione e ricostruzione della struttura**.

Nel corso del 2017 il Comune ha deciso di procedere con un concorso di progettazione anonimo per l'individuazione del progettista dell'opera.

A seguito della seduta del 18.05.2018 è stato proclamato vincitore il raggruppamento di professionisti costituito da Area Progetti srl, Archisbang associati, arch. Elisa Sirombo ed arch. Andrea Cavaliere.

Con determinazione **Reg. n. 193 del 09.08.2018** del Responsabile Settore Programmazione e Gestione del Territorio il raggruppamento sopra indicato è stato incarico del completamento del Progetto di Fattibilità Tecnico – Economica della Nuova Scuola Media Panzacchi.

Con delibera GC del 14.09.2018 è stato approvato il Progetto di Fattibilità Tecnico – Economica.

Con determinazione **Reg. n. 282 del 21.11.2018** del Responsabile Settore Programmazione e Gestione del Territorio il raggruppamento sopra indicato è stato incaricato del Progetto Esecutivo della Scuola Media Panzacchi.

La presente Relazione Geotecnica è pertanto redatta a supporto del **Progetto Esecutivo per la realizzazione della Nuova Scuola Media Panzacchi**.

Il programma di calcolo utilizzato per il **verifiche geotecniche** è **DOLMEN** per windows (versione 18 del 2018) prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN srl, con sede in Torino, Via Drovetti 9/F (IDENTIFICATIVO DELLA LICENZA: YJ59ODEHTI5K) con il quale è stato realizzato un modello tridimensionale degli edifici in progetto.

In calce alla presente relazione sono riportate le note di dettaglio sul codice di calcolo utilizzato.

1.1 Elementi normativi

Dal punto di vista sismico il Comune di Ozzano dell'Emilia è stato **classificato in zona II** (zona con pericolosità sismica media) a seguito dell'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003, aggiornata al 16/01/2006 con le comunicazioni regionali in quanto ricadente in zone ad elevato rischio sismico, di cui all'Ordinanza DPC n° 2788.

Si evidenzia che, ai sensi dell'**art. 11 della L.R. 30.10.2008 n. 19** (aggiornata con la L.R. 06.07.2009 n. 6 e L.R. 23.12.2016 n. 25), l'edificio dovrà essere oggetto di **autorizzazione sismica**, prima dell'avvio dei lavori, da parte degli organi Regionali competenti. Come indicato nell'**art. 12** della medesima Legge Regionale l'autorizzazione sismica sarà rilasciata dietro presentazione del Progetto Esecutivo delle strutture.

I Riferimenti Normativi di carattere tecnico sono il **D.M. 17.01.2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni** (di seguito indicate NTC18) e la relativa **Circolare Esplicativa**, Circolare n. 7 del 21.01.2019 (di seguito C18).

Come richiesto dall'art. **35 del d.P.R. n. 207/2010** (in vigore fino all'emanazione delle linee guida e dei decreti attuativi del d.lgs. n. 50/2016) verranno di seguito illustrate le tipologie strutturali, gli schemi ed i modelli di calcolo, le azioni sismiche e le indagini effettuate ed i criteri adottati per il rispetto dei requisiti di sicurezza richiesti dalle vigenti norme.

In calce alla presente relazione sono riportati i riferimenti normativi tecnici completi.

2 INTERVENTI IN PROGETTO

Come indicato in premessa gli interventi in progetto riguardano la realizzazione della Nuova Scuola Media Panzacchi in sostituzione di quella attualmente esistente (non più adeguata dal punto di vista strutturale).

2.1 Posizione

L'area su cui dovrà sorgere la Nuova Scuola si trova in Viale Il Giugno n. 49 nel Comune di Ozzano dell'Emilia.

Le coordinate del baricentro dell'area sono:

Latitudine 44.442642°

Longitudine 11.473076°

L'area è posta ad una quota di circa 67 m s.l.m.



Ubicazione intervento con al centro la scuola attualmente esistente

2.2 Edificio esistente

Come indicato l'edificio esistente alla luce dei risultati della valutazione di vulnerabilità sismica e dello studio di fattibilità sarà preventivamente demolito per fare posto alla Nuova Scuola Media.

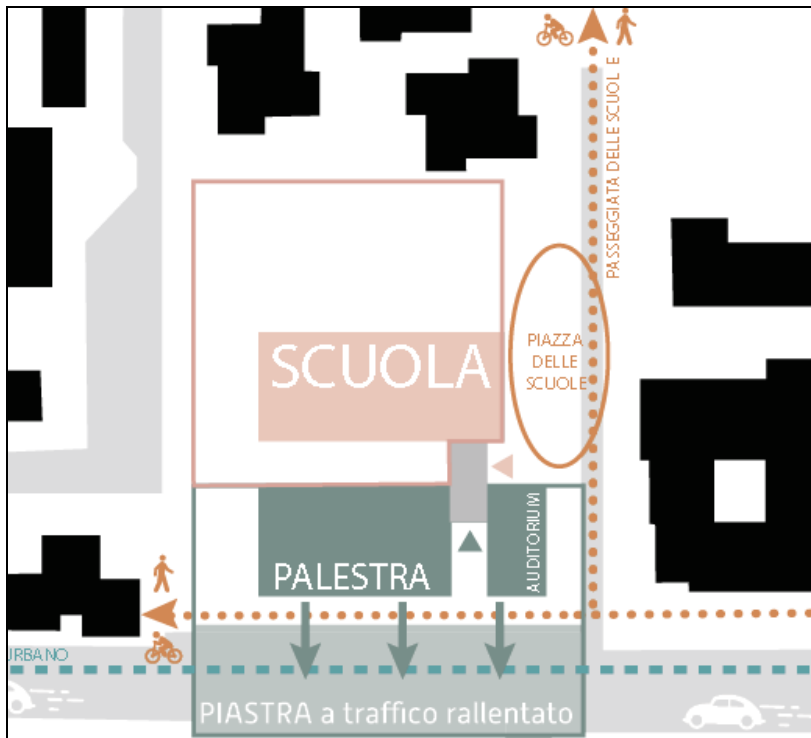
2.3 Edificio nuovo

La Nuova Scuola che sorgerà nell'area indicata in realtà sarà costituita da **tre corpi di fabbrica distinti** ma collegati fra loro (non strutturalmente) da un elemento connettivo monopiano (atrio).

I quattro elementi principali sono:

- la scuola vera e propria

- l'atrio di accesso
- la palestra
- l'auditorium



Schema in pianta degli edifici costituenti la Nuova Scuola Media Panzacchi

3 INDAGINI GEOLOGICHE E SISMICHE

Di seguito si riportano, in sintesi, le indagini ed i risultati ottenuti sui terreni interessati dall'**intero complesso scolastico**.

A **febbraio 2010**, in previsione degli interventi di miglioramento che alla fine non sono stati realizzati, è stata condotta **un'indagine sismica** mediante metodo HVSr per la valutazione del parametro V_{s30} e determinazione della categoria del suolo di fondazione a cura dello Studio Geologico Associato Geo-Probe (firmati dal Dott. Geol. Mirko Sita) mentre nel **luglio 2010** è stato condotto **uno studio geologico-tecnico dei terreni del primo sottosuolo** sempre a cura della Studio Geologico Associato Geo-Probe (firmato dal Dott. Geol. Graziano Grimaldi).

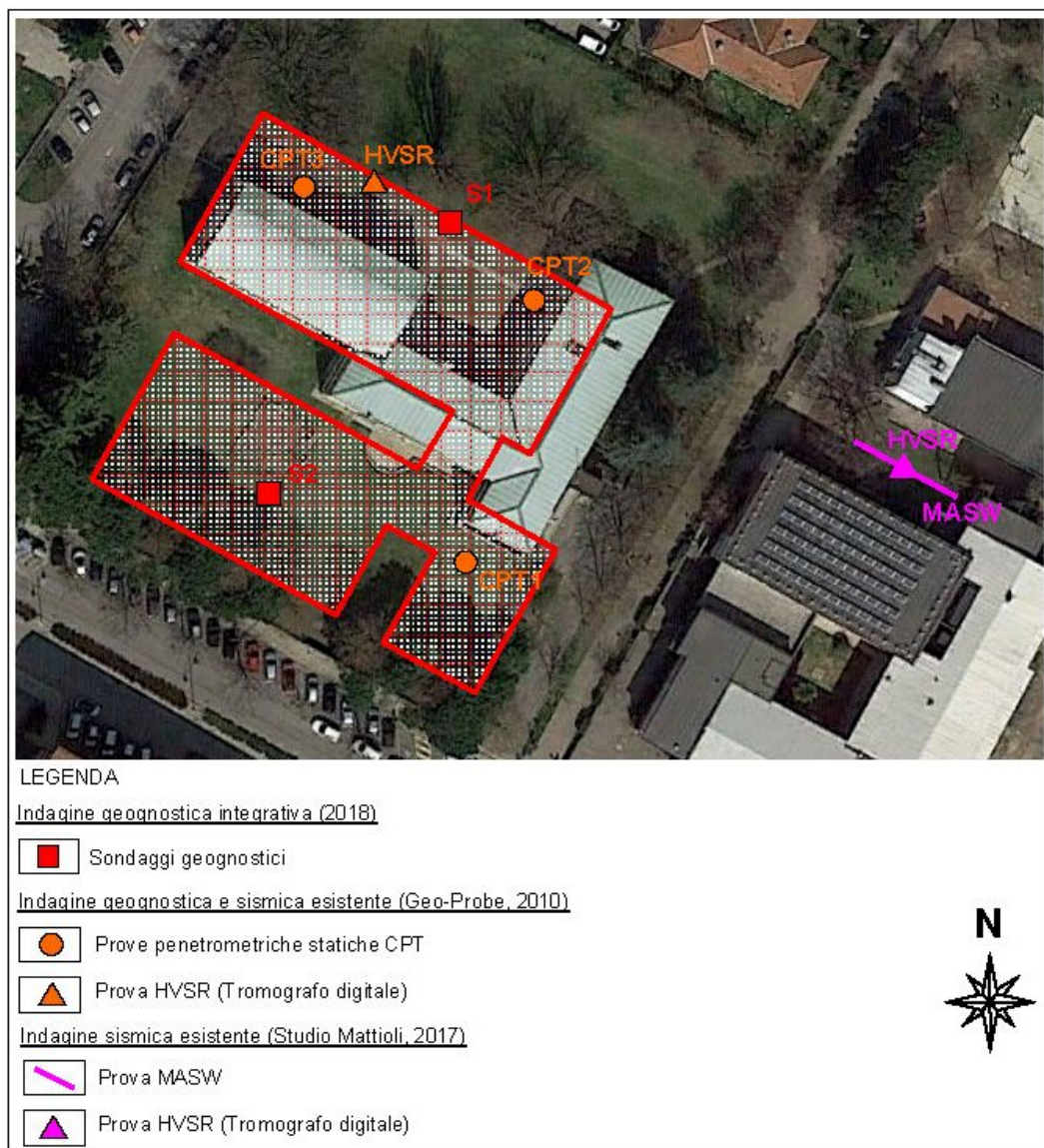
A **dicembre 2017**, è stata condotta **un'indagine sismica** per la valutazione del parametro V_{s30} e mediante metodologia integrata HVSr e MASW in corrispondenza dell'adiacente Scuola Elementare Bruno Ciari (a cura dello Studio Mattioli).

Successivamente, nella relazione dello Progetto di Fattibilità Economica, sono state richiesti dallo scrivente degli **approfondimenti di indagine per la redazione del Progetto Esecutivo**.

A **novembre 2018** è stata redatta la Relazione Geologica e Geotecnica Sismica (a firma del Dott. Geol. Andrea Scaglioni) riassuntiva degli studi precedenti aggiornati con i risultati delle **indagini supplementari** richieste.

Complessivamente sono state eseguite le seguenti indagini nell'area interessata dal nuovo complesso scolastico (per i dettagli si veda la relazione geologica allegata):

- 3 prove penetrometriche statiche (eseguite nel 2010) spinte fino a
 - m 25.00 (CPT1)
 - m 15.20 (CPT2)
 - m 14.80 (CPT3)
- 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (eseguiti nel 2018) spinti fino a
 - m 10.00 (S1)
 - m 10.00 (S2)
- prove di laboratorio su 4 campioni indisturbati prelevati dai sondaggi S1 ed S2 costituite da
 - determinazione dei limiti di consistenza
 - analisi granulometrica
 - prove di taglio diretto consolidato drenate
 - prove triassiali non consolidate non drenate
 - prove udometriche
- 1 prova sismica con metodo HVSr (eseguita nel 2010)
- 1 prova sismica con metodo integrato HVSr – MASW (eseguita nel 2017)



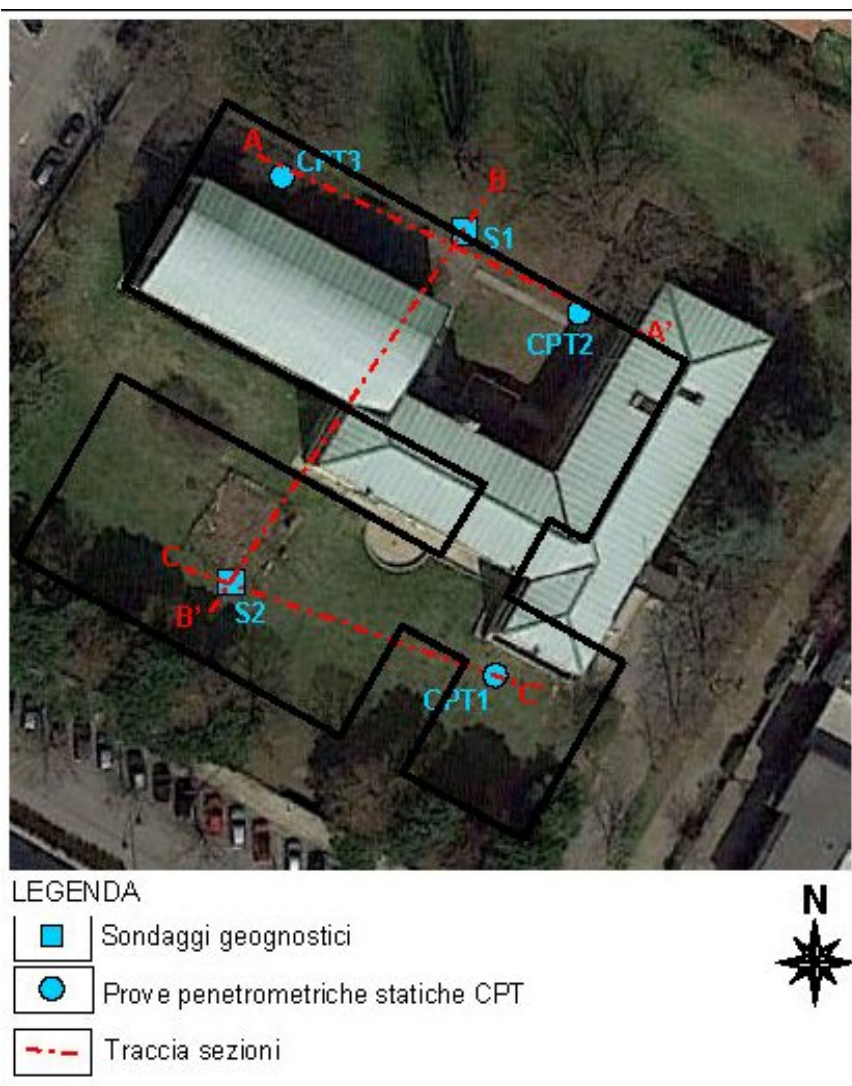
Ubicazione delle indagini con sovrapposizione sagoma nuovo complesso scolastico (non in scala)

La relazione **Geologica e Geotecnica Sismica allegata**, a cui si rimanda per i dettagli specifici, riporta in **sintesi** quanto segue:

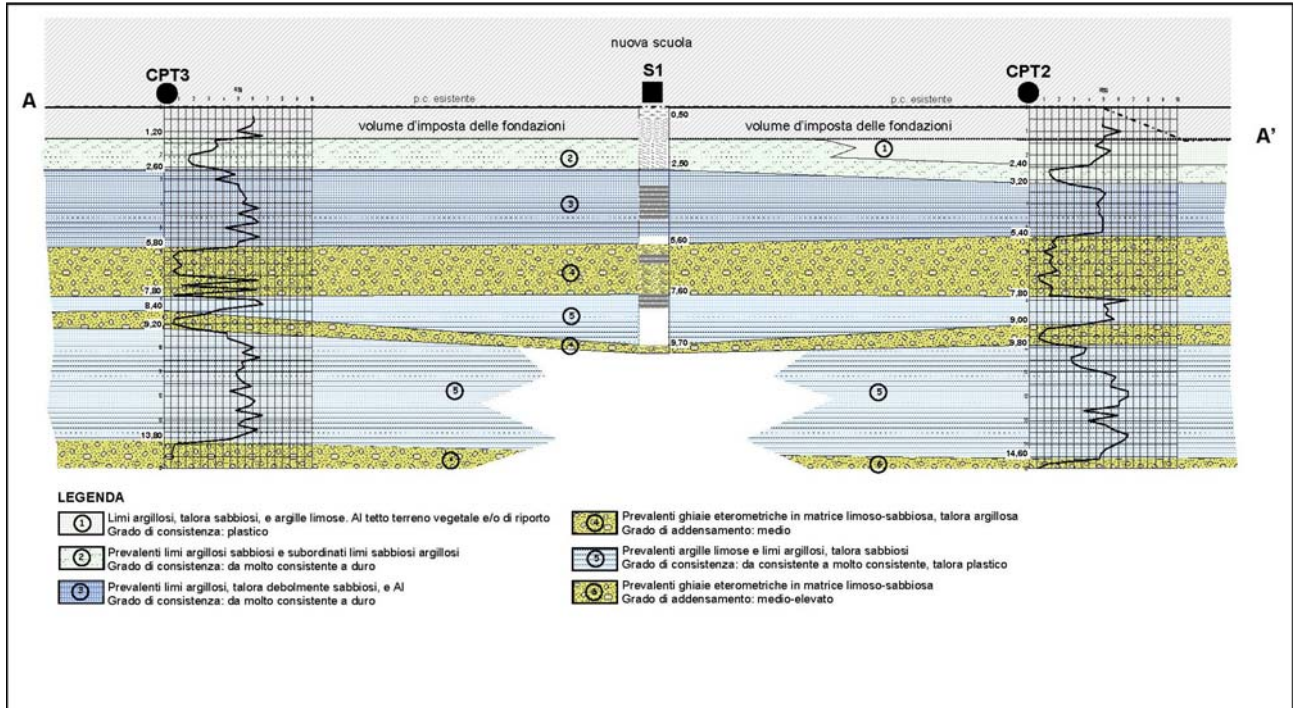
- presenza di 3 “corpi” litologicamente abbastanza ben definiti suddivisibili, ai fini del modello geotecnico locale in **8 unità litotecniche** (le profondità sono variabili a secondo del punto dell’area, si riportano di seguito le sezioni geologiche ricavate) così sintetizzabili (in ordine di profondità crescente):
 - unità litotecnica 1: prevalenti limi argillosi talora sabbiosi e argille limose
 - unità litotecnica 2: prevalenti limi argillosi sabbiosi e limi sabbiosi argillosi
 - unità litotecnica 3: prevalenti limi argillosi talora debolmente sabbiosi e argille limose
 - unità litotecnica 3A: prevalenti limi argillosi sabbiosi e argille limose
 - unità litotecnica 3B: prevalenti limi argillosi e argille limose
 - unità litotecnica 4: prevalenti ghiaie in matrice limoso - sabbiosa
 - unità litotecnica 5: prevalenti argille limose e limi argillosi talora sabbiosi
 - unità litotecnica 6: prevalenti ghiaie in matrice limoso - sabbiosa
- profondità della **falda di circa 7.50 – 8.00 m** dal p.c.

- valori di V_{S30} pari a 249 m/s e 332 m/s da cui risulta una classificazione del terreno ai fini sismici di **Tipo C** (è stata effettuata anche un'analisi di Risposta Sismica Locale ai sensi della Del. Reg. n. 2193/2015)
- **non presente il rischio di liquefazione**
- **resistenza al taglio drenate e non drenate** per le unità geotecniche interessate dalle fondazioni (i valori di capacità portante sono quelli stimati nella relazione geologica):
 - **unità litotecnica 1:**
 $cud = 57 \text{ kPa}$ ($Rd = 120 \text{ kPa}$)
 $c' = 4.26 \text{ kN/mq}$ e $\phi' = 27.5^\circ$ ($Rd = 155 \text{ kPa}$)
 - **unità litotecnica 2:**
 $cud = 130 \text{ kPa}$ ($Rd = 305 \text{ kPa}$)
 $\phi' = 31.4^\circ$ e $Rd = 189 \text{ kPa}$ ($Rd = 231 \text{ kPa}$)
 - **unità litotecnica 3A:**
 $cud = 73 \text{ kPa}$ ($Rd = 173 \text{ kPa}$)
 $c' = 4.26 \text{ kN/mq}$ e $\phi' = 27.5^\circ$ ($Rd = 243 \text{ kPa}$)

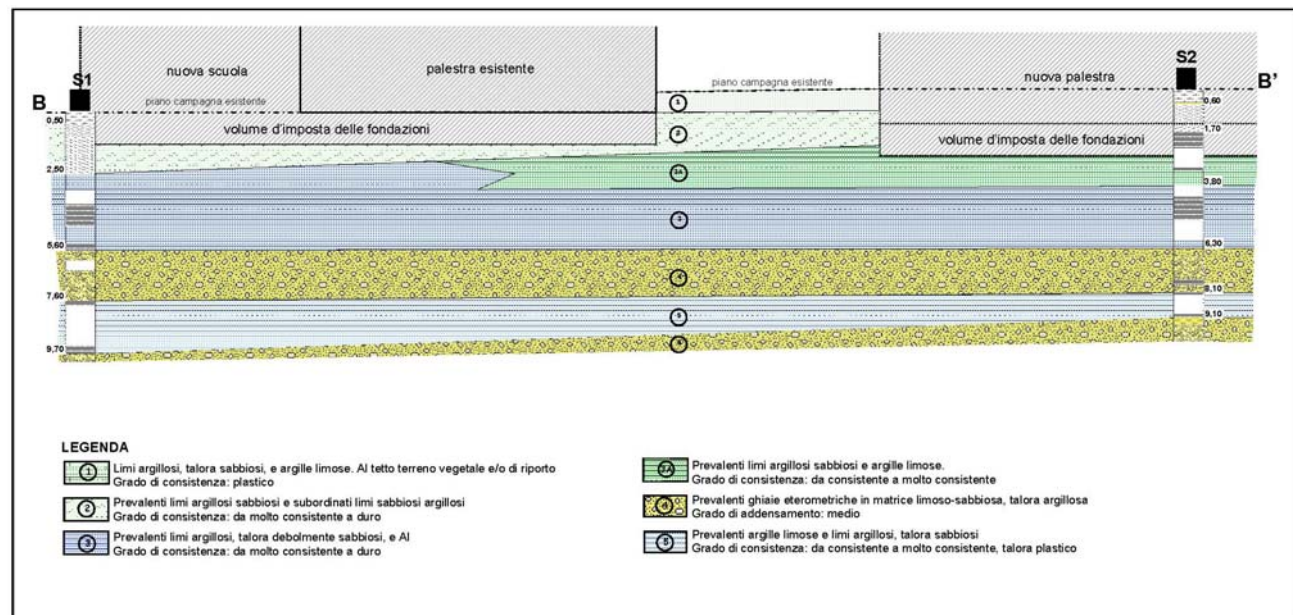
Come già indicato i valori sopra riportati relativi alla Capacità Portante sono quelli indicativi riportati nella Relazione Geologica mentre nella presente **Relazione Geotecnica** sono riportate in allegato **tutte le verifiche effettuate secondo le NTC18**.



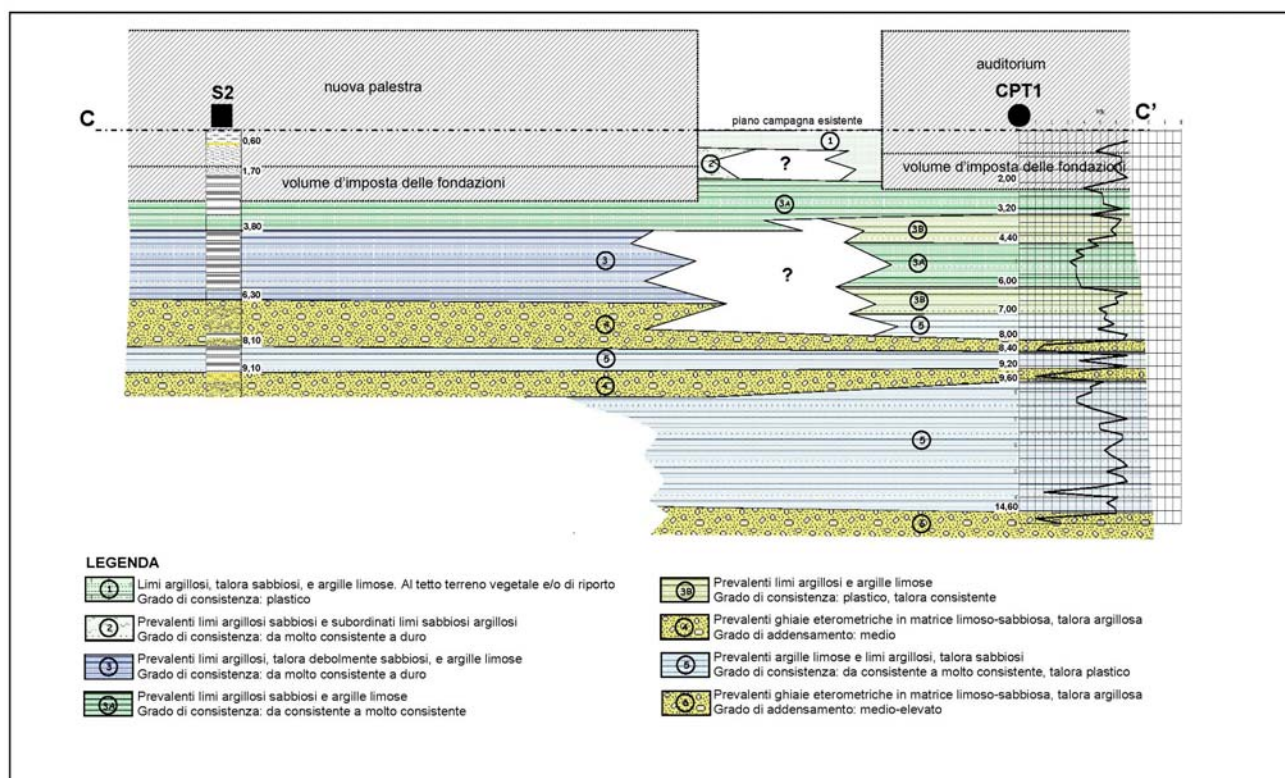
Traccia sezioni geologiche (non in scala)



Sezione A-A (non in scala) (per maggiori dettagli si veda la tavola nella relazione geologica)



Sezione B-B (non in scala) (per maggiori dettagli si veda la tavola nella relazione geologica)



Sezione C-C' (non in scala) (per maggiori dettagli si veda la tavola nella relazione geologica)

In conclusione sebbene **le indagini eseguite non abbiano evidenziato situazioni di particolare criticità**, il carattere puntuale delle prove condotte e, conseguentemente, la possibile presenza di disomogeneità non rilevate, impongono che in fase esecutiva sia posta, comunque, una **certa cura nel verificare che il piano di posa delle fondazioni non presenti eterogeneità eccessive** ed, in particolare, zone caratterizzate, localmente, da terreni più scadenti rispetto a quelli evidenziati nel corso dell'indagine.

Si renderà quasi certamente necessaria la realizzazione di uno **strato di bonifica geotecnica** in alcuni settori, per regolarizzare il piano di appoggio delle fondazioni; sarà, pertanto, opportuno prevedere in fase esecutiva una serie di **prove di carico di piastra di collaudo dello strato di bonifica geotecnica**, per verificarne l'adeguata compattazione e la qualità dei materiali utilizzati.

Congruentemente con i valori di modulo di deformabilità riportati nella relazione geologica nei modelli di calcolo agli elementi finiti sono stati utilizzati i seguenti valori **del modulo di reazione verticale del terreno "Winkler"**:

Unità Litotec.	secondo Bowles	secondo Terzaghi	correlazione con Ed (Ed/H)	correlazione con Ed $(2 \times Ed / (B \times \ln((B + 2 \times H) / B)))$	Valore medio (escl. max e min)	Valore utilizzato
1	1.12	0.2	0.39	0.58	0.485	0.5
2	2.86	0.70	1.35	2.11	1.73	1.75
3A	1.62	0.30	0.55	0.80	0.675	0.7

Moduli dei valori di reazione verticale del terreno Winkler [daN/cm³]

4 CRITERI GENERALI DI SICUREZZA

Le NTC18 definiscono nel **capitolo 2** i principi fondamentali per il progetto, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione delle costruzioni indicando gli **Stati Limite** che devono essere esaminati in funzione della **Vita Nominale** e della **Classe d'uso** adottata.

Come noto gli Stati Limite individuati dalle NTC18 2.2 sono di due tipi:

- Stati Limite Ultimi (SLU)
- Stati Limite di Esercizio (SLE)

e devono essere verificati per tutti i tipi di costruzioni (ad eccezione degli edifici esistenti).

Invece la Vita Nominale e la Classe d'Uso devono essere valutate caso per caso di concerto tra progettista e committente (nel rispetto dei limiti imposti dalle vigenti normative).

Nel caso specifico coerentemente con la destinazione d'uso dell'edificio sono stati utilizzati i seguenti valori di riferimento:

- | | | |
|---|--|---------------|
| ▪ Vita Nominale (V_N) | ≥ 50 anni (opere ordinarie ...) | (NTC18 2.4.1) |
| ▪ Classe d'Uso (C_U) | III (affollamenti significativi ...) | (NTC18 2.4.2) |

da tali valori si ricava il **Periodo di Riferimento per l'Azione Sismica**, così definito:

- | | | |
|--|----------------------------------|---------------|
| ▪ $V_R = V_N \times C_U$ | ≥ 75 anni | (NTC18 2.4.3) |
|--|----------------------------------|---------------|

5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali utilizzati sono:

Calcestruzzo con le seguenti caratteristiche minime (NTC18, UNI EN 206-2006, UNI 11104:2004)

Elemento	Resistenza	Esposizione
Fondazioni	28/35	XC2
Setti verticali	28/35	XC1 e XF1
Solai interni	28/35	XC1
Solai interni (precompresso)	45/55	XC1 e XC3
Solai esterni	28/35	XC3
Solai esterni (precompresso)	45/55	XC3
Scale	28/35	XC1
Classe di resistenza del cemento (UNI EN 197/1):		CEM 42,5 R

Barre per cemento armato (NTC18) B450C

Trefoli in acciaio armonico (NTC18) $f_{ptk} = 1.900 \text{ N/mm}^2$

Acciaio per carpenteria metallica (NTC18, UNI EN ISO 3834-2:1006) S355

Per ulteriore specifiche, quali copriferro, diametro massimo aggregati, saldature, bulloni ... si rimanda alla tabella materiali riportata nelle tavole progettuali ed alla Relazioni sui Materiali Strutturali.

6 AZIONI SULLA COSTRUZIONE: ANALISI DEI CARICHI

Le azioni agenti su una struttura sono classificabili in vari modi (NTC18 2.5.1):

- secondo il loro modo di azione
- secondo la risposta strutturale
- secondo la variazione della loro intensità nel tempo

I carichi ipotizzati sulle strutture in progetto sono, secondo la variazione della loro intensità nel tempo:

- **permanenti**: peso proprio degli elementi strutturali e peso proprio degli elementi non strutturali
- **variabili**: secondo la destinazione d'uso degli ambienti e la posizione dell'edificio e possono essere di lunga o breve durata (carichi antropici, neve e vento)
- **eccezionali**: urti, incendio ...
- **sismici**

La **combinazione di tali azioni** è stata effettuata conformemente a quanto previsto dalla **NTC18 2.5.3.** e per le verifiche sul terreno secondo NTC18 2.6.1 **Approccio 2.**

Le **azioni agenti sulle strutture di fondazione sono state direttamente ricavate dal modello tridimensionale generale.**

7 MODELLO STRUTTURALE E ASPETTI GEOTECNICI

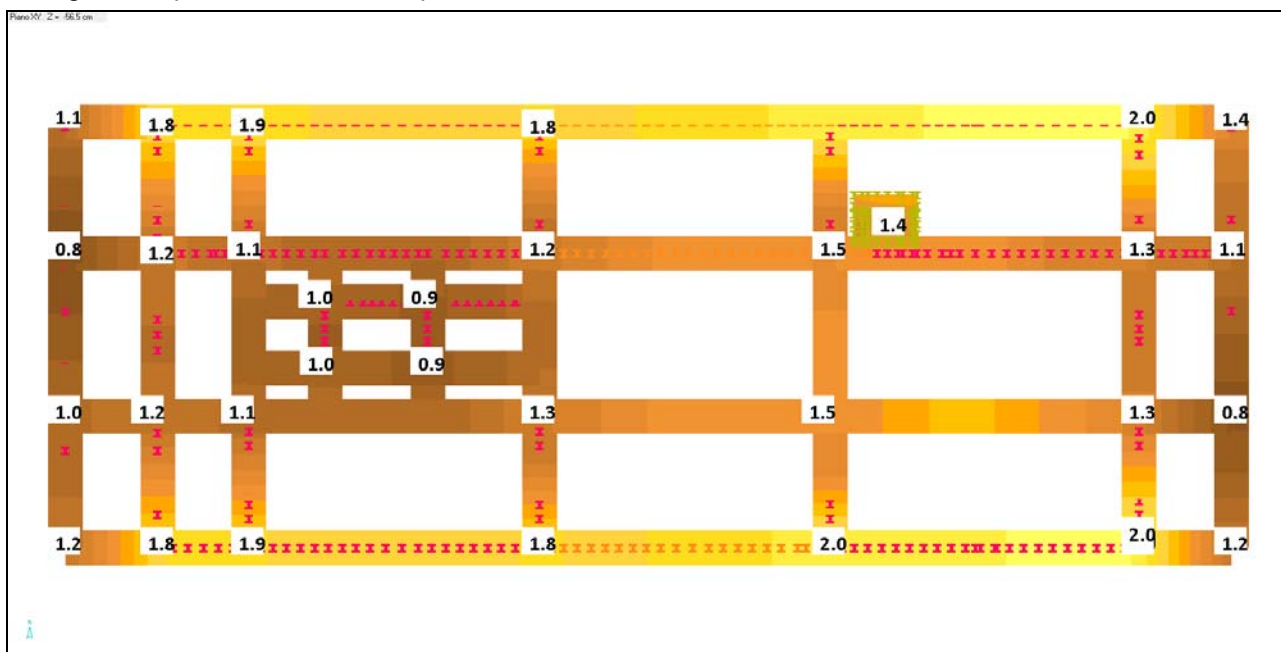
Come indicato nella relazione tecnica delle strutture le fondazioni previste nel progetto esecutivo saranno costituite da **travi a spessore e rigidezza elevati**.

In tal modo si creerà un elemento rigido, che sarà soggetto a **cedimenti differenziali molto limitati** o nulli, in grado di trasmettere al terreno di sottofondo un **modesto carico di esercizio**.

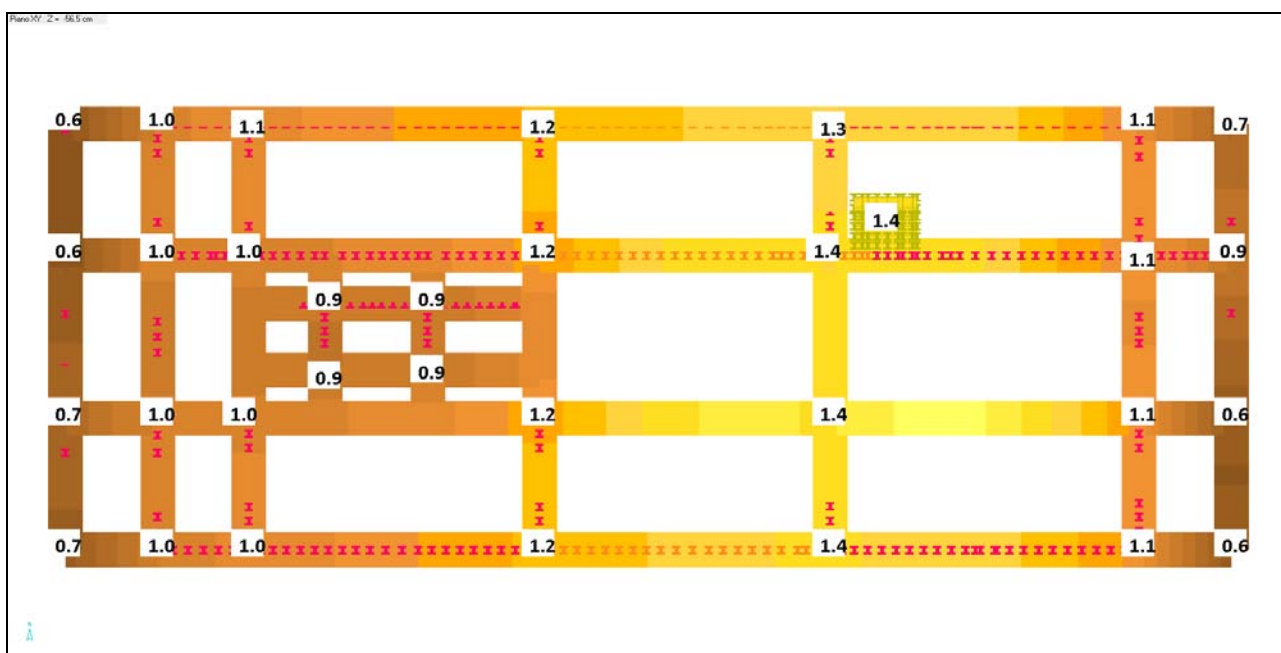
Il modello geotecnico riprende ovviamente il modello geologico precedentemente riportato.

In allegato sono riportate le verifiche **geotecniche complete ed il calcolo dei cedimenti**.

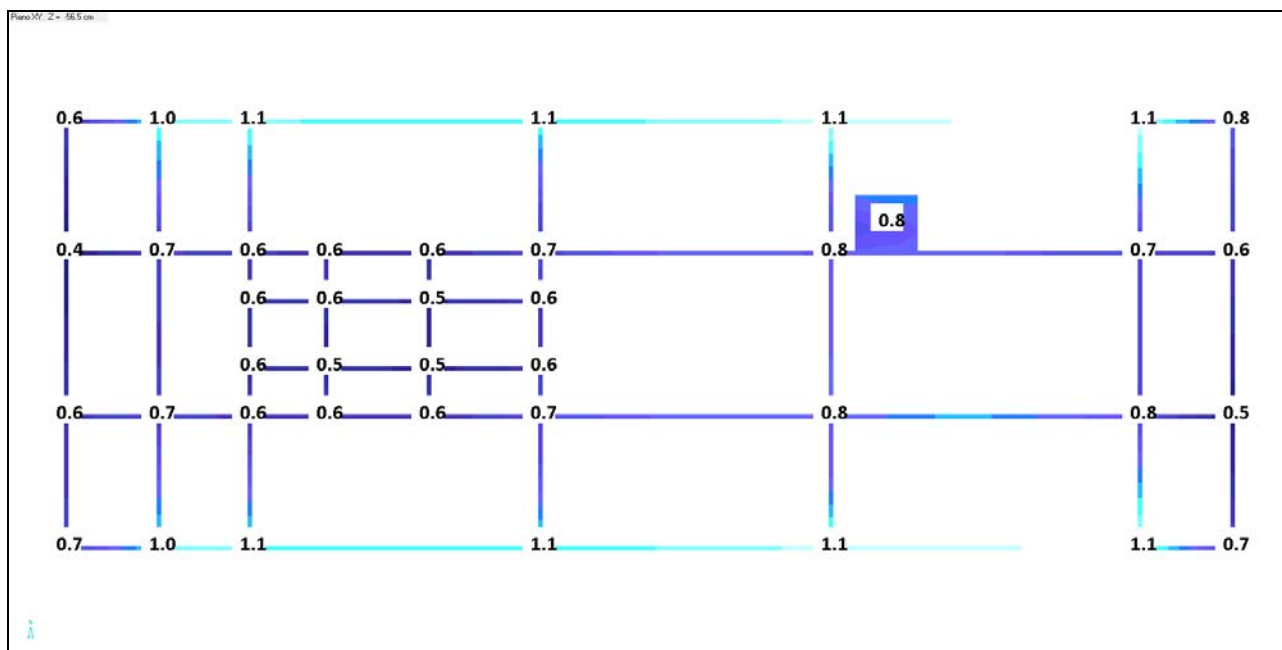
Di seguito si riportano i valori delle pressioni e dei cedimenti nel modello tridimensionale.



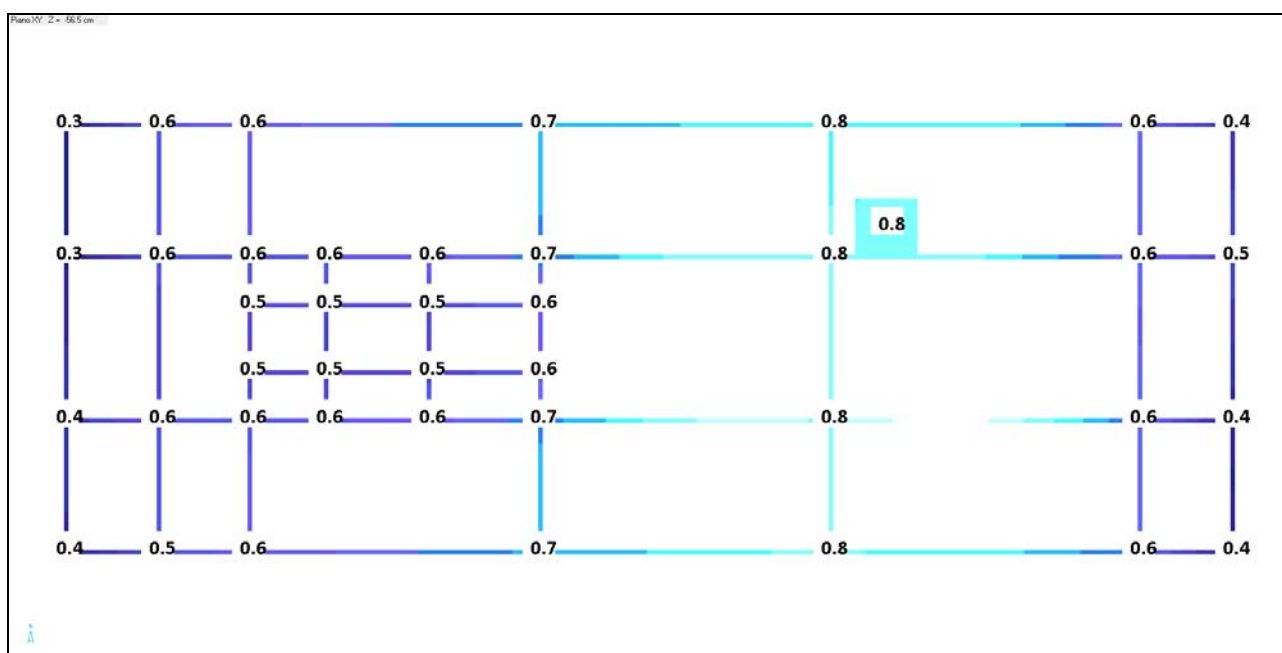
Pressioni in fondazione (daN/cm²). Caso SLU Fond + Sisma



Pressioni in fondazione (daN/cm²). Caso Rara



Cedimenti in fondazione (cm). Caso SLU Fond + Sisma (Winkler = 1.75).



Cedimenti in fondazione (cm). Caso Rara (Winkler = 1.75).

I valori riportati nei grafici sono indicativi nell'andamento delle pressioni e dei cedimenti mentre in allegato sono riportate le verifiche **geotecniche complete ed il calcolo dei cedimenti**.

Le verifiche sono state condotte considerando le tre differenti stratigrafie ricavate in corrispondenza della scuola, ovvero **CPT3, S1 e CPT2** (così come riportate nella relazione geologica).

Nella verifica nel **settore interessato dalla prova CPT2** in considerazione della presenza dell'interrato è stato previsto uno **strato di bonifica geotecnica** (come già precedentemente indicato) con materiale appartenente alla classe A1, A2-4, A2-5 o A3 il cui grado di compattazione minimo dovrà essere di 30 MPa (così come indicato nel Capitolato Speciale d'appalto), quindi comparabile con l'unità litotecnica 2.

8 NOTE SU: NORMATIVA E CODICE DI CALCOLO

8.1 Normative di riferimento

L'analisi della struttura in oggetto e' stata fatta utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative e leggi vigenti:

- Legge 5/11/1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.P.R. 6/6/2001 n. 380: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Legge 2/2/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- C.N.R. 10024/86 del 23/7/1986: Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo
- D.M. 14/2/1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9/1/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16/1/1996: Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi.
- D.M. 16/1/1996: Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- D.M. 17/1/2018: Norme tecniche per le costruzioni.
- Circ. Espl. 7 del 21/01/2019: Istruzioni per l'applicazione "dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- Eurocodici attualmente vigenti
- Istruzioni CNR di pertinenza.

8.2 Schematizzazione della struttura e dei vincoli

La struttura e' stata schematizzata escludendo il contributo degli elementi aventi rigidità e resistenza trascurabili a fronte dei principali. E' quindi stata considerata l'orditura a telaio tridimensionale, i solai ed i setti verticali ad elevata rigidità (vano ascensore, setti in cls).

I plinti di fondazione vengono assimilati a vincoli elastici di cui e' fornita la costante di rigidità. Le travi di fondazione sono schematizzate come poggianti su vincoli elastici distribuiti.

8.3 Modellazione della struttura e dei vincoli

La struttura e' modellata con il metodo degli elementi finiti, applicato a sistemi tridimensionali. Gli elementi utilizzati sono sia monodimensionali (trave con eventuali sconnessioni interne), che bidimensionali (piastre e membrane triangolari e quadrangolari). I vincoli sono considerati puntuali ed inseriti tramite le sei costanti di rigidità elastica, oppure come elementi asta poggianti su suolo elastico. Le sezioni oggetto di verifica nelle travi sono stampate a passo costante; dei gusci si conoscono le sollecitazioni nel baricentro dell'elemento stesso.

8.4 Modellazione dei materiali

I materiali costituenti la struttura sono considerati elastici e con comportamento lineare. Le loro caratteristiche sono specificate nella stampa dei dati di input.

8.5 Individuazione del codice di calcolo

Per il calcolo delle sollecitazioni e per la verifica delle strutture si e' fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo:

- DOLMEN per windows, versione 19 del 2019 prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN srl, con sede in Torino, Via Drovetti 9/F
- IDENTIFICATIVO DELLA LICENZA: YJ59ODEHTI5K

Questa procedura e' sviluppata in ambiente Windows, ed e' stata scritta utilizzando i linguaggi Fortran e C. DOLMEN WIN permette l'analisi elastica lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di liberta' utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono la trave, con eventuali svincoli interni o rotazione attorno al proprio asse, ed il guscio, sia rettangolare che triangolare, avente comportamento di membrana e di piastra. I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. I vincoli sono forniti tramite le sei costanti di rigidezza elastica.

A supporto del programma e' fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

8.6 Grado di affidabilità del codice

L' affidabilità del codice di calcolo e' garantita dall'esistenza di un ampia documentazione di supporto, come indicato nel paragrafo precedente. La presenza di un modulo CAD per l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti. E' possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura. Al termine dell'elaborazione viene inoltre valutata la qualita' della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

DOLMEN WIN permette in campo elastico lineare un'analisi dettagliata del comportamento dell'intera struttura, tenendo conto del comportamento irrigidente di setti anche complessi e solai considerati con la loro effettiva rigidezza. E' possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando mesh via via più dettagliate.

