

# CITTA' DI TORINO

VICE DIREZIONE GENERALE INGEGNERIA

DIREZIONE SERVIZI TECNICI PER L'EDILIZIA PUBBLICA

SERVIZIO EDILIZIA SCOLASTICA

Lavori di manutenzione straordinaria nel complesso "La Marchesa" - Palestra

Circoscrizione 6 - Corso Vercelli 141

## GRUPPO DI LAVORO

ATP

Ing. Alessio Camelliti

Arch. Aurelio Vergnano

Arch. Andrea Di Gregorio

IL PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI  
Ing. Alessio Camelliti

IL SUPPORTO AL RUP  
Arch. Eliana Zago

PROGETTISTA E  
COORDINATORE DELLA SICUREZZA  
IN FASE DI PROGETTAZIONE  
Geom. Luca Finotti

RESPONSABILE PROCEDIMENTO  
E DIRIGENTE DEL SERVIZIO  
Arch. Isabella QUINTO

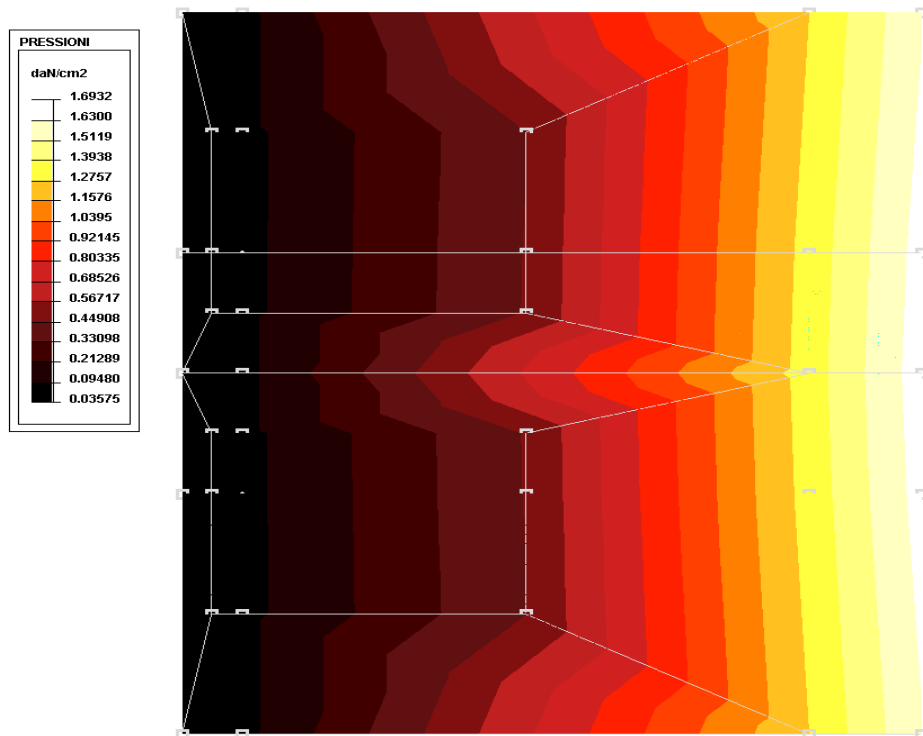
## PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

OGGETTO				NOME-FILE	Scala Plot
RELAZIONE SULLE FONDAZIONI				RIFERIMENTO	
				SCALA	
				-	
REV	MODIFICHE	DATA	DISEGNATORE	TAVOLA <b>STFO</b>	
0	EMISSIONE	Lug. 2012			
1					
2					
3					
4					
5					

## 1 Relazione sulle fondazioni

La presente relazione contiene le risultanze di calcolo relative alla capacità portante delle fondazioni delle strutture

Al fine di sintetizzare i risultati, si riporta di seguito una rappresentazione grafica dell'involuppo massimo delle pressioni al suolo esercitate dalle fondazioni:



il modello rappresentato è quello matematico, i colori più chiari si riferiscono alle pressioni al suolo maggiori. La pressione media non supera 1.7 daN/cm<sup>2</sup> nelle zone di picco, compatibili con i valori di resistenza del terreno riportati nella relazione geologica.

La condizione riportata nel disegno è la più gravosa per la struttura di fondazione.



	$\gamma_{G1,fav}$	$\gamma_{G1,sfa}$	$\gamma_{G2,fav}$	$\gamma_{G2,sfa}$	$\gamma_{Qi,fav}$	$\gamma_{Qi,sfa}$	$\gamma_{\gamma}$	$\gamma_{\phi}$	$\gamma_{c'}$	$\gamma_{R;v}$	$\gamma_{R;h}$	$\gamma_{R;e}$	$\gamma_{R;equ}$	$\gamma_{R;upl}$
1	1.00	1.30	0.00	1.50	0.00	1.50	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	-	-
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	-	-
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	-	-
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	-	-
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10	1.00	-	-

Segue la tabella riassuntiva di tutte le verifiche a **ribaltamento**.

