

## Progetto dei pali di fondazione

Avendo in precedenza scelto di realizzare un palo con diametro 400 mm si procede di seguito a determinare le sollecitazioni interne ad esso e quindi a dimensionarne l'armatura.

Al singolo palo verranno trasmesse le sollecitazioni ritrovate ai piedi della colonna amplificate del peso del plinto e del momento flettente derivante dal trasporto del taglio dalla testa del plinto al piede. Di conseguenza al palo maggiormente sollecitato in testa competerà uno sforzo normale pari a:

$$N_{sd} = N + P_{plinto} + M/1,2$$

In tali condizioni il palo può essere visto come una trave di lunghezza infinita su suolo elastico cui è applicata una forza all'estremità pari proprio a  $T/2$ . Risolvendo quindi lo schema di tale trave considerata collegata con un bipendolo ai piedi del plinto si giunge a determinare il momento massimo registrato in testata pari a:

$$M_{sd} = \frac{T/2}{4 \cdot \alpha} \quad \text{dove} \quad \alpha = \sqrt[4]{\frac{D \cdot k_o}{4 \cdot E \cdot I}}$$

Ipotizzando una reazione del terreno  $k_o = 0,1$  N/mm, essendo  $E = 28500$  MPa e determinando l'inerzia:

$$I = \frac{\pi \cdot D^4}{64} = 1256637061,44 \text{ mm}^4$$

$$\text{si ottiene } \alpha = \sqrt[4]{\frac{400 \cdot 1}{4 \cdot 28500 \cdot 1256637061,44}} = 0,00129 \text{ cm}^{-1}$$

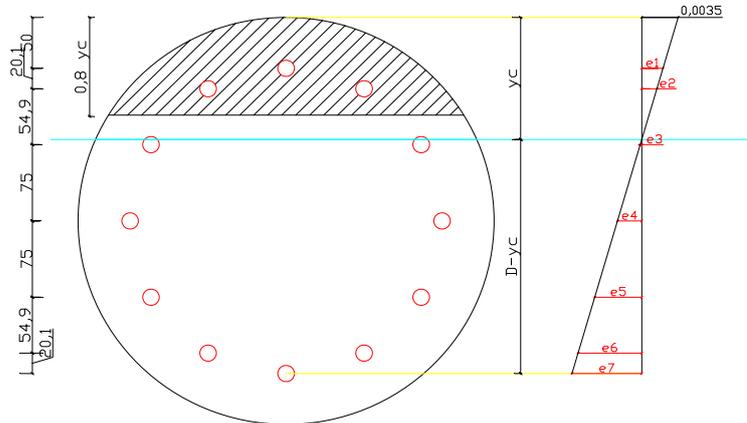
Considerando le 4 combinazioni di carico si ottiene la seguente tabella in cui  $N_{sd}$  e  $M_{sd}$  rappresentano le sollecitazioni di progetto a pressoflessione del palo:

	SLU01	SLU02	SLU03	SLU04
M [kNm]	94.51	122.72	126.27	8.03
N [kN]	153.03	114.49	31.57	93.45
T [kN]	26.68	37.03	39.41	2.69
$N_{sd}$ [kN]	263.79	248.76	168.80	132.14
$M_{sd}$ [kNm]	25.85	35.88	38.19	2.61

Ipotizzando di inserire 12 barre  $\Phi 16$  FeB38K si procede quindi con la verifica della sfruttando il

metodo iterativo ricordando che per sezioni circolari  $f'_{cd} = \frac{0,8 \cdot 0,83 \cdot R_{ck}}{1,6} = 10,37 \text{ MPa}$ .

A tal riguardo si ipotizza un asse neutro di partenza  $y_c = 120 \text{ mm}$ .



Essendo le barre di armatura FeB38K l'armatura si considera snervata se la deformazione è superiore a:

