

6. Para el muro de retención que se muestra en la figura, determine la fuerza lateral en reposo de la tierra por longitud unitaria del muro. También determine la ubicación de la fuerza resultante. Suponga OCR = 1 (4 puntos).

Solución

① Hallando K_0 y K_2
 $K_0 = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi)$ $K_2 = (1 - \sin \phi / \theta) \times 1$ $\sin 18^\circ$
 $K_0 = 0.69$ $K_2 = 0.69$

② calculando el fuerzo efectivo y Empuje horizontal

Para $z = 0$

$\gamma = 13.50 \text{ kN/m}^3$

$\phi' = 21^\circ$ (Ang. fricción)

$c' = 10 \text{ kN/m}^2$ (Cohesión)

$\sigma_0 = 2 \text{ m} \times 13.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$ $\rightarrow \sigma_1 = \sigma_0 \times 0.69 = 17.28 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Para $z = 5 \text{ m}$

$\sigma_0 = 27 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 3 \text{ m} \times (21.50 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} - 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}) = 62.07 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$\sigma_1 = 62.07 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 0.69 = 42.83 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$\gamma_{\text{sat}} = 21.50 \text{ kN/m}^3$

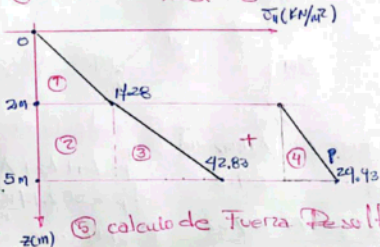
$\phi' = 18^\circ$ (Ang. fricción)

$c' = 12 \text{ kN/m}^2$ (Cohesión)

③ calculando presión de poros

$z = 0 \rightarrow u = 0$ $z = 2 \rightarrow u = 0$ $z = 5 \text{ m} \rightarrow u = 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \times 3 \text{ m} = 29.43 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

④ Gráfico de Presiones



⑤ calculo de Fuerza Resultante P_0

$P_0 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = \Sigma A = 151.58 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

⑥ calculo de ubicación de la Fuerza Resultante

$\Sigma \cdot P_0 = A_1 \times 3.67 + A_2 \times 1.5 + A_3 \times 1 + A_4 \times 1$
 $= 17.28 \times 3.67 + 151.84 \times 1.5 + 28.37 \times 1 + 44.15 \times 1$
 $\Sigma \cdot 151.58 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 223.64 \text{ kN}$

$\bar{z} = \frac{223.64 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{151.58 \frac{\text{kN}}{\text{m}}} \rightarrow \bar{z} = 1.48 \text{ m}$

#	Area (m/m)	Base (m)
1	$\frac{17.28 \times 2}{2} = 17.28$	$2 + \frac{2}{3} = 3.67$
2	$17.28 \times 3 = 51.84$	$\frac{3}{2} = 1.5$
3	$\frac{42.83 - 17.28}{2} \times 3 = 38.31$	$\frac{3}{3} = 1$
4	$\frac{29.43 \times 3}{2} = 44.15$	$\frac{3}{3} = 1$

$\Sigma A = 151.58 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

7. En la figura se muestra un muro de 5m de altura. Determine la fuerza pasiva de Rankine por longitud unitaria del muro. También determine la ubicación de la fuerza resultante (4 puntos).

Solución ① Hallando K_{p1} y K_{p2}

$$K_{p1} = \tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) = 2.2 \quad K_{p2} = \tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) = 1.83$$

② Para el estrato superior

$$z = 2 \quad \sigma_v = 2m \times 14.2 \frac{kN}{m^3} = 28.4 \frac{kN}{m^2}$$

$$y = 14.20 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 22^\circ \text{ (Ang. fricción)}$$

$$c = 10 \text{ kN/m}^2 \text{ (Cohesión)}$$

$$\sigma_p = \sigma_v K_p + 2c \sqrt{K_p}$$

$$\sigma_p = 28.4 \frac{kN}{m^2} \times 2.2 + 2 \times 10 \frac{kN}{m^2} \times \sqrt{2.2} = 92.14 \frac{kN}{m^2}$$

③ para el intermedio ϕ Cambio de estrato

$$z = 2 \quad \sigma_p = \sigma_v K_{p2} + 2c \sqrt{K_{p2}}$$

$$\sigma_p = 28.4 \frac{kN}{m^2} \times 1.83 + 2 \times 10 \frac{kN}{m^2} \times \sqrt{1.83} = 87.14 \frac{kN}{m^2}$$

