

PROVINCIA DE  
ENTRE RÍOS



**CONSEJO FEDERAL  
DE INVERSIONES**

**“PLAN MAESTRO DE READECUACION  
PORTUARIA DEL PUERTO DE CONCEPCION DEL  
URUGUAY”**

MEMORIA DE CALCULO TABLESTACADO

ABRIL 2022

ING.CIVIL LORENA BROCHE

## Verificaciones Estructurales

### Modelo de Cálculo

Se modeló utilizando el programa SAP2000 la estructura de la tablestaca. Se modeló la estructura con elementos tipo frame, y se colocaron resortes horizontales para representar la interacción entre la estructura y el suelo, un resorte en la ubicación del tensor y un apoyo fijo en la punta de la tablestaca.

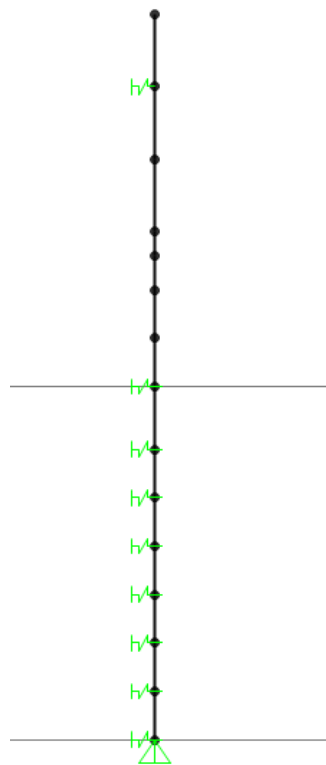


Fig. 1: Vista General sin cargas de la Tablestaca.

Los valores de coeficiente de balasto horizontal del suelo ( $kh$ ), se obtienen de los estudios de suelos, para modelar los resortes.

Considerando un ancho de 1,00m, se obtienen entonces los siguientes valores para el modelo de cálculo:

| Cota Nivel | a | b | Kh (t/m) |
|------------|---|---|----------|
| 5          | 1 | 1 | 2000     |
| 4          | 1 | 1 | 2000     |
| 3          | 1 | 1 | 2000     |
| 2          | 1 | 1 | 2000     |
| 1          | 1 | 1 | 2000     |
| 0          | 1 | 1 | 2000     |
| -1         | 1 | 1 | 2000     |
| -2         | 1 | 1 | 2000     |
| -3         | 1 | 1 | 2000     |
| -4         | 1 | 1 | 2000     |
| -5         | 1 | 1 | 2000     |
| -6         | 1 | 1 | 7000     |
| -7         | 1 | 1 | 7000     |
| -8         | 1 | 1 | 7000     |
| -9         | 1 | 1 | 7000     |

### Verificación Estructural

#### Tablestaca

Se adopta la tablestaca con un perfil AZ 18-700

$$h = 0,42 \text{ m}$$

$$b = 0,70 \text{ m}$$

$$A = 139 \text{ cm}^2/\text{m} = 0,0139 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$W = 1800 \text{ cm}^3/\text{m} = 0,0018 \text{ m}^3/\text{m}$$

#### Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

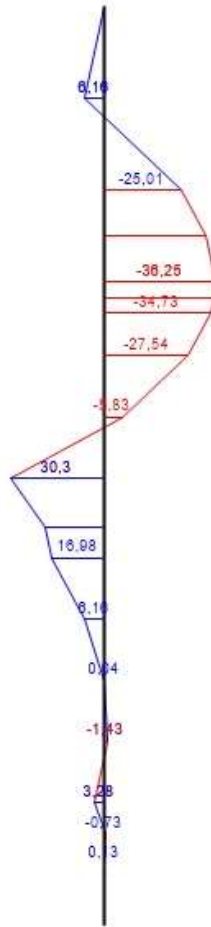


Fig. 2: Momento Máximo.



Fig. 3: Reacción Máxima en anclaje.

