

## **ANEJO Nº 4**

# **CÁLCULO ESTRUCTURAL DE COBERTURA DE REGATA**

## **ANEJO Nº 4**

### **CÁLCULO ESTRUCTURAL DE COBERTURA DE REGATA**

#### **1- INTRODUCCIÓN**

Se redacta el presente anejo de cálculo con el fin de justificar el dimensionamiento y el armado de la cobertura de regata

#### **2- GEOMETRÍA:**

La obra de paso está constituida por un cajón de hormigón armado, de sección variable.

La longitud total es de unos 35,00 metros que discurren bajo calzada.

Sus dimensiones interiores son 3,00 m de alto y 4.50 m de luz máxima

La losa de cimentación tiene 50 cm de espesor, los hastiales y dintel 35 cm de espesor, estando reforzado éste último en sus extremos, con un espesor máximo de 55 cm.

#### **3- BASES DE CÁLCULO:**

##### **3.1- Acciones:**

Se han considerado las siguientes acciones para el cálculo de la estructura:

- **Peso propio:** Se adopta un peso específico característico del hormigón armado de  $2.5 \text{ t/m}^3$ .
- **Cargas permanentes:**
  - Cargas permanentes sobre el dintel: El dintel se encuentra a una profundidad máxima de 1,10 m. La densidad del terreno compactado es de  $2,2 \text{ t/m}^3$ , por lo que el dintel estará sometido a una carga uniforme de  $2,42 \text{ t/m}^2$ .

- Carga de tierras en los hastiales: Son cargas horizontales que varían linealmente con la profundidad, teniendo como valores 1,78 t en el dintel y 3,43 t en la solera.

- **Sobrecargas:**

Sobrecarga de tráfico de 2,50 t/m<sup>2</sup>

### **3.2- Solicitaciones:**

Las solicitaciones en el marco se han calculado con el programa Tricalc 7.4.00 de la empresa Arktec.

### **3.3- Dimensionamiento:**

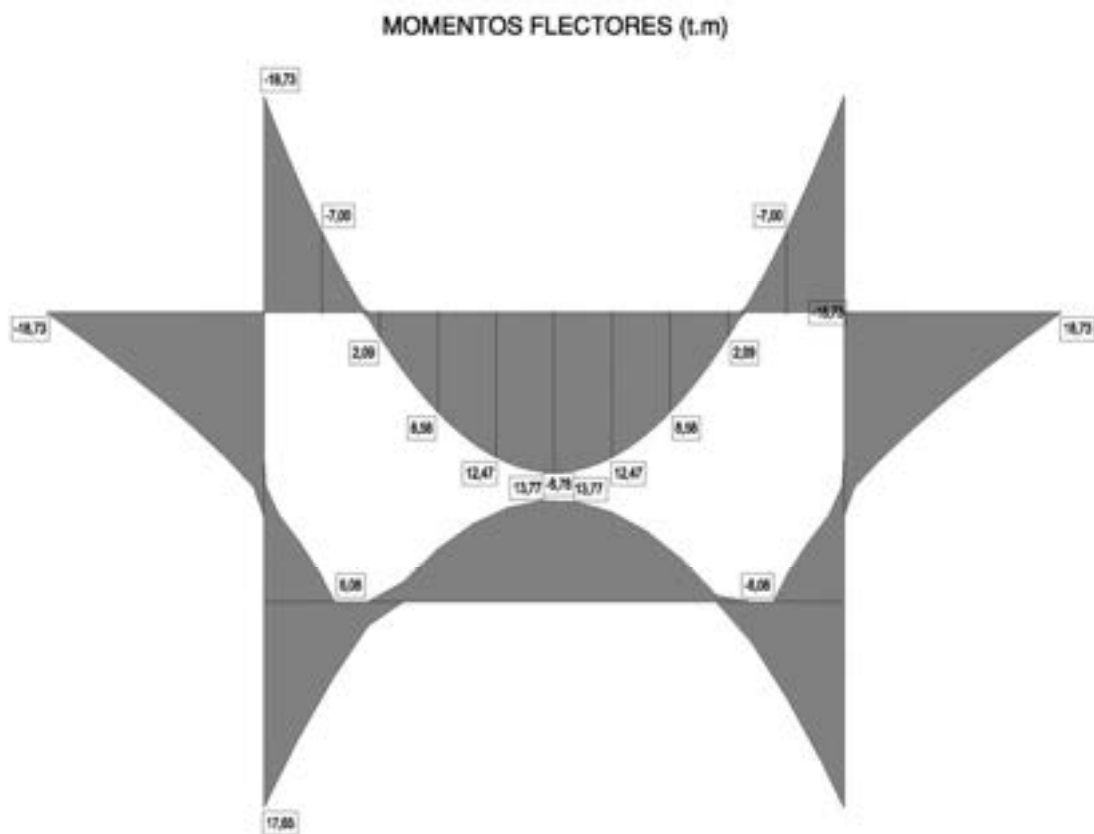
El dimensionamiento de los elementos de hormigón armado se ha realizado de acuerdo con la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