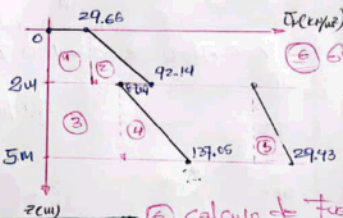
④ para el estrato inferior

$$\sigma_v = 28.4 \frac{kN}{m^2} + (18.90 \frac{kN}{m^3} - 9.8 \frac{kN}{m^3}) 3m = 55.67 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma_p = 55.67 \frac{kN}{m^2} \times 1.83 + 2 \times 10 \frac{kN}{m^2} \times \sqrt{1.83} = 137.05 \frac{kN}{m^2}$$

⑤ Presión de poros

$$z=0 \rightarrow u=0, z=2 \rightarrow u=0 \rightarrow z=5 \rightarrow u = 98 \frac{kN}{m^3} \times 3m = 294 \frac{kN}{m^2}$$



⑥ Gráfico de Presiones

⑥ cálculo de Fuerza Pasiva Resultante

$$P_p = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = \sum A$$

$$P_p = 502.17 \frac{kN}{m}$$

⑦ ubicación de Fuerza Pasiva Resultante

$$P_p \cdot \bar{z} = \sum \text{Area} \times \text{Brazo}$$

$$502.17 \frac{kN}{m} \times \bar{z} = 799.87 \text{ kN}$$

$$\bar{z} = \frac{799.87 \text{ kN}}{502.17 \frac{kN}{m}}$$

$$\bar{z} = 1.59 \text{ m}$$

Area (kN/m)	Brazo (m)	A x Brazo (kN)
$29.66 \times 2 = 59.32$	$\frac{2}{2} = 1$	59.32
$\frac{(92.14 - 87.14) \times 2}{2} = 5$	$\frac{2}{3} + \frac{2}{3} = 1.33$	6.67
$87.14 \times 2 = 174.28$	$\frac{2}{2} = 1$	174.28
$\frac{(137.05 - 87.14) \times 2}{2} = 49.91$	$\frac{2}{3} = 0.67$	33.26
$29.43 \times 1 = 29.43$	$\frac{1}{2} = 0.5$	14.71

$$\sum A = 502.17$$

$$\sum A \times \text{Brazo} = 799.87$$

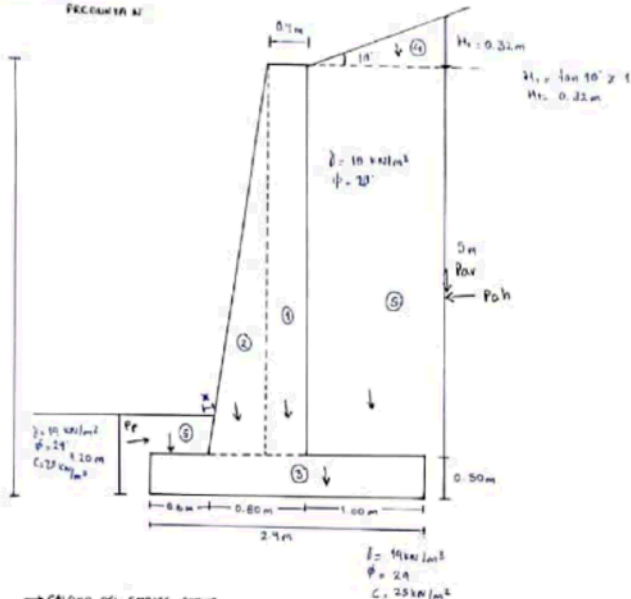


REDMI NOTE 8

48MP QUAD CAMERA

2025/3/4 11:16

Escaneado con CamScanner



→ CALCULO DEL EMPUJE ACTIVO

$$K_a = \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$\beta = 18^\circ$$

$$\phi = 29^\circ$$

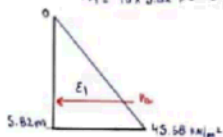
$$K_a = 0.436$$

Cuando $H = 0 \text{ m}$

$$\sigma_H = 0 \text{ kN/m}^2$$

Cuando $H = 5.82 \text{ m}$

$$\sigma_H = 19 \times 5.82 \times 0.436 = 45.68 \text{ kN/m}^2$$



Fuerza activa de Rankine: $P_a = E_1$

$$E_1 = \frac{45.68 \times 5.82}{2} = 132.93 \text{ kN}$$

Posición de la fuerza activa: Y_1

$$Y_1 = \frac{5.82}{3} = 1.94 \text{ m}$$

Componente vertical del empuje activo

$$P_{av} = P_a \cos \alpha$$

$$= 132.93 \cos(18^\circ) = 126.42 \text{ kN} \downarrow$$

Componente horizontal del empuje activo

$$P_{ah} = P_a \cos \alpha$$

$$= 132.93 \cos(18^\circ) = 126.42 \text{ kN} \leftarrow$$

Momento actuante: M_a

$$M_a = 126.42 \times 1.94 = 245.26 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