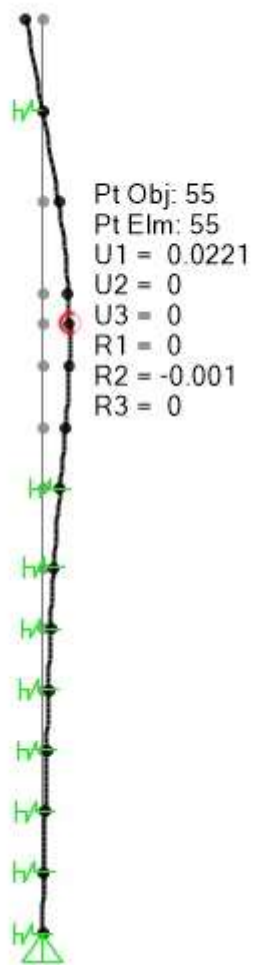


Fig. 4: Deformación Máxima.

### Dimensionamiento

$M_u = 36 \text{ tm}$

### Flexión

| $\phi$ | $f_y \text{ (t/cm}^2\text{)}$ | $W \text{ (cm}^3\text{/m)}$ | $M_n \text{ (tm)}$ | $\phi M_n \text{ (tm)}$ | $M_u \text{ (tm)}$ | Verifica        |
|--------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|
| 0,9    | 3,55                          | 1800,0                      | 64                 | <b>58</b>               | <b>36</b>          | <b>Verifica</b> |

### Verificación de deformación

$L_0 = 12,00 \text{ m}$

distancia entre apoyos

$\delta_{\max} = 0,0221 \text{ m} = 2,21 \text{ cm}$

$\delta_{\text{adm}} = L_0 / 300 = 1200 \text{ cm} / 300 = 4,00 \text{ cm} > 2,21 \text{ cm} \quad \text{VERIFICA}$

### Tensor

Se proponen tensores de acero ubicados cada 1,20 m y a 1,50 m de profundidad.

$$P = 22 \text{ t/m}$$

$$P_t = 22 \text{ t/m} \times 1,20 \text{ m} = 26,40 \text{ t}$$

$$y_{gt} = 1,50 \text{ m}$$

Se adoptan  $2 \phi 1" \frac{1}{4}$  (15,83 cm<sup>2</sup>)

Se considera una sección efectiva de un 80% de la sección nominal en la parte roscada, y un coeficiente de seguridad de 2,00. La protección prevista para los tensores consiste en caños de PVC inyectados con lechada de cemento.

$$A_s = 0,80 \times 15,83 \text{ cm}^2 = 12,70 \text{ cm}^2$$

| $\gamma$ | $f_y$ (t/cm <sup>2</sup> ) | $A_s$ (cm <sup>2</sup> ) | $T_y$ (t) | $T_{adm}$ (t) | $T_s$ (t) | Verifica |
|----------|----------------------------|--------------------------|-----------|---------------|-----------|----------|
| 2        | 4,2                        | 12,7                     | 53        | 27            | 26        | Verifica |

#### Pantalla de Anclaje

$$e = 0,60 \text{ m}$$

$$h = 2,50 \text{ m}$$

$$b_0 = 1,20 \text{ m} \quad \text{separación tensores}$$

$$A = 3,00 \text{ m}^2$$

$$y_{gm} = 2,50 \text{ m}$$

#### Verificación de las tensiones en el suelo

$$P = 22 \text{ t/m}$$

$$P_t = 22 \text{ t/m} \times 1,20 \text{ m} = 26,40 \text{ t}$$

$$\sigma_s = 26,40 \text{ t} / 3,00 \text{ m}^2 = 8,80 \text{ t/m}^2$$

Se calcula la resistencia del suelo, igual al empuje pasivo

| Profundidad (m) | $\gamma_h$ (t/m <sup>3</sup> ) | $\sigma'_v$ (t/m <sup>2</sup> ) | $k_p$ | $\sigma'_h$ (t/m <sup>2</sup> ) |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| 1,25            | 2,00                           | 2,50                            | 3,69  | 9,23                            |
| 3,75            | 2,00                           | 7,50                            | 3,69  | 27,68                           |