Caso	Fondazione			Fondazione e Sottofondo		
	$R_d$ [daN*cm]	$E_d$ [daN*cm]	Verifica	$R_d$ [daN*cm]	$E_d$ [daN*cm]	Verifica
1-1	5454500	3223110	SI (5454500/3223110 = 1.69 >= 1.0)	6254780	3223110	SI (6254780/3223110 = 1.94 >= 1.0)
2-1	2186750	1148690	SI (2186750/1148690 = 1.90 >= 1.0)	2648030	1148690	SI (2648030/1148690 = 2.31 >= 1.0)
2-2	1663620	437890	SI (1663620/437890 = 3.80 >= 1.0)	2076650	444300	SI (2076650/444300 = 4.67 >= 1.0)
3-1	1930120	788170	SI (1930120/788170 = 2.45 >= 1.0)	2364470	788170	SI (2364470/788170 = 3.00 >= 1.0)
3-2	1930120	788170	SI (1930120/788170 = 2.45 >= 1.0)	2364470	788170	SI (2364470/788170 = 3.00 >= 1.0)
4-1	2222250	1179330	SI (2222250/1179330 = 1.88 >= 1.0)	2687010	1179330	SI (2687010/1179330 = 2.28 >= 1.0)
4-2	1638750	402240	SI (1638750/402240 = 4.07 >= 1.0)	2049790	409280	SI (2049790/409280 = 5.01 >= 1.0)
5-1	1934870	785550	SI (1934870/785550 = 2.46 >= 1.0)	2369600	785550	SI (2369600/785550 = 3.02 >= 1.0)
5-2	1934870	785550	SI (1934870/785550 = 2.46 >= 1.0)	2369600	785550	SI (2369600/785550 = 3.02 >= 1.0)

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	46331.7	62985.5	SI (62985.5/46331.7 = 1.36 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
2-1	19567.6	69346.1	SI (69346.1/19567.6 = 3.54 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
2-2	15382.6	132171.1	SI (132171.1/15382.6 = 8.59 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
3-1	17514.6	92778.6	SI (92778.6/17514.6 = 5.30 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
3-2	17514.6	92778.6	SI (92778.6/17514.6 = 5.30 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
4-1	19851.6	67624.1	SI (67624.1/19851.6 = 3.41 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
4-2	15183.6	135539.1	SI (135539.1/15183.6 = 8.93 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
5-1	17552.6	92226.2	SI (92226.2/17552.6 = 5.25 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
5-2	17552.6	92226.2	SI (92226.2/17552.6 = 5.25 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		

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

Caso	Cond. drenate			Cond. non drenate		
	$E_d$ [daN]	$R_d$ [daN]	Verifica	$E_d$ [daN]	$R_d$ [daN]	Verifica
1-1	0	17446.6	SI (17446.6/0 = 1.00 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
2-1	640.3	7412.7	SI (7412.7/640.3 = 11.58 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
2-2	640.3	5836.8	SI (5836.8/640.3 = 9.12 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
3-1	306.5	6632.7	SI (6632.7/306.5 = 21.64 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
3-2	306.5	6632.7	SI (6632.7/306.5 = 21.64 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
4-1	704.3	7519.7	SI (7519.7/704.3 = 10.68 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
4-2	704.3	5761.9	SI (5761.9/704.3 = 8.18 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
5-1	337.2	6647	SI (6647/337.2 = 19.71 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		
5-2	337.2	6647	SI (6647/337.2 = 19.71 >= 1.0)	Verifica non richiesta.		

## Descrizione del metodo di calcolo.

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

Per le verifiche in condizioni drenate, si utilizzano i coefficienti di capacità portante  $N_q$  (Prandtl, 1921),  $N_c$  (Reissner, 1924),  $N_{\gamma}$

(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).

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

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

## Descrizione della fondazione.

La fondazione ha piano di posa rettangolare, con lato X di 270 [cm], lato Y di 320 [cm], e centro alla quota z = -10 [cm]. Il piano di posa è orizzontale.