U201920523

Betha Lavan Lucera

CÁLCULO DEL EMPUJE PROPIO

$$D_f = 1.20 \text{ m} \quad \psi = 29^\circ \quad c = 25 \text{ kN/m}^2 \quad \gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\psi}{2} \right) \rightarrow K_p = 2.88$$

Cuando $H = 0 \text{ m}$

$$\sigma_H(0 \text{ m}) = 2(25)\sqrt{2.88} = 84.85 \text{ kN/m}^2$$

Cuando $H = 1.20 \text{ m}$

$$\sigma_H = K_p \sigma_v + 2c\sqrt{K_p}$$

$$\sigma_H = 2.88 \times (19 \times 1.2) + 2(25)\sqrt{2.88}$$

$$\sigma_H = 150.52 \text{ kN/m}^2$$

Fuerza Pasiva: $P_a = E_1 + E_2$

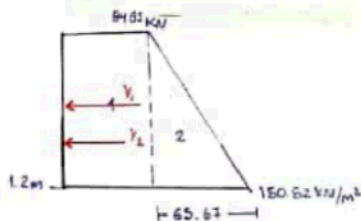
$$E_2 = \frac{65.67 \times 1.2}{2} = 39.40 \text{ kN}$$

$$y_2 = \frac{1.20}{3} = 0.40 \text{ m}$$

$$E_1 = 84.85 \times 1.2 = 101.82 \text{ kN}$$

$$y_1 = \frac{1.2}{2} = 0.6 \text{ m}$$

$$P_p = 141.22 \text{ kN}$$



Cálculo del momento resistente MR

Nº de pieza	Área (m²)	Peso / longitud unitaria	Brazo (m)	Momento (kN-m)
1	0.4 x 5 = 2	47.16	1.2	56.59
2	0.5 x 0.4 x 5 = 1	23.58	0.867	20.74
3	2.4 x 0.5 x 1.2	28.30	1.2	33.96
4	0.5 x 1 x 0.32 = 0.16	2.88	2.067	5.95
5	1 x 5 = 5	90	1.9	171
6	0.0756	1.44	0.32	0.26
Pv		41.08	2.4	98.59
Pp		101.82	0.6	61.09
It		39.40	0.4	15.76

$$\Sigma V = 234.43$$

$$\Sigma M_R = 463.85$$

Área 6

$$f_c = 23.58 \text{ N/m}^2$$

$$\square 0.6 \times 0.7 = 0.42$$

$$\frac{0.4}{5} = \frac{y}{0.7} \rightarrow y = 0.056$$

$$V = \frac{0.056 \times 0.7}{2} = 0.0196$$

$$\text{Área 6} = 0.0756$$

Brazo del Área 6

$$\frac{0.6}{2} + \frac{1}{3} \times 0.056 = 0.32$$

FACTOR DE SEGURIDAD AL VOLTEO ≥ 2

$$FS(\text{volteo}) = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_O} \geq 2$$

$$= \frac{463.85}{245.26} = 1.89 \quad ; \text{ no cumple}$$

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO ≥ 1.5

$$\Sigma F_R = \Sigma V \tan \phi + B \cdot C_a + P_p$$

$$K_1, K_2, \frac{z}{3}$$

$$i = 2/3 \times 29 = 19.33'$$

$$P_p = 141.22$$

$$C_a = 2/3 \times 25 = 16.67$$

$$B = 2.4 \text{ m}$$

$$\Sigma V = 234.43$$

$$\Sigma F_R = 234.43 \tan (19.33') + 2.4 \times 16.67 + 141.22 = 263.46$$

$$\Sigma F_D = \text{Pascos} = 126.42$$

$$FS(\text{deslizamiento}) = \frac{263.46}{126.42} = 2.08 \geq 1.5 \quad , \text{ si cumple}$$

VERIFICACIÓN DE EXCENTRICIDAD

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma M_C - \Sigma M_O}{\Sigma V} = 0.27$$

$$\frac{B}{6} = 0.4$$

$$e < \frac{B}{6} \quad , \text{ si cumple}$$

c) Se debería volver a dimensionar, ya que el FS al volteo no cumple. Se debería de incrementar la dimensión del talón del muro.