Tomando una tensión de

$$\sigma = (9,23 \text{ t/m}^2 + 27,68 \text{ t/m}^2) / 2 = 18,45 \text{ t/m}^2$$

Se considera un Factor de Seguridad de 1,50, resultando

| $\sigma$ (t/m <sup>2</sup> ) | FS   | $\sigma_{adm}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $\sigma_s$ (t/m <sup>2</sup> ) | Verifica |
|------------------------------|------|------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 18,45                        | 1,50 | 12,30                              | 8,80                           | Verifica |

El suelo de relleno será compactado en capas de 30 cm con Proctor densidad HRB 98%.

#### Verificación Estructural

$$q = 8,80 \text{ t/m}^2$$

#### Solicitaciones

En dirección longitudinal

$$Ml = (8,80 \text{ t/m}^2 \times 2,50 \text{ m}) \times (1,20 \text{ m})^2 / 8 = 3,96 \text{ tm}$$

$$Ql = (8,80 \text{ t/m}^2 \times 2,50 \text{ m}) \times 1,20 \text{ m} = 26,40 \text{ t}$$

$$Mlu = 1,60 \times 3,96 \text{ tm} = 6,34 \text{ tm}$$

$$Qlu = 1,60 \times 26,40 \text{ t} = 42,24 \text{ t}$$

En dirección vertical

$$Mv = 8,80 \text{ t/m}^2 \times (2,50 \text{ m} / 2)^2 / 2 = 6,88 \text{ tm/m}$$

$$Qv = 8,80 \text{ t/m}^2 \times 2,50 \text{ m} / 2 = 11,00 \text{ t/m}$$

$$Mvu = 1,60 \times 6,88 \text{ tm/m} = 11,00 \text{ tm/m}$$

$$Qvu = 1,60 \times 11,00 \text{ t/m} = 17,60 \text{ t/m}$$

#### Dimensionamiento

##### Dirección Longitudinal

$$Mu = 6,34 \text{ tm}$$

$$Qu = 42,24 \text{ t}$$

#### Flexión

Se adopta Armadura 12  $\phi 16$  (24,1 cm<sup>2</sup>)

| $\phi$ | $f_y$ (t/cm <sup>2</sup> ) | $d$ (m) | $A_s$ (cm <sup>2</sup> ) | $T$ (t) | $\beta$ | $Mn$ (tm ) | $\phi Mn$ (tm ) | $Mu$ (tm ) | Verifica |
|--------|----------------------------|---------|--------------------------|---------|---------|------------|-----------------|------------|----------|
| 0,9    | 4,2                        | 0,52    | 24,1                     | 101     | 0,85    | 45         | 40              | 6          | Verifica |

#### Corte

| $\phi$ | $f_c'$ (MPa) | $b_w$ (m) | $d$ (m) | $Vu$ (t) | $Vn$ (t) | $Vc$ (t) | $Vs$ (t)     |
|--------|--------------|-----------|---------|----------|----------|----------|--------------|
| 0,75   | 35           | 2,5       | 0,52    | 42       | 56,32    | 128,55   | No Necesaria |

Se adopta armadura 2 e<sup>o</sup>  $\phi 16$  c/20cm (40,2 cm<sup>2</sup>/m)

#### Dirección Vertical

$$Mu = 11,00 \text{ tm/m}$$



$Q_u = 17,60 \text{ t/m}$

### Flexión

Armadura

$\phi 20 \text{ c/20 (15,71 cm}^2\text{/m)}$

| $\phi$ | $f_y \text{ (t/cm}^2\text{)}$ | $d \text{ (m)}$ | $A_s \text{ (cm}^2\text{/m)}$ | $T \text{ (t)}$ | $\beta$ | $M_n \text{ (tm/m)}$ | $\phi M_n \text{ (tm/m)}$ | $M_u \text{ (tm/m)}$ | Verifica        |
|--------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|---------|----------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|
| 0.9    | 4.2                           | 0.52            | 15.71                         | 66              | 0.85    | 29.24                | <b>26.32</b>              | <b>11.00</b>         | <b>Verifica</b> |

| $\phi$ | $f'_c \text{ (MPa)}$ | $b_w \text{ (m)}$ | $d \text{ (m)}$ | $V_u \text{ (t)}$ | $V_n \text{ (t)}$ | $V_c \text{ (t)}$ | $V_s \text{ (t)}$   |
|--------|----------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 0,75   | 35                   | 1                 | 0,52            | <b>18</b>         | <b>23,47</b>      | 51,42             | <b>No Necesaria</b> |