$$\varepsilon_{su} = \frac{f_{sd}}{E_s} = \frac{330}{206000} = 0,0016$$

### SLU01

tent.	$y_c$ [mm]	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	$\varepsilon_3$	$\varepsilon_4$	$\varepsilon_5$	$\varepsilon_6$	$\varepsilon_7$	$A_{c(0,8)}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\Delta N$ [N]	$\Delta y$ [mm]
1	120.00	0.0020	0.0015	-0.0001	-0.0023	-0.0045	-0.0061	-0.0067	8541.67	-457254.45	150.34
2	270.34	0.0029	0.0026	0.0019	0.0009	-0.0001	-0.0008	-0.0010	27423.16	299979.82	-96.57
3	173.77	0.0025	0.0021	0.0010	-0.0005	-0.0020	-0.0031	-0.0035	14621.30	-203419.41	61.84
4	235.61	0.0028	0.0025	0.0016	0.0005	-0.0006	-0.0014	-0.0017	22592.97	100748.75	-30.63
5	204.98	0.0026	0.0023	0.0014	0.0001	-0.0012	-0.0021	-0.0025	18532.67	-46760.99	14.21
6	219.20	0.0027	0.0024	0.0015	0.0003	-0.0009	-0.0018	-0.0021	20391.94	22206.92	-6.75
7	212.45	0.0027	0.0023	0.0014	0.0002	-0.0010	-0.0019	-0.0023	19503.29	-11851.99	3.60
8	216.05	0.0027	0.0024	0.0015	0.0003	-0.0010	-0.0018	-0.0022	19976.32	9615.69	-2.92

**yc 213.13**

$M_{Rd} = 89.58 \text{ kNm} > M_{Sd}^{(1)}$  **Verificato**

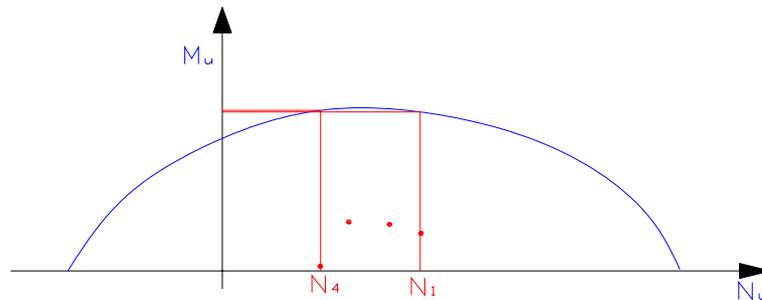
### SLU04

tent.	$y_c$ [mm]	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	$\varepsilon_3$	$\varepsilon_4$	$\varepsilon_5$	$\varepsilon_6$	$\varepsilon_7$	$A_{c(0,8)}$ [mm <sup>2</sup> ]	$\Delta N$ [N]	$\Delta y$ [mm]
1	120.00	0.0020	0.0015	-0.0001	-0.0023	-0.0045	-0.0061	-0.0067	0.71	8541.67	107.06
2	227.06	0.0027	0.0024	0.0016	0.0004	-0.0007	-0.0016	-0.0019	0.99	21439.19	-60.25
3	166.81	0.0025	0.0020	0.0009	-0.0007	-0.0023	-0.0034	-0.0038	0.84	13784.01	32.01

4	198.82	0.0026	0.0023	0.0013	0.0000	-0.0013	-0.0023	-0.0027	0.92	17741.13	-15.76
5	183.07	0.0025	0.0022	0.0011	-0.0003	-0.0018	-0.0028	-0.0032	0.88	15759.59	10.68
6	193.74	0.0026	0.0022	0.0012	-0.0001	-0.0015	-0.0025	-0.0028	0.91	17095.58	-3.65
7	190.09	0.0026	0.0022	0.0012	-0.0002	-0.0016	-0.0026	-0.0029	0.90	16635.34	2.88
8	192.97	0.0026	0.0022	0.0012	-0.0001	-0.0015	-0.0025	-0.0028	0.91	16998.26	-3.35
<b>yc</b>	<b>189.63</b>										

$$M_{Rd} = 90,40 \text{ kNm} > M_{Sd}^{(1)} \quad \text{Verificato}$$

Per la concavità del dominio si rende superfluo verificare il momento ultimo in relazione alle combinazioni 2 e 3, in quanto ai due valori estremi dello sforzo normale corrispondono momenti resistenti superiori ai momenti sollecitanti di tutte le combinazioni di carico; Pertanto la verifica a pressoflessione risulta soddisfatta.



Per il progetto della staffatura elicoidale si tiene conto che il taglio massimo si ha in testa al palo e vale  $V_{Sd} = T/2 = 19,71 \text{ kN}$

$$V_{Rd1} = 0,25 \cdot b_w \cdot d \cdot f_{ctd} \cdot r \cdot (1 + 50 \cdot \rho_l) \cdot \delta = 52,10 \text{ kN}$$

Risultando il taglio resistente maggiore del sollecitante si ritiene sufficiente inserire i minimi normativi di armatura; in particolare considerando che si tratta di una struttura di fondazione si ritiene necessario inserire una staffatura elicoidale  $\Phi 10$  passo 20 cm.