Ejercicio:

Se tiene una cimentación cuadrada de 2×2 en planta, el suelo que soporta la cimentación tiene un ángulo de fricción ϕ de 25° y $C = 20 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$ al γ del suelo es $16.5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$. Determine la capacidad de carga permisible sobre la cimentación con un factor de seguridad de 3. Suponga la profundidad de cimentación es de 1.5 m y que ocurre una falla general por corte de suelo.

Paso 1: Datos

$$B = 2.00 \text{ m}$$

$$L = 2.00 \text{ m}$$

$$\phi = 25^\circ$$

$$C = 20 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma = 16.5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3}$$

$$D_f = 1.50 \text{ m}$$

$$F_3 = 3$$

Paso 2: Factores $N_c, N_q, N_{\gamma}, \phi$

$$N_c = 20.72$$

$$N_q = 10.66 \quad (\text{interpolación})$$

$$N_{\gamma} = 10.88$$

$$25.10$$

$$q_u = C' N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_{\gamma} F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Paso 3: Sobrecarga (q)

$$q = \gamma D_f$$

$$q = 16.5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} (1.50 \text{ m})$$

$$q = 24.75 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

Paso 4: Factores Forma

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} \left(\frac{N_q}{N_c} \right) = 1 + \frac{2.00 \text{ m}}{2.00 \text{ m}} \left(\frac{10.66}{20.72} \right) = 1.51$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi = 1 + \frac{2.00 \text{ m}}{2.00 \text{ m}} (\tan 25^\circ) = 1.47$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right) = 1 - 0.4 \left(\frac{2.00 \text{ m}}{2.00 \text{ m}} \right) = 0.6$$

Paso 5: Factores Profundidad

$$F_{qd} = 1.23$$

$$F_{cd} = 1.25$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

Paso 6: Factores de inclinación

$$F_{ci} = 1$$

$$F_{qi} = 1$$

$$F_{\gamma i} = 1$$

Paso 7: Ecuación

$$q_u = 20 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} (20.72) (1.51) (1.25) (1) + 24.75 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2} (10.66) (1.47) (1.23) (1) + \frac{1}{2} \left(16.5 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} \right) (2.00 \text{ m}) (10.88) (0.6) (1)$$

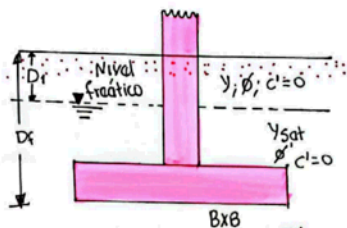
$$q_u = 13.6614 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{perm} = \frac{q_u}{F.S} = 455.38 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{adm} = \frac{q_u - q}{F.S}$$

<
menor
>
mayor

Se tiene que construir una cimentación cuadrada BxB, suponga que el peso específico es de 16.5 kN/m^3 , peso específico saturado 18.55 kN/m^3 , ángulo de fricción 34° , profundidad de desplante 1.20 m , $\gamma_{\text{sat}} = 0.61 \text{ m}$ la carga permisible bruta con factor de seguridad igual a 3 es de 667.20 kN . Determine el tamaño de la zapata.



D_f = profundidad de la cimentación

Paso 1: Datos

$$\gamma = 16.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\phi = 34^\circ$$

$$c' = 0$$

$$D_f - D_1: \gamma_{\text{sat}} = 18.55 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

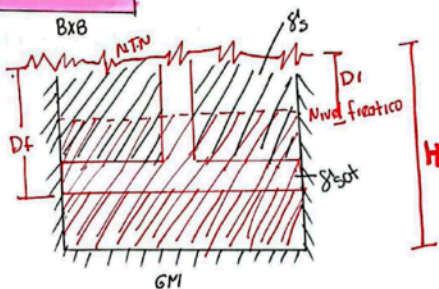
$$\phi = 34^\circ$$

$$c' = 0$$

BxB (cuadrado)

$D_f: 1.20 \text{ m}$

$D_1: 0.61 \text{ m}$



Paso 2: $Q_{\text{permisible}}$ (carga)

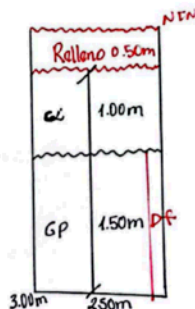
$$Q_{\text{perm}} = \frac{667.20 \text{ kN}}{B \times B (\text{m}^2)}$$