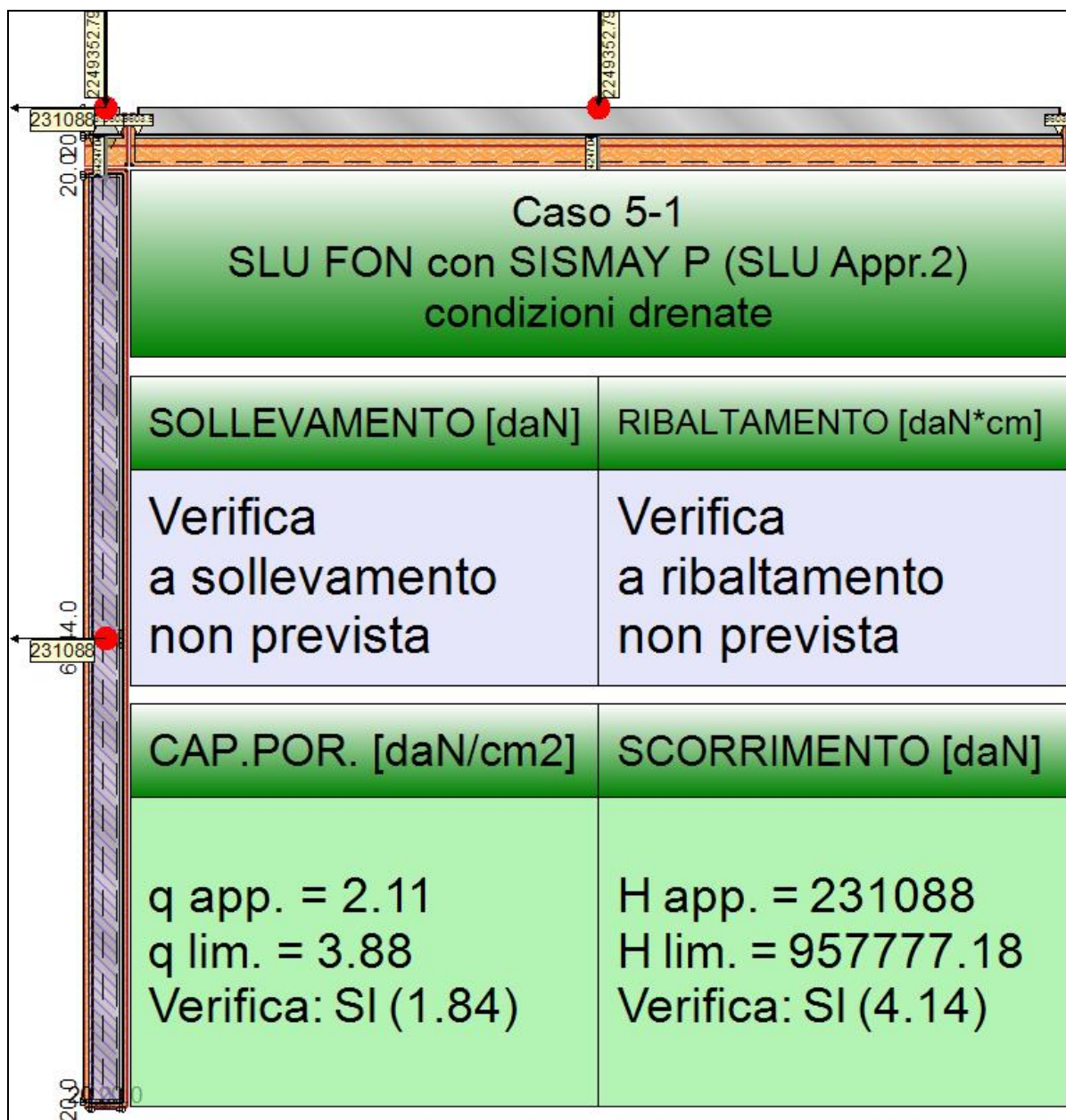
8.7 Valutazione della correttezza del modello

Il modello di calcolo adottato e' da ritenersi appropriato in quanto non sono state riscontrate labilità, le reazioni vincolari equilibrano i carichi applicati, la simmetria di carichi e struttura da' origine a sollecitazioni simmetriche.

L'analisi critica dei risultati e dei parametri di controllo nonché il confronto con calcolazioni di massima eseguite manualmente porta a confermare la validità dei risultati.

9 ALLEGATI

9.1 TRAVE_FL_E_1



Rappresentazione della fondazione.

9.1.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No		Non sismico
1-1	Caso 1-1 Nodo 247							
2	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$	
2-1	Caso 4-4 Nodo 245							
3	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$	
3-1	Caso 5-13 Nodo 282							
4	SLU FON con SISMAY P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$	
4-1	Caso 8-4 Nodo 285							
5	SLU FON con SISMAY P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$	
5-1	Caso 9-13 Nodo 249							

6	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-4 Nodo 278							
7	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-13 Nodo 247							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Qi,fav}$	$g_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	2116493.1	6558051.6	SI (6558051.6/2116493.1 = 3.10 >= 1.0)	2116493.1	5812199.8	SI (5812199.8/2116493.1 = 2.75 >= 1.0)	
2-1	1803282.9	5556657.1	SI (5556657.1/1803282.9 = 3.08 >= 1.0)	1803282.9	6847892.8	SI (6847892.8/1803282.9 = 3.80 >= 1.0)	
3-1	2221150.7	4343754.9	SI (4343754.9/2221150.7 = 1.96 >= 1.0)	2221150.7	5945633.3	SI (5945633.3/2221150.7 = 2.68 >= 1.0)	
4-1	1845079.4	5498268.2	SI (5498268.2/1845079.4 = 2.98 >= 1.0)	1845079.4	6808219.6	SI (6808219.6/1845079.4 = 3.69 >= 1.0)	
5-1	2313599.8	4247132	SI (4247132/2313599.8 = 1.84 >= 1.0)	2313599.8	5854342.6	SI (5854342.6/2313599.8 = 2.53 >= 1.0)	
6-1	1639634.3	5564157.1	SI (5564157.1/1639634.3 = 3.39 >= 1.0)	1639634.3	5574887.6	SI (5574887.6/1639634.3 = 3.40 >= 1.0)	
7-1	1879621.9	4634399.6	SI (4634399.6/1879621.9 = 2.47 >= 1.0)	1879621.9	5064201.7	SI (5064201.7/1879621.9 = 2.69 >= 1.0)	

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	20610	891997.5	SI (891997.5/20610 = 43.28 >= 1.0)	20610	796529	SI (796529/20610 = 38.65 >= 1.0)	
2-1	73010	755575.5	SI (755575.5/73010 = 10.35 >= 1.0)	73010	720770.3	SI (720770.3/73010 = 9.87 >= 1.0)	
3-1	211155	921146.3	SI (921146.3/211155 = 4.36 >= 1.0)	211155	657981.8	SI (657981.8/211155 = 3.12 >= 1.0)	
4-1	79128	772136.4	SI (772136.4/79128 = 9.76 >= 1.0)	79128	718010.8	SI (718010.8/79128 = 9.07 >= 1.0)	
5-1	231088	957777.2	SI (957777.2/231088 = 4.14 >= 1.0)	231088	652440.3	SI (652440.3/231088 = 2.82 >= 1.0)	
6-1	48904	690733.4	SI (690733.4/48904 = 14.12 >= 1.0)	48904	733035.1	SI (733035.1/48904 = 14.99 >= 1.0)	
7-1	132620	785823.1	SI (785823.1/132620 = 5.93 >= 1.0)	132620	686177.5	SI (686177.5/132620 = 5.17 >= 1.0)	

9.1.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.1.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 6084 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.1.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9660	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9660	9530	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9530	9220	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9220	9020	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	9020	8810	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8810	8780	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8780	8400	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8400	8280	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]		z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]				
1	8940		8280	0.00098				

9.1.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-20610	0	-2116493.07	0	0	0	0	200
2-1	-73010	0	-1803282.95	0	0	0	0	200
3-1	-211155	0	-2221150.71	0	0	0	0	200
4-1	-79128	0	-1845079.45	0	0	0	0	200
5-1	-231088	0	-2313599.83	0	0	0	0	200
6-1	-48904.04	0	-1639634.34	0	0	0	0	200
7-1	-132620.02	0	-1879621.95	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-20610	0	-2116493.07	0	-4122000	-	-	-
2-1	-73010	0	-1803282.95	0	-14602000	-	-	-
3-1	-211155	0	-2221150.71	0	-42231000	-	-	-
4-1	-79128	0	-1845079.45	0	-15825600	-	-	-
5-1	-231088	0	-2313599.83	0	-46217600	-	-	-
6-1	-48904.04	0	-1639634.34	0	-9780808	-	-	-
7-1	-132620.02	0	-1879621.95	0	-26524004	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 19.98 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

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

1-1	1.95	0	asse X	asse Y
2-1	8.1	0	asse X	asse Y
3-1	19.01	0	asse X	asse Y
4-1	8.58	0	asse X	asse Y
5-1	19.98	0	asse X	asse Y
6-1	5.97	0	asse X	asse Y
7-1	14.11	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	g_j	g_g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	29.4	0.00192	20.60	1.01	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	-	4.19
2-1	-	-	29.5	0.00191	20.88	1.01	1.00	0.89	1.00	1.00	1.00	0.68	2.46
3-1	-	-	29.7	0.00191	21.46	1.01	1.00	0.75	1.00	1.00	1.00	0.68	1.9
4-1	-	-	29.5	0.00191	20.90	1.01	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.68	2.44
5-1	-	-	29.7	0.00191	21.52	1.01	1.00	0.74	1.00	1.00	1.00	0.68	1.86
6-1	-	-	29.5	0.00191	20.78	1.01	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	0.89	3.43
7-1	-	-	29.6	0.00191	21.19	1.01	1.00	0.81	1.00	1.00	1.00	0.89	2.83

Caso	g_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.02	28.81	1.02	1.23	0.98	1.00	1.00	1.00	-	0.76
2-1	-	0.02	29.02	1.02	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.86	0.6
3-1	-	0.02	29.45	1.02	1.27	0.81	1.00	1.00	1.00	0.86	0.49
4-1	-	0.02	29.04	1.02	1.24	0.91	1.00	1.00	1.00	0.86	0.59
5-1	-	0.02	29.50	1.02	1.27	0.80	1.00	1.00	1.00	0.86	0.48
6-1	-	0.02	28.95	1.02	1.24	0.94	1.00	1.00	1.00	0.96	0.69
7-1	-	0.02	29.25	1.02	1.26	0.86	1.00	1.00	1.00	0.96	0.6

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.3	17.26	1.01	1.22	0.98	1.00	1.00	1.00	-	6.14
2-1	0.3	17.44	1.01	1.23	0.92	1.00	1.00	1.00	0.81	4.77
3-1	0.3	17.81	1.01	1.26	0.82	1.00	1.00	1.00	0.81	4.43
4-1	0.3	17.45	1.01	1.23	0.92	1.00	1.00	1.00	0.81	4.75
5-1	0.3	17.84	1.01	1.26	0.82	1.00	1.00	1.00	0.81	4.4
6-1	0.3	17.37	1.01	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	0.94	5.61
7-1	0.3	17.63	1.01	1.24	0.87	1.00	1.00	1.00	0.94	5.32

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.99	1314782.07	6558051.6	2116493.1	SI (6558051.6/2116493.1 = 3.10 >= 1.0)
2-1	1.80	4.48	1239950.18	5556657.1	1803282.9	SI (5556657.1/1803282.9 = 3.08 >= 1.0)
3-1	1.80	3.92	1107128.38	4343754.9	2221150.7	SI (4343754.9/2221150.7 = 1.96 >= 1.0)
4-1	1.80	4.46	1234112.73	5498268.2	1845079.4	SI (5498268.2/1845079.4 = 2.98 >= 1.0)
5-1	1.80	3.88	1095406.09	4247132	2313599.8	SI (4247132/2313599.8 = 1.84 >= 1.0)
6-1	2.30	4.4	1265894.99	5564157.1	1639634.3	SI (5564157.1/1639634.3 = 3.39 >= 1.0)
7-1	2.30	3.97	1166773.09	4634399.6	1879621.9	SI (4634399.6/1879621.9 = 2.47 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g _j	g _c	j [°]	c' [daN/cm ²]	d [°]	a [daN/cm ²]	g _{R,h}	g _{R,e}	R _h [daN]	R _e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	838613.09	53384.42
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	714510.58	41064.94
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	880081.34	41064.94
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	731071.51	41064.94
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	916712.24	41064.94
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	649668.47	41064.94
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	744758.2	41064.94

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R _d [daN]	E _d [daN]	Verifica
1-1	891997.5	20610	SI (891997.5/20610 = 43.28 >= 1.0)
2-1	755575.5	73010	SI (755575.5/73010 = 10.35 >= 1.0)
3-1	921146.3	211155	SI (921146.3/211155 = 4.36 >= 1.0)
4-1	772136.4	79128	SI (772136.4/79128 = 9.76 >= 1.0)
5-1	957777.2	231088	SI (957777.2/231088 = 4.14 >= 1.0)
6-1	690733.4	48904	SI (690733.4/48904 = 14.12 >= 1.0)
7-1	785823.1	132620	SI (785823.1/132620 = 5.93 >= 1.0)

9.1.6 Verifiche in condizioni non 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	F _x [daN]	F _y [daN]	F _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-20610	0	-2116493.07	0	0	0	0	200
2-1	-73010	0	-1803282.95	0	0	0	0	200
3-1	-211155	0	-2221150.71	0	0	0	0	200
4-1	-79128	0	-1845079.45	0	0	0	0	200
5-1	-231088	0	-2313599.83	0	0	0	0	200
6-1	-48904.04	0	-1639634.34	0	0	0	0	200
7-1	-132620.02	0	-1879621.95	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H _x [daN]	H _y [daN]	V _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-20610	0	-2116493.07	0	-4122000	-	-	-
2-1	-73010	0	-1803282.95	0	-14602000	-	-	-
3-1	-211155	0	-2221150.71	0	-42231000	-	-	-
4-1	-79128	0	-1845079.45	0	-15825600	-	-	-
5-1	-231088	0	-2313599.83	0	-46217600	-	-	-
6-1	-48904.04	0	-1639634.34	0	-9780808	-	-	-
7-1	-132620.02	0	-1879621.95	0	-26524004	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 19.98 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	1.95	0	asse X	asse Y
2-1	8.1	0	asse X	asse Y
3-1	19.01	0	asse X	asse Y
4-1	8.58	0	asse X	asse Y

5-1	19.98	0	asse X	asse Y
6-1	5.97	0	asse X	asse Y
7-1	14.11	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{ic}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.42	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	0	9.49	0.3
2-1	-	-	1.41	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.31	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.41	0.3
3-1	-	-	1.38	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.35	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.14	0.3
4-1	-	-	1.4	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.32	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.4	0.3
5-1	-	-	1.38	0.00188	0.3	5.14	1.01	1.36	0.94	1.00	1.00	1.00	0	9.09	0.3
6-1	-	-	1.41	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.45	0.3
7-1	-	-	1.39	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.33	0.97	1.00	1.00	1.00	0	9.3	0.3

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.42	1314782.07	5812199.8	2116493.1	SI (5812199.8/2116493.1 = 2.75 >= 1.0)
2-1	1.80	5.52	1239950.18	6847892.8	1803282.9	SI (6847892.8/1803282.9 = 3.80 >= 1.0)
3-1	1.80	5.37	1107128.38	5945633.3	2221150.7	SI (5945633.3/2221150.7 = 2.68 >= 1.0)
4-1	1.80	5.52	1234112.73	6808219.6	1845079.4	SI (6808219.6/1845079.4 = 3.69 >= 1.0)
5-1	1.80	5.34	1095406.09	5854342.6	2313599.8	SI (5854342.6/2313599.8 = 2.53 >= 1.0)
6-1	2.30	4.4	1265894.99	5574887.6	1639634.3	SI (5574887.6/1639634.3 = 3.40 >= 1.0)
7-1	2.30	4.34	1166773.09	5064201.7	1879621.9	SI (5064201.7/1879621.9 = 2.69 >= 1.0)

Scorrimento.

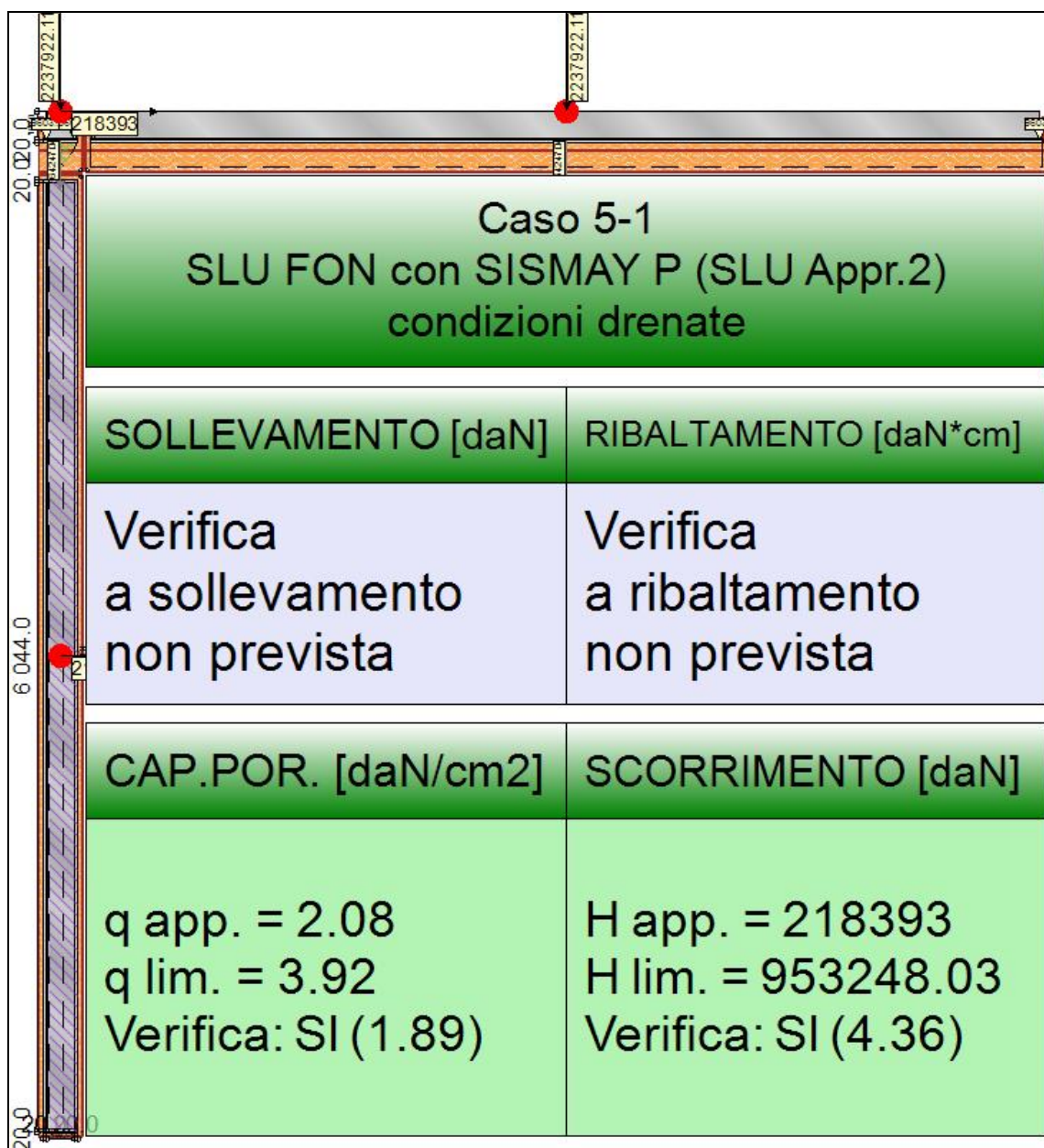
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	621533.34	174995.61
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	586158.27	134612.01
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	523369.78	134612.01
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	583398.75	134612.01
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	517828.33	134612.01
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	598423.09	134612.01
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	551565.46	134612.01

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	796529	20610	SI (796529/20610 = 38.65 >= 1.0)
2-1	720770.3	73010	SI (720770.3/73010 = 9.87 >= 1.0)
3-1	657981.8	211155	SI (657981.8/211155 = 3.12 >= 1.0)
4-1	718010.8	79128	SI (718010.8/79128 = 9.07 >= 1.0)
5-1	652440.3	231088	SI (652440.3/231088 = 2.82 >= 1.0)
6-1	733035.1	48904	SI (733035.1/48904 = 14.99 >= 1.0)
7-1	686177.5	132620	SI (686177.5/132620 = 5.17 >= 1.0)

9.2 TRAVE_FL_E_7



Rappresentazione della fondazione.

9.2.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico	
1-1 Caso 1-1 Nodo 13								
2	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$	
2-1 Caso 4-5 Nodo 24								
3	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$	
3-1 Caso 5-2 Nodo 3								
4	SLU FON con SISMAY P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$	
4-1 Caso 8-5 Nodo 24								
5	SLU FON con SISMAY P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$	
5-1 Caso 9-2 Nodo 20								

6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-5 Nodo 25							
7	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-2 Nodo 25							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Qi,fav}$	$g_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	g_{Rv}	g_{Rh}	g_{Re}	g_{Requ}	g_{Rupl}
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	2057083.9	6620608.1	SI (6620608.1/2057083.9 = 3.22 >= 1.0)	2057083.9	5840124.5	SI (5840124.5/2057083.9 = 2.84 >= 1.0)	
2-1	1850918.8	5702012.2	SI (5702012.2/1850918.8 = 3.08 >= 1.0)	1850918.8	6937161.4	SI (6937161.4/1850918.8 = 3.75 >= 1.0)	
3-1	2214495.8	4446508.9	SI (4446508.9/2214495.8 = 2.01 >= 1.0)	2214495.8	6027978	SI (6027978/2214495.8 = 2.72 >= 1.0)	
4-1	1896143.5	5649763.5	SI (5649763.5/1896143.5 = 2.98 >= 1.0)	1896143.5	6902131.6	SI (6902131.6/1896143.5 = 3.64 >= 1.0)	
5-1	2302169.1	4347261.8	SI (4347261.8/2302169.1 = 1.89 >= 1.0)	2302169.1	5937434.4	SI (5937434.4/2302169.1 = 2.58 >= 1.0)	
6-1	1672869.4	5678611.2	SI (5678611.2/1672869.4 = 3.39 >= 1.0)	1672869.4	5630125.1	SI (5630125.1/1672869.4 = 3.37 >= 1.0)	
7-1	1895078.3	4742368.6	SI (4742368.6/1895078.3 = 2.50 >= 1.0)	1895078.3	5125425.5	SI (5125425.5/1895078.3 = 2.70 >= 1.0)	

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	15557	868458	SI (868458/15557 = 55.82 >= 1.0)	15557	799031.3	SI (799031.3/15557 = 51.36 >= 1.0)	
2-1	63966	774450.2	SI (774450.2/63966 = 12.11 >= 1.0)	63966	727590.3	SI (727590.3/63966 = 11.37 >= 1.0)	
3-1	199311	918509.4	SI (918509.4/199311 = 4.61 >= 1.0)	199311	663806.1	SI (663806.1/199311 = 3.33 >= 1.0)	
4-1	69514	792369.4	SI (792369.4/69514 = 11.40 >= 1.0)	69514	725172.4	SI (725172.4/69514 = 10.43 >= 1.0)	
5-1	218393	953248	SI (953248/218393 = 4.36 >= 1.0)	218393	658213.7	SI (658213.7/218393 = 3.01 >= 1.0)	
6-1	42108.7	703902.1	SI (703902.1/42108.7 = 16.72 >= 1.0)	42108.7	738389.9	SI (738389.9/42108.7 = 17.54 >= 1.0)	
7-1	124128	791947.4	SI (791947.4/124128 = 6.38 >= 1.0)	124128	691994.7	SI (691994.7/124128 = 5.57 >= 1.0)	

9.2.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.2.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 6084 [cm], e centro alla quota z = 9583.5 [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.2.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z _i [cm]	z _f [cm]	γ _d [daN/cm ³]	γ _t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s _u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9660	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9660	9530	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9530	9220	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9220	9020	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	9020	8810	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8810	8780	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8780	8400	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8400	8280	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z _i [cm]		z _f [cm]	γ _w [daN/cm ³]				
1	8940		8280	0.00098				

9.2.5 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 [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	15557	0	-2057083.94	0	0	0	0	200
2-1	63966	0	-1850918.85	0	0	0	0	200
3-1	199311	0	-2214495.78	0	0	0	0	200
4-1	69514	0	-1896143.53	0	0	0	0	200
5-1	218393	0	-2302169.15	0	0	0	0	200
6-1	42108.75	0	-1672869.42	0	0	0	0	200
7-1	124128.02	0	-1895078.35	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	15557	0	-2057083.94	0	3111400	-	-	-
2-1	63966	0	-1850918.85	0	12793200	-	-	-
3-1	199311	0	-2214495.78	0	39862200	-	-	-
4-1	69514	0	-1896143.53	0	13902800	-	-	-
5-1	218393	0	-2302169.15	0	43678600	-	-	-
6-1	42108.75	0	-1672869.42	0	8421750	-	-	-
7-1	124128.02	0	-1895078.35	0	24825604	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 18.97 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

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

1-1	1.51	0	asse X	asse Y
2-1	6.91	0	asse X	asse Y
3-1	18	0	asse X	asse Y
4-1	7.33	0	asse X	asse Y
5-1	18.97	0	asse X	asse Y
6-1	5.03	0	asse X	asse Y
7-1	13.1	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	g_j	g_g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	29.4	0.00192	20.58	1.01	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	-	4.23
2-1	-	-	29.5	0.00191	20.82	1.01	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	0.68	2.53
3-1	-	-	29.7	0.00191	21.40	1.01	1.00	0.76	1.00	1.00	1.00	0.68	1.95
4-1	-	-	29.5	0.00191	20.84	1.01	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	0.68	2.51
5-1	-	-	29.7	0.00191	21.46	1.01	1.00	0.75	1.00	1.00	1.00	0.68	1.9
6-1	-	-	29.5	0.00191	20.74	1.01	1.00	0.93	1.00	1.00	1.00	0.89	3.5
7-1	-	-	29.6	0.00191	21.13	1.01	1.00	0.82	1.00	1.00	1.00	0.89	2.9

Caso	g_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.02	28.80	1.02	1.23	0.98	1.00	1.00	1.00	-	0.77
2-1	-	0.02	28.98	1.02	1.24	0.93	1.00	1.00	1.00	0.86	0.61
3-1	-	0.02	29.41	1.02	1.27	0.82	1.00	1.00	1.00	0.86	0.5
4-1	-	0.02	29.00	1.02	1.24	0.93	1.00	1.00	1.00	0.86	0.6
5-1	-	0.02	29.45	1.02	1.27	0.81	1.00	1.00	1.00	0.86	0.49
6-1	-	0.02	28.92	1.02	1.24	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	0.7
7-1	-	0.02	29.21	1.02	1.25	0.87	1.00	1.00	1.00	0.96	0.61

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.3	17.24	1.01	1.22	0.99	1.00	1.00	1.00	-	6.16
2-1	0.3	17.40	1.01	1.23	0.93	1.00	1.00	1.00	0.81	4.81
3-1	0.3	17.77	1.01	1.25	0.83	1.00	1.00	1.00	0.81	4.46
4-1	0.3	17.41	1.01	1.23	0.93	1.00	1.00	1.00	0.81	4.79
5-1	0.3	17.81	1.01	1.26	0.82	1.00	1.00	1.00	0.81	4.43
6-1	0.3	17.34	1.01	1.22	0.95	1.00	1.00	1.00	0.94	5.65
7-1	0.3	17.60	1.01	1.24	0.88	1.00	1.00	1.00	0.94	5.35

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.02	1320075.54	6620608.1	2057083.9	SI (6620608.1/2057083.9 = 3.22 >= 1.0)
2-1	1.80	4.55	1254377.09	5702012.2	1850918.8	SI (5702012.2/1850918.8 = 3.08 >= 1.0)
3-1	1.80	3.97	1119448.99	4446508.9	2214495.8	SI (4446508.9/2214495.8 = 2.01 >= 1.0)
4-1	1.80	4.52	1249262.46	5649763.5	1896143.5	SI (5649763.5/1896143.5 = 2.98 >= 1.0)
5-1	1.80	3.92	1107618.94	4347261.8	2302169.1	SI (4347261.8/2302169.1 = 1.89 >= 1.0)
6-1	2.30	4.45	1277222.47	5678611.2	1672869.4	SI (5678611.2/1672869.4 = 3.39 >= 1.0)
7-1	2.30	4.02	1179078.7	4742368.6	1895078.3	SI (4742368.6/1895078.3 = 2.50 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_j	g_c	j [°]	c' [daN/cm ²]	d [°]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	815073.55	53384.42
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	733385.24	41064.94
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	877444.47	41064.94
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	751304.51	41064.94
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	912183.09	41064.94
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	662837.13	41064.94
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	750882.45	41064.94

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	868458	15557	SI (868458/15557 = 55.82 >= 1.0)
2-1	774450.2	63966	SI (774450.2/63966 = 12.11 >= 1.0)
3-1	918509.4	199311	SI (918509.4/199311 = 4.61 >= 1.0)
4-1	792369.4	69514	SI (792369.4/69514 = 11.40 >= 1.0)
5-1	953248	218393	SI (953248/218393 = 4.36 >= 1.0)
6-1	703902.1	42108.7	SI (703902.1/42108.7 = 16.72 >= 1.0)
7-1	791947.4	124128	SI (791947.4/124128 = 6.38 >= 1.0)

9.2.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]
1-1	15557	0	-2057083.94	0	0	0	0	200
2-1	63966	0	-1850918.85	0	0	0	0	200
3-1	199311	0	-2214495.78	0	0	0	0	200
4-1	69514	0	-1896143.53	0	0	0	0	200
5-1	218393	0	-2302169.15	0	0	0	0	200
6-1	42108.75	0	-1672869.42	0	0	0	0	200
7-1	124128.02	0	-1895078.35	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]
1-1	15557	0	-2057083.94	0	3111400	-	-	-
2-1	63966	0	-1850918.85	0	12793200	-	-	-
3-1	199311	0	-2214495.78	0	39862200	-	-	-
4-1	69514	0	-1896143.53	0	13902800	-	-	-
5-1	218393	0	-2302169.15	0	43678600	-	-	-
6-1	42108.75	0	-1672869.42	0	8421750	-	-	-
7-1	124128.02	0	-1895078.35	0	24825604	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 18.97 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	1.51	0	asse X	asse Y
2-1	6.91	0	asse X	asse Y
3-1	18	0	asse X	asse Y
4-1	7.33	0	asse X	asse Y

5-1	18.97	0	asse X	asse Y
6-1	5.03	0	asse X	asse Y
7-1	13.1	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{ic}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.42	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	0	9.5	0.3
2-1	-	-	1.41	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.42	0.3
3-1	-	-	1.38	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.35	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.16	0.3
4-1	-	-	1.41	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.31	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.41	0.3
5-1	-	-	1.38	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.35	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.12	0.3
6-1	-	-	1.41	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.30	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.46	0.3
7-1	-	-	1.39	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.33	0.97	1.00	1.00	1.00	0	9.32	0.3

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.42	1320075.54	5840124.5	2057083.9	SI (5840124.5/2057083.9 = 2.84 >= 1.0)
2-1	1.80	5.53	1254377.09	6937161.4	1850918.8	SI (6937161.4/1850918.8 = 3.75 >= 1.0)
3-1	1.80	5.38	1119448.99	6027978	2214495.8	SI (6027978/2214495.8 = 2.72 >= 1.0)
4-1	1.80	5.52	1249262.46	6902131.6	1896143.5	SI (6902131.6/1896143.5 = 3.64 >= 1.0)
5-1	1.80	5.36	1107618.94	5937434.4	2302169.1	SI (5937434.4/2302169.1 = 2.58 >= 1.0)
6-1	2.30	4.41	1277222.47	5630125.1	1672869.4	SI (5630125.1/1672869.4 = 3.37 >= 1.0)
7-1	2.30	4.35	1179078.7	5125425.5	1895078.3	SI (5125425.5/1895078.3 = 2.70 >= 1.0)

Scorrimento.

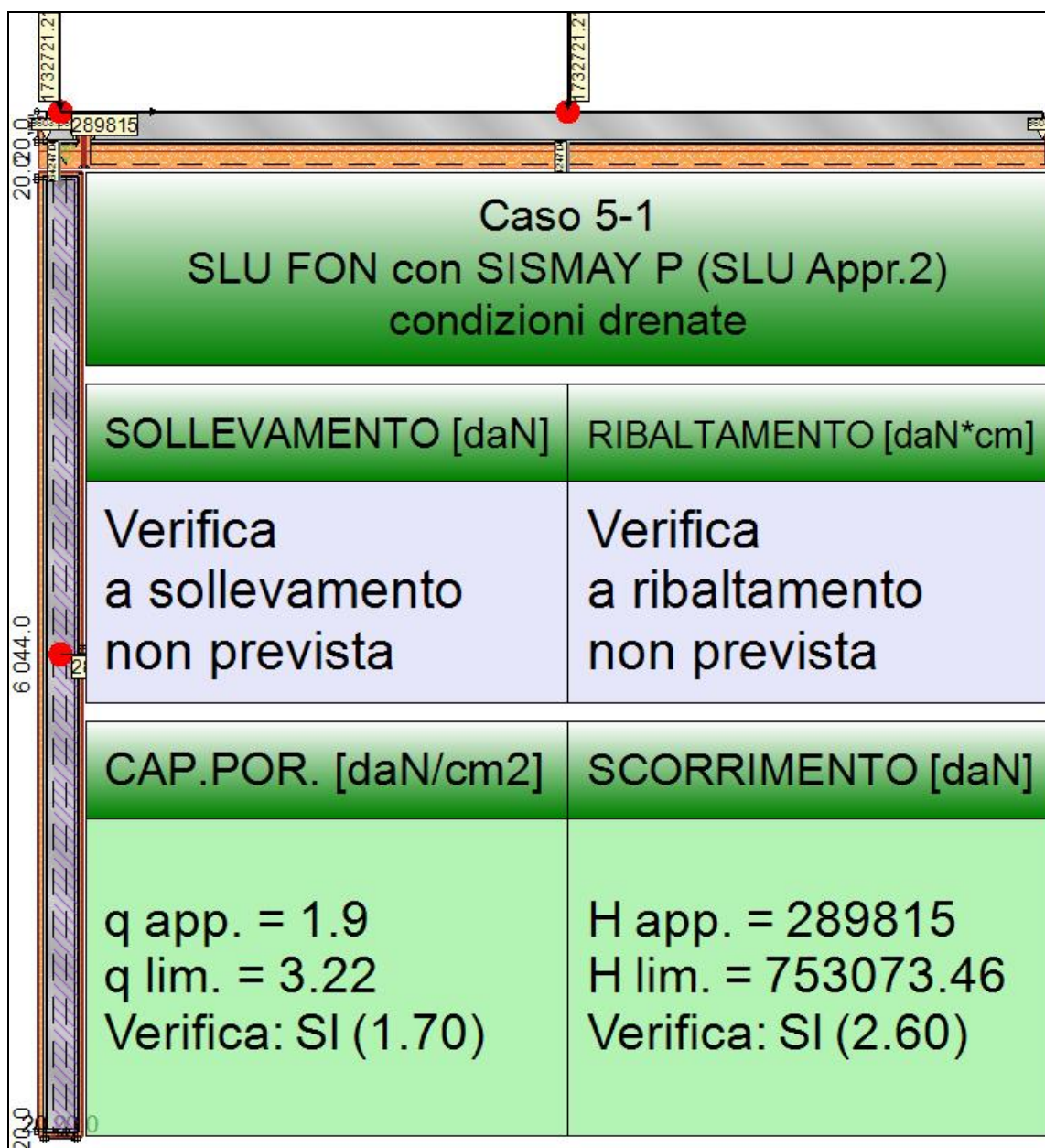
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	624035.71	174995.61
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	592978.26	134612.01
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	529194.07	134612.01
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	590560.43	134612.01
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	523601.68	134612.01
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	603777.89	134612.01
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	557382.66	134612.01

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	799031.3	15557	SI (799031.3/15557 = 51.36 >= 1.0)
2-1	727590.3	63966	SI (727590.3/63966 = 11.37 >= 1.0)
3-1	663806.1	199311	SI (663806.1/199311 = 3.33 >= 1.0)
4-1	725172.4	69514	SI (725172.4/69514 = 10.43 >= 1.0)
5-1	658213.7	218393	SI (658213.7/218393 = 3.01 >= 1.0)
6-1	738389.9	42108.7	SI (738389.9/42108.7 = 17.54 >= 1.0)
7-1	691994.7	124128	SI (691994.7/124128 = 5.57 >= 1.0)

9.3 TRAVE_FL_I_2



Rappresentazione della fondazione.

9.3.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico	
1-1 Caso 1-1 Nodo 387								
2	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$	
2-1 Caso 4-5 Nodo 392								
3	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$	
3-1 Caso 5-2 Nodo 388								
4	SLU FON con SISMAY P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$	
4-1 Caso 8-5 Nodo 392								
5	SLU FON con SISMAY P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$	
5-1 Caso 9-2 Nodo 388								

6	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-5 Nodo 387							
7	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-2 Nodo 388							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Qi,fav}$	$g_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eqv}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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 [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	2352003.2	6765665.6	SI (6765665.6/2352003.2 = 2.88 >= 1.0)	2352003.2	5901901.4	SI (5901901.4/2352003.2 = 2.51 >= 1.0)
2-1	1868210.4	5598840.8	SI (5598840.8/1868210.4 = 3.00 >= 1.0)	1868210.4	6871255.7	SI (6871255.7/1868210.4 = 3.68 >= 1.0)
3-1	1780676	3382782.9	SI (3382782.9/1780676 = 1.90 >= 1.0)	1780676	5197087.7	SI (5197087.7/1780676 = 2.92 >= 1.0)
4-1	1893839.6	5515347.2	SI (5515347.2/1893839.6 = 2.91 >= 1.0)	1893839.6	6816422.7	SI (6816422.7/1893839.6 = 3.60 >= 1.0)
5-1	1796968.2	3046085.3	SI (3046085.3/1796968.2 = 1.70 >= 1.0)	1796968.2	4681246.7	SI (4681246.7/1796968.2 = 2.61 >= 1.0)
6-1	1767569.2	5700431.3	SI (5700431.3/1767569.2 = 3.23 >= 1.0)	1767569.2	5638390.2	SI (5638390.2/1767569.2 = 3.19 >= 1.0)
7-1	1716484.5	4191452.2	SI (4191452.2/1716484.5 = 2.44 >= 1.0)	1716484.5	4812521.2	SI (4812521.2/1716484.5 = 2.80 >= 1.0)

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 [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	6043	985313.1	SI (985313.1/6043 = 163.05 >= 1.0)	6043	804775.8	SI (804775.8/6043 = 133.17 >= 1.0)
2-1	72376	781301.6	SI (781301.6/72376 = 10.80 >= 1.0)	72376	722779.4	SI (722779.4/72376 = 9.99 >= 1.0)
3-1	263249	746618	SI (746618/263249 = 2.84 >= 1.0)	263249	597272.5	SI (597272.5/263249 = 2.27 >= 1.0)
4-1	79855	791456.6	SI (791456.6/79855 = 9.91 >= 1.0)	79855	718839.4	SI (718839.4/79855 = 9.00 >= 1.0)
5-1	289815	753073.5	SI (753073.5/289815 = 2.60 >= 1.0)	289815	581806.8	SI (581806.8/289815 = 2.01 >= 1.0)
6-1	42909	741424.7	SI (741424.7/42909 = 17.28 >= 1.0)	42909	739420.5	SI (739420.5/42909 = 17.23 >= 1.0)
7-1	158578	721183.6	SI (721183.6/158578 = 4.55 >= 1.0)	158578	661065.2	SI (661065.2/158578 = 4.17 >= 1.0)

9.3.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.3.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 6084 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.3.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9660	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9660	9530	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9530	9220	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9220	9020	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	9020	8810	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8810	8780	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8780	8400	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8400	8280	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]		z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]				
1	8940		8280	0.00098				

9.3.5 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 [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-6043	0	-2352003.16	0	0	0	0	200
2-1	72376	0	-1868210.41	0	0	0	0	200
3-1	263249	0	-1780676	0	0	0	0	200
4-1	79855	0	-1893839.58	0	0	0	0	200
5-1	289815	0	-1796968.25	0	0	0	0	200
6-1	42909.02	0	-1767569.2	0	0	0	0	200
7-1	158578.02	0	-1716484.53	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-6043	0	-2352003.16	0	-1208600	-	-	-
2-1	72376	0	-1868210.41	0	14475200	-	-	-
3-1	263249	0	-1780676	0	52649800	-	-	-
4-1	79855	0	-1893839.58	0	15971000	-	-	-
5-1	289815	0	-1796968.25	0	57963000	-	-	-
6-1	42909.02	0	-1767569.2	0	8581804	-	-	-
7-1	158578.02	0	-1716484.53	0	31715604	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X ($\max = 32.26$ [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0.51	0	asse X	asse Y
2-1	7.75	0	asse X	asse Y
3-1	29.57	0	asse X	asse Y
4-1	8.43	0	asse X	asse Y
5-1	32.26	0	asse X	asse Y
6-1	4.86	0	asse X	asse Y
7-1	18.48	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' [daN/cm ³]	N_γ	s_γ	d_γ	$i_{b\gamma}$	$i_{t\gamma}$	b_γ	g_γ	h_γ	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	29.4	0.00192	20.54	1.01	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	-	4.32
2-1	-	-	29.5	0.00191	20.86	1.01	1.00	0.89	1.00	1.00	1.00	0.68	2.48
3-1	-	-	29.9	0.0019	22.15	1.01	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00	0.68	1.45
4-1	-	-	29.5	0.00191	20.90	1.01	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.68	2.45
5-1	-	-	30	0.0019	22.35	1.01	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	0.68	1.35
6-1	-	-	29.5	0.00191	20.73	1.01	1.00	0.93	1.00	1.00	1.00	0.89	3.51
7-1	-	-	29.7	0.00191	21.43	1.01	1.00	0.75	1.00	1.00	1.00	0.89	2.55

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.02	28.77	1.02	1.23	0.99	1.00	1.00	1.00	-	0.78
2-1	-	0.02	29.01	1.02	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.86	0.6
3-1	-	0.02	29.96	1.02	1.30	0.72	1.00	1.00	1.00	0.86	0.39
4-1	-	0.02	29.03	1.02	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.86	0.59
5-1	-	0.02	30.10	1.02	1.24	0.69	1.00	1.00	1.00	0.86	0.35
6-1	-	0.02	28.91	1.02	1.24	0.95	1.00	1.00	1.00	0.96	0.7
7-1	-	0.02	29.43	1.02	1.27	0.82	1.00	1.00	1.00	0.96	0.55

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.3	17.22	1.01	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	-	6.2
2-1	0.3	17.42	1.01	1.23	0.93	1.00	1.00	1.00	0.81	4.78
3-1	0.3	18.24	1.01	1.29	0.73	1.00	1.00	1.00	0.81	4.14
4-1	0.3	17.45	1.01	1.23	0.92	1.00	1.00	1.00	0.81	4.76
5-1	0.3	18.37	1.01	1.23	0.71	1.00	1.00	1.00	0.81	3.86
6-1	0.3	17.34	1.01	1.22	0.95	1.00	1.00	1.00	0.94	5.66
7-1	0.3	17.79	1.01	1.25	0.83	1.00	1.00	1.00	0.94	5.17

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.08	1332227.35	6765665.6	2352003.2	SI (6765665.6/2352003.2 = 2.88 >= 1.0)
2-1	1.80	4.5	1244200.34	5598840.8	1868210.4	SI (5598840.8/1868210.4 = 3.00 >= 1.0)
3-1	1.80	3.46	978704.97	3382782.9	1780676	SI (3382782.9/1780676 = 1.90 >= 1.0)
4-1	1.80	4.46	1235865.64	5515347.2	1893839.6	SI (5515347.2/1893839.6 = 2.91 >= 1.0)
5-1	1.80	3.22	945989.05	3046085.3	1796968.2	SI (3046085.3/1796968.2 = 1.70 >= 1.0)
6-1	2.30	4.46	1279402.6	5700431.3	1767569.2	SI (5700431.3/1767569.2 = 3.23 >= 1.0)
7-1	2.30	3.76	1113651.02	4191452.2	1716484.5	SI (4191452.2/1716484.5 = 2.44 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_ϕ	$\gamma_{c'}$	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.40		23.50		1.10	1.00	931928.7	53384.42
2-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	740236.63	41064.94
3-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	705553.08	41064.94
4-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	750391.62	41064.94
5-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	712008.52	41064.94
6-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	700359.8	41064.94
7-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	680118.64	41064.94

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	985313.1	6043	SI (985313.1/6043 = 163.05 >= 1.0)
2-1	781301.6	72376	SI (781301.6/72376 = 10.80 >= 1.0)
3-1	746618	263249	SI (746618/263249 = 2.84 >= 1.0)
4-1	791456.6	79855	SI (791456.6/79855 = 9.91 >= 1.0)
5-1	753073.5	289815	SI (753073.5/289815 = 2.60 >= 1.0)
6-1	741424.7	42909	SI (741424.7/42909 = 17.28 >= 1.0)
7-1	721183.6	158578	SI (721183.6/158578 = 4.55 >= 1.0)

9.3.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-6043	0	-2352003.16	0	0	0	0	200
2-1	72376	0	-1868210.41	0	0	0	0	200
3-1	263249	0	-1780676	0	0	0	0	200
4-1	79855	0	-1893839.58	0	0	0	0	200
5-1	289815	0	-1796968.25	0	0	0	0	200
6-1	42909.02	0	-1767569.2	0	0	0	0	200
7-1	158578.02	0	-1716484.53	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-6043	0	-2352003.16	0	-1208600	-	-	-
2-1	72376	0	-1868210.41	0	14475200	-	-	-
3-1	263249	0	-1780676	0	52649800	-	-	-
4-1	79855	0	-1893839.58	0	15971000	-	-	-
5-1	289815	0	-1796968.25	0	57963000	-	-	-
6-1	42909.02	0	-1767569.2	0	8581804	-	-	-
7-1	158578.02	0	-1716484.53	0	31715604	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 32.26 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0.51	0	asse X	asse Y
2-1	7.75	0	asse X	asse Y
3-1	29.57	0	asse X	asse Y
4-1	8.43	0	asse X	asse Y
5-1	32.26	0	asse X	asse Y
6-1	4.86	0	asse X	asse Y
7-1	18.48	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	γ_{su}	γ_{γ}	s_u [daN/cm ²]	γ [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_{γ} [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.42	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	0	9.51	0.3
2-1	-	-	1.41	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.31	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.41	0.3
3-1	-	-	1.35	0.00188	0.3	5.14	1.01	1.40	0.92	1.00	1.00	1.00	0	9.03	0.3
4-1	-	-	1.41	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.32	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.4	0.3
5-1	-	-	1.35	0.00188	0.3	5.14	1.01	1.32	0.91	1.00	1.00	1.00	0	8.38	0.3
6-1	-	-	1.41	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.30	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.46	0.3
7-1	-	-	1.38	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.35	0.96	1.00	1.00	1.00	0	9.26	0.3

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.43	1332227.35	5901901.4	2352003.2	SI (5901901.4/2352003.2 = 2.51 >= 1.0)
2-1	1.80	5.52	1244200.34	6871255.7	1868210.4	SI (6871255.7/1868210.4 = 3.68 >= 1.0)
3-1	1.80	5.31	978704.97	5197087.7	1780676	SI (5197087.7/1780676 = 2.92 >= 1.0)
4-1	1.80	5.52	1235865.64	6816422.7	1893839.6	SI (6816422.7/1893839.6 = 3.60 >= 1.0)
5-1	1.80	4.95	945989.05	4681246.7	1796968.2	SI (4681246.7/1796968.2 = 2.61 >= 1.0)
6-1	2.30	4.41	1279402.6	5638390.2	1767569.2	SI (5638390.2/1767569.2 = 3.19 >= 1.0)
7-1	2.30	4.32	1113651.02	4812521.2	1716484.5	SI (4812521.2/1716484.5 = 2.80 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

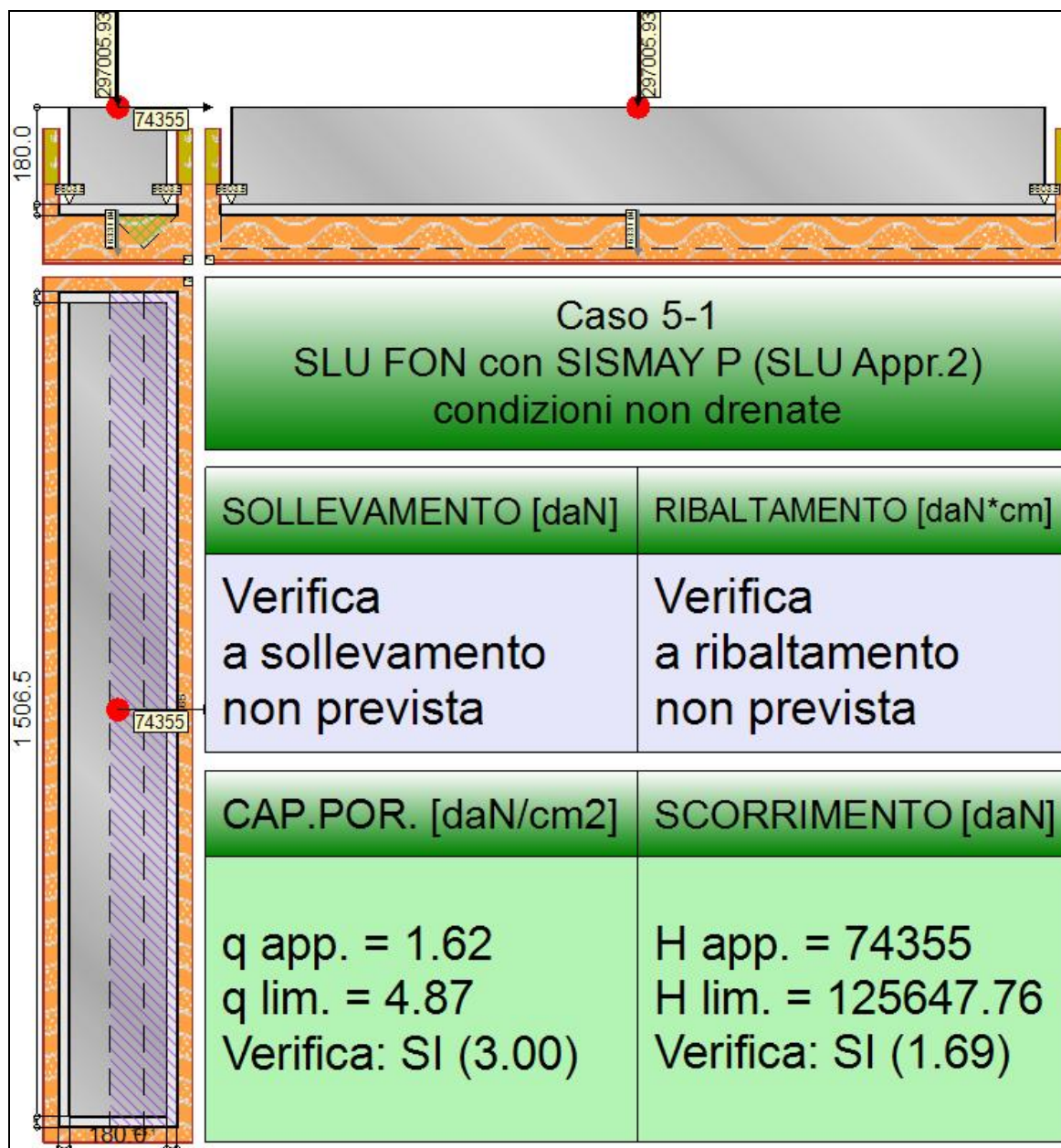
Caso	γ_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	629780.2	174995.61
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	588167.44	134612.01
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	462660.53	134612.01
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	584227.4	134612.01
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	447194.82	134612.01
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	604808.5	134612.01
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	526453.21	134612.01

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	804775.8	6043	SI (804775.8/6043 = 133.17 >= 1.0)
2-1	722779.4	72376	SI (722779.4/72376 = 9.99 >= 1.0)

3-1	597272.5	263249	SI (597272.5/263249 = 2.27 >= 1.0)
4-1	718839.4	79855	SI (718839.4/79855 = 9.00 >= 1.0)
5-1	581806.8	289815	SI (581806.8/289815 = 2.01 >= 1.0)
6-1	739420.5	42909	SI (739420.5/42909 = 17.23 >= 1.0)
7-1	661065.2	158578	SI (661065.2/158578 = 4.17 >= 1.0)

9.4 TRAVE_FL_I_3



Rappresentazione della fondazione.

