

Asistencia para diseño

Los diseños, cálculos y formulas mostrados en los siguientes ejemplos son realizados de acuerdo a las condiciones físicas y de ambiente correspondientes a cada uno de estos, por consiguiente no se recomienda utilizarlos para el cálculo de su estructura sin la debida supervisión o análisis de un profesional calificado.

Ejemplos:

1. Micropilote de cimentación a compresión.

Carga de diseño (compresión): $E_d = 712 \text{ kN}$

Selección: Miembro portante TITAN 73/53

Comprobación de la resistencia interna:

$$E_d < R_d$$

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

$$R_d = \frac{900 \text{ kN}}{1.15} = 783 \text{ kN}$$

(con $\gamma_M = 1,15$) -> cumple

Comprobación de la resistencia externa:

Determinación de la longitud de transmisión l_b necesaria con:

Resistencia por fuste a compresión: $\gamma_s = 1,10$
(según DIN 1054:2010-12 Tabla A.2.3)

Especificaciones:

Se realizarán pruebas de carga
en 2 micropilotes:

$$\gamma_s = 1,10$$

$$\xi_1 = 1,25$$

Terreno: hasta 5 m: relleno
(no soporta carga))

$$l_{free} = 5 \text{ m}$$

a partir de 5 m: Gravas-Arena
(Resistencia por punta)

$$q_c = 15 \text{ MN/m}^2$$

Boca de perforación: boca en cruz

$$d = 175 \text{ mm}$$

Aumento de diámetro: DIN SPEC 18539:

$$a = 20 \text{ mm}$$

Longitud saliente

$$\hat{U} = 0,50 \text{ m}$$

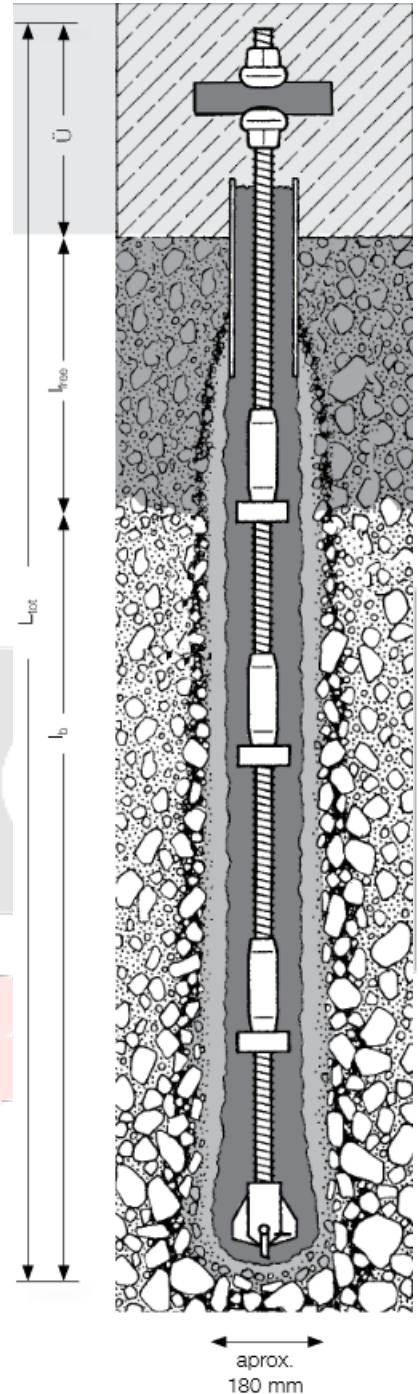
Valor límite del rozamiento por fuste:

EA Pfähle (Tabla 5.31 pilote tubular de inyección) $q_{s1,k} = 255 \text{ kN/m}^2$

Debe confirmarse mediante pruebas de carga:
Selección 2 (factor de forma ξ_1 , ver página 23)

$$P_p = 712 \text{ kN} \cdot 1,10 \cdot 1,25 = 979 \text{ kN}^*$$

*(Para las pruebas de carga deben elegirse secciones de acero mayores)



Longitud de transmisión l_b

$$l_b = \frac{E_d}{\pi \cdot (D + a) \cdot \frac{q_{s1,k}}{\gamma_s \cdot \xi_1}} = \frac{712 \text{ kN}}{\pi \cdot (0,175 \text{ m} + 0,02 \text{ m}) \cdot \frac{255 \text{ kN/m}^2}{1,10 \cdot 1,25}} = 6,27 \text{ m}$$