## Descrizione del terreno.

La stratigrafia è omogenea, presenta un solo strato							
n.	nome	z <sub>i</sub> [cm]	z <sub>f</sub> [cm]	γ <sub>d</sub> [daN/cm <sup>3</sup> ]	γ <sub>t</sub> [daN/cm <sup>3</sup> ]	c' [daN/cm <sup>2</sup> ]	φ' [°]
1	Sabbia	0	-1000	0.00185	0.00215	0	30

La stratigrafia non contiene una falda

## 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 <sub>x</sub> [daN]	F <sub>y</sub> [daN]	F <sub>z</sub> [daN]	M <sub>x</sub> [daN*cm]	M <sub>y</sub> [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	0	0	-46331.68	0	3223109	0	0	10
2-1	-640.31	0	-19567.6	0	1148686	0	0	10
2-2	640.31	0	-15382.6	0	437894	0	0	10
3-1	0	-306.53	-17514.6	-255220	788171	0	0	10
3-2	0	306.53	-17514.6	255220	788171	0	0	10
4-1	-704.34	0	-19851.6	0	1179329	0	0	10
4-2	704.34	0	-15183.6	0	402241	0	0	10
5-1	0	-337.18	-17552.6	-278972	785548	0	0	10
5-2	0	337.18	-17552.6	278972	785548	0	0	10
Rispetto al sistema di rif. locale (centro piano di posa):								
Caso	H <sub>x</sub> [daN]	H <sub>y</sub> [daN]	V <sub>z</sub> [daN]	M <sub>x</sub> [daN*cm]	M <sub>y</sub> [daN*cm]	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]
1-1	0	0	-46331.68	0	3223109	-	-	-
2-1	-640.31	0	-19567.6	0	1142283	-	-	-
2-2	640.31	0	-15382.6	0	444297	-	-	-
3-1	0	-306.53	-17514.6	-252155	788171	-	-	-
3-2	0	306.53	-17514.6	252155	788171	-	-	-
4-1	-704.34	0	-19851.6	0	1172286	-	-	-
4-2	704.34	0	-15183.6	0	409284	-	-	-
5-1	0	-337.18	-17552.6	-275600	785548	-	-	-
5-2	0	337.18	-17552.6	275600	785548	-	-	-

Le sollecitazioni applicate provocano un' eccentricità lungo X (max = 69.57 [cm]) e lungo Y (max = 15.7 [cm]), perciò le verifiche vengono eseguite sulla fondazione ridotta rettangolare.

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

1-1	69.57	0	asse X	asse Y
2-1	58.38	0	asse X	asse Y
2-2	28.88	0	asse X	asse Y
3-1	45	14.4	asse X	asse Y
3-2	45	14.4	asse X	asse Y
4-1	59.05	0	asse X	asse Y
4-2	26.96	0	asse X	asse Y
5-1	44.75	15.7	asse X	asse Y
5-2	44.75	15.7	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	$\gamma_\phi$	$\gamma_\gamma$	$\phi$ [°]	$\gamma$ [daN/cm <sup>3</sup> ]	$N_\gamma$	$s_\gamma$	$d_\gamma$	$i_{b\gamma}$	$i_{l\gamma}$	$b_\gamma$	$g_\gamma$	$h_\gamma$	$q'_{lim,\gamma}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1-1	1.00	1.00	30	0.00185	22.40	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	3.04
2-1	1.00	1.00	30	0.00185	22.40	1.14	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	0.87	2.88
2-2	1.00	1.00	30	0.00185	22.40	1.20	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	0.87	4.1
3-1	1.00	1.00	30	0.00185	22.40	1.19	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	0.87	3.68
3-2	1.00	1.00	30	0.00185	22.40	1.19	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	0.87	3.68
4-1	1.00	1.00	30	0.00185	22.40	1.14	1.00	0.91	1.00	1.00	1.00	0.87	2.83
4-2	1.00	1.00	30	0.00185	22.40	1.20	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00	0.87	4.13
5-1	1.00	1.00	30	0.00185	22.40	1.19	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	0.87	3.68
5-2	1.00	1.00	30	0.00185	22.40	1.19	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	0.87	3.68

Caso	$\gamma_c$	$c$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$N_c$	$s_c$	$d_c$	$i_{bc}$	$i_{lc}$	$b_c$	$g_c$	$h_c$	$q'_{lim,c}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1-1	1.00	0	30.14	1.25	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	-	0
2-1	1.00	0	30.14	1.29	1.02	0.94	1.00	1.00	1.00	0.94	0
2-2	1.00	0	30.14	1.40	1.01	0.93	1.00	1.00	1.00	0.94	0
3-1	1.00	0	30.14	1.37	1.02	1.00	0.97	1.00	1.00	0.94	0
3-2	1.00	0	30.14	1.37	1.02	1.00	0.97	1.00	1.00	0.94	0
4-1	1.00	0	30.14	1.28	1.02	0.94	1.00	1.00	1.00	0.94	0
4-2	1.00	0	30.14	1.41	1.01	0.92	1.00	1.00	1.00	0.94	0
5-1	1.00	0	30.14	1.38	1.02	1.00	0.97	1.00	1.00	0.94	0
5-2	1.00	0	30.14	1.38	1.02	1.00	0.97	1.00	1.00	0.94	0