9.4.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 188							

2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-10 Nodo 188							
3	SLU con SIMAY PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-7 Nodo 188							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-10 Nodo 188							
5	SLU FON con SIMAY P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-7 Nodo 188							
6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-10 Nodo 188							
7	SLD con SIMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-7 Nodo 188							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Qi,fav}$	$g_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_g	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica
1-1	413640.5	1895605.1	SI (1895605.1/413640.5 = 4.58 >= 1.0)	413640.5	1436816.3	SI (1436816.3/413640.5 = 3.47 >= 1.0)
2-1	295765.4	1342164.6	SI (1342164.6/295765.4 = 4.54 >= 1.0)	295765.4	1566885.8	SI (1566885.8/295765.4 = 5.30 >= 1.0)
3-1	311108	617189.7	SI (617189.7/311108 = 1.98 >= 1.0)	311108	1011148.6	SI (1011148.6/311108 = 3.25 >= 1.0)
4-1	296460.1	1300852.9	SI (1300852.9/296460.1 = 4.39 >= 1.0)	296460.1	1544083.7	SI (1544083.7/296460.1 = 5.21 >= 1.0)
5-1	313337	548254.8	SI (548254.8/313337 = 1.75 >= 1.0)	313337	941551.3	SI (941551.3/313337 = 3.00 >= 1.0)
6-1	293028.3	1450382.6	SI (1450382.6/293028.3 = 4.95 >= 1.0)	293028.3	1318343	SI (1318343/293028.3 = 4.50 >= 1.0)
7-1	302325.9	943795.2	SI (943795.2/302325.9 = 3.12 >= 1.0)	302325.9	1080791.5	SI (1080791.5/302325.9 = 3.57 >= 1.0)

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	494	177416.5	SI (177416.5/494 = 359.14 >= 1.0)	494	204953.7	SI (204953.7/494 = 414.89 >= 1.0)
2-1	21291	127591	SI (127591/21291 = 5.99 >= 1.0)	21291	173990.5	SI (173990.5/21291 = 8.17 >= 1.0)
3-1	67635	133670.2	SI (133670.2/67635 = 1.98 >= 1.0)	67635	131467.1	SI (131467.1/67635 = 1.94 >= 1.0)
4-1	23377	127866.3	SI (127866.3/23377 = 5.47 >= 1.0)	23377	171982.2	SI (171982.2/23377 = 7.36 >= 1.0)
5-1	74355	134553.3	SI (134553.3/74355 = 1.81 >= 1.0)	74355	125647.8	SI (125647.8/74355 = 1.69 >= 1.0)
6-1	13071.1	126506.5	SI (126506.5/13071.1 = 9.68 >= 1.0)	13071.1	181996.9	SI (181996.9/13071.1 = 13.92 >= 1.0)
7-1	41155.3	130190.5	SI (130190.5/41155.3 = 3.16 >= 1.0)	41155.3	155233.2	SI (155233.2/41155.3 = 3.77 >= 1.0)

9.4.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.4.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 1546.5 [cm], e centro alla quota z = 9583.5 [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.4.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z _i [cm]	z _f [cm]	γ _d [daN/cm ³]	γ _t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s _u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9640	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9640	9500	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9500	9180	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9180	8980	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	8980	8920	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8920	8840	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8840	8380	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8380	8260	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z _i [cm]		z _f [cm]		γ _w [daN/cm ³]			
1	9110		8260		0.00098			

9.4.5 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	F _x [daN]	F _y [daN]	F _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	494	0	-413640.46	0	0	0	0	200
2-1	21291	0	-295765.39	0	0	0	0	200
3-1	67635	0	-311108.01	0	0	0	0	200
4-1	23377	0	-296460.09	0	0	0	0	200
5-1	74355	0	-313336.97	0	0	0	0	200
6-1	13071.09	0	-293028.28	0	0	0	0	200
7-1	41155.31	0	-302325.9	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H _x [daN]	H _y [daN]	V _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	494	0	-413640.46	0	98800	-	-	-
2-1	21291	0	-295765.39	0	4258200	-	-	-
3-1	67635	0	-311108.01	0	13527000	-	-	-
4-1	23377	0	-296460.09	0	4675400	-	-	-
5-1	74355	0	-313336.97	0	14871000	-	-	-

6-1	13071.090	-293028.280	2614218	-	-	-
7-1	41155.310	-302325.90	8231062	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 47.46 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0.24	0	asse X	asse Y
2-1	14.4	0	asse X	asse Y
3-1	43.48	0	asse X	asse Y
4-1	15.77	0	asse X	asse Y
5-1	47.46	0	asse X	asse Y
6-1	8.92	0	asse X	asse Y
7-1	27.23	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' [daN/cm ³]	N_γ	s_γ	d_γ	$i_{b\gamma}$	$i_{l\gamma}$	b_γ	g_γ	h_γ	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.2	0.0019	22.97	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	4.97
2-1	-	-	30.4	0.00189	23.86	1.04	1.00	0.81	1.00	1.00	1.00	0.68	2.46
3-1	-	-	31.1	0.00188	26.23	1.03	1.00	0.49	1.00	1.00	1.00	0.68	1.13
4-1	-	-	30.5	0.00189	23.96	1.04	1.00	0.79	1.00	1.00	1.00	0.68	2.39
5-1	-	-	31.2	0.00188	26.60	1.03	1.00	0.45	1.00	1.00	1.00	0.68	0.99
6-1	-	-	30.3	0.00189	23.50	1.04	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.90	3.69
7-1	-	-	30.7	0.00189	24.83	1.03	1.00	0.66	1.00	1.00	1.00	0.90	2.36

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.01	30.55	1.09	1.22	1.00	1.00	1.00	1.00	-	0.54
2-1	-	0.01	31.19	1.08	1.25	0.86	1.00	1.00	1.00	0.86	0.33
3-1	-	0	32.83	1.05	1.26	0.61	1.00	1.00	1.00	0.86	0.08
4-1	-	0.01	31.25	1.07	1.26	0.85	1.00	1.00	1.00	0.86	0.32
5-1	-	0	33.09	1.05	1.27	0.57	1.00	1.00	1.00	0.86	0.06
6-1	-	0.01	30.93	1.08	1.24	0.91	1.00	1.00	1.00	0.95	0.43
7-1	-	0	31.87	1.07	1.29	0.75	1.00	1.00	1.00	0.95	0.24

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	18.76	1.04	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	-	6.94
2-1	0.29	19.32	1.04	1.24	0.87	1.00	1.00	1.00	0.81	5.14
3-1	0.29	20.77	1.03	1.25	0.63	1.00	1.00	1.00	0.81	3.95
4-1	0.29	19.38	1.04	1.24	0.86	1.00	1.00	1.00	0.81	5.09
5-1	0.29	21.00	1.03	1.26	0.59	1.00	1.00	1.00	0.81	3.82
6-1	0.29	19.09	1.04	1.23	0.92	1.00	1.00	1.00	0.94	6.18
7-1	0.29	19.92	1.03	1.27	0.76	1.00	1.00	1.00	0.94	5.5

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.58	339491.22	1895605.1	413640.5	SI (1895605.1/413640.5 = 4.58 >= 1.0)
2-1	1.80	4.54	295699.39	1342164.6	295765.4	SI (1342164.6/295765.4 = 4.54 >= 1.0)
3-1	1.80	3	205746.12	617189.7	311108	SI (617189.7/311108 = 1.98 >= 1.0)
4-1	1.80	4.46	291451.05	1300852.9	296460.1	SI (1300852.9/296460.1 = 4.39 >= 1.0)
5-1	1.80	2.83	193435.95	548254.8	313337	SI (548254.8/313337 = 1.75 >= 1.0)

6-1	2.30	4.64	312636.16	1450382.6	293028.3	SI (1450382.6/293028.3 = 4.95 >= 1.0)
7-1	2.30	3.69	256020.63	943795.2	302325.9	SI (943795.2/302325.9 = 3.12 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_ϕ	γ_c	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.40		23.50		1.10	1.00	163895.79	13520.75
2-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	117190.43	10400.58
3-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	123269.6	10400.58
4-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	117465.69	10400.58
5-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	124152.77	10400.58
6-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	116105.91	10400.58
7-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	119789.88	10400.58

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	177416.5	494	SI (177416.5/494 = 359.14 >= 1.0)
2-1	127591	21291	SI (127591/21291 = 5.99 >= 1.0)
3-1	133670.2	67635	SI (133670.2/67635 = 1.98 >= 1.0)
4-1	127866.3	23377	SI (127866.3/23377 = 5.47 >= 1.0)
5-1	134553.3	74355	SI (134553.3/74355 = 1.81 >= 1.0)
6-1	126506.5	13071.1	SI (126506.5/13071.1 = 9.68 >= 1.0)
7-1	130190.5	41155.3	SI (130190.5/41155.3 = 3.16 >= 1.0)

9.4.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	494	0	-413640.46	0	0	0	0	200
2-1	21291	0	-295765.39	0	0	0	0	200
3-1	67635	0	-311108.01	0	0	0	0	200
4-1	23377	0	-296460.09	0	0	0	0	200
5-1	74355	0	-313336.97	0	0	0	0	200
6-1	13071.09	0	-293028.28	0	0	0	0	200
7-1	41155.31	0	-302325.9	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	494	0	-413640.46	0	98800	-	-	-
2-1	21291	0	-295765.39	0	4258200	-	-	-
3-1	67635	0	-311108.01	0	13527000	-	-	-
4-1	23377	0	-296460.09	0	4675400	-	-	-
5-1	74355	0	-313336.97	0	14871000	-	-	-
6-1	13071.09	0	-293028.28	0	2614218	-	-	-
7-1	41155.31	0	-302325.9	0	8231062	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 47.46 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0.24	0	asse X	asse Y
2-1	14.4	0	asse X	asse Y
3-1	43.48	0	asse X	asse Y
4-1	15.77	0	asse X	asse Y
5-1	47.46	0	asse X	asse Y
6-1	8.92	0	asse X	asse Y
7-1	27.23	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	γ_{su}	γ_r	s_u [daN/cm ²]	γ [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_r [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.33	0.00188	0.29	5.14	1.03	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	0	9.06	0.29
2-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.33	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.01	0.29
3-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.35	0.91	1.00	1.00	1.00	0	8.32	0.29
4-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.34	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.01	0.29
5-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.36	0.89	1.00	1.00	1.00	0	8.23	0.29
6-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.32	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.02	0.29
7-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.39	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.03	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.23	339491.22	1436816.3	413640.5	SI (1436816.3/413640.5 = 3.47 >= 1.0)
2-1	1.80	5.3	295699.39	1566885.8	295765.4	SI (1566885.8/295765.4 = 5.30 >= 1.0)
3-1	1.80	4.91	205746.12	1011148.6	311108	SI (1011148.6/311108 = 3.25 >= 1.0)
4-1	1.80	5.3	291451.05	1544083.7	296460.1	SI (1544083.7/296460.1 = 5.21 >= 1.0)
5-1	1.80	4.87	193435.95	941551.3	313337	SI (941551.3/313337 = 3.00 >= 1.0)
6-1	2.30	4.22	312636.16	1318343	293028.3	SI (1318343/293028.3 = 4.50 >= 1.0)
7-1	2.30	4.22	256020.63	1080791.5	302325.9	SI (1080791.5/302325.9 = 3.57 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

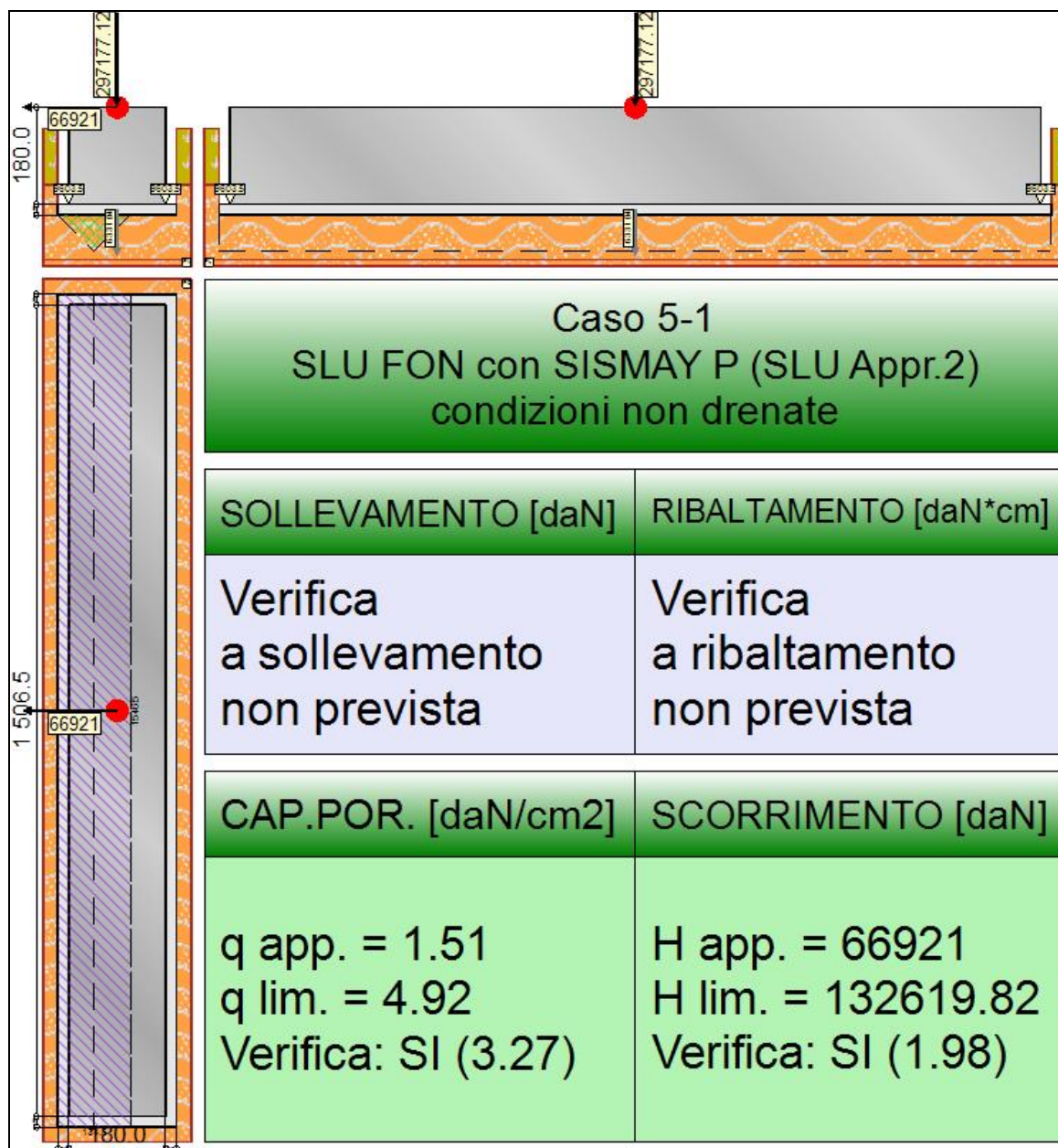
Caso	γ_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	160486.76	44466.9
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	139785.17	34205.31
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	97261.8	34205.31
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	137776.86	34205.31
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	91442.45	34205.31
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	147791.64	34205.31
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	121027.93	34205.31

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
------	-------------	-------------	----------

1-1	204953.7	494	SI (204953.7/494 = 414.89 >= 1.0)
2-1	173990.5	21291	SI (173990.5/21291 = 8.17 >= 1.0)
3-1	131467.1	67635	SI (131467.1/67635 = 1.94 >= 1.0)
4-1	171982.2	23377	SI (171982.2/23377 = 7.36 >= 1.0)
5-1	125647.8	74355	SI (125647.8/74355 = 1.69 >= 1.0)
6-1	181996.9	13071.1	SI (181996.9/13071.1 = 13.92 >= 1.0)
7-1	155233.2	41155.3	SI (155233.2/41155.3 = 3.77 >= 1.0)

9.5 TRAVE_FL_I_4



Rappresentazione della fondazione.

9.5.1 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.

Caso	Nome	Sestetti	Ver. dren.	Ver. non dren.	Ver. equ.	Ver. upl.	Coef. sism.
1	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 187							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-4 Nodo 187							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-13 Nodo 187							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-4 Nodo 187							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-13 Nodo 187							
6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-4 Nodo 187							
7	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-13 Nodo 187							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Q1,fav}$	$g_{Q1,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica
1-1	411686.3	1874931	SI (1874931/411686.3 = 4.55 >= 1.0)	411686.3	1429468.3	SI (1429468.3/411686.3 = 3.47 >= 1.0)
2-1	296687.2	1402631.4	SI (1402631.4/296687.2 = 4.73 >= 1.0)	296687.2	1599396.6	SI (1599396.6/296687.2 = 5.39 >= 1.0)
3-1	311162.5	698114.6	SI (698114.6/311162.5 = 2.24 >= 1.0)	311162.5	1084881.4	SI (1084881.4/311162.5 = 3.49 >= 1.0)
4-1	297585.3	1367385.3	SI (1367385.3/297585.3 = 4.59 >= 1.0)	297585.3	1580410.1	SI (1580410.1/297585.3 = 5.31 >= 1.0)
5-1	313508.2	631469.5	SI (631469.5/313508.2 = 2.01 >= 1.0)	313508.2	1023936.3	SI (1023936.3/313508.2 = 3.27 >= 1.0)
6-1	293148.5	1483150.1	SI (1483150.1/293148.5 = 5.06 >= 1.0)	293148.5	1331898.7	SI (1331898.7/293148.5 = 4.54 >= 1.0)
7-1	301920.5	1003268.8	SI (1003268.8/301920.5 = 3.32 >= 1.0)	301920.5	1111595.6	SI (1111595.6/301920.5 = 3.68 >= 1.0)

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica
1-1	1537	176642.2	SI (176642.2/1537 = 114.93 >= 1.0)	1537	204211.1	SI (204211.1/1537 = 132.86 >= 1.0)
2-1	18457	127956.2	SI (127956.2/18457 = 6.93 >= 1.0)	18457	176849.2	SI (176849.2/18457 = 9.58 >= 1.0)
3-1	60933	133691.8	SI (133691.8/60933 = 2.19 >= 1.0)	60933	137776.8	SI (137776.8/60933 = 2.26 >= 1.0)
4-1	20196	128312.1	SI (128312.1/20196 = 6.35 >= 1.0)	20196	175195.2	SI (175195.2/20196 = 8.67 >= 1.0)
5-1	66921	134621.2	SI (134621.2/66921 = 2.01 >= 1.0)	66921	132619.8	SI (132619.8/66921 = 1.98 >= 1.0)
6-1	11603.3	126554.1	SI (126554.1/11603.3 = 10.91 >= 1.0)	11603.3	183466.5	SI (183466.5/11603.3 = 15.81 >= 1.0)
7-1	37344.3	130029.8	SI (130029.8/37344.3 = 3.48 >= 1.0)	37344.3	158871	SI (158871/37344.3 = 4.25 >= 1.0)

9.5.2 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_r (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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.5.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 1546.5 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.5.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	ϕ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9640	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9640	9500	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9500	9180	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9180	8980	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	8980	8920	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8920	8840	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8840	8380	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8380	8260	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]			z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]			
1	9110			8260	0.00098			

9.5.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-1537	0	-411686.25	0	0	0	0	200
2-1	-18457	0	-296687.17	0	0	0	0	200
3-1	-60933	0	-311162.48	0	0	0	0	200
4-1	-20196	0	-297585.32	0	0	0	0	200
5-1	-66921	0	-313508.16	0	0	0	0	200
6-1	-11603.32	0	-293148.47	0	0	0	0	200
7-1	-37344.32	0	-301920.51	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-1537	0	-411686.25	0	-307400	-	-	-
2-1	-18457	0	-296687.17	0	-3691400	-	-	-

3-1	-60933	0	-311162.48	0	-12186600	-	-	-	-
4-1	-20196	0	-297585.32	0	-4039200	-	-	-	-
5-1	-66921	0	-313508.16	0	-13384200	-	-	-	-
6-1	-11603.32	0	-293148.47	0	-2320664	-	-	-	-
7-1	-37344.32	0	-301920.51	0	-7468864	-	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 42.69 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0.75	0	asse X	asse Y
2-1	12.44	0	asse X	asse Y
3-1	39.16	0	asse X	asse Y
4-1	13.57	0	asse X	asse Y
5-1	42.69	0	asse X	asse Y
6-1	7.92	0	asse X	asse Y
7-1	24.74	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' [daN/cm ³]	N_γ	S_γ	d_γ	$i_{b\gamma}$	$i_{l\gamma}$	b_γ	g_γ	h_γ	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.2	0.0019	23.00	1.04	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	-	4.92
2-1	-	-	30.4	0.00189	23.73	1.04	1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	0.68	2.58
3-1	-	-	31	0.00188	25.81	1.03	1.00	0.53	1.00	1.00	1.00	0.68	1.28
4-1	-	-	30.4	0.00189	23.81	1.04	1.00	0.82	1.00	1.00	1.00	0.68	2.51
5-1	-	-	31	0.00188	26.15	1.03	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	0.68	1.15
6-1	-	-	30.3	0.0019	23.43	1.04	1.00	0.89	1.00	1.00	1.00	0.90	3.77
7-1	-	-	30.6	0.00189	24.63	1.03	1.00	0.69	1.00	1.00	1.00	0.90	2.52

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	S_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.01	30.57	1.09	1.22	0.99	1.00	1.00	1.00	-	0.54
2-1	-	0.01	31.09	1.08	1.25	0.88	1.00	1.00	1.00	0.86	0.35
3-1	-	0	32.55	1.06	1.25	0.64	1.00	1.00	1.00	0.86	0.12
4-1	-	0.01	31.15	1.08	1.25	0.87	1.00	1.00	1.00	0.86	0.34
5-1	-	0	32.78	1.05	1.26	0.61	1.00	1.00	1.00	0.86	0.09
6-1	-	0.01	30.88	1.08	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.95	0.44
7-1	-	0	31.73	1.07	1.28	0.77	1.00	1.00	1.00	0.95	0.26

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	S_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	18.78	1.04	1.21	0.99	1.00	1.00	1.00	-	6.92
2-1	0.29	19.23	1.04	1.23	0.89	1.00	1.00	1.00	0.81	5.2
3-1	0.29	20.52	1.03	1.24	0.66	1.00	1.00	1.00	0.81	4.1
4-1	0.29	19.28	1.04	1.24	0.88	1.00	1.00	1.00	0.81	5.17
5-1	0.29	20.73	1.03	1.25	0.63	1.00	1.00	1.00	0.81	3.98
6-1	0.29	19.05	1.04	1.22	0.93	1.00	1.00	1.00	0.94	6.22
7-1	0.29	19.79	1.03	1.27	0.78	1.00	1.00	1.00	0.94	5.59

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.55	337920.5	1874931	411686.3	SI (1874931/411686.3 = 4.55 >= 1.0)
2-1	1.80	4.65	301746.7	1402631.4	296687.2	SI (1402631.4/296687.2 = 4.73 >= 1.0)

3-1	1.80	3.19	219093.44	698114.6	311162.5	SI (698114.6/311162.5 = 2.24 >= 1.0)
4-1	1.80	4.58	298247.94	1367385.3	297585.3	SI (1367385.3/297585.3 = 4.59 >= 1.0)
5-1	1.80	3.03	208184.54	631469.5	313508.2	SI (631469.5/313508.2 = 2.01 >= 1.0)
6-1	2.30	4.7	315744.75	1483150.1	293148.5	SI (1483150.1/293148.5 = 5.06 >= 1.0)
7-1	2.30	3.8	263715.83	1003268.8	301920.5	SI (1003268.8/301920.5 = 3.32 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_ϕ	$\gamma_{c'}$	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.40		23.50		1.10	1.00	163121.48	13520.75
2-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	117555.66	10400.58
3-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	123291.18	10400.58
4-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	117911.53	10400.58
5-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	124220.6	10400.58
6-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	116153.53	10400.58
7-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	119629.26	10400.58

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_a [daN]	Verifica
1-1	176642.2	1537	SI (176642.2/1537 = 114.93 >= 1.0)
2-1	127956.2	18457	SI (127956.2/18457 = 6.93 >= 1.0)
3-1	133691.8	60933	SI (133691.8/60933 = 2.19 >= 1.0)
4-1	128312.1	20196	SI (128312.1/20196 = 6.35 >= 1.0)
5-1	134621.2	66921	SI (134621.2/66921 = 2.01 >= 1.0)
6-1	126554.1	11603.3	SI (126554.1/11603.3 = 10.91 >= 1.0)
7-1	130029.8	37344.3	SI (130029.8/37344.3 = 3.48 >= 1.0)

9.5.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-1537	0	-411686.25	0	0	0	0	200
2-1	-18457	0	-296687.17	0	0	0	0	200
3-1	-60933	0	-311162.48	0	0	0	0	200
4-1	-20196	0	-297585.32	0	0	0	0	200
5-1	-66921	0	-313508.16	0	0	0	0	200
6-1	-11603.32	0	-293148.47	0	0	0	0	200
7-1	-37344.32	0	-301920.51	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-1537	0	-411686.25	0	-307400	-	-	-
2-1	-18457	0	-296687.17	0	-3691400	-	-	-
3-1	-60933	0	-311162.48	0	-12186600	-	-	-
4-1	-20196	0	-297585.32	0	-4039200	-	-	-

5-1	-66921	0	-313508.16	0	-13384200	-	-	-
6-1	-11603.32	0	-293148.47	0	-2320664	-	-	-
7-1	-37344.32	0	-301920.51	0	-7468864	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 42.69 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0.75	0	asse X	asse Y
2-1	12.44	0	asse X	asse Y
3-1	39.16	0	asse X	asse Y
4-1	13.57	0	asse X	asse Y
5-1	42.69	0	asse X	asse Y
6-1	7.92	0	asse X	asse Y
7-1	24.74	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	γ_{su}	γ_{γ}	s_u [daN/cm ²]	γ [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_{γ} [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.33	0.00188	0.29	5.14	1.03	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	0	9.05	0.29
2-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.33	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.01	0.29
3-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.34	0.92	1.00	1.00	1.00	0	8.38	0.29
4-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.33	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.01	0.29
5-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.35	0.91	1.00	1.00	1.00	0	8.32	0.29
6-1	-	-	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.03	0.29
7-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.38	0.96	1.00	1.00	1.00	0	9.02	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.23	337920.5	1429468.3	411686.3	SI (1429468.3/411686.3 = 3.47 >= 1.0)
2-1	1.80	5.3	301746.7	1599396.6	296687.2	SI (1599396.6/296687.2 = 5.39 >= 1.0)
3-1	1.80	4.95	219093.44	1084881.4	311162.5	SI (1084881.4/311162.5 = 3.49 >= 1.0)
4-1	1.80	5.3	298247.94	1580410.1	297585.3	SI (1580410.1/297585.3 = 5.31 >= 1.0)
5-1	1.80	4.92	208184.54	1023936.3	313508.2	SI (1023936.3/313508.2 = 3.27 >= 1.0)
6-1	2.30	4.22	315744.75	1331898.7	293148.5	SI (1331898.7/293148.5 = 4.54 >= 1.0)
7-1	2.30	4.22	263715.83	1111595.6	301920.5	SI (1111595.6/301920.5 = 3.68 >= 1.0)

Scorrimento.

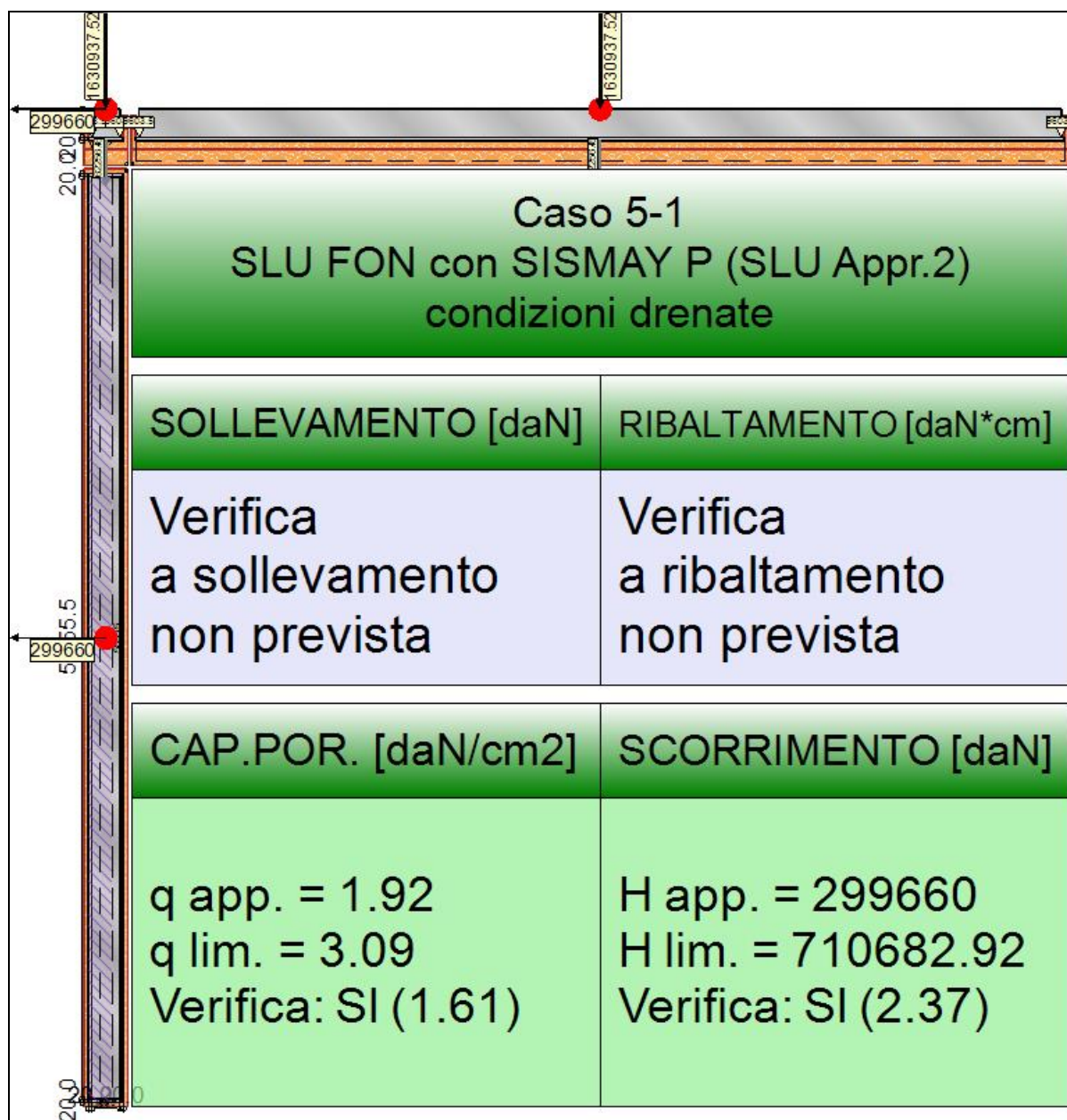
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	159744.24	44466.9
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	142643.9	34205.31
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	103571.44	34205.31
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	140989.93	34205.31
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	98414.51	34205.31
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	149261.15	34205.31
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	124665.67	34205.31

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	204211.1	1537	SI ($204211.1/1537 = 132.86 \geq 1.0$)
2-1	176849.2	18457	SI ($176849.2/18457 = 9.58 \geq 1.0$)
3-1	137776.8	60933	SI ($137776.8/60933 = 2.26 \geq 1.0$)
4-1	175195.2	20196	SI ($175195.2/20196 = 8.67 \geq 1.0$)
5-1	132619.8	66921	SI ($132619.8/66921 = 1.98 \geq 1.0$)
6-1	183466.5	11603.3	SI ($183466.5/11603.3 = 15.81 \geq 1.0$)
7-1	158871	37344.3	SI ($158871/37344.3 = 4.25 \geq 1.0$)

9.6 TRAVE_FL_I_5



Rappresentazione della fondazione.

9.6.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 351							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-4 Nodo 349							
3	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-13 Nodo 351							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-4 Nodo 349							
5	SLU FON con SISMAY P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-13 Nodo 351							
6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-4 Nodo 350							
7	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-13 Nodo 351							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Qi,fav}$	$g_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_g	g_j	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E_d [daN]	R_d [daN] Verifica	E_d [daN]	R_d [daN] Verifica	
1-1	2099297.6	6588232.3 $SI (6588232.3/2099297.6 = 3.14 \geq 1.0)$	2099297.6	5733634.6 $SI (5733634.6/2099297.6 = 2.73 \geq 1.0)$	
2-1	1672137.1	5229060.6 $SI (5229060.6/1672137.1 = 3.13 \geq 1.0)$	1672137.1	6540686.2 $SI (6540686.2/1672137.1 = 3.91 \geq 1.0)$	
3-1	1671272.8	2927805.1 $SI (2927805.1/1671272.8 = 1.75 \geq 1.0)$	1671272.8	4527746.3 $SI (4527746.3/1671272.8 = 2.71 \geq 1.0)$	
4-1	1694852.9	5135655.3 $SI (5135655.3/1694852.9 = 3.03 \geq 1.0)$	1694852.9	6478375 $SI (6478375/1694852.9 = 3.82 \geq 1.0)$	
5-1	1693194	2718815.5 $SI (2718815.5/1693194 = 1.61 \geq 1.0)$	1693194	4306951.5 $SI (4306951.5/1693194 = 2.54 \geq 1.0)$	
6-1	1583648.5	5388534 $SI (5388534/1583648.5 = 3.40 \geq 1.0)$	1583648.5	5400897.7 $SI (5400897.7/1583648.5 = 3.41 \geq 1.0)$	
7-1	1584903	3849586.2 $SI (3849586.2/1584903 = 2.43 \geq 1.0)$	1584903	4538151.6 $SI (4538151.6/1584903 = 2.86 \geq 1.0)$	

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

Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E_d [daN]	R_d [daN] Verifica	E_d [daN]	R_d [daN] Verifica	
1-1	3195	883530.2 $SI (883530.2/3195 = 276.54 \geq 1.0)$	3195	781009.1 $SI (781009.1/3195 = 244.45 \geq 1.0)$	
2-1	79038	702339.6 $SI (702339.6/79038 = 8.89 \geq 1.0)$	79038	690880 $SI (690880/79038 = 8.74 \geq 1.0)$	
3-1	272345	701997.1 $SI (701997.1/272345 = 2.58 \geq 1.0)$	272345	561911.6 $SI (561911.6/272345 = 2.06 \geq 1.0)$	
4-1	87021	711340.2 $SI (711340.2/87021 = 8.17 \geq 1.0)$	87021	686335.5 $SI (686335.5/87021 = 7.89 \geq 1.0)$	
5-1	299660	710682.9 $SI (710682.9/299660 = 2.37 \geq 1.0)$	299660	546279.6 $SI (546279.6/299660 = 1.82 \geq 1.0)$	
6-1	47581	667278 $SI (667278/47581 = 14.02 \geq 1.0)$	47581	710079.4 $SI (710079.4/47581 = 14.92 \geq 1.0)$	
7-1	164725.5	667775 $SI (667775/164725.5 = 4.05 \geq 1.0)$	164725.5	627709.1 $SI (627709.1/164725.5 = 3.81 \geq 1.0)$	

9.6.2 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_r (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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.6.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 6084 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.6.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9660	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9660	9530	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9530	9220	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9220	9020	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	9020	8810	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8810	8780	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8780	8400	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8400	8280	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]			z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]			
1	8940			8280	0.00098			

9.6.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	3195	0	-2099297.63	0	0	0	0	200
2-1	-79038	0	-1672137.11	0	0	0	0	200
3-1	-272345	0	-1671272.76	0	0	0	0	200
4-1	-87021	0	-1694852.94	0	0	0	0	200
5-1	-299660	0	-1693194	0	0	0	0	200
6-1	-47580.97	0	-1583648.52	0	0	0	0	200
7-1	-164725.52	0	-1584903.04	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	3195	0	-2099297.63	0	639000	-	-	-

2-1	-79038	0	-1672137.11	0	-15807600	-	-	-
3-1	-272345	0	-1671272.76	0	-54469000	-	-	-
4-1	-87021	0	-1694852.94	0	-17404200	-	-	-
5-1	-299660	0	-1693194	0	-59932000	-	-	-
6-1	-47580.97	0	-1583648.52	0	-9516194	-	-	-
7-1	-164725.52	0	-1584903.04	0	-32945104	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 35.4 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0.3	0	asse X	asse Y
2-1	9.45	0	asse X	asse Y
3-1	32.59	0	asse X	asse Y
4-1	10.27	0	asse X	asse Y
5-1	35.4	0	asse X	asse Y
6-1	6.01	0	asse X	asse Y
7-1	20.79	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' [daN/cm ³]	N_γ	S_γ	d_γ	$i_{b\gamma}$	$i_{l\gamma}$	b_γ	g_γ	h_γ	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	29.4	0.00192	20.53	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	4.34
2-1	-	-	29.5	0.00191	20.95	1.01	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	0.68	2.39
3-1	-	-	30	0.0019	22.38	1.01	1.00	0.59	1.00	1.00	1.00	0.68	1.34
4-1	-	-	29.6	0.00191	20.99	1.01	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	0.68	2.35
5-1	-	-	30.1	0.0019	22.60	1.01	1.00	0.56	1.00	1.00	1.00	0.68	1.24
6-1	-	-	29.5	0.00191	20.78	1.01	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	0.89	3.42
7-1	-	-	29.7	0.00191	21.57	1.01	1.00	0.73	1.00	1.00	1.00	0.90	2.41

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	S_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.02	28.76	1.02	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	-	0.78
2-1	-	0.02	29.07	1.02	1.25	0.91	1.00	1.00	1.00	0.86	0.58
3-1	-	0.02	30.12	1.02	1.24	0.69	1.00	1.00	1.00	0.86	0.35
4-1	-	0.02	29.10	1.02	1.25	0.90	1.00	1.00	1.00	0.86	0.58
5-1	-	0.01	30.28	1.02	1.25	0.67	1.00	1.00	1.00	0.86	0.32
6-1	-	0.02	28.95	1.02	1.24	0.94	1.00	1.00	1.00	0.96	0.69
7-1	-	0.02	29.53	1.02	1.28	0.80	1.00	1.00	1.00	0.96	0.53

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	S_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.3	17.21	1.01	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	-	6.21
2-1	0.3	17.48	1.01	1.23	0.91	1.00	1.00	1.00	0.81	4.73
3-1	0.3	18.39	1.01	1.23	0.71	1.00	1.00	1.00	0.81	3.85
4-1	0.3	17.50	1.01	1.23	0.90	1.00	1.00	1.00	0.81	4.7
5-1	0.3	18.53	1.01	1.24	0.68	1.00	1.00	1.00	0.81	3.77
6-1	0.3	17.37	1.01	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	0.94	5.62
7-1	0.3	17.87	1.01	1.26	0.81	1.00	1.00	1.00	0.94	5.09

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.09	1293420.97	6588232.3	2099297.6	SI (6588232.3/2099297.6 = 3.14 >= 1.0)

2-1	1.80	4.41	1185543.42	5229060.6	1672137.1	SI (5229060.6/1672137.1 = 3.13 >= 1.0)
3-1	1.80	3.21	912725.64	2927805.1	1671272.8	SI (2927805.1/1671272.8 = 1.75 >= 1.0)
4-1	1.80	4.37	1175929.92	5135655.3	1694852.9	SI (5135655.3/1694852.9 = 3.03 >= 1.0)
5-1	1.80	3.09	879657.82	2718815.5	1693194	SI (2718815.5/1693194 = 1.61 >= 1.0)
6-1	2.30	4.39	1226157.51	5388534	1583648.5	SI (5388534/1583648.5 = 3.40 >= 1.0)
7-1	2.30	3.66	1051912.53	3849586.2	1584903	SI (3849586.2/1584903 = 2.43 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_ϕ	$\gamma_{c'}$	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	831799.78	51730.42
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	662546.97	39792.63
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	662204.49	39792.63
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	671547.61	39792.63
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	670890.29	39792.63
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	627485.34	39792.63
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	627982.42	39792.63

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	883530.2	3195	SI (883530.2/3195 = 276.54 >= 1.0)
2-1	702339.6	79038	SI (702339.6/79038 = 8.89 >= 1.0)
3-1	701997.1	272345	SI (701997.1/272345 = 2.58 >= 1.0)
4-1	711340.2	87021	SI (711340.2/87021 = 8.17 >= 1.0)
5-1	710682.9	299660	SI (710682.9/299660 = 2.37 >= 1.0)
6-1	667278	47581	SI (667278/47581 = 14.02 >= 1.0)
7-1	667775	164725.5	SI (667775/164725.5 = 4.05 >= 1.0)

9.6.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]
1-1	3195	0	-2099297.63	0	0	0	0	200
2-1	-79038	0	-1672137.11	0	0	0	0	200
3-1	-272345	0	-1671272.76	0	0	0	0	200
4-1	-87021	0	-1694852.94	0	0	0	0	200
5-1	-299660	0	-1693194	0	0	0	0	200
6-1	-47580.97	0	-1583648.52	0	0	0	0	200
7-1	-164725.52	0	-1584903.04	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]
1-1	3195	0	-2099297.63	0	639000	-	-	-
2-1	-79038	0	-1672137.11	0	-15807600	-	-	-
3-1	-272345	0	-1671272.76	0	-54469000	-	-	-

4-1	-87021	0	-1694852.94	0	-17404200	-	-	-
5-1	-299660	0	-1693194	0	-59932000	-	-	-
6-1	-47580.97	0	-1583648.52	0	-9516194	-	-	-
7-1	-164725.52	0	-1584903.04	0	-32945104	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 35.4 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	0.3	0	asse X	asse Y
2-1	9.45	0	asse X	asse Y
3-1	32.59	0	asse X	asse Y
4-1	10.27	0	asse X	asse Y
5-1	35.4	0	asse X	asse Y
6-1	6.01	0	asse X	asse Y
7-1	20.79	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	γ_{su}	γ_r	s_u [daN/cm ²]	γ [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_r [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.42	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	0	9.52	0.3
2-1	-	-	1.4	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.32	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.4	0.3
3-1	-	-	1.34	0.00188	0.3	5.14	1.01	1.32	0.91	1.00	1.00	1.00	0	8.4	0.3
4-1	-	-	1.4	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.32	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.39	0.3
5-1	-	-	1.34	0.00188	0.3	5.14	1.01	1.33	0.90	1.00	1.00	1.00	0	8.28	0.3
6-1	-	-	1.41	0.00189	0.3	5.14	1.01	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.45	0.3
7-1	-	-	1.38	0.00188	0.3	5.14	1.01	1.36	0.96	1.00	1.00	1.00	0	9.24	0.3

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.43	1293420.97	5733634.6	2099297.6	SI (5733634.6/2099297.6 = 2.73 >= 1.0)
2-1	1.80	5.52	1185543.42	6540686.2	1672137.1	SI (6540686.2/1672137.1 = 3.91 >= 1.0)
3-1	1.80	4.96	912725.64	4527746.3	1671272.8	SI (4527746.3/1671272.8 = 2.71 >= 1.0)
4-1	1.80	5.51	1175929.92	6478375	1694852.9	SI (6478375/1694852.9 = 3.82 >= 1.0)
5-1	1.80	4.9	879657.82	4306951.5	1693194	SI (4306951.5/1693194 = 2.54 >= 1.0)
6-1	2.30	4.4	1226157.51	5400897.7	1583648.5	SI (5400897.7/1583648.5 = 3.41 >= 1.0)
7-1	2.30	4.31	1051912.53	4538151.6	1584903	SI (4538151.6/1584903 = 2.86 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

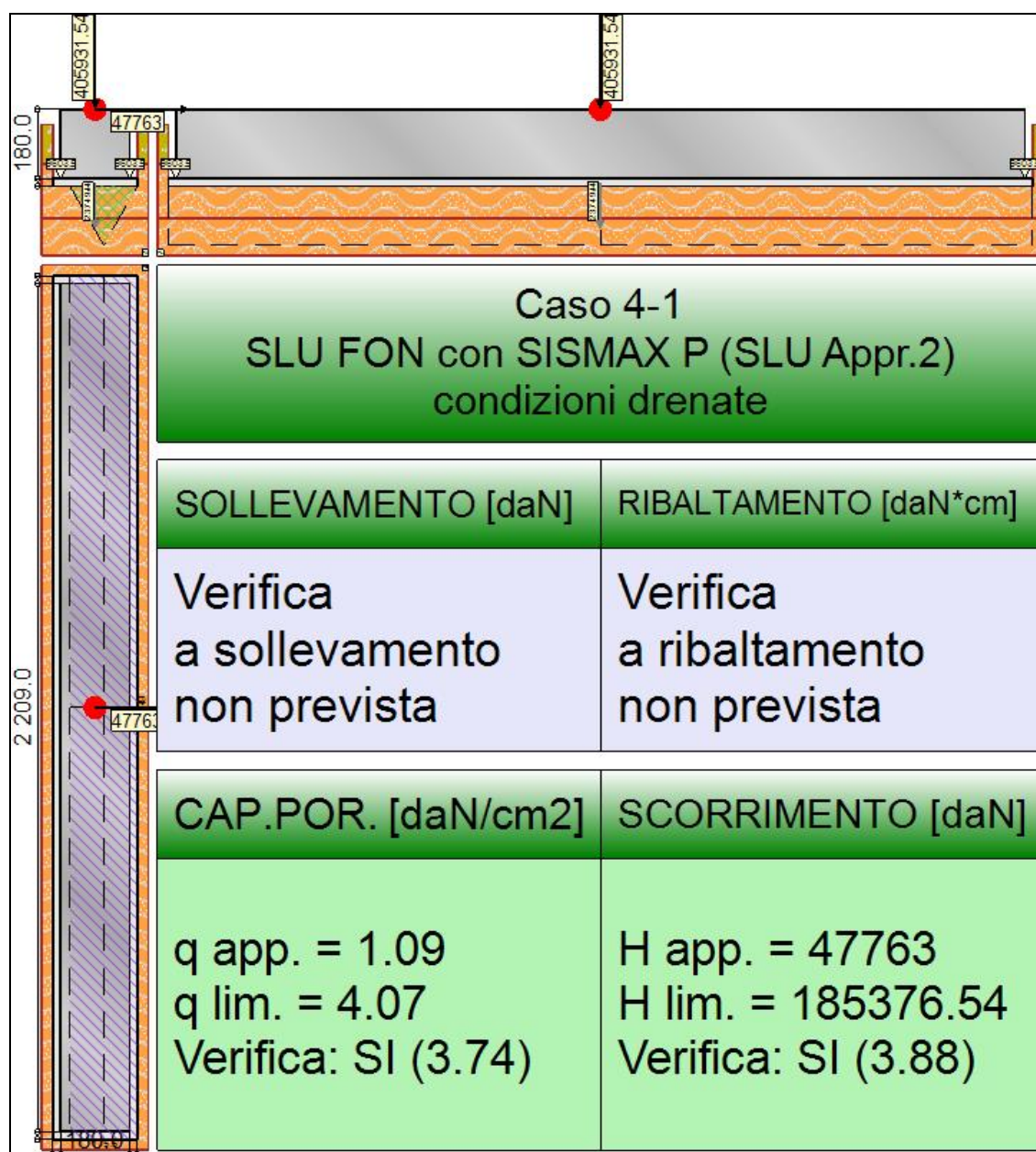
Caso	γ_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	611435.37	169573.74
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	560438.71	130441.34
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	431470.3	130441.34
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	555894.15	130441.34
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	415838.24	130441.34
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	579638.09	130441.34

7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	497267.74	130441.34
-----	---	-----	------	------	------	-----------	-----------

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R _d [daN]	E _d [daN]	Verifica
1-1	781009.1	3195	SI (781009.1/3195 = 244.45 >= 1.0)
2-1	690880	79038	SI (690880/79038 = 8.74 >= 1.0)
3-1	561911.6	272345	SI (561911.6/272345 = 2.06 >= 1.0)
4-1	686335.5	87021	SI (686335.5/87021 = 7.89 >= 1.0)
5-1	546279.6	299660	SI (546279.6/299660 = 1.82 >= 1.0)
6-1	710079.4	47581	SI (710079.4/47581 = 14.92 >= 1.0)
7-1	627709.1	164725.5	SI (627709.1/164725.5 = 3.81 >= 1.0)

9.7 TRAVE_FT_E_A1



Rappresentazione della fondazione.

