

## Esempio di Calcolo della Portata di un micropalo $\phi 220$ (mm) - Dott. Ing. Simone Caffè

### Stratigrafia del terreno

	Potenza	Profondità	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ [°]	$c'$ (kPa)	$\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	
h <sub>1</sub>	3,00	3,00	16,00	20,00	30	6,00	Strato 1
h <sub>2</sub>	6,50	9,50	17,30	31,90	5	7,30	Strato 2
h <sub>3</sub>	6,00	15,50	18,00	30,00	5	8,00	Strato 3
h <sub>4</sub>	4,50	20,00	17,00	28,00	5	7,00	Strato 4

Tutto il palo si trova completamente sottofalda

### Pressione geostatica:

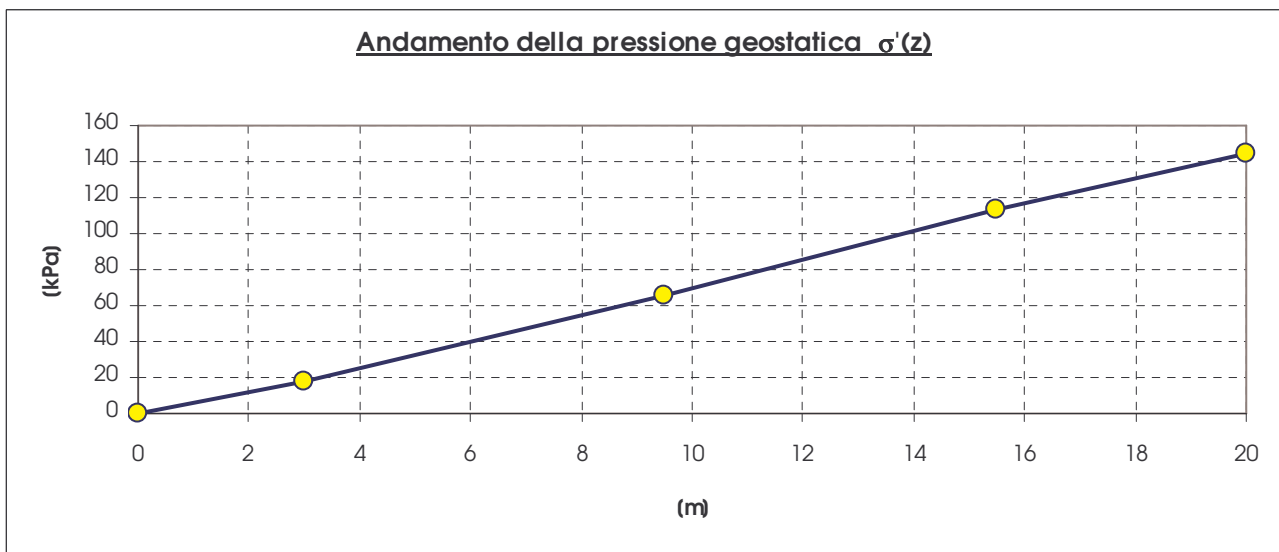
$$\sigma'_{v0}(z = 0.00) = 0.00 \quad (\text{kPa})$$

$$\sigma'_{v1}(z = h_1 = 3.00) = \gamma_1 \cdot z = 6 \cdot 3.00 = 18 \quad (\text{kPa})$$

$$\sigma'_{v2}(z = h_2 = 6.50) = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot z = 6 \cdot 3 + 7.3 \cdot 6.5 = 65.45 \quad (\text{kPa})$$

$$\sigma'_{v3}(z = h_3 = 6.00) = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot z = 6 \cdot 3 + 7.3 \cdot 6.5 + 8 \cdot 6 = 113.45 \quad (\text{kPa})$$

$$\sigma'_{v4}(z = h_4 = 4.50) = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 + \gamma_3 \cdot h_3 + \gamma_4 \cdot z = 6 \cdot 3 + 7.3 \cdot 6.5 + 8 \cdot 6 + 7 \cdot 4.50 = 144.95 \quad (\text{kPa})$$