Caso	$q'$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$N_q$	$s_q$	$d_q$	$i_{bq}$	$i_{lq}$	$b_q$	$g_q$	$h_q$	$q'_{lim,q}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1-1	0.02	18.40	1.12	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	-	0.39
2-1	0.02	18.40	1.14	1.02	0.95	1.00	1.00	1.00	0.92	0.35
2-2	0.02	18.40	1.20	1.01	0.93	1.00	1.00	1.00	0.92	0.36
3-1	0.02	18.40	1.19	1.02	1.00	0.98	1.00	1.00	0.92	0.37
3-2	0.02	18.40	1.19	1.02	1.00	0.98	1.00	1.00	0.92	0.37
4-1	0.02	18.40	1.14	1.02	0.94	1.00	1.00	1.00	0.92	0.34
4-2	0.02	18.40	1.20	1.01	0.93	1.00	1.00	1.00	0.92	0.35
5-1	0.02	18.40	1.19	1.02	1.00	0.97	1.00	1.00	0.92	0.37
5-2	0.02	18.40	1.19	1.02	1.00	0.97	1.00	1.00	0.92	0.37

Segue il confronto fra la pressione limite ed applicata.

Caso	$\gamma_{R,v}$	$q'_{lim}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$A$ [cm <sup>2</sup> ]	$R_d$ [daN]	$E_d$ [daN]	Verifica
1-1	2.30	1.5	41877.77	62985.5	46331.7	SI (62985.5/46331.7 = 1.36 >= 1.0)
2-1	2.30	1.41	49039.21	69346.1	19567.6	SI (69346.1/19567.6 = 3.54 >= 1.0)
2-2	2.30	1.95	67914.82	132171.1	15382.6	SI (132171.1/15382.6 = 8.59 >= 1.0)
3-1	2.30	1.77	52416.68	92778.6	17514.6	SI (92778.6/17514.6 = 5.30 >= 1.0)
3-2	2.30	1.77	52416.68	92778.6	17514.6	SI (92778.6/17514.6 = 5.30 >= 1.0)
4-1	2.30	1.39	48606.43	67624.1	19851.6	SI (67624.1/19851.6 = 3.41 >= 1.0)
4-2	2.30	1.96	69148.36	135539.1	15183.6	SI (135539.1/15183.6 = 8.93 >= 1.0)
5-1	2.30	1.77	52089.52	92226.2	17552.6	SI (92226.2/17552.6 = 5.25 >= 1.0)
5-2	2.30	1.77	52089.52	92226.2	17552.6	SI (92226.2/17552.6 = 5.25 >= 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	$\gamma_{\phi}$	$\gamma_{c'}$	$\phi$ [°]	$c'$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\delta$ [°]	$a$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_{R,h}$	$\gamma_{R,e}$	$R_h$ [daN]	$R_e$ [daN]
1-1	1.00	1.00	30	0	22.5	0	1.10	1.00	17446.55	0
2-1	1.00	1.00	30	0	22.5	0	1.10	1.00	7368.33	44.4
2-2	1.00	1.00	30	0	22.5	0	1.10	1.00	5792.44	44.4
3-1	1.00	1.00	30	0	22.5	0	1.10	1.00	6595.26	37.46
3-2	1.00	1.00	30	0	22.5	0	1.10	1.00	6595.26	37.46
4-1	1.00	1.00	30	0	22.5	0	1.10	1.00	7475.27	44.4
4-2	1.00	1.00	30	0	22.5	0	1.10	1.00	5717.5	44.4
5-1	1.00	1.00	30	0	22.5	0	1.10	1.00	6609.57	37.46
5-2	1.00	1.00	30	0	22.5	0	1.10	1.00	6609.57	37.46

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

Caso	$R_d$ [daN]	$E_d$ [daN]	Verifica
1-1	17446.6	0	SI (17446.6/0 = 1.00 >= 1.0)
2-1	7412.7	640.3	SI (7412.7/640.3 = 11.58 >= 1.0)
2-2	5836.8	640.3	SI (5836.8/640.3 = 9.12 >= 1.0)
3-1	6632.7	306.5	SI (6632.7/306.5 = 21.64 >= 1.0)
3-2	6632.7	306.5	SI (6632.7/306.5 = 21.64 >= 1.0)
4-1	7519.7	704.3	SI (7519.7/704.3 = 10.68 >= 1.0)
4-2	5761.9	704.3	SI (5761.9/704.3 = 8.18 >= 1.0)
5-1	6647	337.2	SI (6647/337.2 = 19.71 >= 1.0)
5-2	6647	337.2	SI (6647/337.2 = 19.71 >= 1.0)