9.7.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 194							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-12 Nodo 194							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-12 Nodo 200							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-11 Nodo 201							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-12 Nodo 200							
6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-12 Nodo 194							
7	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-12 Nodo 200							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Q1,fav}$	$g_{Q1,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica
1-1	429231.3	2366704.3	SI (2366704.3/429231.3 = 5.51 >= 1.0)	429231.3	1947417.7	SI (1947417.7/429231.3 = 4.54 >= 1.0)
2-1	417694.2	1646676.5	SI (1646676.5/417694.2 = 3.94 >= 1.0)	417694.2	2105173	SI (2105173/417694.2 = 5.04 >= 1.0)
3-1	475143.2	2176940.8	SI (2176940.8/475143.2 = 4.58 >= 1.0)	475143.2	2391706.9	SI (2391706.9/475143.2 = 5.03 >= 1.0)
4-1	429681	1605091.4	SI (1605091.4/429681 = 3.74 >= 1.0)	429681	2078610.5	SI (2078610.5/429681 = 4.84 >= 1.0)
5-1	495760.6	2172384.6	SI (2172384.6/495760.6 = 4.38 >= 1.0)	495760.6	2388125.6	SI (2388125.6/495760.6 = 4.82 >= 1.0)
6-1	372303.1	1754530.1	SI (1754530.1/372303.1 = 4.71 >= 1.0)	372303.1	1764499	SI (1764499/372303.1 = 4.74 >= 1.0)
7-1	393910.7	2104021.8	SI (2104021.8/393910.7 = 5.34 >= 1.0)	393910.7	1913551.3	SI (1913551.3/393910.7 = 4.86 >= 1.0)

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	14186	189735.9	SI (189735.9/14186 = 13.37 >= 1.0)	14186	284507.1	SI (284507.1/14186 = 20.06 >= 1.0)
2-1	44182	180627.1	SI (180627.1/44182 = 4.09 >= 1.0)	44182	238656.3	SI (238656.3/44182 = 5.40 >= 1.0)
3-1	21117	203389.9	SI (203389.9/21117 = 9.63 >= 1.0)	21117	264738.9	SI (264738.9/21117 = 12.54 >= 1.0)
4-1	47763	185376.5	SI (185376.5/47763 = 3.88 >= 1.0)	47763	236366.9	SI (236366.9/47763 = 4.95 >= 1.0)
5-1	22260	211559.1	SI (211559.1/22260 = 9.50 >= 1.0)	22260	264544.4	SI (264544.4/22260 = 11.88 >= 1.0)
6-1	30592.6	162641.8	SI (162641.8/30592.6 = 5.32 >= 1.0)	30592.6	248694.5	SI (248694.5/30592.6 = 8.13 >= 1.0)

7-1 16615.6 171203.4 SI (171203.4/16615.6 = 10.30 >= 1.0) 16615.6 265700.9 SI (265700.9/16615.6 = 15.99 >= 1.0)

9.7.2 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_r (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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.7.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 2249 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.7.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z _i [cm]	z _f [cm]	γ _d [daN/cm ³]	γ _t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s _u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9640	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9640	9500	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9500	9180	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9180	8980	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	8980	8920	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8920	8840	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8840	8380	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8380	8260	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.		z _i [cm]		z _f [cm]		γ _w [daN/cm ³]		
1		9110		8260		0.00098		

9.7.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]	
1-1	14186	0	-429231.31	0	0	0	0	200	
2-1	44182	0	-417694.24	0	0	0	0	200	
3-1	21117	0	-475143.2	0	0	0	0	200	
4-1	47763	0	-429680.98	0	0	0	0	200	
5-1	22260	0	-495760.58	0	0	0	0	200	
6-1	30592.6	0	-372303.12	0	0	0	0	200	
7-1	16615.6	0	-393910.73	0	0	0	0	200	

Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	14186	0	-429231.31	0	2837200	-	-	-
2-1	44182	0	-417694.24	0	8836400	-	-	-
3-1	21117	0	-475143.2	0	4223400	-	-	-
4-1	47763	0	-429680.98	0	9552600	-	-	-
5-1	22260	0	-495760.58	0	4452000	-	-	-
6-1	30592.6	0	-372303.12	0	6118520	-	-	-
7-1	16615.6	0	-393910.73	0	3323120	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 22.23 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	6.61	0	asse X	asse Y
2-1	21.16	0	asse X	asse Y
3-1	8.89	0	asse X	asse Y
4-1	22.23	0	asse X	asse Y
5-1	8.98	0	asse X	asse Y
6-1	16.43	0	asse X	asse Y
7-1	8.44	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	g _j	g _g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N _g	s _g	d _g	i _{bg}	i _{lg}	b _g	g _g	h _g	q' _{lim,g} [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.3	0.0019	23.35	1.03	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	-	4.27
2-1	-	-	30.6	0.00189	24.36	1.02	1.00	0.72	1.00	1.00	1.00	0.68	2.06
3-1	-	-	30.3	0.00189	23.49	1.03	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.68	2.76
4-1	-	-	30.6	0.00189	24.44	1.02	1.00	0.71	1.00	1.00	1.00	0.68	2.01
5-1	-	-	30.3	0.00189	23.50	1.03	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.68	2.75
6-1	-	-	30.5	0.00189	24.01	1.03	1.00	0.78	1.00	1.00	1.00	0.90	3.05
7-1	-	-	30.3	0.0019	23.47	1.03	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.90	3.68

Caso	g _c	c' [daN/cm ²]	N _c	s _c	d _c	i _{bc}	i _{lc}	b _c	g _c	h _c	q' _{lim,c} [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.01	30.82	1.06	1.23	0.94	1.00	1.00	1.00	-	0.46
2-1	-	0	31.53	1.05	1.27	0.80	1.00	1.00	1.00	0.86	0.26
3-1	-	0.01	30.92	1.05	1.24	0.91	1.00	1.00	1.00	0.86	0.37
4-1	-	0	31.59	1.05	1.27	0.79	1.00	1.00	1.00	0.86	0.25
5-1	-	0.01	30.93	1.05	1.24	0.91	1.00	1.00	1.00	0.86	0.37
6-1	-	0.01	31.29	1.05	1.26	0.84	1.00	1.00	1.00	0.95	0.34
7-1	-	0.01	30.90	1.05	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.95	0.42

Caso	q' [daN/cm ²]	N _q	s _q	d _q	i _{bq}	i _{lq}	b _q	g _q	h _q	q' _{lim,q} [daN/cm ²]
1-1	0.29	19.00	1.03	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	-	6.59
2-1	0.29	19.62	1.02	1.26	0.81	1.00	1.00	1.00	0.81	4.85
3-1	0.29	19.09	1.03	1.23	0.92	1.00	1.00	1.00	0.81	5.25
4-1	0.29	19.67	1.02	1.26	0.80	1.00	1.00	1.00	0.81	4.82
5-1	0.29	19.09	1.03	1.23	0.92	1.00	1.00	1.00	0.81	5.24
6-1	0.29	19.41	1.03	1.24	0.85	1.00	1.00	1.00	0.94	5.81
7-1	0.29	19.07	1.03	1.23	0.92	1.00	1.00	1.00	0.94	6.11

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.09	465048.42	2366704.3	429231.3	SI (2366704.3/429231.3 = 5.51 >= 1.0)
2-1	1.80	4.12	399623.97	1646676.5	417694.2	SI (1646676.5/417694.2 = 3.94 >= 1.0)
3-1	1.80	4.79	454798.68	2176940.8	475143.2	SI (2176940.8/475143.2 = 4.58 >= 1.0)
4-1	1.80	4.07	394781.17	1605091.4	429681	SI (1605091.4/429681 = 3.74 >= 1.0)
5-1	1.80	4.78	454387.32	2172384.6	495760.6	SI (2172384.6/495760.6 = 4.38 >= 1.0)
6-1	2.30	4.17	420858.77	1754530.1	372303.1	SI (1754530.1/372303.1 = 4.71 >= 1.0)
7-1	2.30	4.61	456833.85	2104021.8	393910.7	SI (2104021.8/393910.7 = 5.34 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_j	g_c	j [°]	c' [daN/cm ²]	d [°]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.40		23.50		1.10	1.00	170073.32	19662.57
2-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	165502.01	15125.05
3-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	188264.88	15125.05
4-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	170251.49	15125.05
5-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	196434.05	15125.05
6-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	147516.79	15125.05
7-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	156078.33	15125.05

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	189735.9	14186	SI (189735.9/14186 = 13.37 >= 1.0)
2-1	180627.1	44182	SI (180627.1/44182 = 4.09 >= 1.0)
3-1	203389.9	21117	SI (203389.9/21117 = 9.63 >= 1.0)
4-1	185376.5	47763	SI (185376.5/47763 = 3.88 >= 1.0)
5-1	211559.1	22260	SI (211559.1/22260 = 9.50 >= 1.0)
6-1	162641.8	30592.6	SI (162641.8/30592.6 = 5.32 >= 1.0)
7-1	171203.4	16615.6	SI (171203.4/16615.6 = 10.30 >= 1.0)

9.7.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]	
1-1	14186	0	-429231.31	0	0	0	0	200	
2-1	44182	0	-417694.24	0	0	0	0	200	
3-1	21117	0	-475143.2	0	0	0	0	200	
4-1	47763	0	-429680.98	0	0	0	0	200	
5-1	22260	0	-495760.58	0	0	0	0	200	
6-1	30592.6	0	-372303.12	0	0	0	0	200	
7-1	16615.6	0	-393910.73	0	0	0	0	200	
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):									
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]	
1-1	14186	0	-429231.31	0	2837200	-	-	-	
2-1	44182	0	-417694.24	0	8836400	-	-	-	

3-1	21117	0	-475143.2	0	4223400	-	-	-
4-1	47763	0	-429680.98	0	9552600	-	-	-
5-1	22260	0	-495760.58	0	4452000	-	-	-
6-1	30592.6	0	-372303.12	0	6118520	-	-	-
7-1	16615.6	0	-393910.73	0	3323120	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 22.23 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	6.61	0	asse X	asse Y
2-1	21.16	0	asse X	asse Y
3-1	8.89	0	asse X	asse Y
4-1	22.23	0	asse X	asse Y
5-1	8.98	0	asse X	asse Y
6-1	16.43	0	asse X	asse Y
7-1	8.44	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.96	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.36	0.97	1.00	1.00	1.00	0	8.95	0.29
3-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.32	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.94	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.36	0.97	1.00	1.00	1.00	0	8.95	0.29
5-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.32	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.93	0.29
6-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.34	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.97	0.29
7-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.32	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.96	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.19	465048.42	1947417.7	429231.3	SI (1947417.7/429231.3 = 4.54 >= 1.0)
2-1	1.80	5.27	399623.97	2105173	417694.2	SI (2105173/417694.2 = 5.04 >= 1.0)
3-1	1.80	5.26	454798.68	2391706.9	475143.2	SI (2391706.9/475143.2 = 5.03 >= 1.0)
4-1	1.80	5.27	394781.17	2078610.5	429681	SI (2078610.5/429681 = 4.84 >= 1.0)
5-1	1.80	5.26	454387.32	2388125.6	495760.6	SI (2388125.6/495760.6 = 4.82 >= 1.0)
6-1	2.30	4.19	420858.77	1764499	372303.1	SI (1764499/372303.1 = 4.74 >= 1.0)
7-1	2.30	4.19	456833.85	1913551.3	393910.7	SI (1913551.3/393910.7 = 4.86 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

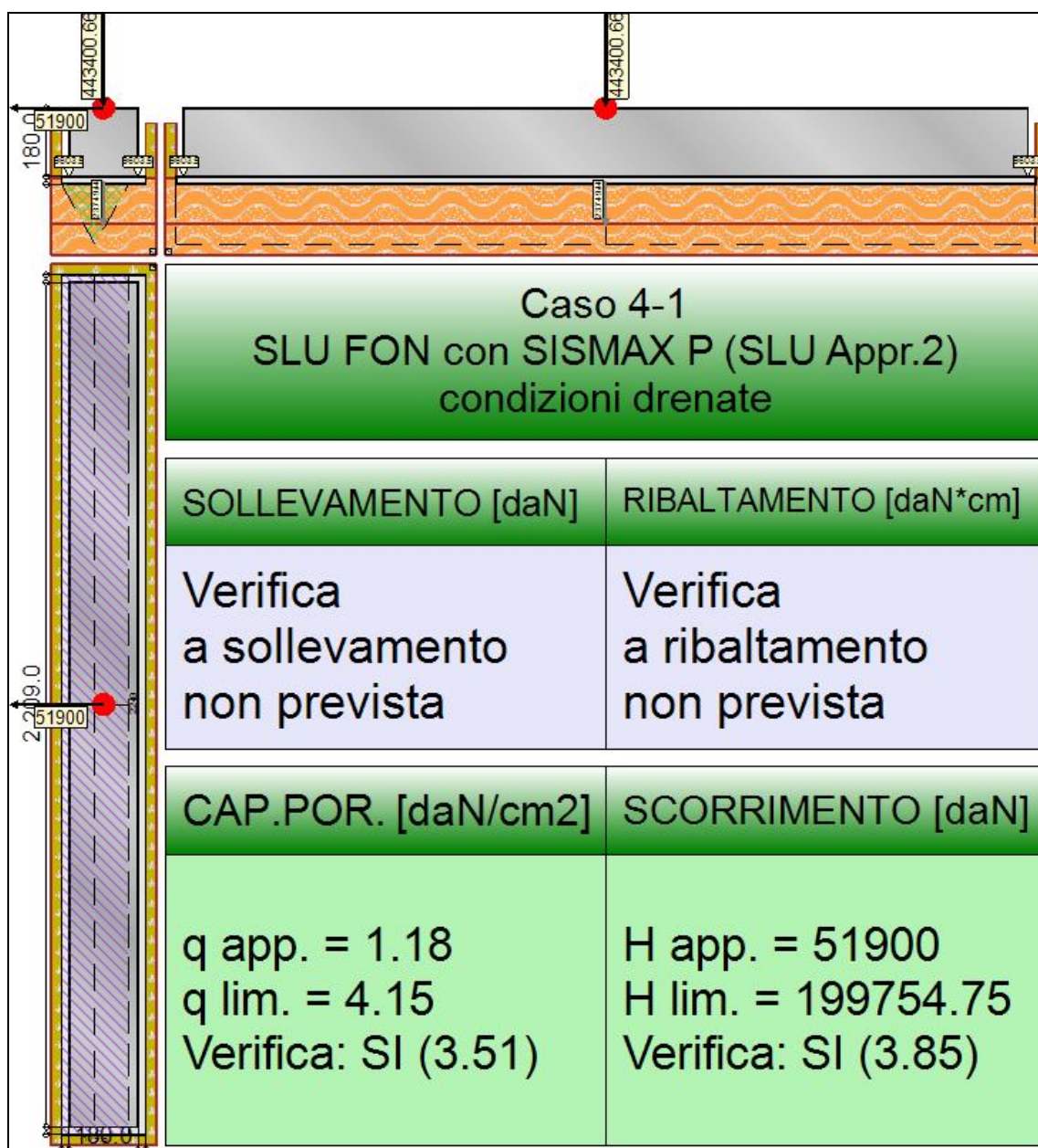
Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	219841.07	64666.06
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	188913.15	49743.12
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	214995.74	49743.12
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	186623.83	49743.12
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	214801.28	49743.12
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	198951.42	49743.12

7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	215957.82	49743.12
-----	---	-----	------	------	------	-----------	----------

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	284507.1	14186	SI ($284507.1/14186 = 20.06 \geq 1.0$)
2-1	238656.3	44182	SI ($238656.3/44182 = 5.40 \geq 1.0$)
3-1	264738.9	21117	SI ($264738.9/21117 = 12.54 \geq 1.0$)
4-1	236366.9	47763	SI ($236366.9/47763 = 4.95 \geq 1.0$)
5-1	264544.4	22260	SI ($264544.4/22260 = 11.88 \geq 1.0$)
6-1	248694.5	30592.6	SI ($248694.5/30592.6 = 8.13 \geq 1.0$)
7-1	265700.9	16615.6	SI ($265700.9/16615.6 = 15.99 \geq 1.0$)

9.8 TRAVE_FT_E_M1



Rappresentazione della fondazione.

9.8.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 296							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-1 Nodo 297							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-2 Nodo 2							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08, k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-1 Nodo 297							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-2 Nodo 2							
6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-1 Nodo 296							
7	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-2 Nodo 2							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Q1,fav}$	$g_{Q1,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica
1-1	498756.8	2439437.1	SI (2439437.1/498756.8 = 4.89 >= 1.0)	498756.8	1921783.1	SI (1921783.1/498756.8 = 3.85 >= 1.0)
2-1	455669.5	1680521.4	SI (1680521.4/455669.5 = 3.69 >= 1.0)	455669.5	2095778.1	SI (2095778.1/455669.5 = 4.60 >= 1.0)
3-1	540980.3	2261429.3	SI (2261429.3/540980.3 = 4.18 >= 1.0)	540980.3	2374620.5	SI (2374620.5/540980.3 = 4.39 >= 1.0)
4-1	467150.1	1638074	SI (1638074/467150.1 = 3.51 >= 1.0)	467150.1	2070170.6	SI (2070170.6/467150.1 = 4.43 >= 1.0)
5-1	565152.4	2259016.2	SI (2259016.2/565152.4 = 4.00 >= 1.0)	565152.4	2372135.3	SI (2372135.3/565152.4 = 4.20 >= 1.0)
6-1	411886.2	1802270.2	SI (1802270.2/411886.2 = 4.38 >= 1.0)	411886.2	1755035.4	SI (1755035.4/411886.2 = 4.26 >= 1.0)
7-1	445742.2	2177501.6	SI (2177501.6/445742.2 = 4.89 >= 1.0)	445742.2	1895882.7	SI (1895882.7/445742.2 = 4.25 >= 1.0)

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	16208	216675.3	SI (216675.3/16208 = 13.37 >= 1.0)	16208	278951.5	SI (278951.5/16208 = 17.21 >= 1.0)
2-1	48196	195205.8	SI (195205.8/48196 = 4.05 >= 1.0)	48196	234204.5	SI (234204.5/48196 = 4.86 >= 1.0)
3-1	22512	229008.3	SI (229008.3/22512 = 10.17 >= 1.0)	22512	261487.9	SI (261487.9/22512 = 11.62 >= 1.0)
4-1	51900	199754.8	SI (199754.8/51900 = 3.85 >= 1.0)	51900	231938	SI (231938/51900 = 4.47 >= 1.0)
5-1	23648	238586	SI (238586/23648 = 10.09 >= 1.0)	23648	261390	SI (261390/23648 = 11.05 >= 1.0)
6-1	33599.5	177857.7	SI (177857.7/33599.5 = 5.29 >= 1.0)	33599.5	244493.7	SI (244493.7/33599.5 = 7.28 >= 1.0)

7-1 18034.9 191272.4 SI (191272.4/18034.9 = 10.61 >= 1.0) 18034.9 261978.2 SI (261978.2/18034.9 = 14.53 >= 1.0)

9.8.2 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_r (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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.8.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 2249 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.8.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	ϕ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9600	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9600	9480	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9480	9260	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9260	9020	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	9020	8900	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8900	8820	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8820	8340	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8340	8300	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]		z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]				
1	9150		8300	0.00098				

9.8.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-16208	0	-498756.77	0	0	0	0	200
2-1	-48196	0	-455669.49	0	0	0	0	200
3-1	-22512	0	-540980.26	0	0	0	0	200
4-1	-51900	0	-467150.1	0	0	0	0	200
5-1	-23648	0	-565152.36	0	0	0	0	200
6-1	-33599.49	0	-411886.23	0	0	0	0	200

7-1	-18034.91	0	-445742.2	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-16208	0	-498756.77	0	-3241600	-	-	-
2-1	-48196	0	-455669.49	0	-9639200	-	-	-
3-1	-22512	0	-540980.26	0	-4502400	-	-	-
4-1	-51900	0	-467150.1	0	-10380000	-	-	-
5-1	-23648	0	-565152.36	0	-4729600	-	-	-
6-1	-33599.49	0	-411886.23	0	-6719898	-	-	-
7-1	-18034.91	0	-445742.2	0	-3606982	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 22.22 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	6.5	0	asse X	asse Y
2-1	21.15	0	asse X	asse Y
3-1	8.32	0	asse X	asse Y
4-1	22.22	0	asse X	asse Y
5-1	8.37	0	asse X	asse Y
6-1	16.31	0	asse X	asse Y
7-1	8.09	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' [daN/cm ³]	N_γ	s_γ	d_γ	$i_{b\gamma}$	$i_{l\gamma}$	b_γ	g_γ	h_γ	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.7	0.00189	24.78	1.03	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	-	4.52
2-1	-	-	30.9	0.00188	25.73	1.02	1.00	0.72	1.00	1.00	1.00	0.68	2.17
3-1	-	-	30.7	0.00189	24.90	1.03	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.68	2.96
4-1	-	-	31	0.00188	25.81	1.02	1.00	0.71	1.00	1.00	1.00	0.68	2.11
5-1	-	-	30.7	0.00189	24.90	1.03	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.68	2.95
6-1	-	-	30.9	0.00188	25.45	1.03	1.00	0.78	1.00	1.00	1.00	0.90	3.23
7-1	-	-	30.7	0.00189	24.88	1.03	1.00	0.89	1.00	1.00	1.00	0.90	3.91

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0	31.83	1.06	1.23	0.94	1.00	1.00	1.00	-	0.31
2-1	-	0	32.49	1.05	1.27	0.80	1.00	1.00	1.00	0.86	0.15
3-1	-	0	31.91	1.06	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.86	0.25
4-1	-	0	32.55	1.05	1.27	0.79	1.00	1.00	1.00	0.86	0.14
5-1	-	0	31.91	1.06	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.86	0.25
6-1	-	0	32.29	1.05	1.25	0.84	1.00	1.00	1.00	0.95	0.2
7-1	-	0	31.90	1.06	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.95	0.28

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	19.88	1.03	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	-	6.84
2-1	0.29	20.47	1.02	1.25	0.81	1.00	1.00	1.00	0.81	5.01
3-1	0.29	19.96	1.03	1.22	0.92	1.00	1.00	1.00	0.81	5.46
4-1	0.29	20.52	1.02	1.26	0.80	1.00	1.00	1.00	0.81	4.98
5-1	0.29	19.96	1.03	1.22	0.92	1.00	1.00	1.00	0.81	5.46
6-1	0.29	20.30	1.03	1.24	0.85	1.00	1.00	1.00	0.94	6.03
7-1	0.29	19.95	1.03	1.22	0.92	1.00	1.00	1.00	0.94	6.36

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.24	465545.88	2439437.1	498756.8	SI (2439437.1/498756.8 = 4.89 >= 1.0)
2-1	1.80	4.21	399629.63	1680521.4	455669.5	SI (1680521.4/455669.5 = 3.69 >= 1.0)
3-1	1.80	4.94	457344.63	2261429.3	540980.3	SI (2261429.3/540980.3 = 4.18 >= 1.0)
4-1	1.80	4.15	394835.16	1638074	467150.1	SI (1638074/467150.1 = 3.51 >= 1.0)
5-1	1.80	4.94	457137.51	2259016.2	565152.4	SI (2259016.2/565152.4 = 4.00 >= 1.0)
6-1	2.30	4.28	421395.41	1802270.2	411886.2	SI (1802270.2/411886.2 = 4.38 >= 1.0)
7-1	2.30	4.75	458381.82	2177501.6	445742.2	SI (2177501.6/445742.2 = 4.89 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_ϕ	$\gamma_{c'}$	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.40		23.50		1.10	1.00	197621.23	19054.06
2-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	180548.85	14656.97
3-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	214351.34	14656.97
4-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	185097.79	14656.97
5-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	223928.99	14656.97
6-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	163200.72	14656.97
7-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	176615.39	14656.97

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	216675.3	16208	SI (216675.3/16208 = 13.37 >= 1.0)
2-1	195205.8	48196	SI (195205.8/48196 = 4.05 >= 1.0)
3-1	229008.3	22512	SI (229008.3/22512 = 10.17 >= 1.0)
4-1	199754.8	51900	SI (199754.8/51900 = 3.85 >= 1.0)
5-1	238586	23648	SI (238586/23648 = 10.09 >= 1.0)
6-1	177857.7	33599.5	SI (177857.7/33599.5 = 5.29 >= 1.0)
7-1	191272.4	18034.9	SI (191272.4/18034.9 = 10.61 >= 1.0)

9.8.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]
1-1	-16208	0	-498756.77	0	0	0	0	200
2-1	-48196	0	-455669.49	0	0	0	0	200
3-1	-22512	0	-540980.26	0	0	0	0	200
4-1	-51900	0	-467150.1	0	0	0	0	200
5-1	-23648	0	-565152.36	0	0	0	0	200
6-1	-33599.49	0	-411886.23	0	0	0	0	200
7-1	-18034.91	0	-445742.2	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]

1-1	-16208	0	-498756.77	0	-3241600	-	-	-
2-1	-48196	0	-455669.49	0	-9639200	-	-	-
3-1	-22512	0	-540980.26	0	-4502400	-	-	-
4-1	-51900	0	-467150.1	0	-10380000	-	-	-
5-1	-23648	0	-565152.36	0	-4729600	-	-	-
6-1	-33599.49	0	-411886.23	0	-6719898	-	-	-
7-1	-18034.91	0	-445742.2	0	-3606982	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 22.22 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	6.5	0	asse X	asse Y
2-1	21.15	0	asse X	asse Y
3-1	8.32	0	asse X	asse Y
4-1	22.22	0	asse X	asse Y
5-1	8.37	0	asse X	asse Y
6-1	16.31	0	asse X	asse Y
7-1	8.09	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	γ_{su}	γ_r	s_u [daN/cm ²]	γ [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_r [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.82	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.36	0.97	1.00	1.00	1.00	0	8.91	0.29
3-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.82	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.36	0.96	1.00	1.00	1.00	0	8.91	0.29
5-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.81	0.29
6-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.34	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.91	0.29
7-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.84	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.13	465545.88	1921783.1	498756.8	SI (1921783.1/498756.8 = 3.85 >= 1.0)
2-1	1.80	5.24	399629.63	2095778.1	455669.5	SI (2095778.1/455669.5 = 4.60 >= 1.0)
3-1	1.80	5.19	457344.63	2374620.5	540980.3	SI (2374620.5/540980.3 = 4.39 >= 1.0)
4-1	1.80	5.24	394835.16	2070170.6	467150.1	SI (2070170.6/467150.1 = 4.43 >= 1.0)
5-1	1.80	5.19	457137.51	2372135.3	565152.4	SI (2372135.3/565152.4 = 4.20 >= 1.0)
6-1	2.30	4.16	421395.41	1755035.4	411886.2	SI (1755035.4/411886.2 = 4.26 >= 1.0)
7-1	2.30	4.14	458381.82	1895882.7	445742.2	SI (1895882.7/445742.2 = 4.25 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

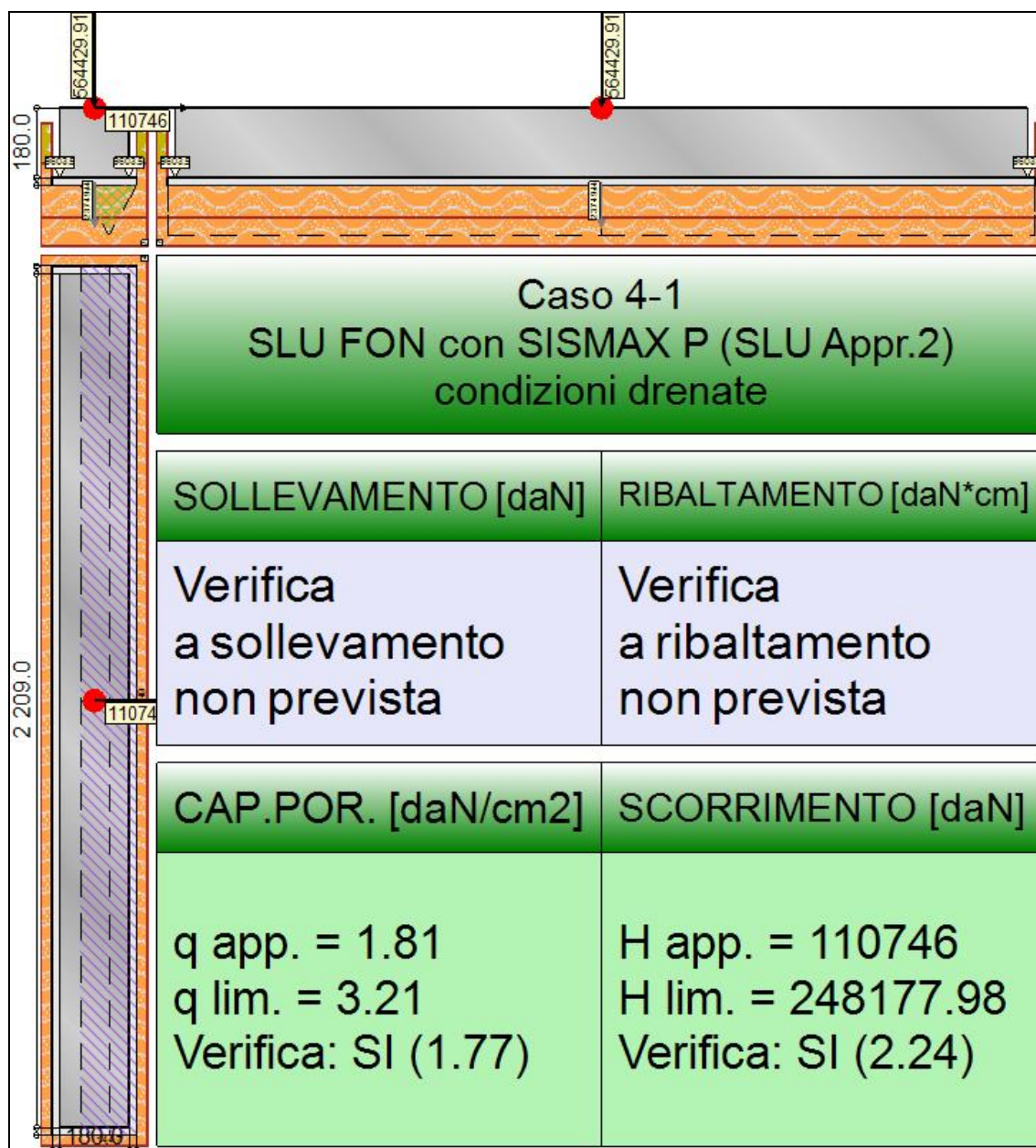
Caso	γ_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	220076.23	58875.23
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	188915.82	45288.64
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	216199.28	45288.64

4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	186649.35	45288.64
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	216101.37	45288.64
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	199205.1	45288.64
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	216689.59	45288.64

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	278951.5	16208	SI ($278951.5/16208 = 17.21 \geq 1.0$)
2-1	234204.5	48196	SI ($234204.5/48196 = 4.86 \geq 1.0$)
3-1	261487.9	22512	SI ($261487.9/22512 = 11.62 \geq 1.0$)
4-1	231938	51900	SI ($231938/51900 = 4.47 \geq 1.0$)
5-1	261390	23648	SI ($261390/23648 = 11.05 \geq 1.0$)
6-1	244493.7	33599.5	SI ($244493.7/33599.5 = 7.28 \geq 1.0$)
7-1	261978.2	18034.9	SI ($261978.2/18034.9 = 14.53 \geq 1.0$)

9.9 TRAVE_FT_I_A



Rappresentazione della fondazione.

9.9.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 95							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-10 Nodo 52							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-7 Nodo 52							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-10 Nodo 52							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-7 Nodo 52							
6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-10 Nodo 52							
7	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01$, $k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-7 Nodo 52							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Q1,fav}$	$g_{Q1,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_g	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica	E _d [daN]	R _d [daN]	Verifica
1-1	557965.4	2107062.2	SI (2107062.2/557965.4 = 3.78 >= 1.0)	557965.4	1839752.7	SI (1839752.7/557965.4 = 3.30 >= 1.0)
2-1	569748.2	1091727.8	SI (1091727.8/569748.2 = 1.92 >= 1.0)	569748.2	1612912.7	SI (1612912.7/569748.2 = 2.83 >= 1.0)
3-1	719502.7	1997559.1	SI (1997559.1/719502.7 = 2.78 >= 1.0)	719502.7	2275457.7	SI (2275457.7/719502.7 = 3.16 >= 1.0)
4-1	588179.3	1043524.7	SI (1043524.7/588179.3 = 1.77 >= 1.0)	588179.3	1567353.9	SI (1567353.9/588179.3 = 2.66 >= 1.0)
5-1	752909.4	1994837	SI (1994837/752909.4 = 2.65 >= 1.0)	752909.4	2270882.2	SI (2270882.2/752909.4 = 3.02 >= 1.0)
6-1	497129.4	1308404.6	SI (1308404.6/497129.4 = 2.63 >= 1.0)	497129.4	1527365.3	SI (1527365.3/497129.4 = 3.07 >= 1.0)
7-1	587880.6	1921697.3	SI (1921697.3/587880.6 = 3.27 >= 1.0)	587880.6	1824007.4	SI (1824007.4/587880.6 = 3.10 >= 1.0)

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	32744	240743.9	SI (240743.9/32744 = 7.35 >= 1.0)	32744	273605.5	SI (273605.5/32744 = 8.36 >= 1.0)
2-1	102709	240875	SI (240875/102709 = 2.35 >= 1.0)	102709	206976.1	SI (206976.1/102709 = 2.02 >= 1.0)
3-1	45736	300211.9	SI (300211.9/45736 = 6.56 >= 1.0)	45736	256606.6	SI (256606.6/45736 = 5.61 >= 1.0)

4-1	110746	248178	SI (248178/110746 = 2.24 >= 1.0)	110746	203567.5	SI (203567.5/110746 = 1.84 >= 1.0)
5-1	48075	313448.6	SI (313448.6/48075 = 6.52 >= 1.0)	48075	256484.9	SI (256484.9/48075 = 5.34 >= 1.0)
6-1	71043.5	212101.5	SI (212101.5/71043.5 = 2.99 >= 1.0)	71043.5	222865.5	SI (222865.5/71043.5 = 3.14 >= 1.0)
7-1	36517.7	248059.6	SI (248059.6/36517.7 = 6.79 >= 1.0)	36517.7	257222.7	SI (257222.7/36517.7 = 7.04 >= 1.0)

9.9.2 Descrizione del metodo di calcolo.

Il calcolo della capacità portante viene eseguito secondo la formula trinomiale, 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.9.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 2249 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.9.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_r [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	ϕ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9640	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9640	9500	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9500	9180	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9180	8980	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	8980	8920	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8920	8840	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8840	8380	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8380	8260	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]			z_r [cm]	γ_w [daN/cm ³]			
1	9110			8260	0.00098			

9.9.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	d_x [cm]	d_y [cm]	d_z [cm]
1-1	32744	0	-557965.44	0	0	0	0	200
2-1	102709	0	-569748.18	0	0	0	0	200
3-1	45736	0	-719502.75	0	0	0	0	200
4-1	110746	0	-588179.35	0	0	0	0	200

5-1	48075	0	-752909.38	0	0	0	0	200
6-1	71043.49	0	-497129.36	0	0	0	0	200
7-1	36517.7	0	-587880.63	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	32744	0	-557965.44	0	6548800	-	-	-
2-1	102709	0	-569748.18	0	20541800	-	-	-
3-1	45736	0	-719502.75	0	9147200	-	-	-
4-1	110746	0	-588179.35	0	22149200	-	-	-
5-1	48075	0	-752909.38	0	9615000	-	-	-
6-1	71043.49	0	-497129.36	0	14208698	-	-	-
7-1	36517.7	0	-587880.63	0	7303540	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 37.66 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	11.74	0	asse X	asse Y
2-1	36.05	0	asse X	asse Y
3-1	12.71	0	asse X	asse Y
4-1	37.66	0	asse X	asse Y
5-1	12.77	0	asse X	asse Y
6-1	28.58	0	asse X	asse Y
7-1	12.42	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	g_j	g_g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.4	0.00189	23.68	1.03	1.00	0.84	1.00	1.00	1.00	-	3.8
2-1	-	-	30.9	0.00188	25.59	1.02	1.00	0.56	1.00	1.00	1.00	0.68	1.39
3-1	-	-	30.4	0.00189	23.75	1.03	1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	0.68	2.52
4-1	-	-	30.9	0.00188	25.67	1.02	1.00	0.54	1.00	1.00	1.00	0.68	1.32
5-1	-	-	30.4	0.00189	23.75	1.03	1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	0.68	2.52
6-1	-	-	30.7	0.00189	24.95	1.02	1.00	0.64	1.00	1.00	1.00	0.90	2.24
7-1	-	-	30.4	0.00189	23.73	1.03	1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	0.90	3.35

Caso	g_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.01	31.06	1.05	1.25	0.89	1.00	1.00	1.00	-	0.4
2-1	-	0	32.39	1.04	1.25	0.67	1.00	1.00	1.00	0.86	0.13
3-1	-	0.01	31.10	1.05	1.25	0.88	1.00	1.00	1.00	0.86	0.34
4-1	-	0	32.45	1.04	1.25	0.65	1.00	1.00	1.00	0.86	0.12
5-1	-	0.01	31.11	1.05	1.25	0.88	1.00	1.00	1.00	0.86	0.34
6-1	-	0	31.95	1.04	1.29	0.73	1.00	1.00	1.00	0.95	0.22
7-1	-	0.01	31.09	1.05	1.25	0.88	1.00	1.00	1.00	0.95	0.38

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	19.20	1.03	1.23	0.89	1.00	1.00	1.00	-	6.38
2-1	0.29	20.38	1.02	1.23	0.68	1.00	1.00	1.00	0.81	4.15
3-1	0.29	19.24	1.03	1.24	0.88	1.00	1.00	1.00	0.81	5.12
4-1	0.29	20.43	1.02	1.24	0.67	1.00	1.00	1.00	0.81	4.09
5-1	0.29	19.25	1.03	1.24	0.88	1.00	1.00	1.00	0.81	5.12
6-1	0.29	19.99	1.02	1.28	0.74	1.00	1.00	1.00	0.94	5.37

7-1	0.29	19.23	1.03	1.23	0.89	1.00	1.00	1.00	0.94	5.96
-----	------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.77	441987.3	2107062.2	557965.4	SI (2107062.2/557965.4 = 3.78 >= 1.0)
2-1	1.80	3.28	332608.33	1091727.8	569748.2	SI (1091727.8/569748.2 = 1.92 >= 1.0)
3-1	1.80	4.56	437595.92	1997559.1	719502.7	SI (1997559.1/719502.7 = 2.78 >= 1.0)
4-1	1.80	3.21	325397.82	1043524.7	588179.3	SI (1043524.7/588179.3 = 1.77 >= 1.0)
5-1	1.80	4.56	437338.47	1994837	752909.4	SI (1994837/752909.4 = 2.65 >= 1.0)
6-1	2.30	3.57	366220.46	1308404.6	497129.4	SI (1308404.6/497129.4 = 2.63 >= 1.0)
7-1	2.30	4.38	438899.06	1921697.3	587880.6	SI (1921697.3/587880.6 = 3.27 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_j	g_c	j [°]	c' [daN/cm ²]	d [°]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.40		23.50		1.10	1.00	221081.34	19662.57
2-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	225749.99	15125.05
3-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	285086.89	15125.05
4-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	233052.92	15125.05
5-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	298323.52	15125.05
6-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	196976.4	15125.05
7-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	232934.56	15125.05

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	240743.9	32744	SI (240743.9/32744 = 7.35 >= 1.0)
2-1	240875	102709	SI (240875/102709 = 2.35 >= 1.0)
3-1	300211.9	45736	SI (300211.9/45736 = 6.56 >= 1.0)
4-1	248178	110746	SI (248178/110746 = 2.24 >= 1.0)
5-1	313448.6	48075	SI (313448.6/48075 = 6.52 >= 1.0)
6-1	212101.5	71043.5	SI (212101.5/71043.5 = 2.99 >= 1.0)
7-1	248059.6	36517.7	SI (248059.6/36517.7 = 6.79 >= 1.0)

9.9.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	32744	0	-557965.44	0	0	0	0	200
2-1	102709	0	-569748.18	0	0	0	0	200
3-1	45736	0	-719502.75	0	0	0	0	200
4-1	110746	0	-588179.35	0	0	0	0	200
5-1	48075	0	-752909.38	0	0	0	0	200
6-1	71043.49	0	-497129.36	0	0	0	0	200
7-1	36517.7	0	-587880.63	0	0	0	0	200

Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	32744	0	-557965.44	0	6548800	-	-	-
2-1	102709	0	-569748.18	0	20541800	-	-	-
3-1	45736	0	-719502.75	0	9147200	-	-	-
4-1	110746	0	-588179.35	0	22149200	-	-	-
5-1	48075	0	-752909.38	0	9615000	-	-	-
6-1	71043.49	0	-497129.36	0	14208698	-	-	-
7-1	36517.7	0	-587880.63	0	7303540	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 37.66 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	11.74	0	asse X	asse Y
2-1	36.05	0	asse X	asse Y
3-1	12.71	0	asse X	asse Y
4-1	37.66	0	asse X	asse Y
5-1	12.77	0	asse X	asse Y
6-1	28.58	0	asse X	asse Y
7-1	12.42	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.33	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.9	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.33	0.91	1.00	1.00	1.00	0	8.2	0.29
3-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.33	0.97	1.00	1.00	1.00	0	8.83	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.33	0.90	1.00	1.00	1.00	0	8.14	0.29
5-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.33	0.97	1.00	1.00	1.00	0	8.82	0.29
6-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.39	0.94	1.00	1.00	1.00	0	8.92	0.29
7-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.33	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.88	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.16	441987.3	1839752.7	557965.4	SI (1839752.7/557965.4 = 3.30 >= 1.0)
2-1	1.80	4.85	332608.33	1612912.7	569748.2	SI (1612912.7/569748.2 = 2.83 >= 1.0)
3-1	1.80	5.2	437595.92	2275457.7	719502.7	SI (2275457.7/719502.7 = 3.16 >= 1.0)
4-1	1.80	4.82	325397.82	1567353.9	588179.3	SI (1567353.9/588179.3 = 2.66 >= 1.0)
5-1	1.80	5.19	437338.47	2270882.2	752909.4	SI (2270882.2/752909.4 = 3.02 >= 1.0)
6-1	2.30	4.17	366220.46	1527365.3	497129.4	SI (1527365.3/497129.4 = 3.07 >= 1.0)
7-1	2.30	4.16	438899.06	1824007.4	587880.6	SI (1824007.4/587880.6 = 3.10 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

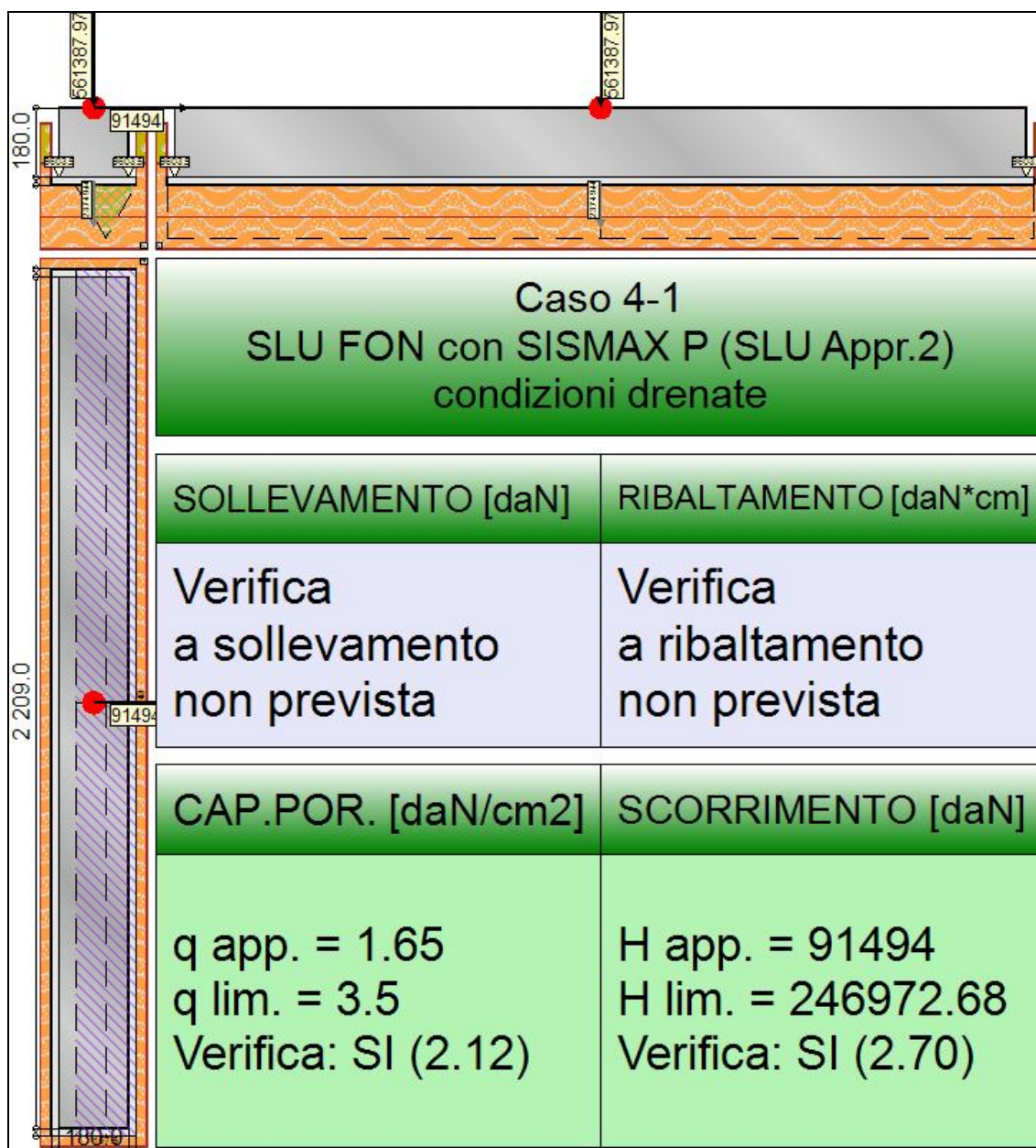
Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	208939.45	64666.06
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	157233.03	49743.12

3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	206863.52	49743.12
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	153824.42	49743.12
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	206741.82	49743.12
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	173122.4	49743.12
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	207479.55	49743.12

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	273605.5	32744	SI ($273605.5/32744 = 8.36 \geq 1.0$)
2-1	206976.1	102709	SI ($206976.1/102709 = 2.02 \geq 1.0$)
3-1	256606.6	45736	SI ($256606.6/45736 = 5.61 \geq 1.0$)
4-1	203567.5	110746	SI ($203567.5/110746 = 1.84 \geq 1.0$)
5-1	256484.9	48075	SI ($256484.9/48075 = 5.34 \geq 1.0$)
6-1	222865.5	71043.5	SI ($222865.5/71043.5 = 3.14 \geq 1.0$)
7-1	257222.7	36517.7	SI ($257222.7/36517.7 = 7.04 \geq 1.0$)

9.10 TRAVE_FT_I_B



Rappresentazione della fondazione.