### Portata alla punta secondo la teoria di Berezantzev:

Angolo di attrito efficace Kishida (1967):  $\phi' = \phi - 3^\circ = 28 - 3 = 25$  (-)

Dal grafico che mette in relazione angolo di attrito, e valore del coefficiente di capacità portante  $N_q$  in funzione del rapporto L/D (Viggiani - pag. 377) si ottiene:

$$L/D = 20/0.22 = 90.9 > 50 \quad \rightarrow \quad N_q = 6$$

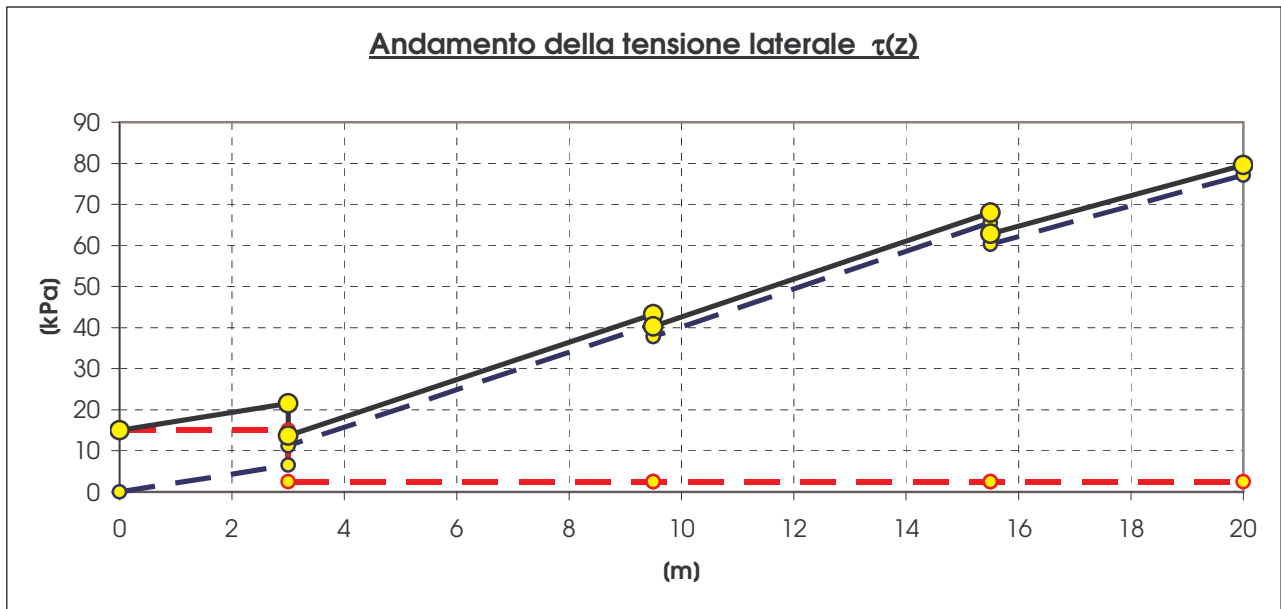
$$P_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot (N_q \cdot \sigma'_{v,\max})$$

$$P_p = \frac{\pi \cdot 0.22^2}{4} \cdot (6 \cdot 144.95) = 33 \quad (\text{kN})$$

Portata laterale:

$$P_L(z) = \pi \cdot D \cdot \int_0^{h_{i+1}} \tau(z) \cdot dz = \pi \cdot D \cdot \int_0^{h_{i+1}} [(\sigma'_{vi} + \gamma'_{i+1} \cdot z) \cdot K_s \cdot \tan\phi_{i+1} + \alpha \cdot c'_{i+1}] \cdot dz$$