No se necesita colocar armadura de corte.

### Verificación de punzonado

Se verifica punzonado sobre en la losa ante la carga transmitida por el tensor.

$P = 26,40 \text{ t}$  en punto de anclaje de tensor

$e = 60 \text{ cm}$

$a = 20,00 \text{ cm}$

$a_{med} = 0,80 \times (20 \text{ cm} + 60 \text{ cm}) = 64 \text{ cm}$

Perímetro medio =  $4 \times 64 \text{ cm} = 256 \text{ cm}$

$h = 60 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 55 \text{ cm}$

| $f'_c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ | $P \text{ (t)}$ | Perim med (m) | $h \text{ (m)}$ | $A_p \text{ (m}^2\text{)}$ | $\zeta_p \text{ (t/m}^2\text{)}$ | $\zeta_p \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ | $\zeta_{adm} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ | Verifica        |
|---------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--|-----------------|
| 350                             | 26,40           | 2,56          | 0,55            | 1,41                       | 18,75                            | 1,88                               | 8,42                                   | <b>Verifica</b> |

### Resumen de armado:

Armadura Longitudinal

$\phi 16 \text{ c/20cm}$  ambas caras

Estribos

$2e^\circ \phi 16 \text{ c/20cm}$  (internos)+1  
estribo perimetral  $1 e^\circ. \phi 20$   
 $\text{c/20cm}$

### Viga de Coronamiento

#### Verificación Estructural

$h = 1,00 \text{ m}$

$b = 0,80 \text{ m}$

$rec = 5 \text{ cm}$

### Solicitaciones

En dirección horizontal

$M = 22 \text{ t/m} \times (1,20 \text{ m})^2 / 8 = 4,00 \text{ tm}$

$$Q = 22 \text{ t/m} \times 1,20 \text{ m} / 2 = 13,20 \text{ t}$$

### Dimensionamiento

$$M_u = 4,00 \text{ tm} \times 1,60 = 6,40 \text{ tm}$$

$$Q_u = 13,20 \text{ t} \times 1,60 = 21,12 \text{ tm}$$

### Flexión

Se adopta Armadura 8  $\phi$ 20 (25,1 cm<sup>2</sup>)

| $\phi$ | $f_y$ (t/cm <sup>2</sup> ) | d (m) | $A_s$ (cm <sup>2</sup> ) | T (t) | $\beta$ | Mn(tm ) | $\phi$ Mn(tm ) | Mu (tm ) | Verifica |
|--------|----------------------------|-------|--------------------------|-------|---------|---------|----------------|----------|----------|
| 0,9    | 4,2                        | 0,72  | 25,1                     | 106   | 0,65    | 50      | 45             | 6        | Verifica |

### Corte

| $\phi$ | $f_c'$ (MPa) | bw (m) | d (m) | Vu (t) | Vn (t) | Vc (t) | Vs (t)       |
|--------|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------------|
| 0,75   | 35           | 1      | 72,15 | 21     | 28,16  | 71,14  | No Necesaria |

Se adopta armadura 2 e°  $\phi$ 16 c/20cm (40,2 cm<sup>2</sup>/m)

### Resumen de armado:

Armadura Superior 9  $\phi$ 20

Armadura Inferior 9  $\phi$ 20

Armadura de piel 8  $\phi$ 20 en cada cara

Estribos 1 e°  $\phi$ 16 c/20cm perimetral +  
1 e°  $\phi$ 16 c/20cm interior