9.10.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 41							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-10 Nodo 41							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-7 Nodo 41							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-10 Nodo 41							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-7 Nodo 41							

6	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-10 Nodo 41							
7	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-7 Nodo 41							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Qi,fav}$	$g_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	g_{Rv}	g_{Rh}	g_{Re}	g_{Requ}	g_{Rupl}
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	601902.1	2347303.5	SI (2347303.5/601902.1 = 3.90 >= 1.0)	601902.1	1933966	SI (1933966/601902.1 = 3.21 >= 1.0)	
2-1	570349.2	1340314.1	SI (1340314.1/570349.2 = 2.35 >= 1.0)	570349.2	1881537.1	SI (1881537.1/570349.2 = 3.30 >= 1.0)	
3-1	745314.4	2148558.7	SI (2148558.7/745314.4 = 2.88 >= 1.0)	745314.4	2359585.7	SI (2359585.7/745314.4 = 3.17 >= 1.0)	
4-1	585137.4	1240432	SI (1240432/585137.4 = 2.12 >= 1.0)	585137.4	1729306.8	SI (1729306.8/585137.4 = 2.96 >= 1.0)	
5-1	777599.1	2141404.1	SI (2141404.1/777599.1 = 2.75 >= 1.0)	777599.1	2353427.4	SI (2353427.4/777599.1 = 3.03 >= 1.0)	
6-1	512083.8	1530195.6	SI (1530195.6/512083.8 = 2.99 >= 1.0)	512083.8	1642308.6	SI (1642308.6/512083.8 = 3.21 >= 1.0)	
7-1	618112.7	2089153.1	SI (2089153.1/618112.7 = 3.38 >= 1.0)	618112.7	1897231.7	SI (1897231.7/618112.7 = 3.07 >= 1.0)	

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	20938	258152.8	SI (258152.8/20938 = 12.33 >= 1.0)	20938	283768.6	SI (283768.6/20938 = 13.55 >= 1.0)	
2-1	84469	241113.2	SI (241113.2/84469 = 2.85 >= 1.0)	84469	220657.1	SI (220657.1/84469 = 2.61 >= 1.0)	
3-1	35218	310439.2	SI (310439.2/35218 = 8.81 >= 1.0)	35218	263544.2	SI (263544.2/35218 = 7.48 >= 1.0)	
4-1	91494	246972.7	SI (246972.7/91494 = 2.70 >= 1.0)	91494	217143.2	SI (217143.2/91494 = 2.37 >= 1.0)	
5-1	37319	323231.3	SI (323231.3/37319 = 8.66 >= 1.0)	37319	263229.5	SI (263229.5/37319 = 7.05 >= 1.0)	
6-1	56789.2	218026.8	SI (218026.8/56789.2 = 3.84 >= 1.0)	56789.2	236477.9	SI (236477.9/56789.2 = 4.16 >= 1.0)	
7-1	26943.5	260038.4	SI (260038.4/26943.5 = 9.65 >= 1.0)	26943.5	265101.8	SI (265101.8/26943.5 = 9.84 >= 1.0)	

9.10.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.10.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 2249 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.10.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9640	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9640	9500	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9500	9180	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9180	8980	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	8980	8920	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8920	8840	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8840	8380	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8380	8260	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]		z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]				
1	9110		8260	0.00098				

9.10.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	20938	0	-601902.11	0	0	0	0	200
2-1	84469	0	-570349.24	0	0	0	0	200
3-1	35218	0	-745314.37	0	0	0	0	200
4-1	91494	0	-585137.41	0	0	0	0	200
5-1	37319	0	-777599.06	0	0	0	0	200
6-1	56789.2	0	-512083.82	0	0	0	0	200
7-1	26943.52	0	-618112.69	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	20938	0	-601902.11	0	4187600	-	-	-
2-1	84469	0	-570349.24	0	16893800	-	-	-
3-1	35218	0	-745314.37	0	7043600	-	-	-
4-1	91494	0	-585137.41	0	18298800	-	-	-
5-1	37319	0	-777599.06	0	7463800	-	-	-
6-1	56789.2	0	-512083.82	0	11357840	-	-	-
7-1	26943.52	0	-618112.69	0	5388704	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 31.27 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

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

1-1	6.96	0	asse X	asse Y
2-1	29.62	0	asse X	asse Y
3-1	9.45	0	asse X	asse Y
4-1	31.27	0	asse X	asse Y
5-1	9.6	0	asse X	asse Y
6-1	22.18	0	asse X	asse Y
7-1	8.72	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	g_j	g_g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.3	0.0019	23.37	1.03	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	-	4.24
2-1	-	-	30.7	0.00189	25.03	1.02	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00	0.68	1.66
3-1	-	-	30.3	0.00189	23.53	1.03	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	0.68	2.72
4-1	-	-	30.8	0.00188	25.17	1.02	1.00	0.61	1.00	1.00	1.00	0.68	1.58
5-1	-	-	30.3	0.00189	23.54	1.03	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	0.68	2.71
6-1	-	-	30.6	0.00189	24.43	1.02	1.00	0.71	1.00	1.00	1.00	0.90	2.65
7-1	-	-	30.3	0.00189	23.48	1.03	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.90	3.65

Caso	g_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.01	30.84	1.06	1.24	0.93	1.00	1.00	1.00	-	0.46
2-1	-	0	32.01	1.04	1.30	0.72	1.00	1.00	1.00	0.86	0.19
3-1	-	0.01	30.95	1.05	1.24	0.91	1.00	1.00	1.00	0.86	0.37
4-1	-	0	32.10	1.04	1.24	0.71	1.00	1.00	1.00	0.86	0.17
5-1	-	0.01	30.96	1.05	1.24	0.91	1.00	1.00	1.00	0.86	0.37
6-1	-	0	31.59	1.05	1.27	0.79	1.00	1.00	1.00	0.95	0.28
7-1	-	0.01	30.92	1.05	1.24	0.91	1.00	1.00	1.00	0.95	0.42

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	19.01	1.03	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	-	6.57
2-1	0.29	20.04	1.02	1.28	0.74	1.00	1.00	1.00	0.81	4.59
3-1	0.29	19.11	1.03	1.23	0.91	1.00	1.00	1.00	0.81	5.23
4-1	0.29	20.13	1.02	1.23	0.72	1.00	1.00	1.00	0.81	4.32
5-1	0.29	19.11	1.03	1.23	0.91	1.00	1.00	1.00	0.81	5.22
6-1	0.29	19.67	1.02	1.26	0.80	1.00	1.00	1.00	0.94	5.6
7-1	0.29	19.08	1.03	1.23	0.92	1.00	1.00	1.00	0.94	6.1

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.06	463486.17	2347303.5	601902.1	SI (2347303.5/601902.1 = 3.90 >= 1.0)
2-1	1.80	3.71	361548.8	1340314.1	570349.2	SI (1340314.1/570349.2 = 2.35 >= 1.0)
3-1	1.80	4.75	452271.61	2148558.7	745314.4	SI (2148558.7/745314.4 = 2.88 >= 1.0)
4-1	1.80	3.5	354115.6	1240432	585137.4	SI (1240432/585137.4 = 2.12 >= 1.0)
5-1	1.80	4.74	451605.86	2141404.1	777599.1	SI (2141404.1/777599.1 = 2.75 >= 1.0)
6-1	2.30	3.87	395015.93	1530195.6	512083.8	SI (1530195.6/512083.8 = 2.99 >= 1.0)
7-1	2.30	4.59	455566.45	2089153.1	618112.7	SI (2089153.1/618112.7 = 3.38 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g _j	g _c	j [°]	c' [daN/cm ²]	d [°]	a [daN/cm ²]	g _{R,h}	g _{R,e}	R _h [daN]	R _e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	238490.26	19662.57
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	225988.14	15125.05
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	295314.17	15125.05
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	231847.62	15125.05
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	308106.25	15125.05
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	202901.77	15125.05
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	244913.34	15125.05

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R _d [daN]	E _d [daN]	Verifica
1-1	258152.8	20938	SI (258152.8/20938 = 12.33 >= 1.0)
2-1	241113.2	84469	SI (241113.2/84469 = 2.85 >= 1.0)
3-1	310439.2	35218	SI (310439.2/35218 = 8.81 >= 1.0)
4-1	246972.7	91494	SI (246972.7/91494 = 2.70 >= 1.0)
5-1	323231.3	37319	SI (323231.3/37319 = 8.66 >= 1.0)
6-1	218026.8	56789.2	SI (218026.8/56789.2 = 3.84 >= 1.0)
7-1	260038.4	26943.5	SI (260038.4/26943.5 = 9.65 >= 1.0)

9.10.6 Verifiche in condizioni non 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	F _x [daN]	F _y [daN]	F _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	20938	0	-601902.11	0	0	0	0	200
2-1	84469	0	-570349.24	0	0	0	0	200
3-1	35218	0	-745314.37	0	0	0	0	200
4-1	91494	0	-585137.41	0	0	0	0	200
5-1	37319	0	-777599.06	0	0	0	0	200
6-1	56789.2	0	-512083.82	0	0	0	0	200
7-1	26943.52	0	-618112.69	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H _x [daN]	H _y [daN]	V _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	20938	0	-601902.11	0	4187600	-	-	-
2-1	84469	0	-570349.24	0	16893800	-	-	-
3-1	35218	0	-745314.37	0	7043600	-	-	-
4-1	91494	0	-585137.41	0	18298800	-	-	-
5-1	37319	0	-777599.06	0	7463800	-	-	-
6-1	56789.2	0	-512083.82	0	11357840	-	-	-
7-1	26943.52	0	-618112.69	0	5388704	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 31.27 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	6.96	0	asse X	asse Y
2-1	29.62	0	asse X	asse Y
3-1	9.45	0	asse X	asse Y
4-1	31.27	0	asse X	asse Y

5-1	9.6	0	asse X	asse Y
6-1	22.18	0	asse X	asse Y
7-1	8.72	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{ic}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.92	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.40	0.93	1.00	1.00	1.00	0	8.84	0.29
3-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.32	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.86	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.32	0.93	1.00	1.00	1.00	0	8.26	0.29
5-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.32	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.85	0.29
6-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.36	0.96	1.00	1.00	1.00	0	8.89	0.29
7-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.32	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.9	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.17	463486.17	1933966	601902.1	SI (1933966/601902.1 = 3.21 >= 1.0)
2-1	1.80	5.2	361548.8	1881537.1	570349.2	SI (1881537.1/570349.2 = 3.30 >= 1.0)
3-1	1.80	5.22	452271.61	2359585.7	745314.4	SI (2359585.7/745314.4 = 3.17 >= 1.0)
4-1	1.80	4.88	354115.6	1729306.8	585137.4	SI (1729306.8/585137.4 = 2.96 >= 1.0)
5-1	1.80	5.21	451605.86	2353427.4	777599.1	SI (2353427.4/777599.1 = 3.03 >= 1.0)
6-1	2.30	4.16	395015.93	1642308.6	512083.8	SI (1642308.6/512083.8 = 3.21 >= 1.0)
7-1	2.30	4.16	455566.45	1897231.7	618112.7	SI (1897231.7/618112.7 = 3.07 >= 1.0)

Scorrimento.

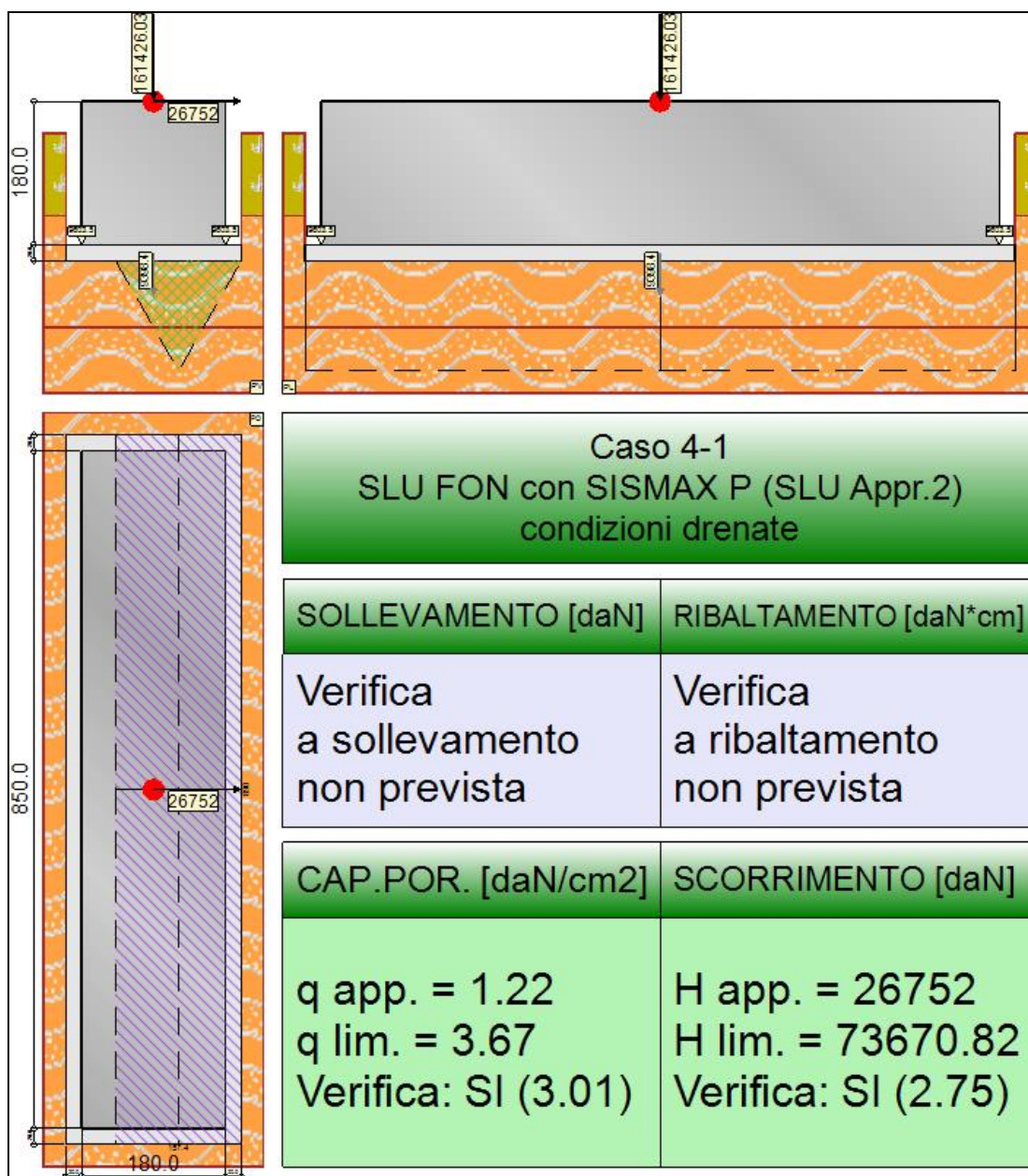
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	219102.55	64666.06
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	170913.98	49743.12
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	213801.13	49743.12
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	167400.1	49743.12
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	213486.41	49743.12
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	186734.8	49743.12
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	215358.69	49743.12

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	283768.6	20938	SI (283768.6/20938 = 13.55 >= 1.0)
2-1	220657.1	84469	SI (220657.1/84469 = 2.61 >= 1.0)
3-1	263544.2	35218	SI (263544.2/35218 = 7.48 >= 1.0)
4-1	217143.2	91494	SI (217143.2/91494 = 2.37 >= 1.0)
5-1	263229.5	37319	SI (263229.5/37319 = 7.05 >= 1.0)
6-1	236477.9	56789.2	SI (236477.9/56789.2 = 4.16 >= 1.0)
7-1	265101.8	26943.5	SI (265101.8/26943.5 = 9.84 >= 1.0)

9.11 TRAVE_FT_I_C



Rappresentazione della fondazione.

9.11.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 191							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-10 Nodo 191							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-7 Nodo 191							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-10 Nodo 191							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-7 Nodo 191							

6	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-10 Nodo 191							
7	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-7 Nodo 191							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Qi,fav}$	$g_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eqv}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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 [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	222242	1072458.3	SI (1072458.3/222242 = 4.83 >= 1.0)	222242	824003.3	SI (824003.3/222242 = 3.71 >= 1.0)
2-1	169454.2	565614.8	SI (565614.8/169454.2 = 3.34 >= 1.0)	169454.2	780969.6	SI (780969.6/169454.2 = 4.61 >= 1.0)
3-1	174099.7	882538.6	SI (882538.6/174099.7 = 5.07 >= 1.0)	174099.7	962551.4	SI (962551.4/174099.7 = 5.53 >= 1.0)
4-1	170824.4	513469.4	SI (513469.4/170824.4 = 3.01 >= 1.0)	170824.4	713069	SI (713069/170824.4 = 4.17 >= 1.0)
5-1	175934.5	869700	SI (869700/175934.5 = 4.94 >= 1.0)	175934.5	955764.8	SI (955764.8/175934.5 = 5.43 >= 1.0)
6-1	164055.5	684174.1	SI (684174.1/164055.5 = 4.17 >= 1.0)	164055.5	694346.2	SI (694346.2/164055.5 = 4.23 >= 1.0)
7-1	166870.6	896612.5	SI (896612.5/166870.6 = 5.37 >= 1.0)	166870.6	787087.6	SI (787087.6/166870.6 = 4.72 >= 1.0)

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 [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	2700	95839.5	SI (95839.5/2700 = 35.50 >= 1.0)	2700	116105.8	SI (116105.8/2700 = 43.00 >= 1.0)
2-1	24486	73127.9	SI (73127.9/24486 = 2.99 >= 1.0)	24486	87927	SI (87927/24486 = 3.59 >= 1.0)
3-1	8562	74968.6	SI (74968.6/8562 = 8.76 >= 1.0)	8562	103968.6	SI (103968.6/8562 = 12.14 >= 1.0)
4-1	26752	73670.8	SI (73670.8/26752 = 2.75 >= 1.0)	26752	85889.7	SI (85889.7/26752 = 3.21 >= 1.0)
5-1	9235	75695.6	SI (75695.6/9235 = 8.20 >= 1.0)	9235	103411.1	SI (103411.1/9235 = 11.20 >= 1.0)
6-1	15557.7	70988.8	SI (70988.8/15557.7 = 4.56 >= 1.0)	15557.7	96285.5	SI (96285.5/15557.7 = 6.19 >= 1.0)
7-1	5907.5	72104.2	SI (72104.2/5907.5 = 12.21 >= 1.0)	5907.5	106287.2	SI (106287.2/5907.5 = 17.99 >= 1.0)

9.11.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.11.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 890 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.11.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9640	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9640	9500	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9500	9180	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9180	8980	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	8980	8920	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8920	8840	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8840	8380	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8380	8260	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]		z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]				
1	9110		8260	0.00098				

9.11.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	2700	0	-222242	0	0	0	0	200
2-1	24486	0	-169454.2	0	0	0	0	200
3-1	8562	0	-174099.7	0	0	0	0	200
4-1	26752	0	-170824.43	0	0	0	0	200
5-1	9235	0	-175934.49	0	0	0	0	200
6-1	15557.75	0	-164055.47	0	0	0	0	200
7-1	5907.48	0	-166870.64	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	2700	0	-222242	0	540000	-	-	-
2-1	24486	0	-169454.2	0	4897200	-	-	-
3-1	8562	0	-174099.7	0	1712400	-	-	-
4-1	26752	0	-170824.43	0	5350400	-	-	-
5-1	9235	0	-175934.49	0	1847000	-	-	-
6-1	15557.75	0	-164055.47	0	3111550	-	-	-
7-1	5907.48	0	-166870.64	0	1181496	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 31.32 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

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

1-1	2.43	0	asse X	asse Y
2-1	28.9	0	asse X	asse Y
3-1	9.84	0	asse X	asse Y
4-1	31.32	0	asse X	asse Y
5-1	10.5	0	asse X	asse Y
6-1	18.97	0	asse X	asse Y
7-1	7.08	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	g_j	g_g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.2	0.0019	23.10	1.07	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	-	4.89
2-1	-	-	30.7	0.00189	24.97	1.06	1.00	0.64	1.00	1.00	1.00	0.68	1.77
3-1	-	-	30.3	0.00189	23.56	1.07	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	0.68	2.82
4-1	-	-	30.8	0.00188	25.18	1.05	1.00	0.62	1.00	1.00	1.00	0.68	1.66
5-1	-	-	30.4	0.00189	23.60	1.07	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	0.68	2.78
6-1	-	-	30.5	0.00189	24.19	1.06	1.00	0.76	1.00	1.00	1.00	0.90	3
7-1	-	-	30.3	0.0019	23.38	1.07	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	0.90	3.96

Caso	g_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.01	30.64	1.15	1.23	0.98	1.00	1.00	1.00	-	0.55
2-1	-	0	31.97	1.11	1.30	0.74	1.00	1.00	1.00	0.86	0.21
3-1	-	0.01	30.97	1.14	1.24	0.91	1.00	1.00	1.00	0.86	0.4
4-1	-	0	32.11	1.11	1.24	0.72	1.00	1.00	1.00	0.86	0.18
5-1	-	0.01	31.00	1.14	1.24	0.90	1.00	1.00	1.00	0.86	0.39
6-1	-	0	31.42	1.13	1.26	0.83	1.00	1.00	1.00	0.95	0.34
7-1	-	0.01	30.84	1.14	1.24	0.93	1.00	1.00	1.00	0.95	0.47

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	18.84	1.07	1.21	0.98	1.00	1.00	1.00	-	7.06
2-1	0.29	20.00	1.06	1.28	0.75	1.00	1.00	1.00	0.81	4.83
3-1	0.29	19.12	1.07	1.23	0.91	1.00	1.00	1.00	0.81	5.45
4-1	0.29	20.13	1.05	1.23	0.73	1.00	1.00	1.00	0.81	4.52
5-1	0.29	19.15	1.07	1.23	0.91	1.00	1.00	1.00	0.81	5.43
6-1	0.29	19.52	1.06	1.25	0.84	1.00	1.00	1.00	0.94	5.98
7-1	0.29	19.01	1.07	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	0.94	6.44

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.6	191474.98	1072458.3	222242	SI (1072458.3/222242 = 4.83 >= 1.0)
2-1	1.80	3.92	144358.28	565614.8	169454.2	SI (565614.8/169454.2 = 3.34 >= 1.0)
3-1	1.80	4.95	178292.38	882538.6	174099.7	SI (882538.6/174099.7 = 5.07 >= 1.0)
4-1	1.80	3.67	140048.54	513469.4	170824.4	SI (513469.4/170824.4 = 3.01 >= 1.0)
5-1	1.80	4.91	177113.16	869700	175934.5	SI (869700/175934.5 = 4.94 >= 1.0)
6-1	2.30	4.22	162039.72	684174.1	164055.5	SI (684174.1/164055.5 = 4.17 >= 1.0)
7-1	2.30	4.89	183197.05	896612.5	166870.6	SI (896612.5/166870.6 = 5.37 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_j	g_c	j [°]	c' [daN/cm ²]	d [°]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.40		23.50		1.10	1.00	88058.43	7781.1
2-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	67142.44	5985.46
3-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	68983.12	5985.46
4-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	67685.36	5985.46
5-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	69710.11	5985.46
6-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	65003.31	5985.46
7-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	66118.76	5985.46

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	95839.5	2700	SI ($95839.5/2700 = 35.50 \geq 1.0$)
2-1	73127.9	24486	SI ($73127.9/24486 = 2.99 \geq 1.0$)
3-1	74968.6	8562	SI ($74968.6/8562 = 8.76 \geq 1.0$)
4-1	73670.8	26752	SI ($73670.8/26752 = 2.75 \geq 1.0$)
5-1	75695.6	9235	SI ($75695.6/9235 = 8.20 \geq 1.0$)
6-1	70988.8	15557.7	SI ($70988.8/15557.7 = 4.56 \geq 1.0$)
7-1	72104.2	5907.5	SI ($72104.2/5907.5 = 12.21 \geq 1.0$)

9.11.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	2700	0	-222242	0	0	0	0	200
2-1	24486	0	-169454.2	0	0	0	0	200
3-1	8562	0	-174099.7	0	0	0	0	200
4-1	26752	0	-170824.43	0	0	0	0	200
5-1	9235	0	-175934.49	0	0	0	0	200
6-1	15557.75	0	-164055.47	0	0	0	0	200
7-1	5907.48	0	-166870.64	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	2700	0	-222242	0	540000	-	-	-
2-1	24486	0	-169454.2	0	4897200	-	-	-
3-1	8562	0	-174099.7	0	1712400	-	-	-
4-1	26752	0	-170824.43	0	5350400	-	-	-
5-1	9235	0	-175934.49	0	1847000	-	-	-
6-1	15557.75	0	-164055.47	0	3111550	-	-	-
7-1	5907.48	0	-166870.64	0	1181496	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 31.32 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	2.43	0	asse X	asse Y
2-1	28.9	0	asse X	asse Y
3-1	9.84	0	asse X	asse Y
4-1	31.32	0	asse X	asse Y

5-1	10.5	0	asse X	asse Y
6-1	18.97	0	asse X	asse Y
7-1	7.08	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{ic}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.05	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	0	9.22	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.39	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.21	0.29
3-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.05	1.32	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.19	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.32	0.95	1.00	1.00	1.00	0	8.64	0.29
5-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.32	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.18	0.29
6-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.35	0.97	1.00	1.00	1.00	0	9.18	0.29
7-1	-	-	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.05	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.21	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.3	191474.98	824003.3	222242	SI (824003.3/222242 = 3.71 >= 1.0)
2-1	1.80	5.41	144358.28	780969.6	169454.2	SI (780969.6/169454.2 = 4.61 >= 1.0)
3-1	1.80	5.4	178292.38	962551.4	174099.7	SI (962551.4/174099.7 = 5.53 >= 1.0)
4-1	1.80	5.09	140048.54	713069	170824.4	SI (713069/170824.4 = 4.17 >= 1.0)
5-1	1.80	5.4	177113.16	955764.8	175934.5	SI (955764.8/175934.5 = 5.43 >= 1.0)
6-1	2.30	4.29	162039.72	694346.2	164055.5	SI (694346.2/164055.5 = 4.23 >= 1.0)
7-1	2.30	4.3	183197.05	787087.6	166870.6	SI (787087.6/166870.6 = 4.72 >= 1.0)

Scorrimento.

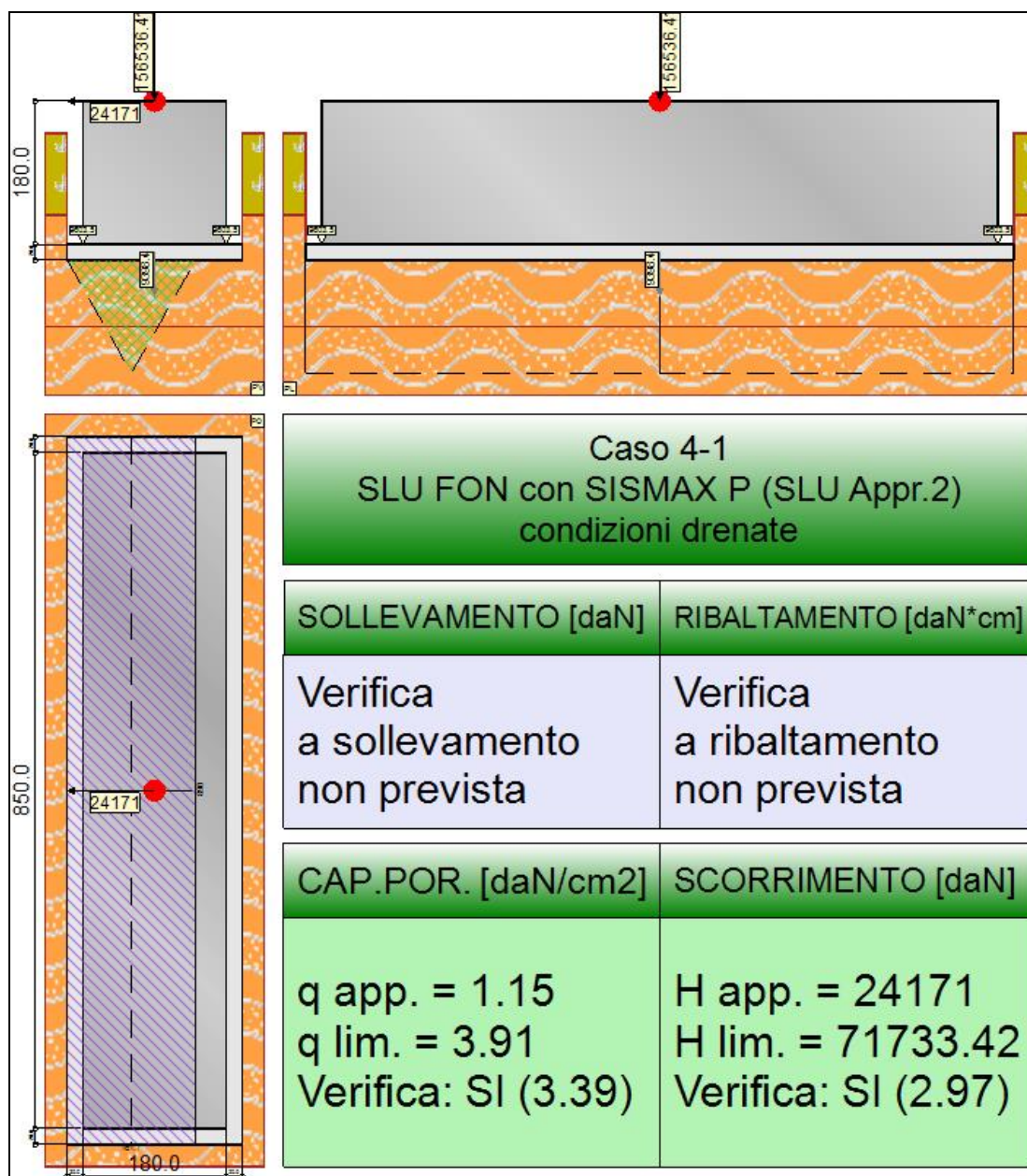
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	90515.45	25590.39
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	68242.09	19684.92
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	84283.67	19684.92
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	66204.76	19684.92
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	83726.22	19684.92
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	76600.59	19684.92
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	86602.24	19684.92

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	116105.8	2700	SI (116105.8/2700 = 43.00 >= 1.0)
2-1	87927	24486	SI (87927/24486 = 3.59 >= 1.0)
3-1	103968.6	8562	SI (103968.6/8562 = 12.14 >= 1.0)
4-1	85889.7	26752	SI (85889.7/26752 = 3.21 >= 1.0)
5-1	103411.1	9235	SI (103411.1/9235 = 11.20 >= 1.0)
6-1	96285.5	15557.7	SI (96285.5/15557.7 = 6.19 >= 1.0)
7-1	106287.2	5907.5	SI (106287.2/5907.5 = 17.99 >= 1.0)

9.12 TRAVE_FT_I_D



Rappresentazione della fondazione.

9.12.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 193							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-2 Nodo 193							
3	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-5 Nodo 193							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-2 Nodo 193							
5	SLU FON con SISMAY P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-5 Nodo 193							

6	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-2 Nodo 193							
7	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-5 Nodo 193							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Qi,fav}$	$g_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	235634	1071118.4	SI (1071118.4/235634 = 4.55 >= 1.0)	235634	823350	SI (823350/235634 = 3.49 >= 1.0)	
2-1	165809.7	603156.5	SI (603156.5/165809.7 = 3.64 >= 1.0)	165809.7	805462.9	SI (805462.9/165809.7 = 4.86 >= 1.0)	
3-1	166143.5	955631.7	SI (955631.7/166143.5 = 5.75 >= 1.0)	166143.5	999786.1	SI (999786.1/166143.5 = 6.02 >= 1.0)	
4-1	165934.8	562396.1	SI (562396.1/165934.8 = 3.39 >= 1.0)	165934.8	779605.1	SI (779605.1/165934.8 = 4.70 >= 1.0)	
5-1	166302	938155.9	SI (938155.9/166302 = 5.64 >= 1.0)	166302	991145.3	SI (991145.3/166302 = 5.96 >= 1.0)	
6-1	165316.6	749879.5	SI (749879.5/165316.6 = 4.54 >= 1.0)	165316.6	724455.5	SI (724455.5/165316.6 = 4.38 >= 1.0)	
7-1	165518.9	983768.1	SI (983768.1/165518.9 = 5.94 >= 1.0)	165518.9	821593.4	SI (821593.4/165518.9 = 4.96 >= 1.0)	

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	2929	101145.8	SI (101145.8/2929 = 34.53 >= 1.0)	2929	116058.5	SI (116058.5/2929 = 39.62 >= 1.0)	
2-1	21792	71683.8	SI (71683.8/21792 = 3.29 >= 1.0)	21792	90126.8	SI (90126.8/21792 = 4.14 >= 1.0)	
3-1	5144	71816.1	SI (71816.1/5144 = 13.96 >= 1.0)	5144	107034.4	SI (107034.4/5144 = 20.81 >= 1.0)	
4-1	24171	71733.4	SI (71733.4/24171 = 2.97 >= 1.0)	24171	87730.7	SI (87730.7/24171 = 3.63 >= 1.0)	
5-1	5858	71878.9	SI (71878.9/5858 = 12.27 >= 1.0)	5858	106316.9	SI (106316.9/5858 = 18.15 >= 1.0)	
6-1	12419.4	71488.5	SI (71488.5/12419.4 = 5.76 >= 1.0)	12419.4	99602.1	SI (99602.1/12419.4 = 8.02 >= 1.0)	
7-1	2330.6	71568.6	SI (71568.6/2330.6 = 30.71 >= 1.0)	2330.6	109875.3	SI (109875.3/2330.6 = 47.14 >= 1.0)	

9.12.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.12.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 890 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.12.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9640	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9640	9500	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9500	9180	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9180	8980	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	8980	8920	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8920	8840	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8840	8380	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8380	8260	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]		z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]				
1	9110		8260	0.00098				

9.12.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	2929	0	-235633.97	0	0	0	0	200
2-1	-21792	0	-165809.66	0	0	0	0	200
3-1	-5144	0	-166143.48	0	0	0	0	200
4-1	-24171	0	-165934.81	0	0	0	0	200
5-1	-5858	0	-166302	0	0	0	0	200
6-1	-12419.36	0	-165316.59	0	0	0	0	200
7-1	-2330.6	0	-165518.88	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	2929	0	-235633.97	0	585800	-	-	-
2-1	-21792	0	-165809.66	0	-4358400	-	-	-
3-1	-5144	0	-166143.48	0	-1028800	-	-	-
4-1	-24171	0	-165934.81	0	-4834200	-	-	-
5-1	-5858	0	-166302	0	-1171600	-	-	-
6-1	-12419.36	0	-165316.59	0	-2483872	-	-	-
7-1	-2330.6	0	-165518.88	0	-466120	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X ($\max = 29.13$ [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

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

1-1	2.49	0	asse X	asse Y
2-1	26.29	0	asse X	asse Y
3-1	6.19	0	asse X	asse Y
4-1	29.13	0	asse X	asse Y
5-1	7.05	0	asse X	asse Y
6-1	15.02	0	asse X	asse Y
7-1	2.82	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	g_j	g_g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.2	0.0019	23.10	1.07	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	-	4.89
2-1	-	-	30.7	0.00189	24.76	1.06	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	0.68	1.9
3-1	-	-	30.3	0.0019	23.32	1.07	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	0.68	3.06
4-1	-	-	30.7	0.00189	24.99	1.06	1.00	0.64	1.00	1.00	1.00	0.68	1.76
5-1	-	-	30.3	0.0019	23.38	1.07	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	0.68	3.01
6-1	-	-	30.4	0.00189	23.91	1.07	1.00	0.81	1.00	1.00	1.00	0.90	3.3
7-1	-	-	30.2	0.0019	23.12	1.07	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.90	4.35

Caso	g_c'	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.01	30.64	1.15	1.23	0.98	1.00	1.00	1.00	-	0.55
2-1	-	0	31.82	1.12	1.29	0.76	1.00	1.00	1.00	0.86	0.24
3-1	-	0.01	30.80	1.14	1.23	0.94	1.00	1.00	1.00	0.86	0.43
4-1	-	0	31.98	1.11	1.30	0.74	1.00	1.00	1.00	0.86	0.21
5-1	-	0.01	30.84	1.14	1.24	0.94	1.00	1.00	1.00	0.86	0.42
6-1	-	0.01	31.22	1.13	1.25	0.86	1.00	1.00	1.00	0.95	0.38
7-1	-	0.01	30.66	1.15	1.23	0.97	1.00	1.00	1.00	0.95	0.52

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	18.84	1.07	1.21	0.98	1.00	1.00	1.00	-	7.06
2-1	0.29	19.87	1.06	1.27	0.77	1.00	1.00	1.00	0.81	4.92
3-1	0.29	18.98	1.07	1.22	0.95	1.00	1.00	1.00	0.81	5.58
4-1	0.29	20.02	1.06	1.28	0.75	1.00	1.00	1.00	0.81	4.83
5-1	0.29	19.01	1.07	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	0.81	5.55
6-1	0.29	19.34	1.07	1.24	0.87	1.00	1.00	1.00	0.94	6.13
7-1	0.29	18.85	1.07	1.21	0.98	1.00	1.00	1.00	0.94	6.61

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.6	191374.81	1071118.4	235634	SI (1071118.4/235634 = 4.55 >= 1.0)
2-1	1.80	4.05	149011.7	603156.5	165809.7	SI (603156.5/165809.7 = 3.64 >= 1.0)
3-1	1.80	5.17	184777.82	955631.7	166143.5	SI (955631.7/166143.5 = 5.75 >= 1.0)
4-1	1.80	3.91	143943.03	562396.1	165934.8	SI (562396.1/165934.8 = 3.39 >= 1.0)
5-1	1.80	5.12	183259.87	938155.9	166302	SI (938155.9/166302 = 5.64 >= 1.0)
6-1	2.30	4.44	169055.61	749879.5	165316.6	SI (749879.5/165316.6 = 4.54 >= 1.0)
7-1	2.30	5.16	190787.32	983768.1	165518.9	SI (983768.1/165518.9 = 5.94 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_j	g_c	j [°]	c' [daN/cm ²]	d [°]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.40		23.50		1.10	1.00	93364.7	7781.1
2-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	65698.37	5985.46
3-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	65830.64	5985.46
4-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	65747.96	5985.46
5-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	65893.45	5985.46
6-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	65503	5985.46
7-1	-	-	31.40		23.50		1.10	1.30	65583.16	5985.46

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	101145.8	2929	SI ($101145.8/2929 = 34.53 \geq 1.0$)
2-1	71683.8	21792	SI ($71683.8/21792 = 3.29 \geq 1.0$)
3-1	71816.1	5144	SI ($71816.1/5144 = 13.96 \geq 1.0$)
4-1	71733.4	24171	SI ($71733.4/24171 = 2.97 \geq 1.0$)
5-1	71878.9	5858	SI ($71878.9/5858 = 12.27 \geq 1.0$)
6-1	71488.5	12419.4	SI ($71488.5/12419.4 = 5.76 \geq 1.0$)
7-1	71568.6	2330.6	SI ($71568.6/2330.6 = 30.71 \geq 1.0$)

9.12.6 Verifiche in condizioni non 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	2929	0	-235633.97	0	0	0	0	200
2-1	-21792	0	-165809.66	0	0	0	0	200
3-1	-5144	0	-166143.48	0	0	0	0	200
4-1	-24171	0	-165934.81	0	0	0	0	200
5-1	-5858	0	-166302	0	0	0	0	200
6-1	-12419.36	0	-165316.59	0	0	0	0	200
7-1	-2330.6	0	-165518.88	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	2929	0	-235633.97	0	585800	-	-	-
2-1	-21792	0	-165809.66	0	-4358400	-	-	-
3-1	-5144	0	-166143.48	0	-1028800	-	-	-
4-1	-24171	0	-165934.81	0	-4834200	-	-	-
5-1	-5858	0	-166302	0	-1171600	-	-	-
6-1	-12419.36	0	-165316.59	0	-2483872	-	-	-
7-1	-2330.6	0	-165518.88	0	-466120	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 29.13 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	2.49	0	asse X	asse Y
2-1	26.29	0	asse X	asse Y
3-1	6.19	0	asse X	asse Y
4-1	29.13	0	asse X	asse Y

5-1	7.05	0	asse X	asse Y
6-1	15.02	0	asse X	asse Y
7-1	2.82	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{ic}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.05	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	0	9.22	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.38	0.96	1.00	1.00	1.00	0	9.2	0.29
3-1	-	-	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.05	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.21	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.40	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.22	0.29
5-1	-	-	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.05	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	9.21	0.29
6-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.34	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.18	0.29
7-1	-	-	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.05	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	0	9.23	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.3	191374.81	823350	235634	SI (823350/235634 = 3.49 >= 1.0)
2-1	1.80	5.41	149011.7	805462.9	165809.7	SI (805462.9/165809.7 = 4.86 >= 1.0)
3-1	1.80	5.41	184777.82	999786.1	166143.5	SI (999786.1/166143.5 = 6.02 >= 1.0)
4-1	1.80	5.42	143943.03	779605.1	165934.8	SI (779605.1/165934.8 = 4.70 >= 1.0)
5-1	1.80	5.41	183259.87	991145.3	166302	SI (991145.3/166302 = 5.96 >= 1.0)
6-1	2.30	4.29	169055.61	724455.5	165316.6	SI (724455.5/165316.6 = 4.38 >= 1.0)
7-1	2.30	4.31	190787.32	821593.4	165518.9	SI (821593.4/165518.9 = 4.96 >= 1.0)

Scorrimento.

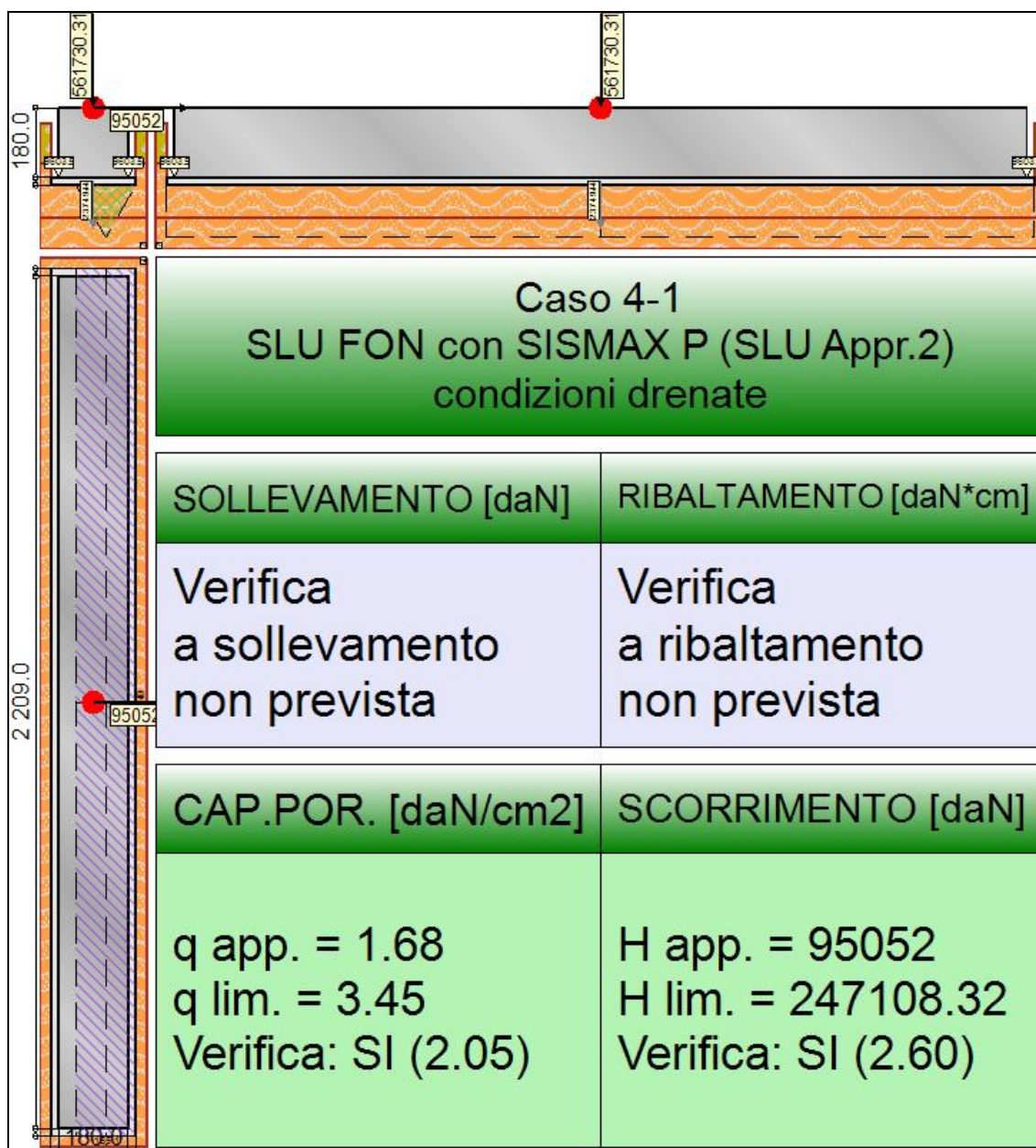
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	90468.09	25590.39
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	70441.89	19684.92
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	87349.51	19684.92
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	68045.8	19684.92
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	86631.94	19684.92
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	79917.2	19684.92
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	90190.37	19684.92

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	116058.5	2929	SI (116058.5/2929 = 39.62 >= 1.0)
2-1	90126.8	21792	SI (90126.8/21792 = 4.14 >= 1.0)
3-1	107034.4	5144	SI (107034.4/5144 = 20.81 >= 1.0)
4-1	87730.7	24171	SI (87730.7/24171 = 3.63 >= 1.0)
5-1	106316.9	5858	SI (106316.9/5858 = 18.15 >= 1.0)
6-1	99602.1	12419.4	SI (99602.1/12419.4 = 8.02 >= 1.0)
7-1	109875.3	2330.6	SI (109875.3/2330.6 = 47.14 >= 1.0)

9.13 TRAVE_FT_I_E



Rappresentazione della fondazione.