Paso 3: Relación

$$Q_{\text{perm}} \approx \frac{q}{F.S.}$$

Paso 4: q_u

$$q_u = q_{\text{net}} \dots$$



CL = suelo malo - estrato

GP = suelo bueno -

Paso 5: 'q'

$$q = \gamma' Df$$

$$q = \gamma'_s (D_1) + (\gamma'_{sat} - \gamma'_{agua}) (Df - D_1)$$

$$q = 16.5 \frac{kN}{m^3} (0.61m) + (18.55 \frac{kN}{m^3} - 10 \frac{kN}{m^3}) (1.22m - 0.61m)$$

$$q = 15.28 kN/m^2$$

Paso 6: γ'

$$\gamma' = (\gamma'_{sat} - \gamma'_{agua}) = 18.55 \frac{kN}{m^3} - 10 \frac{kN}{m^3} = 8.55 \frac{kN}{m^3}$$

Paso 7: F. Forma

$$F_{cs} = 0$$

$$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{P} \right) \tan 34^\circ = 1.67$$

$$F_{yc} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{P} \right) = 0.6$$

Paso 8: F. profundidad

$$F_{cd} = 0$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan 34 (1 - \sin 34) \left(\frac{1.22m}{B} \right)^2 = 1 + \frac{0.32}{B}$$

$$F_{yd} = 1$$

Paso 9: F. Inclinaón

$$\begin{aligned} F_{ci} &= 0 \\ F_{qi} &= 1 \\ F_{yi} &= 1 \end{aligned}$$

Paso 10: N_c ; N_q y N_γ

$$N_c = 0$$

$$N_q = 29.44$$

$$N_\gamma = 41.06$$

Paso 11: q_u

$$\begin{aligned} q_u &= 15.28 kN/m^2 (29.44) (1.67) \left(1 + \frac{0.32}{B} \right) (1) + 0.5 \left(8.55 \frac{kN}{m^3} \right) B (41.06) (0.6) (1) \\ &= 751.24 \left(1 + \frac{0.32}{B} \right) + 105.32 B \\ &= \left(\frac{751.24 B + 240.4}{B} \right) + 105.32 B \end{aligned}$$

Paso 12:

$$q_{perm} = \frac{q_u}{F_s}; \frac{667.20}{B^2} = \left(\frac{751.200 + 240.4}{3B} + \frac{105.32B}{3} \right)$$

$$\frac{667.20}{B^2} = \frac{250.40B + 80.13}{B} + 35.11B$$

$$667.20 = (250.40B + 80.13)B + 35.11B^3$$

$$667.20 = 250.40B^2 + 80.13B + 35.11B^3$$

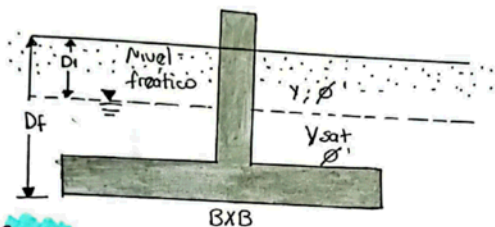
$$35.11B^3 + 250.40B^2 + 80.13B - 667.20$$

$$B_1 = -6.29m$$

$$B_2 = 1.37m \quad \sim \quad 1.40m - B$$

$$B_3 = -2.2m$$

Se tiene que construir una cimentación cuadrada ($B \times B$) como se muestra en la figura suponga que $\gamma = 14.20 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{\text{sat}} = 18.70 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 14.50^\circ$, $D_f = 1.50 \text{ m}$ cohesión 24.50 kN/m^2 y $D_1 = 0.60 \text{ m}$. La carga permisible bruta Q_{perm} con $F_s = 3$ es 660.30 kN . Determine el tamaño de la zapata.



Paso 1:

$$\frac{660.30 \text{ kN}}{B \times B \text{ (m}^2\text{)}} = \frac{q_u}{F_s} \text{ kN/m}^2$$

Paso 2: Factores $\phi = 14.50$

$$N_c = \frac{15^\circ - 14.5^\circ}{14.5^\circ - 14^\circ} = \frac{10.98 - X}{X - 10.37} = 10.68$$

$$N_q = \frac{15^\circ - 14.5^\circ}{14.5^\circ - 14^\circ} = \frac{3.94 - X}{X - 3.59} = 3.77$$

$$N_\gamma = \frac{15^\circ - 14.5^\circ}{14.5^\circ - 14^\circ} = \frac{2.65 - X}{X - 2.29} = 2.47$$

Paso 3: Factores Forma:

$$F_{cs} = 1 + \frac{B}{L} \left(\frac{3.77}{10.68} \right) = 1.35$$

$$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan(14.50^\circ) = 1.26$$

$$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L} \right) = 0.6$$