$K_s = 1.00$  per tenere in conto della modalità di iniezione dei micropali



$$P_L(z = 3.00) = \pi \cdot D \cdot \int_0^{h_1} [\gamma'_1 \cdot z \cdot \tan\phi_1 + 0.5 \cdot c'_1] \cdot dz$$

$$P_L(z = 3.00) = \pi \cdot 0.22 \cdot \int_0^3 [6 \cdot z \cdot \tan(20) + 0.5 \cdot 30] \cdot dz = 37.89 \quad (\text{kN})$$

$$P_L(z = 6.50) = \pi \cdot D \cdot \int_0^{h_2} [(\sigma'_{v1} + \gamma'_2 \cdot z) \cdot \tan\phi_2 + 0.5 \cdot c'_2] \cdot dz$$

$$P_L(z = 6.50) = \pi \cdot 0.22 \cdot \int_0^{6.5} [(18 + 7.3 \cdot z) \cdot \tan(31.9) + 0.5 \cdot 5] \cdot dz = 127.91 \quad (\text{kN})$$

$$P_L(z = 6.00) = \pi \cdot D \cdot \int_0^{h_3} [(\sigma'_{v2} + \gamma'_3 \cdot z) \cdot \tan\phi_3 + 0.5 \cdot c'_3] \cdot dz$$

$$P_L(z = 6.00) = \pi \cdot 0.22 \cdot \int_0^6 [(65.45 + 8 \cdot z) \cdot \tan(30) + 0.5 \cdot 5] \cdot dz = 224.53 \quad (\text{kN})$$

$$P_L(z = 4.50) = \pi \cdot D \cdot \int_0^{h_4} [(\sigma'_{v3} + \gamma'_4 \cdot z) \cdot \tan\phi_4 + 0.5 \cdot c'_4] \cdot dz$$

$$P_L(z = 4.50) = \pi \cdot 0.22 \cdot \int_0^{4.5} [(113.45 + 7 \cdot z) \cdot \tan(28) + 0.5 \cdot 5] \cdot dz = 221.44 \quad (\text{kN})$$

$$P_{\text{TOT}} = P_p + \sum_i P_{Li} = 33 + (37.89 + 127.91 + 224.53 + 221.44) = 644.77 \quad (\text{kN})$$

		$\tau$		$\alpha c$		$\tau(z)$
0	(m)	0,00	+	15,00	=	15,00
3	(m)	6,55	+	15,00	=	21,55
3	(m)	11,20	+	2,50	=	13,70
9,5	(m)	40,74	+	2,50	=	43,24
9,5	(m)	37,78	+	2,50	=	40,28
15,5	(m)	65,50	+	2,50	=	68,00
15,5	(m)	60,32	+	2,50	=	62,82
20	(m)	77,07	+	2,50	=	79,57

$$z = 0.00 \quad \begin{cases} \tau_0 = 0 \\ \alpha \cdot c' = 0.5 \cdot 30 = 15 \end{cases} \quad (\text{kPa})$$

$$z = 3.00 \quad \begin{cases} \tau_1 = \gamma'_1 \cdot h_1 \cdot \tan \phi_1 = 6.55 \\ \bar{\tau}_1 = \gamma'_1 \cdot h_1 \cdot \tan \phi_2 = 11.20 \\ \alpha \cdot c' = 0.5 \cdot 30 = 15 \end{cases} \quad (\text{kPa})$$

$$z = 9.50 \quad \begin{cases} \tau_2 = (\sigma'_{v1} + \gamma'_2 \cdot h_2) \cdot \tan \phi_2 = 40.74 \\ \bar{\tau}_2 = (\sigma'_{v1} + \gamma'_2 \cdot h_2) \cdot \tan \phi_3 = 37.78 \\ \alpha \cdot c' = 0.5 \cdot 5 = 2.5 \end{cases} \quad (\text{kPa})$$

$$z = 15.50 \quad \begin{cases} \tau_3 = (\sigma'_{v2} + \gamma'_3 \cdot h_3) \cdot \tan \phi_3 = 65.50 \\ \bar{\tau}_3 = (\sigma'_{v2} + \gamma'_3 \cdot h_3) \cdot \tan \phi_4 = 60.32 \\ \alpha \cdot c' = 0.5 \cdot 5 = 2.5 \end{cases} \quad (\text{kPa})$$

$$z = 20.00 \quad \begin{cases} \tau_4 = (\sigma'_{v3} + \gamma'_4 \cdot h_4) \cdot \tan \phi_4 = 77.07 \\ \alpha \cdot c' = 0.5 \cdot 5 = 2.5 \end{cases} \quad (\text{kPa})$$