9.13.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 408							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-15 Nodo 241							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-12 Nodo 241							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-15 Nodo 241							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-12 Nodo 241							

6	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-15 Nodo 241							
7	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-12 Nodo 241							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Qi,fav}$	$g_{Qi,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	g_{Rv}	g_{Rh}	g_{Re}	g_{Requ}	g_{Rupl}
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	704714.9	2597646	SI (2597646/704714.9 = 3.69 >= 1.0)	704714.9	2027155	SI (2027155/704714.9 = 2.88 >= 1.0)	
2-1	576734.3	1277598.1	SI (1277598.1/576734.3 = 2.22 >= 1.0)	576734.3	1759364.7	SI (1759364.7/576734.3 = 3.05 >= 1.0)	
3-1	733303.5	2215722.8	SI (2215722.8/733303.5 = 3.02 >= 1.0)	733303.5	2397458	SI (2397458/733303.5 = 3.27 >= 1.0)	
4-1	585479.7	1201928.3	SI (1201928.3/585479.7 = 2.05 >= 1.0)	585479.7	1699209.8	SI (1699209.8/585479.7 = 2.90 >= 1.0)	
5-1	757705.8	2197577.6	SI (2197577.6/757705.8 = 2.90 >= 1.0)	757705.8	2386090.3	SI (2386090.3/757705.8 = 3.15 >= 1.0)	
6-1	542277.4	1602278.9	SI (1602278.9/542277.4 = 2.95 >= 1.0)	542277.4	1675127.1	SI (1675127.1/542277.4 = 3.09 >= 1.0)	
7-1	637158.3	2203626.9	SI (2203626.9/637158.3 = 3.46 >= 1.0)	637158.3	1945861.8	SI (1945861.8/637158.3 = 3.05 >= 1.0)	

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	8343	298890.1	SI (298890.1/8343 = 35.83 >= 1.0)	8343	293527.4	SI (293527.4/8343 = 35.18 >= 1.0)	
2-1	86923	243643.1	SI (243643.1/86923 = 2.80 >= 1.0)	86923	219544.9	SI (219544.9/86923 = 2.53 >= 1.0)	
3-1	29543	305680.2	SI (305680.2/29543 = 10.35 >= 1.0)	29543	266506.2	SI (266506.2/29543 = 9.02 >= 1.0)	
4-1	95052	247108.3	SI (247108.3/95052 = 2.60 >= 1.0)	95052	214597.7	SI (214597.7/95052 = 2.26 >= 1.0)	
5-1	31934	315349.1	SI (315349.1/31934 = 9.88 >= 1.0)	31934	265716	SI (265716/31934 = 8.32 >= 1.0)	
6-1	54894.4	229990.4	SI (229990.4/54894.4 = 4.19 >= 1.0)	54894.4	240589.8	SI (240589.8/54894.4 = 4.38 >= 1.0)	
7-1	20122.4	267584.8	SI (267584.8/20122.4 = 13.30 >= 1.0)	20122.4	270208.6	SI (270208.6/20122.4 = 13.43 >= 1.0)	

9.13.2 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_r (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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.13.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 2249 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.13.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9640	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9640	9500	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9500	9180	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9180	8980	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	8980	8920	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8920	8840	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8840	8380	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8380	8260	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]		z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]				
1	9110		8260	0.00098				

9.13.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	8343	0	-704714.92	0	0	0	0	200
2-1	86923	0	-576734.34	0	0	0	0	200
3-1	29543	0	-733303.5	0	0	0	0	200
4-1	95052	0	-585479.75	0	0	0	0	200
5-1	31934	0	-757705.82	0	0	0	0	200
6-1	54894.38	0	-542277.43	0	0	0	0	200
7-1	20122.4	0	-637158.34	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	8343	0	-704714.92	0	1668600	-	-	-
2-1	86923	0	-576734.34	0	17384600	-	-	-
3-1	29543	0	-733303.5	0	5908600	-	-	-
4-1	95052	0	-585479.75	0	19010400	-	-	-
5-1	31934	0	-757705.82	0	6386800	-	-	-
6-1	54894.38	0	-542277.43	0	10978876	-	-	-
7-1	20122.4	0	-637158.34	0	4024480	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 32.47 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

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

1-1	2.37	0	asse X	asse Y
2-1	30.14	0	asse X	asse Y
3-1	8.06	0	asse X	asse Y
4-1	32.47	0	asse X	asse Y
5-1	8.43	0	asse X	asse Y
6-1	20.25	0	asse X	asse Y
7-1	6.32	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	g_j	g_g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.2	0.0019	23.09	1.03	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	-	4.69
2-1	-	-	30.8	0.00188	25.08	1.02	1.00	0.62	1.00	1.00	1.00	0.68	1.63
3-1	-	-	30.3	0.0019	23.44	1.03	1.00	0.89	1.00	1.00	1.00	0.68	2.81
4-1	-	-	30.8	0.00188	25.28	1.02	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	0.68	1.53
5-1	-	-	30.3	0.0019	23.47	1.03	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.68	2.79
6-1	-	-	30.5	0.00189	24.29	1.02	1.00	0.73	1.00	1.00	1.00	0.90	2.78
7-1	-	-	30.3	0.0019	23.33	1.03	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	0.90	3.85

Caso	g_c'	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.01	30.64	1.06	1.23	0.98	1.00	1.00	1.00	-	0.51
2-1	-	0	32.04	1.04	1.24	0.72	1.00	1.00	1.00	0.86	0.18
3-1	-	0.01	30.89	1.06	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.86	0.38
4-1	-	0	32.18	1.04	1.24	0.70	1.00	1.00	1.00	0.86	0.16
5-1	-	0.01	30.90	1.05	1.24	0.92	1.00	1.00	1.00	0.86	0.38
6-1	-	0	31.48	1.05	1.27	0.81	1.00	1.00	1.00	0.95	0.3
7-1	-	0.01	30.81	1.06	1.23	0.94	1.00	1.00	1.00	0.95	0.44

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	18.83	1.03	1.21	0.98	1.00	1.00	1.00	-	6.76
2-1	0.29	20.07	1.02	1.22	0.73	1.00	1.00	1.00	0.81	4.36
3-1	0.29	19.05	1.03	1.23	0.93	1.00	1.00	1.00	0.81	5.27
4-1	0.29	20.19	1.02	1.23	0.71	1.00	1.00	1.00	0.81	4.28
5-1	0.29	19.07	1.03	1.23	0.92	1.00	1.00	1.00	0.81	5.26
6-1	0.29	19.58	1.02	1.25	0.82	1.00	1.00	1.00	0.94	5.67
7-1	0.29	18.98	1.03	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	0.94	6.19

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.37	484129.79	2597646	704714.9	SI (2597646/704714.9 = 3.69 >= 1.0)
2-1	1.80	3.56	359196.03	1277598.1	576734.3	SI (1277598.1/576734.3 = 2.22 >= 1.0)
3-1	1.80	4.83	458537.32	2215722.8	733303.5	SI (2215722.8/733303.5 = 3.02 >= 1.0)
4-1	1.80	3.45	348730.92	1201928.3	585479.7	SI (1201928.3/585479.7 = 2.05 >= 1.0)
5-1	1.80	4.81	456865.78	2197577.6	757705.8	SI (2197577.6/757705.8 = 2.90 >= 1.0)
6-1	2.30	3.97	403714.1	1602278.9	542277.4	SI (1602278.9/542277.4 = 2.95 >= 1.0)
7-1	2.30	4.73	466369.3	2203626.9	637158.3	SI (2203626.9/637158.3 = 3.46 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_j	g_c	$j [^\circ]$	$c' [\text{daN/cm}^2]$	$d [^\circ]$	$a [\text{daN/cm}^2]$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$R_h [\text{daN}]$	$R_e [\text{daN}]$
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	279227.54	19662.57
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	228518.1	15125.05
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	290555.13	15125.05
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	231983.27	15125.05
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	300224	15125.05
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	214865.31	15125.05
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	252459.76	15125.05

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	$R_d [\text{daN}]$	$E_d [\text{daN}]$	Verifica
1-1	298890.1	8343	SI ($298890.1/8343 = 35.83 \geq 1.0$)
2-1	243643.1	86923	SI ($243643.1/86923 = 2.80 \geq 1.0$)
3-1	305680.2	29543	SI ($305680.2/29543 = 10.35 \geq 1.0$)
4-1	247108.3	95052	SI ($247108.3/95052 = 2.60 \geq 1.0$)
5-1	315349.1	31934	SI ($315349.1/31934 = 9.88 \geq 1.0$)
6-1	229990.4	54894.4	SI ($229990.4/54894.4 = 4.19 \geq 1.0$)
7-1	267584.8	20122.4	SI ($267584.8/20122.4 = 13.30 \geq 1.0$)

9.13.6 Verifiche in condizioni non 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	$F_x [\text{daN}]$	$F_y [\text{daN}]$	$F_z [\text{daN}]$	$M_x [\text{daN*cm}]$	$M_y [\text{daN*cm}]$	$dx [\text{cm}]$	$dy [\text{cm}]$	$dz [\text{cm}]$
1-1	8343	0	-704714.92	0	0	0	0	200
2-1	86923	0	-576734.34	0	0	0	0	200
3-1	29543	0	-733303.5	0	0	0	0	200
4-1	95052	0	-585479.75	0	0	0	0	200
5-1	31934	0	-757705.82	0	0	0	0	200
6-1	54894.38	0	-542277.43	0	0	0	0	200
7-1	20122.4	0	-637158.34	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	$H_x [\text{daN}]$	$H_y [\text{daN}]$	$V_z [\text{daN}]$	$M_x [\text{daN*cm}]$	$M_y [\text{daN*cm}]$	$dx [\text{cm}]$	$dy [\text{cm}]$	$dz [\text{cm}]$
1-1	8343	0	-704714.92	0	1668600	-	-	-
2-1	86923	0	-576734.34	0	17384600	-	-	-
3-1	29543	0	-733303.5	0	5908600	-	-	-
4-1	95052	0	-585479.75	0	19010400	-	-	-
5-1	31934	0	-757705.82	0	6386800	-	-	-
6-1	54894.38	0	-542277.43	0	10978876	-	-	-
7-1	20122.4	0	-637158.34	0	4024480	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 32.47 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	2.37	0	asse X	asse Y
2-1	30.14	0	asse X	asse Y
3-1	8.06	0	asse X	asse Y
4-1	32.47	0	asse X	asse Y

5-1	8.43	0	asse X	asse Y
6-1	20.25	0	asse X	asse Y
7-1	6.32	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{ic}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	0	8.95	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.31	0.93	1.00	1.00	1.00	0	8.29	0.29
3-1	-	-	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.88	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.32	0.92	1.00	1.00	1.00	0	8.24	0.29
5-1	-	-	1.31	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.32	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.87	0.29
6-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.36	0.96	1.00	1.00	1.00	0	8.87	0.29
7-1	-	-	1.32	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.92	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.19	484129.79	2027155	704714.9	SI (2027155/704714.9 = 2.88 >= 1.0)
2-1	1.80	4.9	359196.03	1759364.7	576734.3	SI (1759364.7/576734.3 = 3.05 >= 1.0)
3-1	1.80	5.23	458537.32	2397458	733303.5	SI (2397458/733303.5 = 3.27 >= 1.0)
4-1	1.80	4.87	348730.92	1699209.8	585479.7	SI (1699209.8/585479.7 = 2.90 >= 1.0)
5-1	1.80	5.22	456865.78	2386090.3	757705.8	SI (2386090.3/757705.8 = 3.15 >= 1.0)
6-1	2.30	4.15	403714.1	1675127.1	542277.4	SI (1675127.1/542277.4 = 3.09 >= 1.0)
7-1	2.30	4.17	466369.3	1945861.8	637158.3	SI (1945861.8/637158.3 = 3.05 >= 1.0)

Scorrimento.

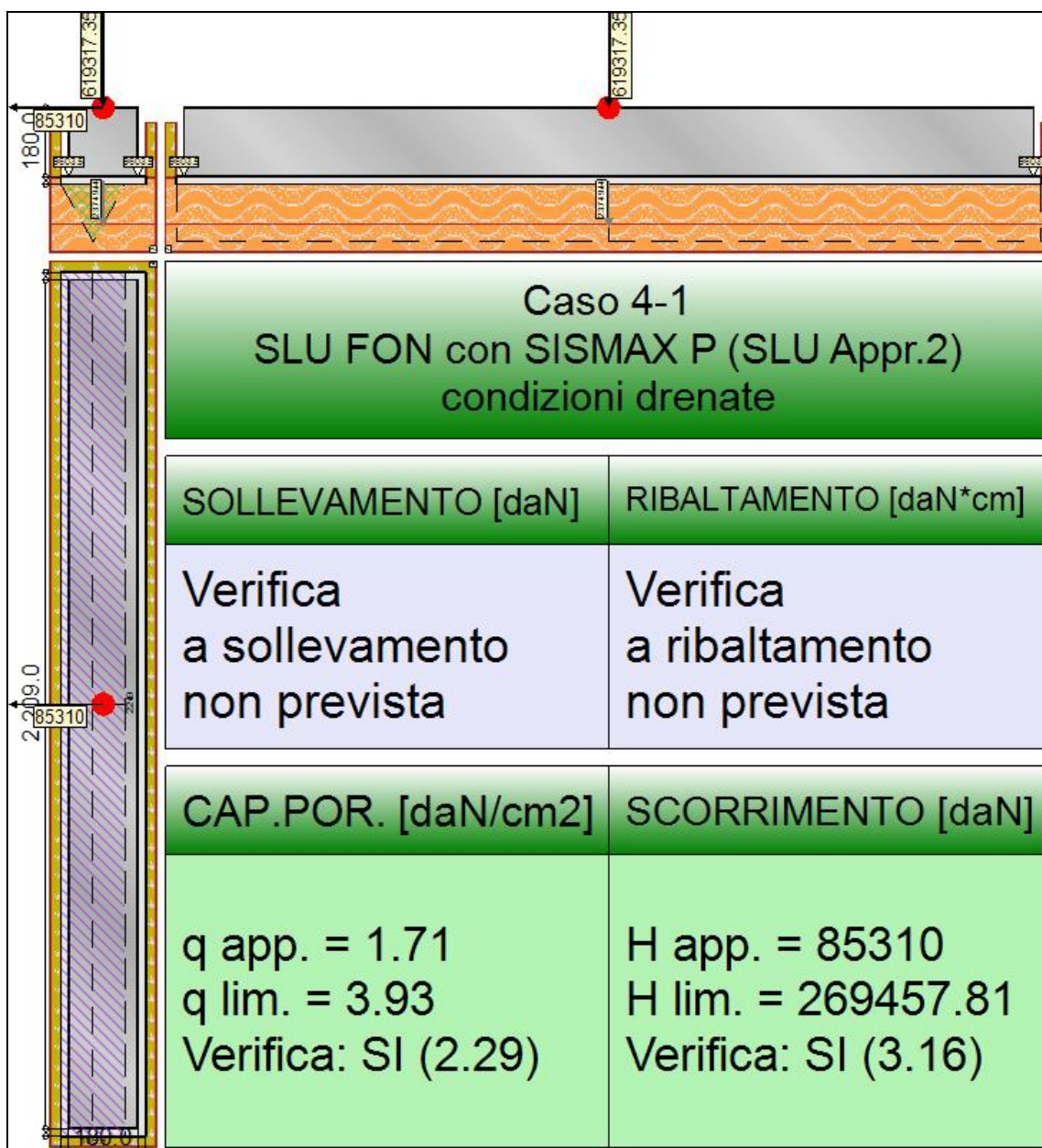
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	228861.35	64666.06
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	169801.76	49743.12
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	216763.1	49743.12
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	164854.62	49743.12
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	215972.91	49743.12
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	190846.66	49743.12
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	220465.49	49743.12

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	293527.4	8343	SI (293527.4/8343 = 35.18 >= 1.0)
2-1	219544.9	86923	SI (219544.9/86923 = 2.53 >= 1.0)
3-1	266506.2	29543	SI (266506.2/29543 = 9.02 >= 1.0)
4-1	214597.7	95052	SI (214597.7/95052 = 2.26 >= 1.0)
5-1	265716	31934	SI (265716/31934 = 8.32 >= 1.0)
6-1	240589.8	54894.4	SI (240589.8/54894.4 = 4.38 >= 1.0)
7-1	270208.6	20122.4	SI (270208.6/20122.4 = 13.43 >= 1.0)

9.14 TRAVE_FT_I_F



Rappresentazione della fondazione.

9.14.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 383							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-4 Nodo 247							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-2 Nodo 9							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-4 Nodo 247							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-2 Nodo 9							

6	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-4 Nodo 247							
7	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-13 Nodo 247							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Q1,fav}$	$g_{Q1,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	801712.8	263588.8	SI (263588.8/801712.8 = 3.29 >= 1.0)	801712.8	197918.7	SI (197918.7/801712.8 = 2.47 >= 1.0)	
2-1	633437	154115.4	SI (154115.4/633437 = 2.43 >= 1.0)	633437	198351.0	SI (198351.0/633437 = 3.13 >= 1.0)	
3-1	786144.8	231144.7	SI (231144.7/786144.8 = 2.94 >= 1.0)	786144.8	238447.5	SI (238447.5/786144.8 = 3.03 >= 1.0)	
4-1	643066.8	147396.0	SI (147396.0/643066.8 = 2.29 >= 1.0)	643066.8	193841.9	SI (193841.9/643066.8 = 3.01 >= 1.0)	
5-1	812385.5	229740.8	SI (229740.8/812385.5 = 2.83 >= 1.0)	812385.5	237637.1	SI (237637.1/812385.5 = 2.93 >= 1.0)	
6-1	595495.6	177235.1	SI (177235.1/595495.6 = 2.98 >= 1.0)	595495.6	172533.0	SI (172533.0/595495.6 = 2.90 >= 1.0)	
7-1	687244.3	227624.6	SI (227624.6/687244.3 = 3.31 >= 1.0)	687244.3	192258.9	SI (192258.9/687244.3 = 2.80 >= 1.0)	

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	12103	336714.9	SI (336714.9/12103 = 27.82 >= 1.0)	12103	286351.2	SI (286351.2/12103 = 23.66 >= 1.0)	
2-1	78286	265642.2	SI (265642.2/78286 = 3.39 >= 1.0)	78286	226626.4	SI (226626.4/78286 = 2.89 >= 1.0)	
3-1	28788	326149.3	SI (326149.3/28788 = 11.33 >= 1.0)	28788	263611.8	SI (263611.8/28788 = 9.16 >= 1.0)	
4-1	85310	269457.8	SI (269457.8/85310 = 3.16 >= 1.0)	85310	222768.4	SI (222768.4/85310 = 2.61 >= 1.0)	
5-1	30861	336546.6	SI (336546.6/30861 = 10.91 >= 1.0)	30861	263029.6	SI (263029.6/30861 = 8.52 >= 1.0)	
6-1	50613.5	250608.8	SI (250608.8/50613.5 = 4.95 >= 1.0)	50613.5	243039.7	SI (243039.7/50613.5 = 4.80 >= 1.0)	
7-1	20945.6	286962.2	SI (286962.2/20945.6 = 13.70 >= 1.0)	20945.6	266223.5	SI (266223.5/20945.6 = 12.71 >= 1.0)	

9.14.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.14.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 2249 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.14.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9600	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9600	9480	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9480	9260	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9260	9020	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	9020	8900	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8900	8820	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8820	8340	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8340	8300	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]		z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]				
1	9150		8300	0.00098				

9.14.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12103	0	-801712.83	0	0	0	0	200
2-1	-78286	0	-633437.01	0	0	0	0	200
3-1	-28788	0	-786144.83	0	0	0	0	200
4-1	-85310	0	-643066.79	0	0	0	0	200
5-1	-30861	0	-812385.49	0	0	0	0	200
6-1	-50613.51	0	-595495.64	0	0	0	0	200
7-1	-20945.62	0	-687244.34	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12103	0	-801712.83	0	-2420600	-	-	-
2-1	-78286	0	-633437.01	0	-15657200	-	-	-
3-1	-28788	0	-786144.83	0	-5757600	-	-	-
4-1	-85310	0	-643066.79	0	-17062000	-	-	-
5-1	-30861	0	-812385.49	0	-6172200	-	-	-
6-1	-50613.51	0	-595495.64	0	-10122702	-	-	-
7-1	-20945.62	0	-687244.34	0	-4189124	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 26.53 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

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

1-1	3.02	0	asse X	asse Y
2-1	24.72	0	asse X	asse Y
3-1	7.32	0	asse X	asse Y
4-1	26.53	0	asse X	asse Y
5-1	7.6	0	asse X	asse Y
6-1	17	0	asse X	asse Y
7-1	6.1	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	g_j	g_g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.6	0.00189	24.55	1.03	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	-	4.88
2-1	-	-	31	0.00188	26.01	1.02	1.00	0.68	1.00	1.00	1.00	0.68	1.98
3-1	-	-	30.7	0.00189	24.83	1.03	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	0.68	3.02
4-1	-	-	31	0.00188	26.15	1.02	1.00	0.66	1.00	1.00	1.00	0.68	1.89
5-1	-	-	30.7	0.00189	24.85	1.03	1.00	0.89	1.00	1.00	1.00	0.68	3
6-1	-	-	30.9	0.00188	25.50	1.03	1.00	0.77	1.00	1.00	1.00	0.90	3.17
7-1	-	-	30.7	0.00189	24.75	1.03	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	0.90	4.09

Caso	g_c'	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0	31.67	1.06	1.22	0.97	1.00	1.00	1.00	-	0.34
2-1	-	0	32.68	1.05	1.28	0.76	1.00	1.00	1.00	0.86	0.12
3-1	-	0	31.87	1.06	1.23	0.93	1.00	1.00	1.00	0.86	0.26
4-1	-	0	32.78	1.05	1.28	0.75	1.00	1.00	1.00	0.86	0.11
5-1	-	0	31.88	1.06	1.23	0.93	1.00	1.00	1.00	0.86	0.25
6-1	-	0	32.33	1.05	1.26	0.84	1.00	1.00	1.00	0.95	0.2
7-1	-	0	31.81	1.06	1.23	0.94	1.00	1.00	1.00	0.95	0.3

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	19.74	1.03	1.21	0.97	1.00	1.00	1.00	-	6.99
2-1	0.29	20.64	1.02	1.27	0.78	1.00	1.00	1.00	0.81	4.89
3-1	0.29	19.91	1.03	1.22	0.93	1.00	1.00	1.00	0.81	5.5
4-1	0.29	20.72	1.02	1.27	0.76	1.00	1.00	1.00	0.81	4.83
5-1	0.29	19.93	1.03	1.22	0.93	1.00	1.00	1.00	0.81	5.49
6-1	0.29	20.33	1.03	1.24	0.84	1.00	1.00	1.00	0.94	6
7-1	0.29	19.86	1.03	1.22	0.94	1.00	1.00	1.00	0.94	6.44

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.48	481199.25	2635888	801712.8	SI (2635888/801712.8 = 3.29 >= 1.0)
2-1	1.80	4.02	383599.12	1541154.1	633437	SI (1541154.1/633437 = 2.43 >= 1.0)
3-1	1.80	5	461837.36	2311446.7	786144.8	SI (2311446.7/786144.8 = 2.94 >= 1.0)
4-1	1.80	3.93	375438	1473960.9	643066.8	SI (1473960.9/643066.8 = 2.29 >= 1.0)
5-1	1.80	4.99	460605.88	2297408.7	812385.5	SI (2297408.7/812385.5 = 2.83 >= 1.0)
6-1	2.30	4.24	418319.47	1772351.7	595495.6	SI (1772351.7/595495.6 = 2.98 >= 1.0)
7-1	2.30	4.87	467362.27	2276246.4	687244.3	SI (2276246.4/687244.3 = 3.31 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g _j	g _c	j [°]	c' [daN/cm ²]	d [°]	a [daN/cm ²]	g _{R,h}	g _{R,e}	R _h [daN]	R _e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	317660.8	19054.06
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	250985.26	14656.97
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	311492.32	14656.97
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	254800.85	14656.97
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	321889.6	14656.97
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	235951.84	14656.97
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	272305.21	14656.97

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R _d [daN]	E _d [daN]	Verifica
1-1	336714.9	12103	SI (336714.9/12103 = 27.82 >= 1.0)
2-1	265642.2	78286	SI (265642.2/78286 = 3.39 >= 1.0)
3-1	326149.3	28788	SI (326149.3/28788 = 11.33 >= 1.0)
4-1	269457.8	85310	SI (269457.8/85310 = 3.16 >= 1.0)
5-1	336546.6	30861	SI (336546.6/30861 = 10.91 >= 1.0)
6-1	250608.8	50613.5	SI (250608.8/50613.5 = 4.95 >= 1.0)
7-1	286962.2	20945.6	SI (286962.2/20945.6 = 13.70 >= 1.0)

9.14.6 Verifiche in condizioni non 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	F _x [daN]	F _y [daN]	F _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12103	0	-801712.83	0	0	0	0	200
2-1	-78286	0	-633437.01	0	0	0	0	200
3-1	-28788	0	-786144.83	0	0	0	0	200
4-1	-85310	0	-643066.79	0	0	0	0	200
5-1	-30861	0	-812385.49	0	0	0	0	200
6-1	-50613.51	0	-595495.64	0	0	0	0	200
7-1	-20945.62	0	-687244.34	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H _x [daN]	H _y [daN]	V _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12103	0	-801712.83	0	-2420600	-	-	-
2-1	-78286	0	-633437.01	0	-15657200	-	-	-
3-1	-28788	0	-786144.83	0	-5757600	-	-	-
4-1	-85310	0	-643066.79	0	-17062000	-	-	-
5-1	-30861	0	-812385.49	0	-6172200	-	-	-
6-1	-50613.51	0	-595495.64	0	-10122702	-	-	-
7-1	-20945.62	0	-687244.34	0	-4189124	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 26.53 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	3.02	0	asse X	asse Y
2-1	24.72	0	asse X	asse Y
3-1	7.32	0	asse X	asse Y
4-1	26.53	0	asse X	asse Y

5-1	7.6	0	asse X	asse Y
6-1	17	0	asse X	asse Y
7-1	6.1	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{ic}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.30	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.79	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.38	0.94	1.00	1.00	1.00	0	8.78	0.29
3-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.77	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.38	0.93	1.00	1.00	1.00	0	8.77	0.29
5-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.76	0.29
6-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.34	0.97	1.00	1.00	1.00	0	8.81	0.29
7-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.31	0.99	1.00	1.00	1.00	0	8.79	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.11	481199.25	1979187	801712.8	SI (1979187/801712.8 = 2.47 >= 1.0)
2-1	1.80	5.17	383599.12	1983510.7	633437	SI (1983510.7/633437 = 3.13 >= 1.0)
3-1	1.80	5.16	461837.36	2384474.5	786144.8	SI (2384474.5/786144.8 = 3.03 >= 1.0)
4-1	1.80	5.16	375438	1938419.3	643066.8	SI (1938419.3/643066.8 = 3.01 >= 1.0)
5-1	1.80	5.16	460605.88	2376371	812385.5	SI (2376371/812385.5 = 2.93 >= 1.0)
6-1	2.30	4.12	418319.47	1725330.6	595495.6	SI (1725330.6/595495.6 = 2.90 >= 1.0)
7-1	2.30	4.11	467362.27	1922589	687244.3	SI (1922589/687244.3 = 2.80 >= 1.0)

Scorrimento.

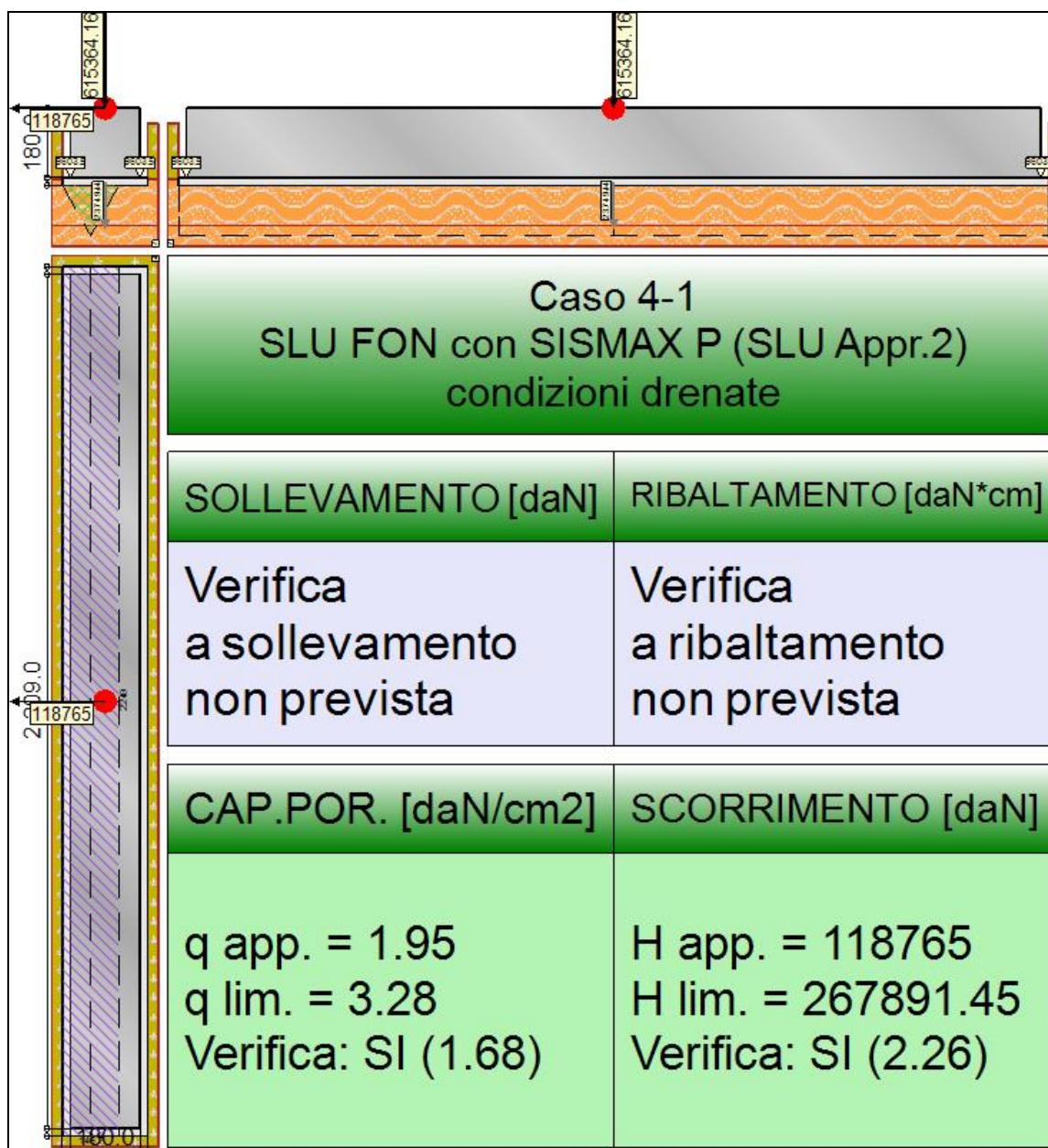
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	227476.01	58875.23
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	181337.76	45288.64
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	218323.12	45288.64
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	177479.78	45288.64
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	217740.96	45288.64
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	197751.02	45288.64
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	220934.89	45288.64

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	286351.2	12103	SI (286351.2/12103 = 23.66 >= 1.0)
2-1	226626.4	78286	SI (226626.4/78286 = 2.89 >= 1.0)
3-1	263611.8	28788	SI (263611.8/28788 = 9.16 >= 1.0)
4-1	222768.4	85310	SI (222768.4/85310 = 2.61 >= 1.0)
5-1	263029.6	30861	SI (263029.6/30861 = 8.52 >= 1.0)
6-1	243039.7	50613.5	SI (243039.7/50613.5 = 4.80 >= 1.0)
7-1	266223.5	20945.6	SI (266223.5/20945.6 = 12.71 >= 1.0)

9.15 TRAVE_FT_I_M



Rappresentazione della fondazione.

9.15.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1 Caso 1-1 Nodo 359							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
2-1 Caso 4-4 Nodo 250							
3	SLU con SISMAY PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
3-1 Caso 5-13 Nodo 250							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.08$, $k_{h,y} = 0.02$
4-1 Caso 8-4 Nodo 250							
5	SLU FON con SISMAY P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02$, $k_{h,y} = 0.08$
5-1 Caso 9-2 Nodo 1							

6	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.02, k_{h,y} = 0.01$
6-1 Caso 6-4 Nodo 288							
7	SLD con SISMAY PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x} = 0.01, k_{h,y} = 0.02$
7-1 Caso 7-13 Nodo 250							

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	$g_{G1,fav}$	$g_{G1,sfa}$	$g_{G2,fav}$	$g_{G2,sfa}$	$g_{Q1,fav}$	$g_{Q1,sfa}$
1	1.00	1.30	0.80	1.50	0.00	1.50
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	g_d	g_l	g_c	g_{su}	$g_{R,v}$	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	$g_{R,eq}$	$g_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	651358	2198234.3	SI (2198234.3/651358 = 3.37 >= 1.0)	651358	1831312.7	SI (1831312.7/651358 = 2.81 >= 1.0)	
2-1	621059.6	1126394.4	SI (1126394.4/621059.6 = 1.81 >= 1.0)	621059.6	1613181.5	SI (1613181.5/621059.6 = 2.60 >= 1.0)	
3-1	782946.5	2059611.7	SI (2059611.7/782946.5 = 2.63 >= 1.0)	782946.5	2259049.7	SI (2259049.7/782946.5 = 2.89 >= 1.0)	
4-1	639113.6	1075141	SI (1075141/639113.6 = 1.68 >= 1.0)	639113.6	1565444.8	SI (1565444.8/639113.6 = 2.45 >= 1.0)	
5-1	817570.5	2008059.4	SI (2008059.4/817570.5 = 2.46 >= 1.0)	817570.5	2228468.3	SI (2228468.3/817570.5 = 2.73 >= 1.0)	
6-1	551377	1361663.1	SI (1361663.1/551377 = 2.47 >= 1.0)	551377	1532526.6	SI (1532526.6/551377 = 2.78 >= 1.0)	
7-1	648030.2	1985385.6	SI (1985385.6/648030.2 = 3.06 >= 1.0)	648030.2	1811426.2	SI (1811426.2/648030.2 = 2.80 >= 1.0)	

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	36003	277140.1	SI (277140.1/36003 = 7.70 >= 1.0)	36003	269265.2	SI (269265.2/36003 = 7.48 >= 1.0)	
2-1	110217	260737.9	SI (260737.9/110217 = 2.37 >= 1.0)	110217	203714.4	SI (203714.4/110217 = 1.85 >= 1.0)	
3-1	48774	324882	SI (324882/48774 = 6.66 >= 1.0)	48774	252692.5	SI (252692.5/48774 = 5.18 >= 1.0)	
4-1	118765	267891.4	SI (267891.4/118765 = 2.26 >= 1.0)	118765	200158.5	SI (200158.5/118765 = 1.69 >= 1.0)	
5-1	55459	338601	SI (338601/55459 = 6.11 >= 1.0)	55459	250337.2	SI (250337.2/55459 = 4.51 >= 1.0)	
6-1	76539.2	233127.8	SI (233127.8/76539.2 = 3.05 >= 1.0)	76539.2	220151.5	SI (220151.5/76539.2 = 2.88 >= 1.0)	
7-1	39304.7	271424.4	SI (271424.4/39304.7 = 6.91 >= 1.0)	39304.7	253391.2	SI (253391.2/39304.7 = 6.45 >= 1.0)	

9.15.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.15.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 2249 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.15.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati								
n.	nome	z_i [cm]	z_f [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	φ' [°]	s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9600	0.00182	0.00215	0	27.5	0.57
2	UL_2	9600	9480	0.00187	0.00215	0	31.4	1.3
3	UL_3	9480	9260	0.00196	0.00215	0.04	27.5	1.77
4	UL_4	9260	9020	0.00182	0.00215	0	33.8	0
5	UL_5	9020	8900	0.00188	0.00215	0	0	0.93
6	UL_4	8900	8820	0.00182	0.00215	0	33.8	0
7	UL_5	8820	8340	0.00188	0.00215	0	0	0.93
8	UL_6	8340	8300	0.00188	0.00215	0	33.4	0
La stratigrafia contiene una falda								
n.	z_i [cm]		z_f [cm]	γ_w [daN/cm ³]				
1	9150		8300	0.00098				

9.15.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-36003	0	-651357.99	0	0	0	0	200
2-1	-110217	0	-621059.57	0	0	0	0	200
3-1	-48774	0	-782946.51	0	0	0	0	200
4-1	-118765	0	-639113.6	0	0	0	0	200
5-1	-55459	0	-817570.51	0	0	0	0	200
6-1	-76539.23	0	-551376.99	0	0	0	0	200
7-1	-39304.71	0	-648030.19	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-36003	0	-651357.99	0	-7200600	-	-	-
2-1	-110217	0	-621059.57	0	-22043400	-	-	-
3-1	-48774	0	-782946.51	0	-9754800	-	-	-
4-1	-118765	0	-639113.6	0	-23753000	-	-	-
5-1	-55459	0	-817570.51	0	-11091800	-	-	-
6-1	-76539.23	0	-551376.99	0	-15307846	-	-	-
7-1	-39304.71	0	-648030.19	0	-7860942	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 37.17 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

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

1-1	11.05	0	asse X	asse Y
2-1	35.49	0	asse X	asse Y
3-1	12.46	0	asse X	asse Y
4-1	37.17	0	asse X	asse Y
5-1	13.57	0	asse X	asse Y
6-1	27.76	0	asse X	asse Y
7-1	12.13	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	g_j	g_g	j [°]	g' [daN/cm ³]	N_g	s_g	d_g	i_{bg}	i_{lg}	b_g	g_g	h_g	$q'_{lim,g}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	30.8	0.00188	25.08	1.03	1.00	0.85	1.00	1.00	1.00	-	4.08
2-1	-	-	31.2	0.00187	26.83	1.02	1.00	0.56	1.00	1.00	1.00	0.68	1.47
3-1	-	-	30.8	0.00188	25.18	1.03	1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	0.68	2.69
4-1	-	-	31.2	0.00187	26.95	1.02	1.00	0.55	1.00	1.00	1.00	0.68	1.4
5-1	-	-	30.8	0.00188	25.25	1.03	1.00	0.82	1.00	1.00	1.00	0.68	2.62
6-1	-	-	31.1	0.00188	26.24	1.02	1.00	0.65	1.00	1.00	1.00	0.90	2.4
7-1	-	-	30.8	0.00188	25.15	1.03	1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	0.90	3.56

Caso	g_c	c' [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0	32.04	1.05	1.24	0.89	1.00	1.00	1.00	-	0.26
2-1	-	0	33.24	1.04	1.24	0.67	1.00	1.00	1.00	0.86	0.05
3-1	-	0	32.11	1.05	1.25	0.88	1.00	1.00	1.00	0.86	0.21
4-1	-	0	33.32	1.04	1.25	0.66	1.00	1.00	1.00	0.86	0.04
5-1	-	0	32.16	1.05	1.25	0.87	1.00	1.00	1.00	0.86	0.2
6-1	-	0	32.84	1.05	1.29	0.74	1.00	1.00	1.00	0.95	0.11
7-1	-	0	32.09	1.05	1.24	0.88	1.00	1.00	1.00	0.95	0.24

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	s_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	20.07	1.03	1.23	0.90	1.00	1.00	1.00	-	6.64
2-1	0.29	21.14	1.02	1.23	0.69	1.00	1.00	1.00	0.81	4.29
3-1	0.29	20.13	1.03	1.23	0.88	1.00	1.00	1.00	0.81	5.32
4-1	0.29	21.21	1.02	1.23	0.67	1.00	1.00	1.00	0.81	4.23
5-1	0.29	20.18	1.03	1.24	0.87	1.00	1.00	1.00	0.81	5.28
6-1	0.29	20.78	1.02	1.27	0.75	1.00	1.00	1.00	0.94	5.57
7-1	0.29	20.11	1.03	1.23	0.89	1.00	1.00	1.00	0.94	6.19

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.94	445055.73	2198234.3	651358	SI (2198234.3/651358 = 3.37 >= 1.0)
2-1	1.80	3.36	335131.52	1126394.4	621059.6	SI (1126394.4/621059.6 = 1.81 >= 1.0)
3-1	1.80	4.69	438739.02	2059611.7	782946.5	SI (2059611.7/782946.5 = 2.63 >= 1.0)
4-1	1.80	3.28	327609.42	1075141	639113.6	SI (1075141/639113.6 = 1.68 >= 1.0)
5-1	1.80	4.63	433756.62	2008059.4	817570.5	SI (2008059.4/817570.5 = 2.46 >= 1.0)
6-1	2.30	3.68	369902.3	1361663.1	551377	SI (1361663.1/551377 = 2.47 >= 1.0)
7-1	2.30	4.51	440216.93	1985385.6	648030.2	SI (1985385.6/648030.2 = 3.06 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g _j	g _c	j [°]	c' [daN/cm ²]	d [°]	a [daN/cm ²]	g _{R,h}	g _{R,e}	R _h [daN]	R _e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	258086.05	19054.06
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	246080.98	14656.97
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	310225.06	14656.97
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	253234.48	14656.97
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	323944.05	14656.97
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	218470.81	14656.97
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	256767.48	14656.97

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R _d [daN]	E _d [daN]	Verifica
1-1	277140.1	36003	SI (277140.1/36003 = 7.70 >= 1.0)
2-1	260737.9	110217	SI (260737.9/110217 = 2.37 >= 1.0)
3-1	324882	48774	SI (324882/48774 = 6.66 >= 1.0)
4-1	267891.4	118765	SI (267891.4/118765 = 2.26 >= 1.0)
5-1	338601	55459	SI (338601/55459 = 6.11 >= 1.0)
6-1	233127.8	76539.2	SI (233127.8/76539.2 = 3.05 >= 1.0)
7-1	271424.4	39304.7	SI (271424.4/39304.7 = 6.91 >= 1.0)

9.15.6 Verifiche in condizioni non 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	F _x [daN]	F _y [daN]	F _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	d _x [cm]	d _y [cm]	d _z [cm]
1-1	-36003	0	-651357.99	0	0	0	0	200
2-1	-110217	0	-621059.57	0	0	0	0	200
3-1	-48774	0	-782946.51	0	0	0	0	200
4-1	-118765	0	-639113.6	0	0	0	0	200
5-1	-55459	0	-817570.51	0	0	0	0	200
6-1	-76539.23	0	-551376.99	0	0	0	0	200
7-1	-39304.71	0	-648030.19	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H _x [daN]	H _y [daN]	V _z [daN]	M _x [daN*cm]	M _y [daN*cm]	d _x [cm]	d _y [cm]	d _z [cm]
1-1	-36003	0	-651357.99	0	-7200600	-	-	-
2-1	-110217	0	-621059.57	0	-22043400	-	-	-
3-1	-48774	0	-782946.51	0	-9754800	-	-	-
4-1	-118765	0	-639113.6	0	-23753000	-	-	-
5-1	-55459	0	-817570.51	0	-11091800	-	-	-
6-1	-76539.23	0	-551376.99	0	-15307846	-	-	-
7-1	-39304.71	0	-648030.19	0	-7860942	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 37.17 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	11.05	0	asse X	asse Y
2-1	35.49	0	asse X	asse Y
3-1	12.46	0	asse X	asse Y
4-1	37.17	0	asse X	asse Y

5-1	13.57	0	asse X	asse Y
6-1	27.76	0	asse X	asse Y
7-1	12.13	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	g_{su}	g_g	s_u [daN/cm ²]	g [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{ic}	b_c	g_c	t_g [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.32	0.98	1.00	1.00	1.00	0	8.79	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.33	0.90	1.00	1.00	1.00	0	8.14	0.29
3-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.33	0.97	1.00	1.00	1.00	0	8.74	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.33	0.89	1.00	1.00	1.00	0	8.08	0.29
5-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.33	0.96	1.00	1.00	1.00	0	8.72	0.29
6-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.01	1.39	0.94	1.00	1.00	1.00	0	8.86	0.29
7-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.02	1.33	0.97	1.00	1.00	1.00	0	8.79	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$g_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.11	445055.73	1831312.7	651358	SI (1831312.7/651358 = 2.81 >= 1.0)
2-1	1.80	4.81	335131.52	1613181.5	621059.6	SI (1613181.5/621059.6 = 2.60 >= 1.0)
3-1	1.80	5.15	438739.02	2259049.7	782946.5	SI (2259049.7/782946.5 = 2.89 >= 1.0)
4-1	1.80	4.78	327609.42	1565444.8	639113.6	SI (1565444.8/639113.6 = 2.45 >= 1.0)
5-1	1.80	5.14	433756.62	2228468.3	817570.5	SI (2228468.3/817570.5 = 2.73 >= 1.0)
6-1	2.30	4.14	369902.3	1532526.6	551377	SI (1532526.6/551377 = 2.78 >= 1.0)
7-1	2.30	4.11	440216.93	1811426.2	648030.2	SI (1811426.2/648030.2 = 2.80 >= 1.0)

Scorrimento.