Longitud total L_{tot}

$$L_{tot} = l_b + \ddot{U} + l_{free}$$

$$L_{tot} = 6,27 \text{ m} + 0,50 \text{ m} + 5,0 \text{ m} = \underline{11,77 \text{ m}}$$

Resultado: $L_{tot} = 12,00 \text{ m}$

2. Micropilote de cimentación (Determinación del asiento en cabeza)



Longitud del micropilote: L_{tot} = 12,00 m
Valor característico de la carga: E_k = 500 kN

TITAN 73/53 (acero)

Diámetro nominal exterior: D_{acero} = 73 mm
Sección efectiva: A_{eff} = 1615 mm²
Rigidez a axil: $(EA)_{\text{acero}}$ = 299.000 kN

Cuerpo de inyección (cemento)

Diámetro del micropilote: $D = 180$ mm

Sección del bulbo $A_{\text{cemento}} = \pi \cdot (D^2 - D_{\text{acero}}^2) / 4$

$$A_{\text{cemento}} = (\pi \cdot (180^2 \text{ mm} - 73^2 \text{ mm})) / 4 \\ = 21.262 \text{ mm}^2$$

(El cemento en el interior del ducto de la barra de acero se desprecia)

Módulo de elasticidad $E_{\text{cemento}} = 34.000 \text{ N/mm}^2 = 34 \text{ kN/mm}^2$

Rigidez a axil del bulbo $(EA)_{\text{cemento}} = E_{\text{cemento}} \cdot A_{\text{cemento}}$

$$(EA)_{\text{cemento}} = 34 \text{ kN/mm}^2 \cdot 21262 \text{ mm}^2 \\ = 722.908 \text{ kN}$$

Rigidez a axil total $(EA)_{\text{tot}} = (EA)_{\text{acero}} + (EA)_{\text{cemento}}$

$$(EA)_{\text{tot}} = 722.908 \text{ kN} + 299.000 \text{ kN} \\ = 1.021.908 \text{ kN}$$

Obtención de la deformación/asiento en cabeza

$$\varepsilon_{l,\text{tot}} = \frac{E_k}{(EA)_{\text{tot}}}$$

$$\varepsilon_{l,\text{tot}} = \frac{500 \text{ kN}}{1.021.908 \text{ kN}} = 0,05\%$$

$$f = \varepsilon_{l,\text{tot}} \cdot L_{\text{tot}}$$

$$f = 0,05\% \cdot 12,00 \text{ m} = 6 \text{ mm}$$

3. Ejemplo de micropilote a tracción

Comprobación según EAU de acuerdo con el modelo de cálculo de Kranz, 1940

Carga de diseño (tracción) $E_d = 400 \text{ kN}$
Selección: Miembro portante TITAN 40/16

Comprobación de la resistencia interna:

$$E_d \leq R_d$$

$$R_d = R_k / \gamma_M$$

$$R_d = 490 \text{ kN} / 1,15 = 426 \text{ kN} \text{ (con } \gamma_M = 1,15)$$

→ Cumple

Comprobación de la resistencia interna:

Determinación de la longitud de transmisión l_b necesaria con:

Resistencia por fuste a tracción: $\gamma_s = 1,15$
(según DIN 1054:2010-12 Tabla A.2.3)

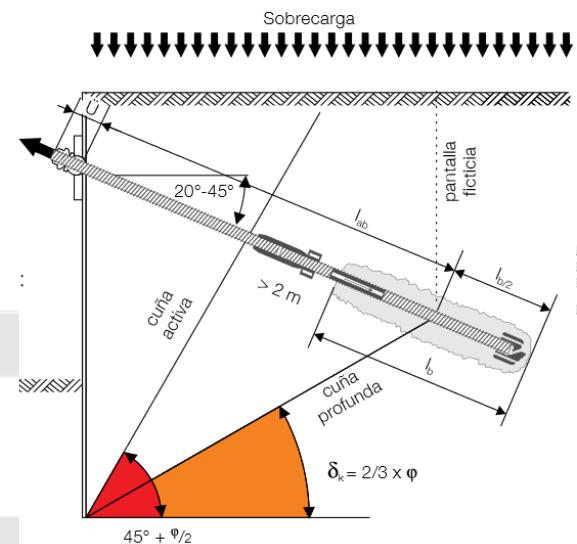
Factor de forma $\eta_M = 1,25$

Especificaciones:
Se realizarán pruebas de carga
en 3 micropilotes: $\xi_l = 1,15$