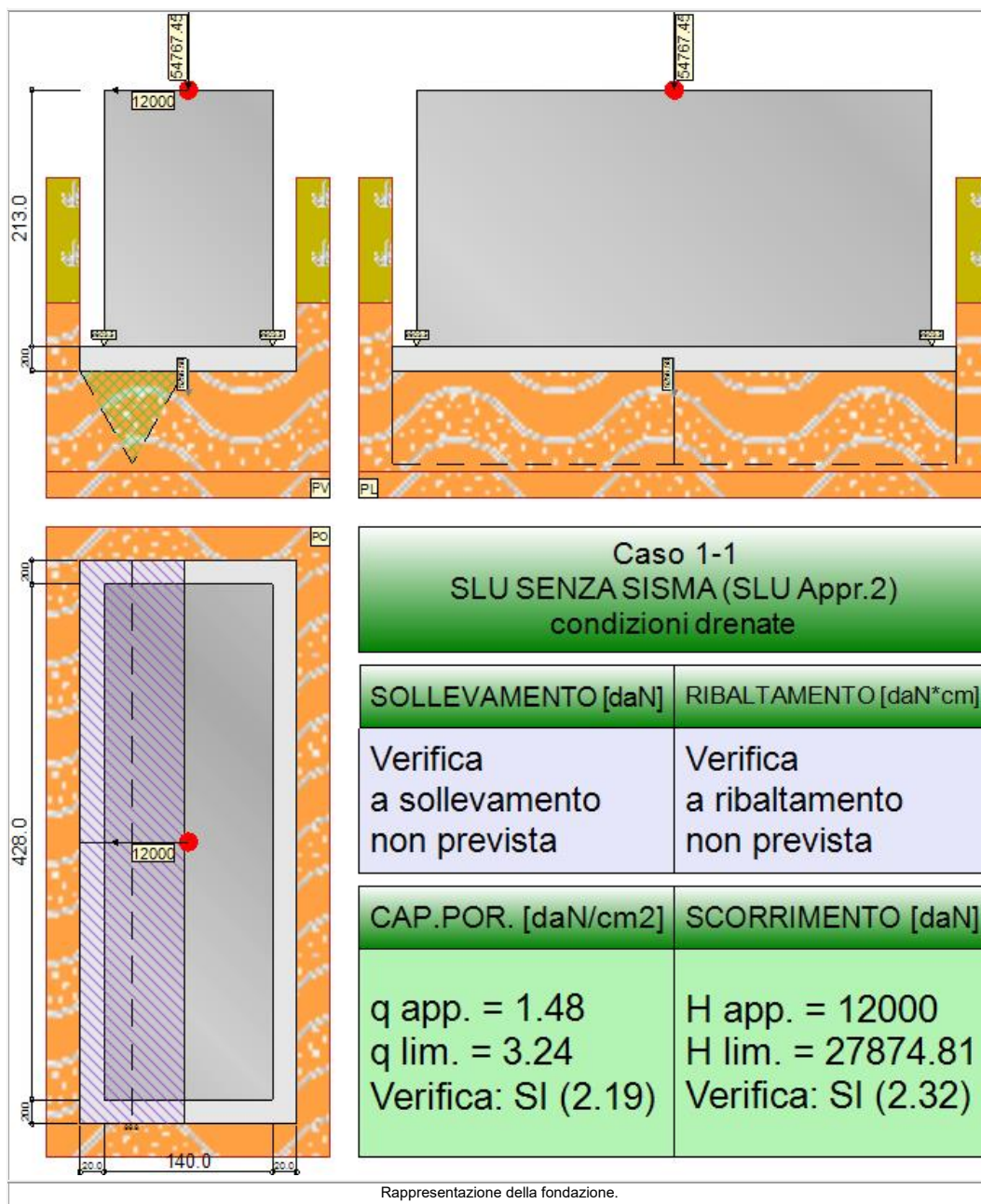
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	g_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$g_{R,h}$	$g_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	210389.98	58875.23
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	158425.81	45288.64
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	207403.9	45288.64
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	154869.91	45288.64
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	205048.58	45288.64
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	174862.9	45288.64
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	208102.55	45288.64

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	269265.2	36003	SI (269265.2/36003 = 7.48 >= 1.0)
2-1	203714.4	110217	SI (203714.4/110217 = 1.85 >= 1.0)
3-1	252692.5	48774	SI (252692.5/48774 = 5.18 >= 1.0)
4-1	200158.5	118765	SI (200158.5/118765 = 1.69 >= 1.0)
5-1	250337.2	55459	SI (250337.2/55459 = 4.51 >= 1.0)
6-1	220151.5	76539.2	SI (220151.5/76539.2 = 2.88 >= 1.0)
7-1	253391.2	39304.7	SI (253391.2/39304.7 = 6.45 >= 1.0)

9.16 TRAVE_FL_I_S1



9.16.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No		Non sismico
1-1	Caso 1-1 Nodo 1							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x}=0.06$, $k_{h,y}=0.06$	
2-1	Caso 4-1 Nodo 1							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x}=0.06$, $k_{h,y}=0.06$	
3-1	Caso 5-1 Nodo 1							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x}=0.06$, $k_{h,y}=0.06$	
4-1	Caso 8-1 Nodo 1							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x}=0.06$, $k_{h,y}=0.06$	
5-1	Caso 9-1 Nodo 1							

6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.02$, $k_{n,y}=0.02$
6-1 Caso 6-1 Nodo 1							
7	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.02$, $k_{n,y}=0.02$
7-1 Caso 7-1 Nodo 1							

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
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	γ_f	γ_e	$\gamma_{c'}$	γ_{su}	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	$\gamma_{R,eq}$	$\gamma_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	60024	131485.1	SI (131485.1/60024 = 2.19 >= 1.0)	60024	172775.9	SI (172775.9/60024 = 2.88 >= 1.0)	
2-1	21639.3	97042.6	SI (97042.6/21639.3 = 4.48 >= 1.0)	21639.3	191145.1	SI (191145.1/21639.3 = 8.83 >= 1.0)	
3-1	21639.3	97042.6	SI (97042.6/21639.3 = 4.48 >= 1.0)	21639.3	191145.1	SI (191145.1/21639.3 = 8.83 >= 1.0)	
4-1	21639.3	97042.6	SI (97042.6/21639.3 = 4.48 >= 1.0)	21639.3	191145.1	SI (191145.1/21639.3 = 8.83 >= 1.0)	
5-1	21639.3	97042.6	SI (97042.6/21639.3 = 4.48 >= 1.0)	21639.3	191145.1	SI (191145.1/21639.3 = 8.83 >= 1.0)	
6-1	21639.3	164773.7	SI (164773.7/21639.3 = 7.61 >= 1.0)	21639.3	217994.8	SI (217994.8/21639.3 = 10.07 >= 1.0)	
7-1	21639.3	164773.7	SI (164773.7/21639.3 = 7.61 >= 1.0)	21639.3	217994.8	SI (217994.8/21639.3 = 10.07 >= 1.0)	

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	12000	27874.8	SI (27874.8/12000 = 2.32 >= 1.0)	12000	32668.1	SI (32668.1/12000 = 2.72 >= 1.0)	
2-1	5000	11721.5	SI (11721.5/5000 = 2.34 >= 1.0)	5000	26352.2	SI (26352.2/5000 = 5.27 >= 1.0)	
3-1	5000	11721.5	SI (11721.5/5000 = 2.34 >= 1.0)	5000	26352.2	SI (26352.2/5000 = 5.27 >= 1.0)	
4-1	5000	11721.5	SI (11721.5/5000 = 2.34 >= 1.0)	5000	26352.2	SI (26352.2/5000 = 5.27 >= 1.0)	
5-1	5000	11721.5	SI (11721.5/5000 = 2.34 >= 1.0)	5000	26352.2	SI (26352.2/5000 = 5.27 >= 1.0)	
6-1	3500	11721.5	SI (11721.5/3500 = 3.35 >= 1.0)	3500	33498.6	SI (33498.6/3500 = 9.57 >= 1.0)	
7-1	3500	11721.5	SI (11721.5/3500 = 3.35 >= 1.0)	3500	33498.6	SI (33498.6/3500 = 9.57 >= 1.0)	

9.16.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.16.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 180 [cm], lato Y di 468 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.16.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati							
n.	nome	z_i [cm]	z_r [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	ϕ' [°] s_u [daN/cm ²]
1	UL_1	9743.5	9640	0.00182	0.00215	0	27.5 0.57
2	UL_2	9640	9500	0.00187	0.00215	0	31.4 1.3
3	UL_3	9500	9180	0.00196	0.00215	0.04	27.5 1.77
4	UL_4	9180	8980	0.00182	0.00215	0	33.8 0
5	UL_5	8980	8920	0.00188	0.00215	0	0 0.93
6	UL_4	8920	8840	0.00182	0.00215	0	33.8 0
7	UL_5	8840	8380	0.00188	0.00215	0	0 0.93
8	UL_6	8380	8260	0.00188	0.00215	0	33.4 0

La stratigrafia contiene una falda			
n.	z_i [cm]	z_r [cm]	γ_w [daN/cm ³]
1	9110	8260	0.00098

9.16.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12000	0	-60024.03	0	0	0	0	233
2-1	5000	0	-21639.27	0	0	0	0	233
3-1	5000	0	-21639.27	0	0	0	0	233
4-1	5000	0	-21639.27	0	0	0	0	233
5-1	5000	0	-21639.27	0	0	0	0	233
6-1	3500	0	-21639.27	0	0	0	0	233
7-1	3500	0	-21639.27	0	0	0	0	233

Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12000	0	-60024.03	0	-2796000	-	-	-
2-1	5000	0	-21639.27	0	1165000	-	-	-
3-1	5000	0	-21639.27	0	1165000	-	-	-
4-1	5000	0	-21639.27	0	1165000	-	-	-
5-1	5000	0	-21639.27	0	1165000	-	-	-
6-1	3500	0	-21639.27	0	815500	-	-	-
7-1	3500	0	-21639.27	0	815500	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 53.84 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	46.58	0	asse X	asse Y
2-1	53.84	0	asse X	asse Y
3-1	53.84	0	asse X	asse Y
4-1	53.84	0	asse X	asse Y
5-1	53.84	0	asse X	asse Y

6-1	37.69	0	asse X	asse Y
7-1	37.69	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' [daN/cm ³]	N_{γ}	S_{γ}	d_{γ}	$i_{b\gamma}$	i_{γ}	b_{γ}	g_{γ}	h_{γ}	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	31.4	0.00187	27.60	1.06	1.00	0.53	1.00	1.00	1.00	-	1.26
2-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.05	1.00	0.47	1.00	1.00	1.00	0.67	0.62
3-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.05	1.00	0.47	1.00	1.00	1.00	0.67	0.62
4-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.05	1.00	0.47	1.00	1.00	1.00	0.67	0.62
5-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.05	1.00	0.47	1.00	1.00	1.00	0.67	0.62
6-1	-	-	31.4	0.00187	27.43	1.07	1.00	0.61	1.00	1.00	1.00	0.88	1.53
7-1	-	-	31.4	0.00187	27.43	1.07	1.00	0.61	1.00	1.00	1.00	0.88	1.53

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	S_c	d_c	i_{bc}	i_c	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0	33.76	1.12	1.32	0.65	1.00	1.00	1.00	-	0
2-1	-	0	33.76	1.10	1.34	0.59	1.00	1.00	1.00	0.85	0
3-1	-	0	33.76	1.10	1.34	0.59	1.00	1.00	1.00	0.85	0
4-1	-	0	33.76	1.10	1.34	0.59	1.00	1.00	1.00	0.85	0
5-1	-	0	33.76	1.10	1.34	0.59	1.00	1.00	1.00	0.85	0
6-1	-	0	33.64	1.14	1.29	0.71	1.00	1.00	1.00	0.94	0.02
7-1	-	0	33.64	1.14	1.29	0.71	1.00	1.00	1.00	0.94	0.02

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	S_q	d_q	i_{bq}	i_q	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	21.61	1.06	1.30	0.66	1.00	1.00	1.00	-	5.8
2-1	0.29	21.61	1.05	1.32	0.61	1.00	1.00	1.00	0.80	4.31
3-1	0.29	21.61	1.05	1.32	0.61	1.00	1.00	1.00	0.80	4.31
4-1	0.29	21.61	1.05	1.32	0.61	1.00	1.00	1.00	0.80	4.31
5-1	0.29	21.61	1.05	1.32	0.61	1.00	1.00	1.00	0.80	4.31
6-1	0.29	21.50	1.07	1.28	0.73	1.00	1.00	1.00	0.92	5.81
7-1	0.29	21.50	1.07	1.28	0.73	1.00	1.00	1.00	0.92	5.81

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	3.24	40639.86	131485.1	60024	SI (131485.1/60024 = 2.19 >= 1.0)
2-1	1.80	2.87	33848.28	97042.6	21639.3	SI (97042.6/21639.3 = 4.48 >= 1.0)
3-1	1.80	2.87	33848.28	97042.6	21639.3	SI (97042.6/21639.3 = 4.48 >= 1.0)
4-1	1.80	2.87	33848.28	97042.6	21639.3	SI (97042.6/21639.3 = 4.48 >= 1.0)
5-1	1.80	2.87	33848.28	97042.6	21639.3	SI (97042.6/21639.3 = 4.48 >= 1.0)
6-1	2.30	3.37	48965.8	164773.7	21639.3	SI (164773.7/21639.3 = 7.61 >= 1.0)
7-1	2.30	3.37	48965.8	164773.7	21639.3	SI (164773.7/21639.3 = 7.61 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_{ϕ}	γ_c	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	23783.18	4091.63
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	8574.08	3147.41
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	8574.08	3147.41
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	8574.08	3147.41
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	8574.08	3147.41
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	8574.08	3147.41
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	8574.08	3147.41

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	27874.8	12000	SI (27874.8/12000 = 2.32 >= 1.0)
2-1	11721.5	5000	SI (11721.5/5000 = 2.34 >= 1.0)

3-1	11721.5	5000	SI (11721.5/5000 = 2.34 >= 1.0)
4-1	11721.5	5000	SI (11721.5/5000 = 2.34 >= 1.0)
5-1	11721.5	5000	SI (11721.5/5000 = 2.34 >= 1.0)
6-1	11721.5	3500	SI (11721.5/3500 = 3.35 >= 1.0)
7-1	11721.5	3500	SI (11721.5/3500 = 3.35 >= 1.0)

9.16.6 Verifiche in condizioni non 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 [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12000	0	-60024.03	0	0	0	0	233
2-1	5000	0	-21639.27	0	0	0	0	233
3-1	5000	0	-21639.27	0	0	0	0	233
4-1	5000	0	-21639.27	0	0	0	0	233
5-1	5000	0	-21639.27	0	0	0	0	233
6-1	3500	0	-21639.27	0	0	0	0	233
7-1	3500	0	-21639.27	0	0	0	0	233
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12000	0	-60024.03	0	-2796000	-	-	-
2-1	5000	0	-21639.27	0	1165000	-	-	-
3-1	5000	0	-21639.27	0	1165000	-	-	-
4-1	5000	0	-21639.27	0	1165000	-	-	-
5-1	5000	0	-21639.27	0	1165000	-	-	-
6-1	3500	0	-21639.27	0	815500	-	-	-
7-1	3500	0	-21639.27	0	815500	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 53.84 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	46.58	0	asse X	asse Y
2-1	53.84	0	asse X	asse Y
3-1	53.84	0	asse X	asse Y
4-1	53.84	0	asse X	asse Y
5-1	53.84	0	asse X	asse Y
6-1	37.69	0	asse X	asse Y
7-1	37.69	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	γ_{su}	γ_r	s_u [daN/cm ²]	γ [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_r [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.43	0.92	1.00	1.00	1.00	0	9.1	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.46	0.96	1.00	1.00	1.00	0	9.64	0.29
3-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.46	0.96	1.00	1.00	1.00	0	9.64	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.46	0.96	1.00	1.00	1.00	0	9.64	0.29
5-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.46	0.96	1.00	1.00	1.00	0	9.64	0.29
6-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.40	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.56	0.29
7-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.40	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.56	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.25	40639.86	172775.9	60024	SI (172775.9/60024 = 2.88 >= 1.0)
2-1	1.80	5.65	33848.28	191145.1	21639.3	SI (191145.1/21639.3 = 8.83 >= 1.0)

3-1	1.80	5.65	33848.28	191145.1	21639.3	SI (191145.1/21639.3 = 8.83 >= 1.0)
4-1	1.80	5.65	33848.28	191145.1	21639.3	SI (191145.1/21639.3 = 8.83 >= 1.0)
5-1	1.80	5.65	33848.28	191145.1	21639.3	SI (191145.1/21639.3 = 8.83 >= 1.0)
6-1	2.30	4.45	48965.8	217994.8	21639.3	SI (217994.8/21639.3 = 10.07 >= 1.0)
7-1	2.30	4.45	48965.8	217994.8	21639.3	SI (217994.8/21639.3 = 10.07 >= 1.0)

Scorrimento.

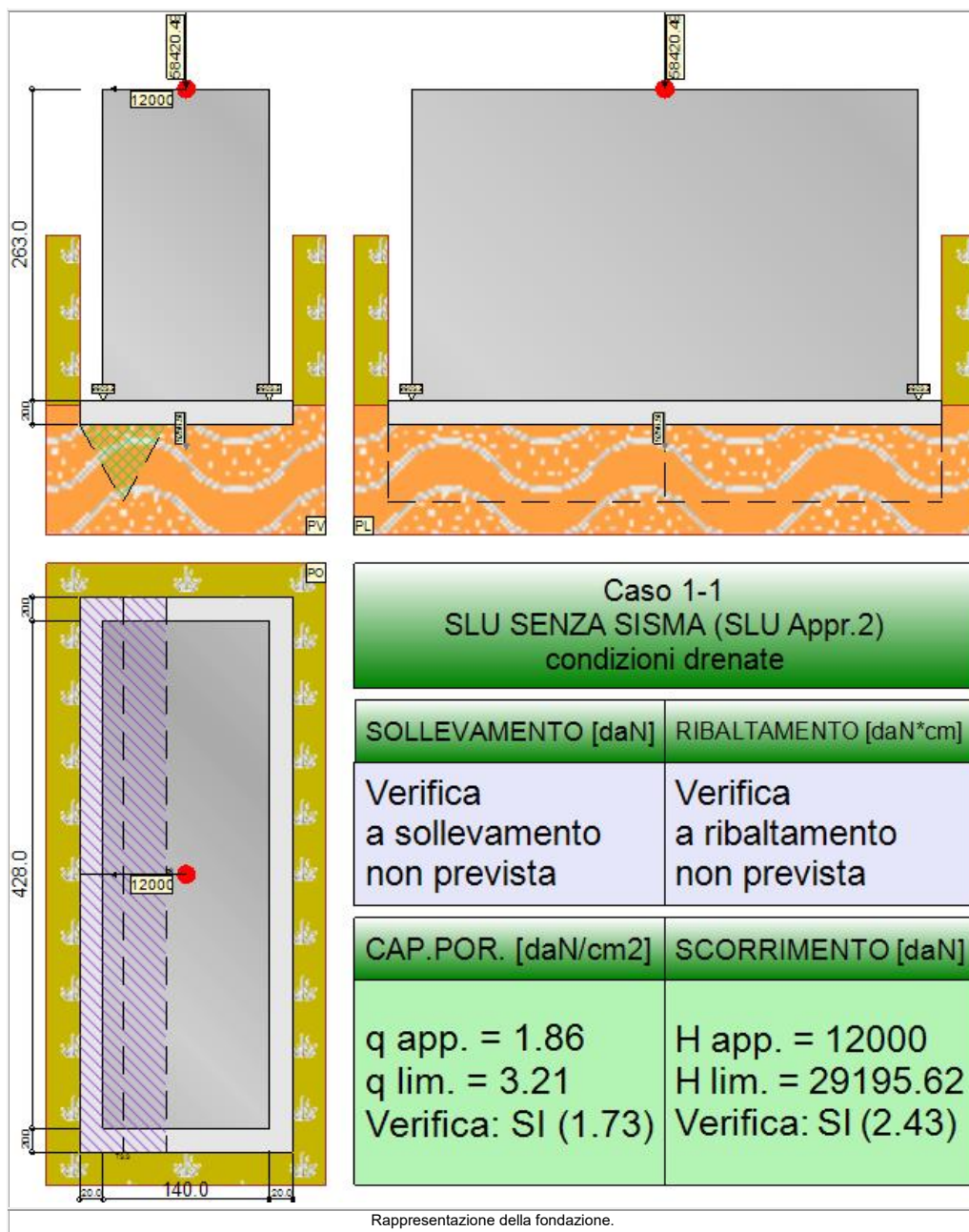
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	19211.57	13456.52
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	16001.01	10351.17
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	16001.01	10351.17
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	16001.01	10351.17
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	16001.01	10351.17
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	23147.47	10351.17
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	23147.47	10351.17

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	32668.1	12000	SI (32668.1/12000 = 2.72 >= 1.0)
2-1	26352.2	5000	SI (26352.2/5000 = 5.27 >= 1.0)
3-1	26352.2	5000	SI (26352.2/5000 = 5.27 >= 1.0)
4-1	26352.2	5000	SI (26352.2/5000 = 5.27 >= 1.0)
5-1	26352.2	5000	SI (26352.2/5000 = 5.27 >= 1.0)
6-1	33498.6	3500	SI (33498.6/3500 = 9.57 >= 1.0)
7-1	33498.6	3500	SI (33498.6/3500 = 9.57 >= 1.0)

9.17 TRAVE_FL_I_S2



9.17.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No	Non sismico
1-1	Caso 1-1 Nodo 7						
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x}=0.06$, $k_{h,y}=0.06$
2-1	Caso 4-1 Nodo 7						
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x}=0.06$, $k_{h,y}=0.06$
3-1	Caso 5-1 Nodo 7						
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x}=0.06$, $k_{h,y}=0.06$
4-1	Caso 8-1 Nodo 7						
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{h,x}=0.06$, $k_{h,y}=0.06$
5-1	Caso 9-1 Nodo 7						

6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.02$, $k_{n,y}=0.02$
6-1 Caso 6-1 Nodo 7							
7	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.02$, $k_{n,y}=0.02$
7-1 Caso 7-1 Nodo 7							

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
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	γ_f	γ_e	$\gamma_{c'}$	γ_{su}	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	$\gamma_{R,eq}$	$\gamma_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	63677.1	110340.6	SI (110340.6/63677.1 = 1.73 >= 1.0)	63677.1	145229.4	SI (145229.4/63677.1 = 2.28 >= 1.0)	
2-1	24453.5	90164.8	SI (90164.8/24453.5 = 3.69 >= 1.0)	24453.5	170202	SI (170202/24453.5 = 6.96 >= 1.0)	
3-1	24453.5	90164.8	SI (90164.8/24453.5 = 3.69 >= 1.0)	24453.5	170202	SI (170202/24453.5 = 6.96 >= 1.0)	
4-1	24453.5	90164.8	SI (90164.8/24453.5 = 3.69 >= 1.0)	24453.5	170202	SI (170202/24453.5 = 6.96 >= 1.0)	
5-1	24453.5	90164.8	SI (90164.8/24453.5 = 3.69 >= 1.0)	24453.5	170202	SI (170202/24453.5 = 6.96 >= 1.0)	
6-1	24453.5	160264.2	SI (160264.2/24453.5 = 6.55 >= 1.0)	24453.5	206853.5	SI (206853.5/24453.5 = 8.46 >= 1.0)	
7-1	24453.5	160264.2	SI (160264.2/24453.5 = 6.55 >= 1.0)	24453.5	206853.5	SI (206853.5/24453.5 = 8.46 >= 1.0)	

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

Cond. drenate				Cond. non drenate			
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	
1-1	12000	29195.6	SI (29195.6/12000 = 2.43 >= 1.0)	12000	28476.3	SI (28476.3/12000 = 2.37 >= 1.0)	
2-1	5000	12739.2	SI (12739.2/5000 = 2.55 >= 1.0)	5000	23643.1	SI (23643.1/5000 = 4.73 >= 1.0)	
3-1	5000	12739.2	SI (12739.2/5000 = 2.55 >= 1.0)	5000	23643.1	SI (23643.1/5000 = 4.73 >= 1.0)	
4-1	5000	12739.2	SI (12739.2/5000 = 2.55 >= 1.0)	5000	23643.1	SI (23643.1/5000 = 4.73 >= 1.0)	
5-1	5000	12739.2	SI (12739.2/5000 = 2.55 >= 1.0)	5000	23643.1	SI (23643.1/5000 = 4.73 >= 1.0)	
6-1	3500	12739.2	SI (12739.2/3500 = 3.64 >= 1.0)	3500	31324.2	SI (31324.2/3500 = 8.95 >= 1.0)	
7-1	3500	12739.2	SI (12739.2/3500 = 3.64 >= 1.0)	3500	31324.2	SI (31324.2/3500 = 8.95 >= 1.0)	

9.17.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.17.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 180 [cm], lato Y di 468 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.17.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati									
n.	nome	z_i [cm]	z_r [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	ϕ' [°]	s_u [daN/cm ²]	
1	UL_1	9743.5	9600	0.00182	0.00215	0		27.5	0.57
2	UL_2	9600	9480	0.00187	0.00215	0		31.4	1.3
3	UL_3	9480	9260	0.00196	0.00215	0.04		27.5	1.77
4	UL_4	9260	9020	0.00182	0.00215	0		33.8	0
5	UL_5	9020	8900	0.00188	0.00215	0		0	0.93
6	UL_4	8900	8820	0.00182	0.00215	0		33.8	0
7	UL_5	8820	8340	0.00188	0.00215	0		0	0.93
8	UL_6	8340	8300	0.00188	0.00215	0		33.4	0

La stratigrafia contiene una falda			
n.	z_i [cm]	z_r [cm]	γ_w [daN/cm ³]
1	9150	8300	0.00098

9.17.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]	
1-1	-12000	0	-63677.07	0	0	0	0	283	
2-1	5000	0	-24453.49	0	0	0	0	283	
3-1	5000	0	-24453.49	0	0	0	0	283	
4-1	5000	0	-24453.49	0	0	0	0	283	
5-1	5000	0	-24453.49	0	0	0	0	283	
6-1	3500	0	-24453.49	0	0	0	0	283	
7-1	3500	0	-24453.49	0	0	0	0	283	

Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):									
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]	
1-1	-12000	0	-63677.07	0	-3396000	-	-	-	
2-1	5000	0	-24453.49	0	1415000	-	-	-	
3-1	5000	0	-24453.49	0	1415000	-	-	-	
4-1	5000	0	-24453.49	0	1415000	-	-	-	
5-1	5000	0	-24453.49	0	1415000	-	-	-	
6-1	3500	0	-24453.49	0	990500	-	-	-	
7-1	3500	0	-24453.49	0	990500	-	-	-	

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 57.86 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	53.33	0	asse X	asse Y
2-1	57.86	0	asse X	asse Y
3-1	57.86	0	asse X	asse Y
4-1	57.86	0	asse X	asse Y
5-1	57.86	0	asse X	asse Y

6-1	40.51	0	asse X	asse Y
7-1	40.51	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' [daN/cm ³]	N_γ	S_γ	d_γ	$i_{b\gamma}$	$i_{\gamma\gamma}$	b_γ	g_γ	h_γ	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	31.4	0.00187	27.60	1.05	1.00	0.55	1.00	1.00	1.00	-	1.09
2-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.04	1.00	0.52	1.00	1.00	1.00	0.67	0.6
3-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.04	1.00	0.52	1.00	1.00	1.00	0.67	0.6
4-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.04	1.00	0.52	1.00	1.00	1.00	0.67	0.6
5-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.04	1.00	0.52	1.00	1.00	1.00	0.67	0.6
6-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.07	1.00	0.65	1.00	1.00	1.00	0.88	1.54
7-1	-	-	31.4	0.00187	27.60	1.07	1.00	0.65	1.00	1.00	1.00	0.88	1.54

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	S_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0	33.76	1.10	1.34	0.66	1.00	1.00	1.00	-	0
2-1	-	0	33.76	1.09	1.35	0.63	1.00	1.00	1.00	0.85	0
3-1	-	0	33.76	1.09	1.35	0.63	1.00	1.00	1.00	0.85	0
4-1	-	0	33.76	1.09	1.35	0.63	1.00	1.00	1.00	0.85	0
5-1	-	0	33.76	1.09	1.35	0.63	1.00	1.00	1.00	0.85	0
6-1	-	0	33.76	1.13	1.30	0.74	1.00	1.00	1.00	0.94	0
7-1	-	0	33.76	1.13	1.30	0.74	1.00	1.00	1.00	0.94	0

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	S_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.29	21.61	1.05	1.32	0.68	1.00	1.00	1.00	-	5.92
2-1	0.29	21.61	1.04	1.33	0.65	1.00	1.00	1.00	0.80	4.56
3-1	0.29	21.61	1.04	1.33	0.65	1.00	1.00	1.00	0.80	4.56
4-1	0.29	21.61	1.04	1.33	0.65	1.00	1.00	1.00	0.80	4.56
5-1	0.29	21.61	1.04	1.33	0.65	1.00	1.00	1.00	0.80	4.56
6-1	0.29	21.61	1.07	1.28	0.75	1.00	1.00	1.00	0.92	6.03
7-1	0.29	21.61	1.07	1.28	0.75	1.00	1.00	1.00	0.92	6.03

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	3.21	34321.62	110340.6	63677.1	SI (110340.6/63677.1 = 1.73 >= 1.0)
2-1	1.80	3	30078.41	90164.8	24453.5	SI (90164.8/24453.5 = 3.69 >= 1.0)
3-1	1.80	3	30078.41	90164.8	24453.5	SI (90164.8/24453.5 = 3.69 >= 1.0)
4-1	1.80	3	30078.41	90164.8	24453.5	SI (90164.8/24453.5 = 3.69 >= 1.0)
5-1	1.80	3	30078.41	90164.8	24453.5	SI (90164.8/24453.5 = 3.69 >= 1.0)
6-1	2.30	3.46	46326.88	160264.2	24453.5	SI (160264.2/24453.5 = 6.55 >= 1.0)
7-1	2.30	3.46	46326.88	160264.2	24453.5	SI (160264.2/24453.5 = 6.55 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_ϕ	γ_c	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	25230.61	3965.01
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	9689.15	3050
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	9689.15	3050
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	9689.15	3050
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	9689.15	3050
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	9689.15	3050
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	9689.15	3050

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	29195.6	12000	SI (29195.6/12000 = 2.43 >= 1.0)
2-1	12739.2	5000	SI (12739.2/5000 = 2.55 >= 1.0)

3-1	12739.2	5000	SI (12739.2/5000 = 2.55 >= 1.0)
4-1	12739.2	5000	SI (12739.2/5000 = 2.55 >= 1.0)
5-1	12739.2	5000	SI (12739.2/5000 = 2.55 >= 1.0)
6-1	12739.2	3500	SI (12739.2/3500 = 3.64 >= 1.0)
7-1	12739.2	3500	SI (12739.2/3500 = 3.64 >= 1.0)

9.17.6 Verifiche in condizioni non 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 [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12000	0	-63677.07	0	0	0	0	283
2-1	5000	0	-24453.49	0	0	0	0	283
3-1	5000	0	-24453.49	0	0	0	0	283
4-1	5000	0	-24453.49	0	0	0	0	283
5-1	5000	0	-24453.49	0	0	0	0	283
6-1	3500	0	-24453.49	0	0	0	0	283
7-1	3500	0	-24453.49	0	0	0	0	283
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-12000	0	-63677.07	0	-3396000	-	-	-
2-1	5000	0	-24453.49	0	1415000	-	-	-
3-1	5000	0	-24453.49	0	1415000	-	-	-
4-1	5000	0	-24453.49	0	1415000	-	-	-
5-1	5000	0	-24453.49	0	1415000	-	-	-
6-1	3500	0	-24453.49	0	990500	-	-	-
7-1	3500	0	-24453.49	0	990500	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 57.86 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	53.33	0	asse X	asse Y
2-1	57.86	0	asse X	asse Y
3-1	57.86	0	asse X	asse Y
4-1	57.86	0	asse X	asse Y
5-1	57.86	0	asse X	asse Y
6-1	40.51	0	asse X	asse Y
7-1	40.51	0	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	γ_{su}	γ_f	s_u [daN/cm ²]	γ [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_r [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.46	0.90	1.00	1.00	1.00	0	9.06	0.29
2-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.48	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.66	0.29
3-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.48	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.66	0.29
4-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.48	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.66	0.29
5-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.03	1.48	0.95	1.00	1.00	1.00	0	9.66	0.29
6-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.41	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.6	0.29
7-1	-	-	1.3	0.00187	0.29	5.14	1.04	1.41	0.98	1.00	1.00	1.00	0	9.6	0.29

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.23	34321.62	145229.4	63677.1	SI (145229.4/63677.1 = 2.28 >= 1.0)
2-1	1.80	5.66	30078.41	170202	24453.5	SI (170202/24453.5 = 6.96 >= 1.0)

3-1	1.80	5.66	30078.41	170202	24453.5	SI (170202/24453.5 = 6.96 >= 1.0)
4-1	1.80	5.66	30078.41	170202	24453.5	SI (170202/24453.5 = 6.96 >= 1.0)
5-1	1.80	5.66	30078.41	170202	24453.5	SI (170202/24453.5 = 6.96 >= 1.0)
6-1	2.30	4.47	46326.88	206853.5	24453.5	SI (206853.5/24453.5 = 8.46 >= 1.0)
7-1	2.30	4.47	46326.88	206853.5	24453.5	SI (206853.5/24453.5 = 8.46 >= 1.0)

Scorrimento.

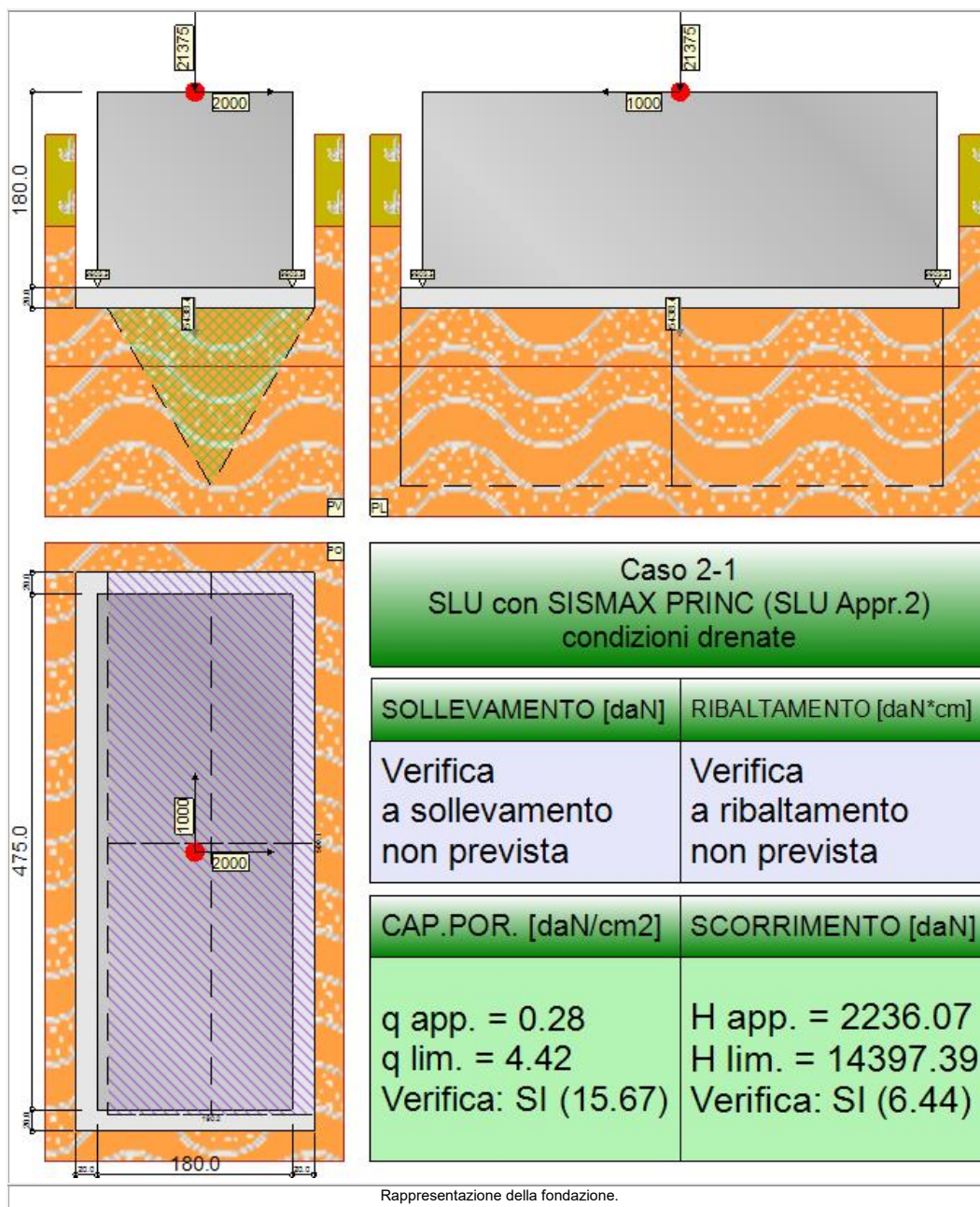
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	16224.77	12251.49
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	14218.88	9424.23
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	14218.88	9424.23
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	14218.88	9424.23
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	14218.88	9424.23
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	21899.98	9424.23
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	21899.98	9424.23

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	28476.3	12000	SI (28476.3/12000 = 2.37 >= 1.0)
2-1	23643.1	5000	SI (23643.1/5000 = 4.73 >= 1.0)
3-1	23643.1	5000	SI (23643.1/5000 = 4.73 >= 1.0)
4-1	23643.1	5000	SI (23643.1/5000 = 4.73 >= 1.0)
5-1	23643.1	5000	SI (23643.1/5000 = 4.73 >= 1.0)
6-1	31324.2	3500	SI (31324.2/3500 = 8.95 >= 1.0)
7-1	31324.2	3500	SI (31324.2/3500 = 8.95 >= 1.0)

9.18 TRAVE_FT_I_S



9.18.1 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	SLU SENZA SISMA (SLU Appr.2)	1-1	Si	Si	No	No		Non sismico
1-1	Caso 1-1 Nodo 4							
2	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	2-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.06$, $k_{n,y}=0.06$	
2-1	Caso 4-1 Nodo 6							
3	SLU con SISMAX PRINC (SLU Appr.2)	3-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.06$, $k_{n,y}=0.06$	
3-1	Caso 5-1 Nodo 6							
4	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	4-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.06$, $k_{n,y}=0.06$	
4-1	Caso 8-1 Nodo 6							
5	SLU FON con SISMAX P (SLU Appr.2)	5-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.06$, $k_{n,y}=0.06$	
5-1	Caso 9-1 Nodo 6							

6	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	6-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.02, k_{n,y}=0.02$
6-1 Caso 6-1 Nodo 6							
7	SLD con SISMAX PRINC (SLD)	7-1	Si	Si	No	No	$k_{n,x}=0.02, k_{n,y}=0.02$
7-1 Caso 7-1 Nodo 6							

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
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-

Caso	γ_f	γ_e	$\gamma_{c'}$	γ_{su}	$\gamma_{R,v}$	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	$\gamma_{R,eq}$	$\gamma_{R,upl}$
1	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	1.00	1.00
2	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
3	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
4	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
5	-	-	-	-	1.80	1.10	1.30	1.00	1.00
6	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-
7	-	-	-	-	2.30	1.10	1.30	-	-

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	58298.7	593107.4	SI (593107.4/58298.7 = 10.17 >= 1.0)	58298.7	517112.4	SI (517112.4/58298.7 = 8.87 >= 1.0)
2-1	26813.4	420225.9	SI (420225.9/26813.4 = 15.67 >= 1.0)	26813.4	567280.5	SI (567280.5/26813.4 = 21.16 >= 1.0)
3-1	26813.4	420225.9	SI (420225.9/26813.4 = 15.67 >= 1.0)	26813.4	567280.5	SI (567280.5/26813.4 = 21.16 >= 1.0)
4-1	26813.4	420225.9	SI (420225.9/26813.4 = 15.67 >= 1.0)	26813.4	567280.5	SI (567280.5/26813.4 = 21.16 >= 1.0)
5-1	26813.4	420225.9	SI (420225.9/26813.4 = 15.67 >= 1.0)	26813.4	567280.5	SI (567280.5/26813.4 = 21.16 >= 1.0)
6-1	26813.4	458044.3	SI (458044.3/26813.4 = 17.08 >= 1.0)	26813.4	480445.8	SI (480445.8/26813.4 = 17.92 >= 1.0)
7-1	26813.4	458044.3	SI (458044.3/26813.4 = 17.08 >= 1.0)	26813.4	480445.8	SI (480445.8/26813.4 = 17.92 >= 1.0)

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

	Cond. drenate			Cond. non drenate		
Caso	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica	E_d [daN]	R_d [daN]	Verifica
1-1	1200	27618.5	SI (27618.5/1200 = 23.02 >= 1.0)	1200	66368.6	SI (66368.6/1200 = 55.31 >= 1.0)
2-1	2236.1	14397.4	SI (14397.4/2236.1 = 6.44 >= 1.0)	2236.1	57323.8	SI (57323.8/2236.1 = 25.64 >= 1.0)
3-1	2236.1	14397.4	SI (14397.4/2236.1 = 6.44 >= 1.0)	2236.1	57323.8	SI (57323.8/2236.1 = 25.64 >= 1.0)
4-1	2236.1	14397.4	SI (14397.4/2236.1 = 6.44 >= 1.0)	2236.1	57323.8	SI (57323.8/2236.1 = 25.64 >= 1.0)
5-1	2236.1	14397.4	SI (14397.4/2236.1 = 6.44 >= 1.0)	2236.1	57323.8	SI (57323.8/2236.1 = 25.64 >= 1.0)
6-1	1453.4	14397.4	SI (14397.4/1453.4 = 9.91 >= 1.0)	1453.4	60287.6	SI (60287.6/1453.4 = 41.48 >= 1.0)
7-1	1453.4	14397.4	SI (14397.4/1453.4 = 9.91 >= 1.0)	1453.4	60287.6	SI (60287.6/1453.4 = 41.48 >= 1.0)

9.18.2 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), e all'azione sismica (h - Maugeri e Novità, 2004).

Per le verifiche in condizioni non drenate si utilizzando i coefficienti di capacità portante, quelli correttivi dovuti alla forma della fondazione (s), all'approfondimento (d), alla presenza di un'azione orizzontale (i), all'inclinazione del piano di posa (b) e del piano campagna (g), suggeriti da Brinch Hansen e Vesic (1970, 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). In condizioni non drenate, l'adesione fondazione terreno è assunta pari alla resistenza al taglio non drenata del terreno moltiplicata per il coefficiente 0.40. 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.

9.18.3 Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 220 [cm], lato Y di 515 [cm], e centro alla quota $z = 9583.5$ [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

9.18.4 Descrizione del terreno.

La stratigrafia è eterogenea, presenta 8 strati							
n.	nome	z_i [cm]	z_r [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	c' [daN/cm ²]	ϕ' [°]
1	UL_1	9743.5	9660	0.00182	0.00215	0	27.5
2	UL_2	9660	9530	0.00187	0.00215	0	31.4
3	UL_3	9530	9220	0.00196	0.00215	0.04	27.5
4	UL_4	9220	9020	0.00182	0.00215	0	33.8
5	UL_5	9020	8810	0.00188	0.00215	0	0
6	UL_4	8810	8780	0.00182	0.00215	0	33.8
7	UL_5	8780	8400	0.00188	0.00215	0	0
8	UL_6	8400	8280	0.00188	0.00215	0	33.4

La stratigrafia contiene una falda			
n.	z_i [cm]	z_r [cm]	γ_w [daN/cm ³]
1	8940	8280	0.00098

9.18.5 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	F_x [daN]	F_y [daN]	F_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-1200	0	-58298.73	0	0	0	0	200
2-1	2000	1000	-26813.4	0	0	0	0	200
3-1	2000	1000	-26813.4	0	0	0	0	200
4-1	2000	1000	-26813.4	0	0	0	0	200
5-1	2000	1000	-26813.4	0	0	0	0	200
6-1	1300	650	-26813.4	0	0	0	0	200
7-1	1300	650	-26813.4	0	0	0	0	200

Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H_x [daN]	H_y [daN]	V_z [daN]	M_x [daN*cm]	M_y [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-1200	0	-58298.73	0	-240000	-	-	-
2-1	2000	1000	-26813.4	-200000	400000	-	-	-
3-1	2000	1000	-26813.4	-200000	400000	-	-	-
4-1	2000	1000	-26813.4	-200000	400000	-	-	-
5-1	2000	1000	-26813.4	-200000	400000	-	-	-
6-1	1300	650	-26813.4	-130000	260000	-	-	-
7-1	1300	650	-26813.4	-130000	260000	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 14.92 [cm]) e lungo Y (max = 7.46 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	4.12	0	asse X	asse Y
2-1	14.92	7.46	asse X	asse Y
3-1	14.92	7.46	asse X	asse Y
4-1	14.92	7.46	asse X	asse Y
5-1	14.92	7.46	asse X	asse Y

6-1	9.7	4.85	asse X	asse Y
7-1	9.7	4.85	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' [daN/cm ³]	N_γ	S_γ	d_γ	$i_{b\gamma}$	$i_{l\gamma}$	b_γ	g_γ	h_γ	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	29.5	0.00191	20.69	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	-	4.46
2-1	-	-	29.6	0.00191	21.23	1.11	1.00	0.83	0.93	1.00	1.00	0.66	2.18
3-1	-	-	29.6	0.00191	21.23	1.11	1.00	0.83	0.93	1.00	1.00	0.66	2.18
4-1	-	-	29.6	0.00191	21.23	1.11	1.00	0.83	0.93	1.00	1.00	0.66	2.18
5-1	-	-	29.6	0.00191	21.23	1.11	1.00	0.83	0.93	1.00	1.00	0.66	2.18
6-1	-	-	29.5	0.00191	20.96	1.12	1.00	0.89	0.95	1.00	1.00	0.87	3.31
7-1	-	-	29.5	0.00191	20.96	1.12	1.00	0.89	0.95	1.00	1.00	0.87	3.31

Caso	γ_c	c' [daN/cm ²]	N_c	S_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	h_c	$q'_{lim,c}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	0.02	28.88	1.24	1.23	0.97	1.00	1.00	1.00	-	0.9
2-1	-	0.02	29.28	1.22	1.26	0.88	0.96	1.00	1.00	0.85	0.63
3-1	-	0.02	29.28	1.22	1.26	0.88	0.96	1.00	1.00	0.85	0.63
4-1	-	0.02	29.28	1.22	1.26	0.88	0.96	1.00	1.00	0.85	0.63
5-1	-	0.02	29.28	1.22	1.26	0.88	0.96	1.00	1.00	0.85	0.63
6-1	-	0.02	29.08	1.23	1.25	0.92	0.97	1.00	1.00	0.95	0.77
7-1	-	0.02	29.08	1.23	1.25	0.92	0.97	1.00	1.00	0.95	0.77

Caso	q' [daN/cm ²]	N_q	S_q	d_q	i_{bq}	i_{lq}	b_q	g_q	h_q	$q'_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	0.3	17.32	1.12	1.22	0.97	1.00	1.00	1.00	-	6.76
2-1	0.3	17.66	1.11	1.24	0.89	0.96	1.00	1.00	0.80	4.91
3-1	0.3	17.66	1.11	1.24	0.89	0.96	1.00	1.00	0.80	4.91
4-1	0.3	17.66	1.11	1.24	0.89	0.96	1.00	1.00	0.80	4.91
5-1	0.3	17.66	1.11	1.24	0.89	0.96	1.00	1.00	0.80	4.91
6-1	0.3	17.49	1.12	1.23	0.93	0.97	1.00	1.00	0.93	5.93
7-1	0.3	17.49	1.12	1.23	0.93	0.97	1.00	1.00	0.93	5.93

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q'_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	5.44	109059.77	593107.4	58298.7	SI (593107.4/58298.7 = 10.17 >= 1.0)
2-1	1.80	4.42	95097.7	420225.9	26813.4	SI (420225.9/26813.4 = 15.67 >= 1.0)
3-1	1.80	4.42	95097.7	420225.9	26813.4	SI (420225.9/26813.4 = 15.67 >= 1.0)
4-1	1.80	4.42	95097.7	420225.9	26813.4	SI (420225.9/26813.4 = 15.67 >= 1.0)
5-1	1.80	4.42	95097.7	420225.9	26813.4	SI (420225.9/26813.4 = 15.67 >= 1.0)
6-1	2.30	4.52	101367.24	458044.3	26813.4	SI (458044.3/26813.4 = 17.08 >= 1.0)
7-1	2.30	4.52	101367.24	458044.3	26813.4	SI (458044.3/26813.4 = 17.08 >= 1.0)

Scorrimento.

Le seguenti tabelle elencano il valore dell'angolo di resistenza al taglio, della coesione efficace, dell'attrito e dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_ϕ	γ_c	ϕ [°]	c' [daN/cm ²]	δ [°]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.00	31.4	0	23.5	0	1.10	1.00	23099.57	4518.9
2-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	10624.21	3773.18
3-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	10624.21	3773.18
4-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	10624.21	3773.18
5-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	10624.21	3773.18
6-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	10624.21	3773.18
7-1	-	-	31.4	0	23.5	0	1.10	1.30	10624.21	3773.18

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	27618.5	1200	SI (27618.5/1200 = 23.02 >= 1.0)
2-1	14397.4	2236.1	SI (14397.4/2236.1 = 6.44 >= 1.0)

3-1	14397.4	2236.1	SI (14397.4/2236.1 = 6.44 >= 1.0)
4-1	14397.4	2236.1	SI (14397.4/2236.1 = 6.44 >= 1.0)
5-1	14397.4	2236.1	SI (14397.4/2236.1 = 6.44 >= 1.0)
6-1	14397.4	1453.4	SI (14397.4/1453.4 = 9.91 >= 1.0)
7-1	14397.4	1453.4	SI (14397.4/1453.4 = 9.91 >= 1.0)

9.18.6 Verifiche in condizioni non 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 [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-1200	0	-58298.73	0	0	0	0	200
2-1	2000	1000	-26813.4	0	0	0	0	200
3-1	2000	1000	-26813.4	0	0	0	0	200
4-1	2000	1000	-26813.4	0	0	0	0	200
5-1	2000	1000	-26813.4	0	0	0	0	200
6-1	1300	650	-26813.4	0	0	0	0	200
7-1	1300	650	-26813.4	0	0	0	0	200
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	Hx [daN]	Hy [daN]	Vz [daN]	Mx [daN*cm]	My [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	-1200	0	-58298.73	0	-240000	-	-	-
2-1	2000	1000	-26813.4	-200000	400000	-	-	-
3-1	2000	1000	-26813.4	-200000	400000	-	-	-
4-1	2000	1000	-26813.4	-200000	400000	-	-	-
5-1	2000	1000	-26813.4	-200000	400000	-	-	-
6-1	1300	650	-26813.4	-130000	260000	-	-	-
7-1	1300	650	-26813.4	-130000	260000	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 14.92 [cm]) e lungo Y (max = 7.46 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

Caso	ecc. X [cm]	ecc. Y [cm]	Asse B	Asse L
1-1	4.12	0	asse X	asse Y
2-1	14.92	7.46	asse X	asse Y
3-1	14.92	7.46	asse X	asse Y
4-1	14.92	7.46	asse X	asse Y
5-1	14.92	7.46	asse X	asse Y
6-1	9.7	4.85	asse X	asse Y
7-1	9.7	4.85	asse X	asse Y

Capacità portante.

La seguente tabella elenca il valore della resistenza al taglio non drenata, del peso di volume totale, del sovraccarico totale, ed i fattori e coefficienti introdotti per il calcolo della capacità portante.

Caso	γ_{su}	γ_f	s_u [daN/cm ²]	γ [daN/cm ³]	q_t [daN/cm ²]	N_c	s_c	d_c	i_{bc}	i_{lc}	b_c	g_c	t_r [daN/cm ²]	$q_{lim,c}$ [daN/cm ²]	$q_{lim,q}$ [daN/cm ²]
1-1	1.00	1.00	1.42	0.00189	0.3	5.14	1.08	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	0	10.23	0.3
2-1	-	-	1.39	0.00189	0.3	5.14	1.08	1.34	0.99	1.00	1.00	1.00	0	10.21	0.3
3-1	-	-	1.39	0.00189	0.3	5.14	1.08	1.34	0.99	1.00	1.00	1.00	0	10.21	0.3
4-1	-	-	1.39	0.00189	0.3	5.14	1.08	1.34	0.99	1.00	1.00	1.00	0	10.21	0.3
5-1	-	-	1.39	0.00189	0.3	5.14	1.08	1.34	0.99	1.00	1.00	1.00	0	10.21	0.3
6-1	-	-	1.4	0.00189	0.3	5.14	1.08	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	0	10.22	0.3
7-1	-	-	1.4	0.00189	0.3	5.14	1.08	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	0	10.22	0.3

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	q_{lim} [daN/cm ²]	A [cm ²]	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	2.30	4.74	109059.77	517112.4	58298.7	SI (517112.4/58298.7 = 8.87 >= 1.0)
2-1	1.80	5.97	95097.7	567280.5	26813.4	SI (567280.5/26813.4 = 21.16 >= 1.0)

3-1	1.80	5.97	95097.7	567280.5	26813.4	SI (567280.5/26813.4 = 21.16 >= 1.0)
4-1	1.80	5.97	95097.7	567280.5	26813.4	SI (567280.5/26813.4 = 21.16 >= 1.0)
5-1	1.80	5.97	95097.7	567280.5	26813.4	SI (567280.5/26813.4 = 21.16 >= 1.0)
6-1	2.30	4.74	101367.24	480445.8	26813.4	SI (480445.8/26813.4 = 17.92 >= 1.0)
7-1	2.30	4.74	101367.24	480445.8	26813.4	SI (480445.8/26813.4 = 17.92 >= 1.0)

Scorrimento.

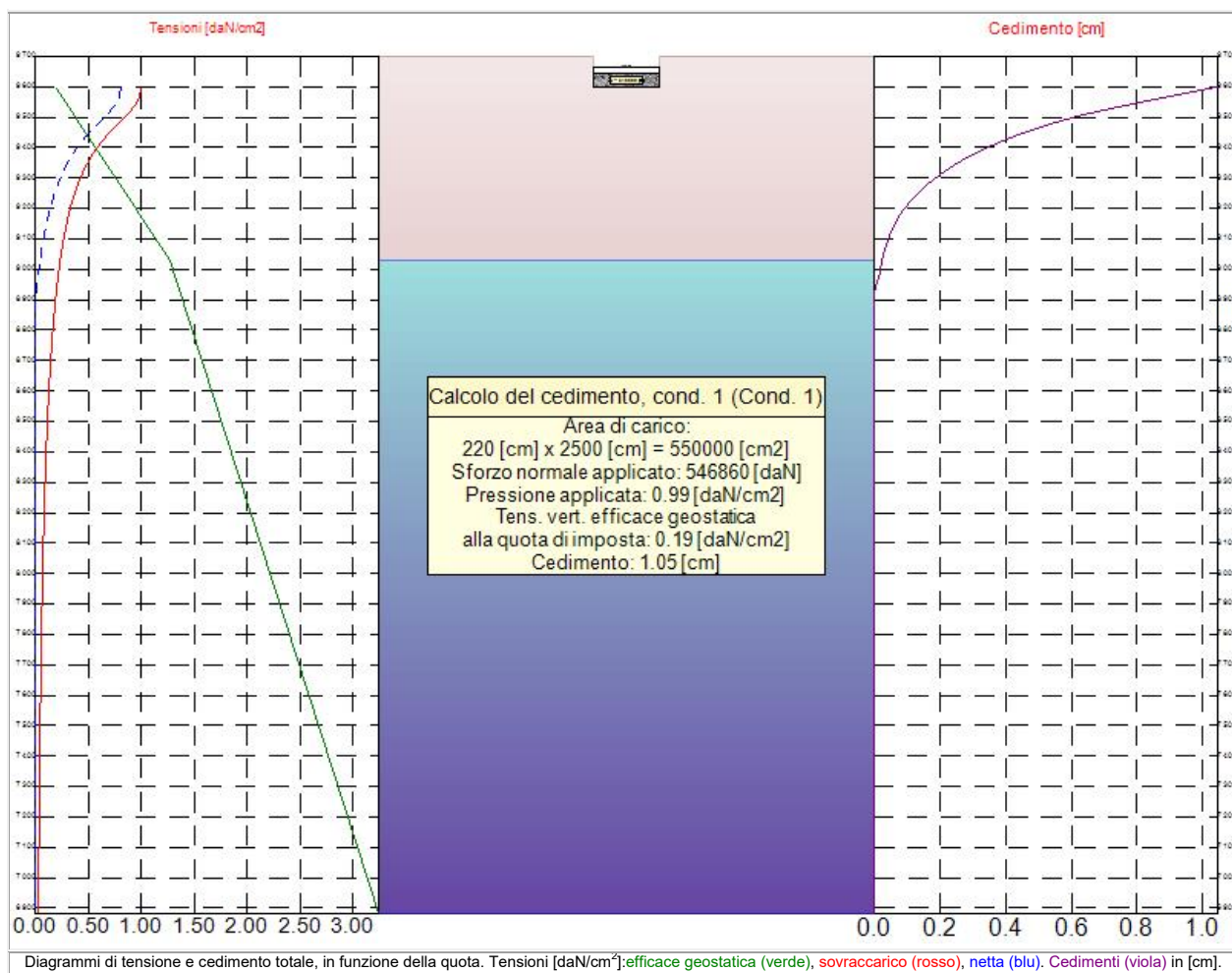
Le seguenti tabelle elencano il valore della resistenza al taglio non drenata, dell'aderenza fondazione-terreno, e della resistenza disponibile sul piano di posa e sulle pareti laterali.

Caso	γ_{su}	s_u [daN/cm ²]	a [daN/cm ²]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	R_h [daN]	R_e [daN]
1-1	1.00	1.3	0.52	1.10	1.00	51555.53	14813.07
2-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	44955.27	12368.57
3-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	44955.27	12368.57
4-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	44955.27	12368.57
5-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	44955.27	12368.57
6-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	47919.06	12368.57
7-1	-	1.3	0.52	1.10	1.30	47919.06	12368.57

Segue il confronto fra la resistenza a scorrimento e l'azione applicata.

Caso	R_d [daN]	E_d [daN]	Verifica
1-1	66368.6	1200	SI (66368.6/1200 = 55.31 >= 1.0)
2-1	57323.8	2236.1	SI (57323.8/2236.1 = 25.64 >= 1.0)
3-1	57323.8	2236.1	SI (57323.8/2236.1 = 25.64 >= 1.0)
4-1	57323.8	2236.1	SI (57323.8/2236.1 = 25.64 >= 1.0)
5-1	57323.8	2236.1	SI (57323.8/2236.1 = 25.64 >= 1.0)
6-1	60287.6	1453.4	SI (60287.6/1453.4 = 41.48 >= 1.0)
7-1	60287.6	1453.4	SI (60287.6/1453.4 = 41.48 >= 1.0)

9.19 Cedimenti CPT3



9.19.1 Descrizione del metodo di calcolo.

Viene valutato il cedimento di una fondazione rettangolare con distribuzione delle pressioni uniformi sul terreno. La deformazione verticale viene calcolata in funzione del coefficiente di compressibilità del terreno e dell'incremento della pressione verticale efficace, valutato secondo il modello elastico. Lo stato di sforzo verticale dovuto al carico viene valutato lungo la verticale al di sotto del centro della fondazione, dove è massimo. Da questo valore viene sottratta la tensione verticale efficace geostatica corrispondente alla quota dello scavo. Le deformazioni sono quindi funzione dell'incremento di carico netto. Il terreno viene suddiviso in una serie di strisce con altezza massima pari a 10.0 cm, ed il cedimento edometrico totale è dato dalla somma delle deformazioni su ciascuna porzione per il relativo spessore. Questo procedimento è noto come "metodo monodimensionale" (Terzaghi, 1943). Secondo vari Autori, nel caso di argille tenere il cedimento così stimato corrisponde all'aliquota dovuta al processo di consolidazione, ed il cedimento immediato è pari al 10% di tale valore. Nel caso di argille consistenti, invece, la stima effettuata corrisponde al cedimento totale, ed il cedimento immediato rappresenta un'aliquota del 30%÷60% di tale valore.

9.19.2 Descrizione della fondazione.

Segue la caratterizzazione della stratigrafia:

Nome	Quota iniziale [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	OCR	m_v [cm ² /daN]
UL1	9700	0.0019	0.0019	1.00	0.0238
UL2	9640	0.0019	0.0019	1.00	0.0058
UL3	9500	0.0019	0.0019	1.00	0.0051
UL4	9180	0.0019	0.0019	1.00	0.0044
UL5	8980	0.0019	0.0019	1.00	0.0154

UL4	8920	0.0019	0.0019	1.00	0.0044
UL5	8840	0.0019	0.0019	1.00	0.0154
UL6	8380	0.0019	0.0019	1.00	0.0029

La falda si trova alla quota di 9030 [cm].

Segue la descrizione della fondazione:

Larghezza [cm]	220
Profondita' [cm]	2500
Quota [cm]	9600

Segue la tabella delle condizioni di carico:

Numero	Nome	N [daN]
1	Cond. 1	546860

9.19.3 Risultati.

Segue l'elenco dei cedimenti corrispondenti a ciascuna condizione di carico.

Cond.	Cedimento[cm]
1	1.05

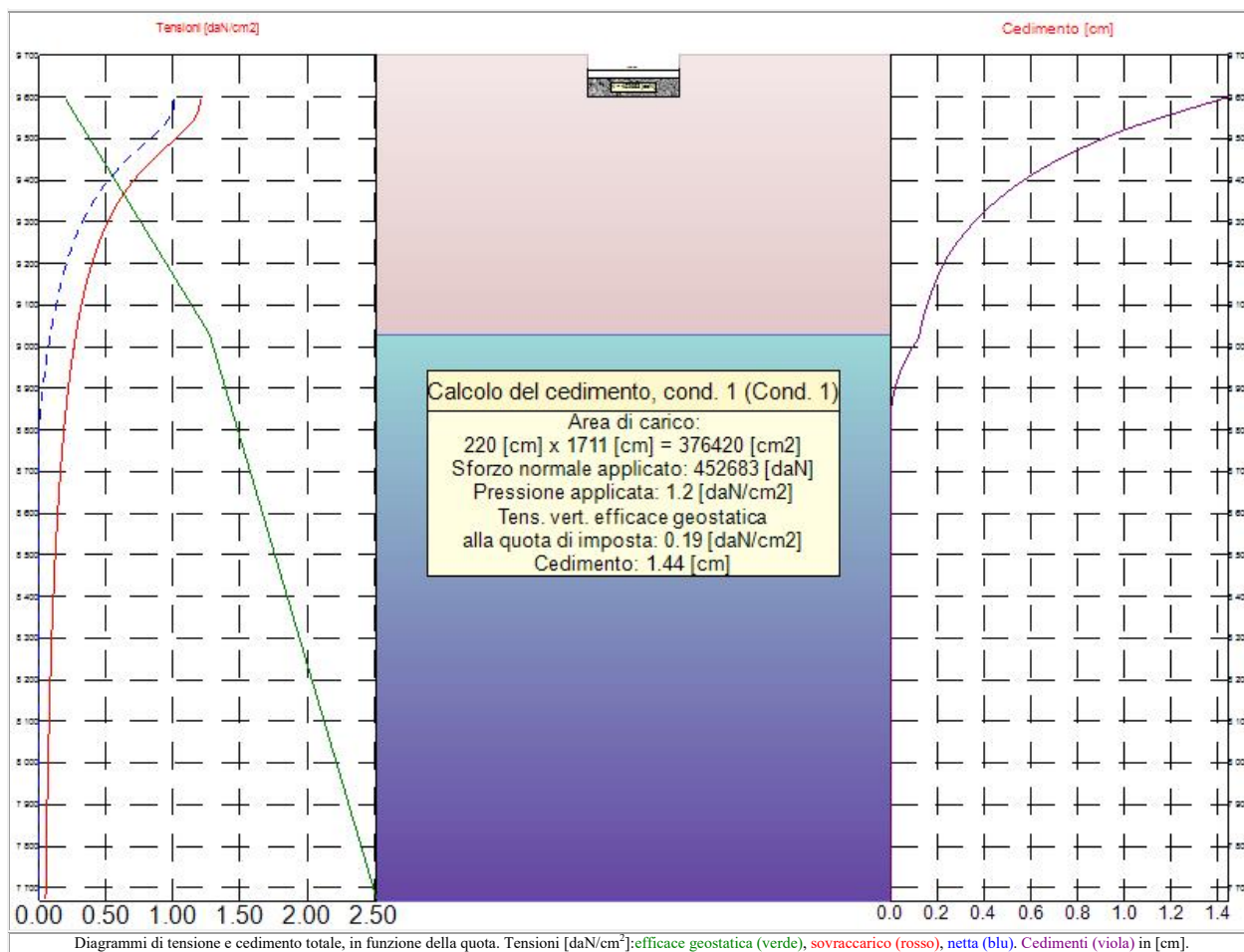
La tabella successiva riassume i risultati del calcolo utilizzando la seguente legenda: $z_{m,rel}$ = quota media della striscia relativa al piano di posa, Δh = altezza della striscia, σ_v = tensione verticale totale geostatica (alla quota media), u = pressione neutra (alla quota media), σ'_v = tensione verticale efficace geostatica (alla quota media), q = sovraccarico (alla quota media), q_n = sovraccarico netto (alla quota media), ε = deformazione locale, Δs = cedimento locale, z = quota assoluta superiore della striscia, s_{tot} = cedimento totale (alla quota superiore).

$z_{m,rel}$ [cm]	Δh [cm]	σ_v [daN/cm ²]	u [daN/cm ²]	σ'_v [daN/cm ²]	q [daN/cm ²]	q_n [daN/cm ²]	ε [‰]	Δs [cm]	z [cm]	s_{tot} [cm]
5	10	0.2	0	0.2	0.994	0.804	4.66	0.05	9600	1.05
15	10	0.218	0	0.218	0.993	0.803	4.66	0.05	9590	1
25	10	0.237	0	0.237	0.99	0.8	4.64	0.05	9580	0.95
35	10	0.257	0	0.257	0.982	0.792	4.59	0.05	9570	0.91
45	10	0.276	0	0.276	0.97	0.78	4.53	0.05	9560	0.86
55	10	0.294	0	0.294	0.954	0.764	4.43	0.04	9550	0.81
65	10	0.313	0	0.313	0.934	0.744	4.31	0.04	9540	0.77
75	10	0.333	0	0.333	0.91	0.72	4.18	0.04	9530	0.73
85	10	0.351	0	0.351	0.884	0.694	4.03	0.04	9520	0.69
95	10	0.37	0	0.37	0.856	0.666	3.87	0.04	9510	0.65
105	10	0.39	0	0.39	0.828	0.638	3.25	0.03	9500	0.61
115	10	0.409	0	0.409	0.799	0.609	3.11	0.03	9490	0.57
125	10	0.427	0	0.427	0.771	0.581	2.96	0.03	9480	0.54
135	10	0.446	0	0.446	0.743	0.553	2.82	0.03	9470	0.51
145	10	0.466	0	0.466	0.716	0.526	2.68	0.03	9460	0.48
155	10	0.484	0	0.484	0.689	0.499	2.55	0.03	9450	0.46
165	10	0.504	0	0.504	0.664	0.474	2.42	0.02	9440	0.43
175	10	0.522	0	0.522	0.64	0.45	2.30	0.02	9430	0.41
185	10	0.541	0	0.541	0.617	0.427	2.18	0.02	9420	0.39
195	10	0.56	0	0.56	0.596	0.406	2.07	0.02	9410	0.36
205	10	0.58	0	0.58	0.575	0.385	1.96	0.02	9400	0.34
215	10	0.599	0	0.599	0.556	0.366	1.87	0.02	9390	0.32
225	10	0.617	0	0.617	0.537	0.347	1.77	0.02	9380	0.3
235	10	0.637	0	0.637	0.52	0.33	1.68	0.02	9370	0.29
245	10	0.655	0	0.655	0.503	0.313	1.60	0.02	9360	0.27
255	10	0.674	0	0.674	0.488	0.298	1.52	0.02	9350	0.25
265	10	0.693	0	0.693	0.473	0.283	1.44	0.01	9340	0.24
275	10	0.713	0	0.713	0.459	0.269	1.37	0.01	9330	0.22
285	10	0.732	0	0.732	0.445	0.255	1.30	0.01	9320	0.21
295	10	0.75	0	0.75	0.433	0.243	1.24	0.01	9310	0.2
305	10	0.77	0	0.77	0.421	0.231	1.18	0.01	9300	0.19

315	10	0.788	0	0.788	0.409	0.219	1.12	0.01	9290	0.17
325	10	0.807	0	0.807	0.398	0.208	1.06	0.01	9280	0.16
335	10	0.826	0	0.826	0.388	0.198	1.01	0.01	9270	0.15
345	10	0.846	0	0.846	0.378	0.188	0.96	0	9260	0.14
355	10	0.865	0	0.865	0.368	0.178	0.91	0	9250	0.13
365	10	0.883	0	0.883	0.359	0.169	0.86	0	9240	0.12
375	10	0.902	0	0.902	0.351	0.161	0.82	0	9230	0.11
385	10	0.921	0	0.921	0.342	0.152	0.78	0	9220	0.11
395	10	0.94	0	0.94	0.334	0.144	0.74	0	9210	0.1
405	10	0.959	0	0.959	0.327	0.137	0.70	0	9200	0.09
415	10	0.979	0	0.979	0.319	0.129	0.66	0	9190	0.08
425	10	0.997	0	0.997	0.312	0.122	0.54	0	9180	0.08
435	10	1.016	0	1.016	0.306	0.116	0.51	0	9170	0.07
445	10	1.036	0	1.036	0.299	0.109	0.48	0	9160	0.07
455	10	1.054	0	1.054	0.293	0.103	0.45	0	9150	0.06
465	10	1.073	0	1.073	0.287	0.097	0.43	0	9140	0.06
475	10	1.093	0	1.093	0.281	0.091	0.40	0	9130	0.05
485	10	1.111	0	1.111	0.276	0.086	0.38	0	9120	0.05
495	10	1.131	0	1.131	0.27	0.08	0.35	0	9110	0.05
505	10	1.149	0	1.149	0.265	0.075	0.33	0	9100	0.04
515	10	1.168	0	1.168	0.26	0.07	0.31	0	9090	0.04
525	10	1.187	0	1.187	0.255	0.065	0.29	0	9080	0.04
535	10	1.206	0	1.206	0.251	0.061	0.27	0	9070	0.03
545	10	1.226	0	1.226	0.246	0.056	0.25	0	9060	0.03
555	10	1.244	0	1.244	0.242	0.052	0.23	0	9050	0.03
565	10	1.264	0	1.264	0.238	0.048	0.21	0	9040	0.03
575	10	1.282	0.005	1.278	0.234	0.044	0.19	0	9030	0.02
585	10	1.301	0.015	1.287	0.23	0.04	0.17	0	9020	0.02
595	10	1.32	0.025	1.296	0.226	0.036	0.16	0	9010	0.02
605	10	1.339	0.034	1.305	0.222	0.032	0.14	0	9000	0.02
615	10	1.358	0.044	1.314	0.218	0.028	0.12	0	8990	0.02
625	10	1.377	0.054	1.324	0.215	0.025	0.38	0	8980	0.02
635	10	1.396	0.064	1.333	0.211	0.021	0.33	0	8970	0.01
645	10	1.415	0.074	1.342	0.208	0.018	0.28	0	8960	0
655	10	1.434	0.083	1.351	0.205	0.015	0.23	0	8950	0
665	10	1.453	0.093	1.36	0.202	0.012	0.18	0	8940	0
675	10	1.472	0.103	1.369	0.198	0.008	0.13	0	8930	0
685	10	1.492	0.113	1.379	0.195	0.005	0.02	0	8920	0
695	10	1.51	0.123	1.388	0.193	0.003	0.01	0	8910	0

Il cedimento e' pari a 1.05 [cm].

9.20 Cedimenti S1



9.20.1 Descrizione del metodo di calcolo.

Viene valutato il cedimento di una fondazione rettangolare con distribuzione delle pressioni uniformi sul terreno. La deformazione verticale viene calcolata in funzione del coefficiente di compressibilità del terreno e dell'incremento della pressione verticale efficace, valutato secondo il modello elastico. Lo stato di sforzo verticale dovuto al carico viene valutato lungo la verticale al di sotto del centro della fondazione, dove è massimo. Da questo valore viene sottratta la tensione verticale efficace geostatica corrispondente alla quota dello scavo. Le deformazioni sono quindi funzione dell'incremento di carico netto. Il terreno viene suddiviso in una serie di strisce con altezza massima pari a 10.0 cm, ed il cedimento edometrico totale è dato dalla somma delle deformazioni su ciascuna porzione per il relativo spessore. Questo procedimento è noto come "metodo monodimensionale" (Terzaghi, 1943). Secondo vari Autori, nel caso di argille tenere il cedimento così stimato corrisponde all'aliquota dovuta al processo di consolidazione, ed il cedimento immediato è pari al 10% di tale valore. Nel caso di argille consistenti, invece, la stima effettuata corrisponde al cedimento totale, ed il cedimento immediato rappresenta un'aliquota del 30%÷60% di tale valore.

9.20.2 Descrizione della fondazione.

Segue la caratterizzazione della stratigrafia:

Nome	Quota iniziale [cm]	γ_d [daN/cm ³]	γ_t [daN/cm ³]	OCR m_v [cm ² /daN]
UL1	9700	0.0019	0.0019	1.00 0.0238
UL2	9660	0.0019	0.0019	1.00 0.0058
UL3	9530	0.0019	0.0019	1.00 0.0051
UL4	9220	0.0019	0.0019	1.00 0.0044
UL5	9020	0.0019	0.0019	1.00 0.0154
UL4	8810	0.0019	0.0019	1.00 0.0044
UL5	8780	0.0019	0.0019	1.00 0.0154

UL6	8400	0.0019	0.0019	1.00	0.0029
-----	------	--------	--------	------	--------

La falda si trova alla quota di 9030 [cm].

Segue la descrizione della fondazione:

Larghezza [cm]	220
Profondita' [cm]	1711
Quota [cm]	9600

Segue la tabella delle condizioni di carico:

Numero	Nome	N [daN]
1	Cond. 1	452683

9.20.3 Risultati.

Segue l'elenco dei cedimenti corrispondenti a ciascuna condizione di carico.

Cond.	Cedimento[cm]
1	1.44

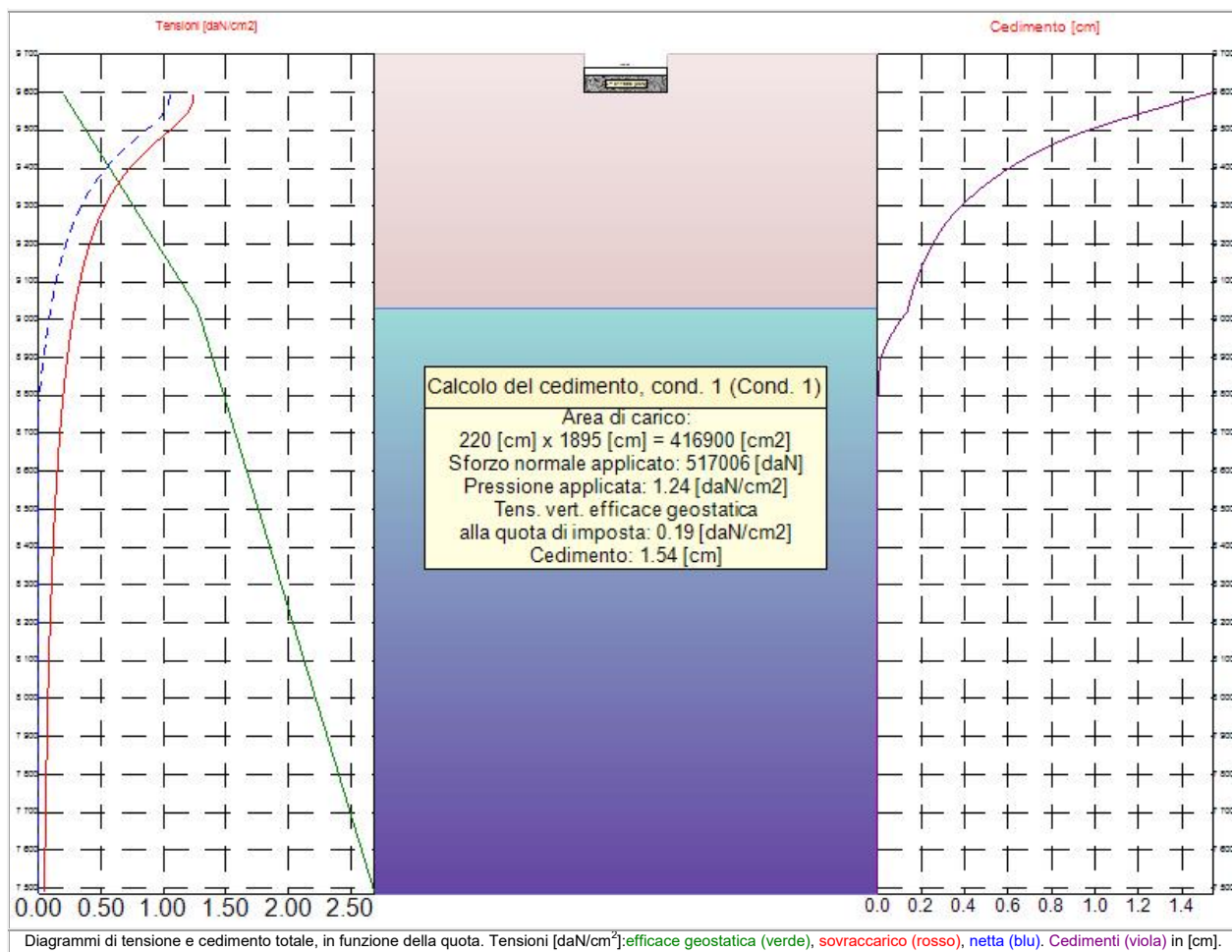
La tabella successiva riassume i risultati del calcolo utilizzando la seguente legenda: $z_{m,rel}$ = quota media della striscia relativa al piano di posa, Δh = altezza della striscia, σ_v = tensione verticale totale geostatica (alla quota media), u = pressione neutra (alla quota media), σ'_v = tensione verticale efficace geostatica (alla quota media), q = sovraccarico (alla quota media), q_n = sovraccarico netto (alla quota media), ε = deformazione locale, Δs = cedimento locale, z = quota assoluta superiore della striscia, s_{tot} = cedimento totale (alla quota superiore).

$z_{m,rel}$ [cm]	Δh [cm]	σ_v [daN/cm ²]	u [daN/cm ²]	σ'_v [daN/cm ²]	q [daN/cm ²]	q_n [daN/cm ²]	ε [‰]	Δs [cm]	z [cm]	s_{tot} [cm]
5	10	0.2	0	0.2	1.203	1.013	5.87	0.06	9600	1.44
15	10	0.218	0	0.218	1.201	1.011	5.87	0.06	9590	1.38
25	10	0.237	0	0.237	1.197	1.007	5.84	0.06	9580	1.33
35	10	0.257	0	0.257	1.188	0.998	5.79	0.06	9570	1.27
45	10	0.276	0	0.276	1.174	0.984	5.70	0.06	9560	1.21
55	10	0.294	0	0.294	1.154	0.964	5.59	0.06	9550	1.15
65	10	0.313	0	0.313	1.129	0.939	5.45	0.05	9540	1.1
75	10	0.333	0	0.333	1.101	0.911	4.64	0.05	9530	1.04
85	10	0.352	0	0.352	1.069	0.879	4.48	0.04	9520	1
95	10	0.37	0	0.37	1.036	0.846	4.31	0.04	9510	0.95
105	10	0.39	0	0.39	1.001	0.811	4.14	0.04	9500	0.91
115	10	0.409	0	0.409	0.967	0.777	3.96	0.04	9490	0.87
125	10	0.427	0	0.427	0.932	0.742	3.78	0.04	9480	0.83
135	10	0.446	0	0.446	0.898	0.708	3.61	0.04	9470	0.79
145	10	0.466	0	0.466	0.865	0.675	3.44	0.03	9460	0.75
155	10	0.485	0	0.485	0.833	0.643	3.28	0.03	9450	0.72
165	10	0.504	0	0.504	0.803	0.613	3.13	0.03	9440	0.69
175	10	0.522	0	0.522	0.774	0.584	2.98	0.03	9430	0.65
185	10	0.541	0	0.541	0.746	0.556	2.84	0.03	9420	0.62
195	10	0.56	0	0.56	0.72	0.53	2.70	0.03	9410	0.6
205	10	0.58	0	0.58	0.695	0.505	2.58	0.03	9400	0.57
215	10	0.599	0	0.599	0.671	0.481	2.46	0.02	9390	0.54
225	10	0.617	0	0.617	0.649	0.459	2.34	0.02	9380	0.52
235	10	0.637	0	0.637	0.628	0.438	2.23	0.02	9370	0.5
245	10	0.655	0	0.655	0.608	0.418	2.13	0.02	9360	0.47
255	10	0.674	0	0.674	0.589	0.399	2.03	0.02	9350	0.45
265	10	0.693	0	0.693	0.57	0.38	1.94	0.02	9340	0.43
275	10	0.713	0	0.713	0.553	0.363	1.85	0.02	9330	0.41
285	10	0.732	0	0.732	0.537	0.347	1.77	0.02	9320	0.39
295	10	0.75	0	0.75	0.521	0.331	1.69	0.02	9310	0.38
305	10	0.77	0	0.77	0.507	0.317	1.61	0.02	9300	0.36
315	10	0.788	0	0.788	0.493	0.303	1.54	0.02	9290	0.34
325	10	0.807	0	0.807	0.479	0.289	1.47	0.01	9280	0.33

335	10	0.826	0	0.826	0.466	0.276	1.41	0.01	9270	0.31
345	10	0.845	0	0.845	0.454	0.264	1.35	0.01	9260	0.3
355	10	0.865	0	0.865	0.442	0.252	1.29	0.01	9250	0.28
365	10	0.883	0	0.883	0.431	0.241	1.23	0.01	9240	0.27
375	10	0.903	0	0.903	0.421	0.231	1.18	0.01	9230	0.26
385	10	0.921	0	0.921	0.41	0.22	0.97	0	9220	0.25
395	10	0.94	0	0.94	0.401	0.211	0.93	0	9210	0.24
405	10	0.959	0	0.959	0.391	0.201	0.89	0	9200	0.23
415	10	0.978	0	0.978	0.382	0.192	0.85	0	9190	0.22
425	10	0.997	0	0.997	0.373	0.183	0.81	0	9180	0.21
435	10	1.016	0	1.016	0.365	0.175	0.77	0	9170	0.2
445	10	1.035	0	1.035	0.357	0.167	0.73	0	9160	0.2
455	10	1.054	0	1.054	0.349	0.159	0.70	0	9150	0.19
465	10	1.073	0	1.073	0.342	0.152	0.67	0	9140	0.18
475	10	1.092	0	1.092	0.334	0.144	0.64	0	9130	0.17
485	10	1.111	0	1.111	0.328	0.138	0.61	0	9120	0.17
495	10	1.13	0	1.13	0.321	0.131	0.58	0	9110	0.16
505	10	1.149	0	1.149	0.314	0.124	0.55	0	9100	0.16
515	10	1.168	0	1.168	0.308	0.118	0.52	0	9090	0.15
525	10	1.187	0	1.187	0.302	0.112	0.49	0	9080	0.15
535	10	1.206	0	1.206	0.296	0.106	0.47	0	9070	0.14
545	10	1.225	0	1.225	0.29	0.1	0.44	0	9060	0.14
555	10	1.244	0	1.244	0.285	0.095	0.42	0	9050	0.13
565	10	1.263	0	1.263	0.279	0.089	0.39	0	9040	0.13
575	10	1.282	0.005	1.278	0.274	0.084	0.37	0	9030	0.12
585	10	1.301	0.015	1.287	0.269	0.079	1.22	0.01	9020	0.12
595	10	1.32	0.025	1.296	0.264	0.074	1.14	0.01	9010	0.11
605	10	1.339	0.034	1.305	0.259	0.069	1.07	0.01	9000	0.1
615	10	1.358	0.044	1.314	0.255	0.065	1.00	0	8990	0.09
625	10	1.377	0.054	1.324	0.25	0.06	0.93	0	8980	0.08
635	10	1.396	0.064	1.333	0.246	0.056	0.86	0	8970	0.07
645	10	1.415	0.074	1.342	0.241	0.051	0.79	0	8960	0.06
655	10	1.434	0.083	1.351	0.237	0.047	0.73	0	8950	0.05
665	10	1.453	0.093	1.36	0.233	0.043	0.67	0	8940	0.04
675	10	1.472	0.103	1.369	0.229	0.039	0.60	0	8930	0.04
685	10	1.491	0.113	1.379	0.225	0.035	0.55	0	8920	0.03
695	10	1.51	0.123	1.388	0.222	0.032	0.49	0	8910	0.02
705	10	1.529	0.132	1.397	0.218	0.028	0.43	0	8900	0.02
715	10	1.548	0.142	1.406	0.214	0.024	0.38	0	8890	0.02
725	10	1.567	0.152	1.415	0.211	0.021	0.32	0	8880	0.01
735	10	1.586	0.162	1.425	0.207	0.017	0.27	0	8870	0
745	10	1.605	0.172	1.434	0.204	0.014	0.22	0	8860	0
755	10	1.624	0.181	1.443	0.201	0.011	0.17	0	8850	0
765	10	1.643	0.191	1.452	0.198	0.008	0.12	0	8840	0
775	10	1.662	0.201	1.461	0.195	0.005	0.07	0	8830	0
785	10	1.681	0.211	1.471	0.192	0.002	0.02	0	8820	0

Il cedimento e' pari a 1.44 [cm].

9.21 Cedimenti CPT2



9.21.1 Descrizione del metodo di calcolo.

Viene valutato il cedimento di una fondazione rettangolare con distribuzione delle pressioni uniformi sul terreno. La deformazione verticale viene calcolata in funzione del coefficiente di compressibilità del terreno e dell'incremento della pressione verticale efficace, valutato secondo il modello elastico. Lo stato di sforzo verticale dovuto al carico viene valutato lungo la verticale al di sotto del centro della fondazione, dove è massimo. Da questo valore viene sottratta la tensione verticale efficace geostatica corrispondente alla quota dello scavo. Le deformazioni sono quindi funzione dell'incremento di carico netto. Il terreno viene suddiviso in una serie di strisce con altezza massima pari a 10.0 cm, ed il cedimento edometrico totale è dato dalla somma delle deformazioni su ciascuna porzione per il relativo spessore. Questo procedimento è noto come "metodo monodimensionale" (Terzaghi, 1943). Secondo vari Autori, nel caso di argille tenere il cedimento così stimato corrisponde all'aliquota dovuta al processo di consolidazione, ed il cedimento immediato è pari al 10% di tale valore. Nel caso di argille consistenti, invece, la stima effettuata corrisponde al cedimento totale, ed il cedimento immediato rappresenta un'aliquota del 30%÷60% di tale valore.

9.21.2 Descrizione della fondazione.

Segue la caratterizzazione della stratigrafia:

Nome	Quota iniziale [cm]	γ_d [daN/cm³]	γ_t [daN/cm³]	OCR m_v [cm²/daN]
UL1	9700	0.0019	0.0019	1.00 0.0238
UL2	9600	0.0019	0.0019	1.00 0.0058
UL3	9480	0.0019	0.0019	1.00 0.0051
UL4	9260	0.0019	0.0019	1.00 0.0044
UL5	9020	0.0019	0.0019	1.00 0.0154
UL4	8900	0.0019	0.0019	1.00 0.0044
UL5	8820	0.0019	0.0019	1.00 0.0154

UL6	8340	0.0019	0.0019	1.00	0.0029
-----	------	--------	--------	------	--------

La falda si trova alla quota di 9030 [cm].

Segue la descrizione della fondazione:

Larghezza [cm]	220
Profondita' [cm]	1895
Quota [cm]	9600

Segue la tabella delle condizioni di carico:

Numero	Nome	N [daN]
1	Cond. 1	517006

9.21.3 Risultati.

Segue l'elenco dei cedimenti corrispondenti a ciascuna condizione di carico.

Cond.	Cedimento[cm]
1	1.54

La tabella successiva riassume i risultati del calcolo utilizzando la seguente legenda: $z_{m,rel}$ = quota media della striscia relativa al piano di posa, Δh = altezza della striscia, σ_v = tensione verticale totale geostatica (alla quota media), u = pressione neutra (alla quota media), σ'_v = tensione verticale efficace geostatica (alla quota media), q = sovraccarico (alla quota media), q_n = sovraccarico netto (alla quota media), ε = deformazione locale, Δs = cedimento locale, z = quota assoluta superiore della striscia, s_{tot} = cedimento totale (alla quota superiore).

$z_{m,rel}$ [cm]	Δh [cm]	σ_v [daN/cm ²]	u [daN/cm ²]	σ'_v [daN/cm ²]	q [daN/cm ²]	q_n [daN/cm ²]	ε [‰]	Δs [cm]	z [cm]	s_{tot} [cm]
5	10	0.2	0	0.2	1.24	1.05	6.09	0.06	9600	1.54
15	10	0.218	0	0.218	1.239	1.049	6.08	0.06	9590	1.48
25	10	0.237	0	0.237	1.234	1.044	6.06	0.06	9580	1.42
35	10	0.257	0	0.257	1.225	1.035	6.00	0.06	9570	1.36
45	10	0.276	0	0.276	1.21	1.02	5.92	0.06	9560	1.3
55	10	0.294	0	0.294	1.19	1	5.80	0.06	9550	1.24
65	10	0.313	0	0.313	1.165	0.975	5.65	0.06	9540	1.18
75	10	0.333	0	0.333	1.135	0.945	5.48	0.05	9530	1.13
85	10	0.352	0	0.352	1.103	0.913	5.29	0.05	9520	1.07
95	10	0.37	0	0.37	1.068	0.878	5.09	0.05	9510	1.02
105	10	0.39	0	0.39	1.033	0.843	4.89	0.05	9500	0.97
115	10	0.408	0	0.408	0.997	0.807	4.68	0.05	9490	0.92
125	10	0.428	0	0.428	0.961	0.771	3.93	0.04	9480	0.87
135	10	0.447	0	0.447	0.926	0.736	3.75	0.04	9470	0.83
145	10	0.466	0	0.466	0.892	0.702	3.58	0.04	9460	0.8
155	10	0.485	0	0.485	0.86	0.67	3.41	0.03	9450	0.76
165	10	0.504	0	0.504	0.828	0.638	3.26	0.03	9440	0.73
175	10	0.523	0	0.523	0.798	0.608	3.10	0.03	9430	0.69
185	10	0.542	0	0.542	0.77	0.58	2.96	0.03	9420	0.66
195	10	0.56	0	0.56	0.743	0.553	2.82	0.03	9410	0.63
205	10	0.58	0	0.58	0.717	0.527	2.69	0.03	9400	0.6
215	10	0.599	0	0.599	0.693	0.503	2.56	0.03	9390	0.58
225	10	0.618	0	0.618	0.67	0.48	2.45	0.02	9380	0.55
235	10	0.637	0	0.637	0.648	0.458	2.33	0.02	9370	0.53
245	10	0.655	0	0.655	0.627	0.437	2.23	0.02	9360	0.5
255	10	0.675	0	0.675	0.607	0.417	2.13	0.02	9350	0.48
265	10	0.693	0	0.693	0.589	0.399	2.03	0.02	9340	0.46
275	10	0.713	0	0.713	0.571	0.381	1.94	0.02	9330	0.44
285	10	0.732	0	0.732	0.554	0.364	1.86	0.02	9320	0.42
295	10	0.751	0	0.751	0.538	0.348	1.78	0.02	9310	0.4
305	10	0.77	0	0.77	0.523	0.333	1.70	0.02	9300	0.38
315	10	0.788	0	0.788	0.509	0.319	1.63	0.02	9290	0.37
325	10	0.808	0	0.808	0.495	0.305	1.56	0.02	9280	0.35

335	10	0.826	0	0.826	0.482	0.292	1.49	0.01	9270	0.34
345	10	0.846	0	0.846	0.469	0.279	1.23	0.01	9260	0.32
355	10	0.865	0	0.865	0.458	0.268	1.18	0.01	9250	0.31
365	10	0.884	0	0.884	0.446	0.256	1.13	0.01	9240	0.3
375	10	0.903	0	0.903	0.435	0.245	1.08	0.01	9230	0.29
385	10	0.922	0	0.922	0.425	0.235	1.03	0.01	9220	0.27
395	10	0.941	0	0.941	0.415	0.225	0.99	0	9210	0.26
405	10	0.959	0	0.959	0.405	0.215	0.95	0	9200	0.25
415	10	0.979	0	0.979	0.396	0.206	0.91	0	9190	0.25
425	10	0.998	0	0.998	0.387	0.197	0.87	0	9180	0.24
435	10	1.017	0	1.017	0.378	0.188	0.83	0	9170	0.23
445	10	1.036	0	1.036	0.37	0.18	0.79	0	9160	0.22
455	10	1.054	0	1.054	0.362	0.172	0.76	0	9150	0.21
465	10	1.074	0	1.074	0.355	0.165	0.72	0	9140	0.2
475	10	1.093	0	1.093	0.347	0.157	0.69	0	9130	0.2
485	10	1.112	0	1.112	0.34	0.15	0.66	0	9120	0.19
495	10	1.131	0	1.131	0.333	0.143	0.63	0	9110	0.18
505	10	1.15	0	1.15	0.327	0.137	0.60	0	9100	0.18
515	10	1.169	0	1.169	0.32	0.13	0.57	0	9090	0.17
525	10	1.187	0	1.187	0.314	0.124	0.55	0	9080	0.16
535	10	1.207	0	1.207	0.308	0.118	0.52	0	9070	0.16
545	10	1.226	0	1.226	0.302	0.112	0.49	0	9060	0.15
555	10	1.244	0	1.244	0.297	0.107	0.47	0	9050	0.15
565	10	1.264	0	1.264	0.291	0.101	0.45	0	9040	0.14
575	10	1.283	0.005	1.278	0.286	0.096	0.42	0	9030	0.14
585	10	1.302	0.015	1.287	0.281	0.091	1.40	0.01	9020	0.14
595	10	1.32	0.025	1.296	0.276	0.086	1.32	0.01	9010	0.12
605	10	1.34	0.034	1.305	0.271	0.081	1.25	0.01	9000	0.11
615	10	1.359	0.044	1.314	0.266	0.076	1.17	0.01	8990	0.1
625	10	1.377	0.054	1.324	0.262	0.072	1.10	0.01	8980	0.08
635	10	1.397	0.064	1.333	0.257	0.067	1.03	0.01	8970	0.07
645	10	1.415	0.074	1.342	0.253	0.063	0.97	0	8960	0.06
655	10	1.435	0.083	1.351	0.249	0.059	0.90	0	8950	0.05
665	10	1.453	0.093	1.36	0.244	0.054	0.84	0	8940	0.04
675	10	1.473	0.103	1.369	0.24	0.05	0.78	0	8930	0.04
685	10	1.492	0.113	1.379	0.237	0.047	0.72	0	8920	0.03
695	10	1.51	0.123	1.388	0.233	0.043	0.66	0	8910	0.02
705	10	1.53	0.132	1.397	0.229	0.039	0.17	0	8900	0.01
715	10	1.548	0.142	1.406	0.225	0.035	0.16	0	8890	0.01
725	10	1.568	0.152	1.415	0.222	0.032	0.14	0	8880	0.01
735	10	1.586	0.162	1.425	0.218	0.028	0.12	0	8870	0
745	10	1.605	0.172	1.434	0.215	0.025	0.11	0	8860	0
755	10	1.625	0.181	1.443	0.212	0.022	0.10	0	8850	0
765	10	1.643	0.191	1.452	0.209	0.019	0.08	0	8840	0
775	10	1.663	0.201	1.461	0.205	0.015	0.07	0	8830	0
785	10	1.681	0.211	1.471	0.202	0.012	0.19	0	8820	0
795	10	1.7	0.221	1.48	0.199	0.009	0.14	0	8810	0
805	10	1.719	0.231	1.489	0.196	0.006	0.10	0	8800	0
815	10	1.738	0.24	1.498	0.193	0.003	0.05	0	8790	0
825	10	1.757	0.25	1.507	0.191	0	0.01	0	8780	0

Il cedimento e' pari a 1.54 [cm].