Terreno: suelo cohesivo
(resistencia al corte sin drenaje) $c_{u,k} = 250 \text{ kN/m}^2$

Boca de perforación: Boca para arcilla $d = 150 \text{ mm}$

Aumento de diámetro: DIN SPEC 18539: $a = 20 \text{ mm}$



Valor límite del rozamiento por fuste: $q_{s1,k} = 140 \text{ kN/m}^2$
(Hipótesis de acuerdo con EA Pfähle: Tabla 5.32 pilotes tibulares de inyección)

Debe confirmarse mediante pruebas de carga:
Selección: 3 (factor de forma ξ_1 , ver página 23)

$$P_p = 400 \text{ kN} \cdot 1,15 \cdot 1,25 \cdot 1,15 = \underline{661 \text{ kN}^*}$$

*(Para las pruebas de carga deben elegirse secciones de acero mayores)

Longitud de transmisión l_b

$$l_b = \frac{E_d}{\pi \cdot (d + a) \cdot \frac{q_{s1,k}}{\gamma_s \cdot \xi_1 \cdot \eta_M}} = \frac{400 \text{ kN}}{\pi \cdot (0,15 \text{ m} + 0,02 \text{ m}) \cdot \frac{140 \text{ kN/m}^2}{1,15 \cdot 1,25 \cdot 1,15}} = \underline{8,85 \text{ m}}$$

Longitud total L_{tot}

Distancia de la pantalla a la cuña profunda: $l_{ab} = 8,10 \text{ m}$

$$L_{tot} = \frac{l_b}{2} + l_{ab} + \ddot{U} = \frac{8,85}{2} + 8,10 \text{ m} + 0,30 \text{ m} = \underline{12,83 \text{ m}}$$

Seleccionamos: $L_{tot} = 13,00 \text{ m}$

4. Ejemplo de cálculo del volumen de la perforación:

TITAN 73/35

Boca de arcilla $d = 200 \text{ mm}$

Suelo cohesivo ($a = 20 \text{ mm}$ expansión del diámetro de perforación)

Diámetro de perforación: $D = 20 \text{ cm} + 2,0 \text{ cm} = 22 \text{ cm}$

Sección teórica del bulbo de inyección:

$$A = \pi \cdot (D/2)^2 = \pi \cdot (11 \text{ cm})^2 = \underline{380 \text{ cm}^2}$$

Volumen de perforación por m de longitud de bulbo:

$$V = A \cdot 1 \text{ m} = 380 \text{ cm}^2 \cdot 100 \text{ m} = 38.000 \text{ cm}^2 = 38 \text{ litros}$$

5. Ejemplo de cálculo de la cantidad de cemento seco:

La siguiente tabla indica en teoría los kg/m lineales para una perforación de referencia. Según la homologación, hay que utilizar cementos según DIN EN 197 y DIN SPEC 18539.

Cantidad de cemento necesaria	$Z = \frac{3V \times \gamma_{sus}}{1 + A/C}$	[kg]
Peso específico de la suspensión	$\gamma_{sus} = g_{sus}/V \frac{A/C + 1}{A/C + 1/3}$	[kg/l]
Peso de la suspensión	$g_{sus} = A + C$	[kg]
Volumen de la perforación	$V = W + V_c$	[l]
Volumen del cemento	$V_z = Z/g_{especif.}$	[l]
peso específico del cemento	$g_{especif.} = 3,0$	[kg/l]

Volumen de perforación y cantidad de cemento en función de la relación A/C

Pilote Ø D	Volumen de per- foración	Relación A/C						
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
[mm]	[l/m]	Cantidad de cemento [kg] por m lineal de bulbo de inyección						
60	2,8	3,9	3,4	3,0	2,7	2,5	2,3	2,1
90	6,4	8,7	7,6	6,8	6,2	5,6	5,2	4,8
120	11,3	15,4	13,6	12,1	10,9	10,0	9,2	8,5
150	17,7	24,1	21,2	18,9	17,1	15,6	14,3	13,3
180	25,4	34,7	30,5	27,3	24,6	22,5	20,6	19,1
200	31,4	42,8	37,7	33,7	30,4	27,7	25,5	23,6
220	38,0	51,8	45,6	40,7	36,8	33,5	30,8	28,5
250	49,1	66,9	58,9	52,6	47,5	43,3	39,8	36,8
300	70,7	96,4	84,8	75,7	68,4	62,4	57,3	53,0