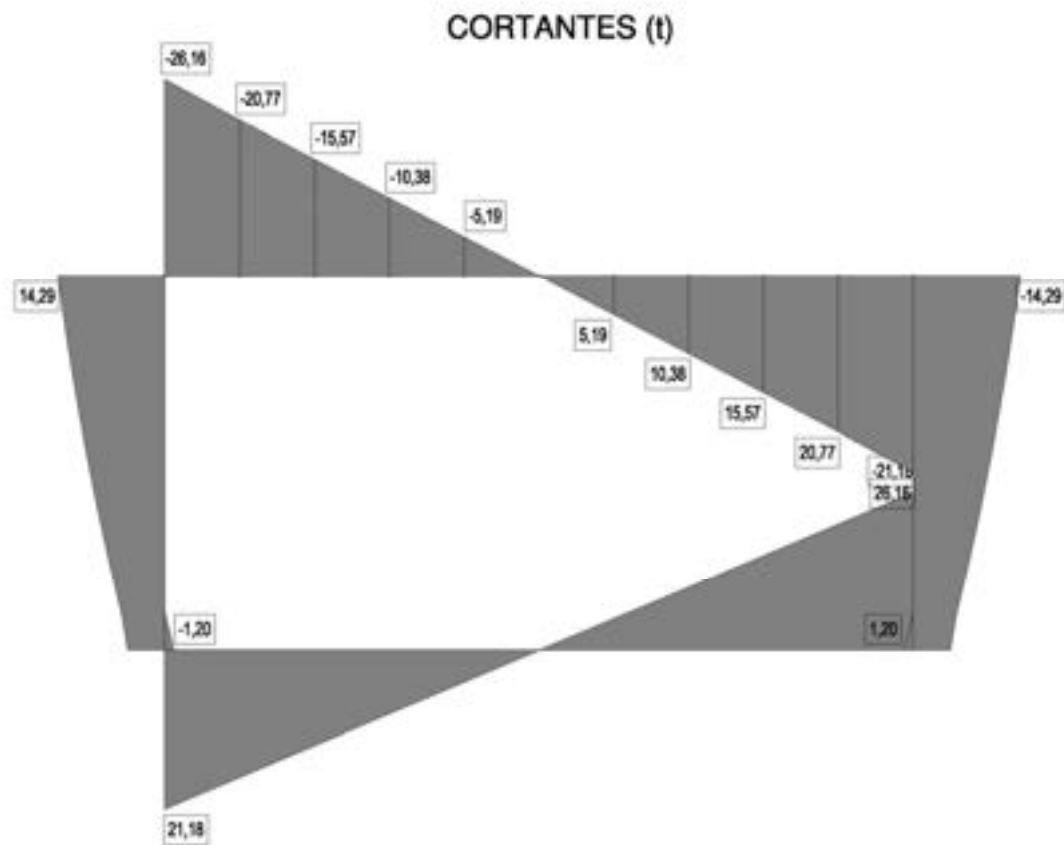
### **3.4- Características de los materiales empleados y coeficientes de seguridad adoptados:**

- |   |  |
|---|--|
| - Hormigón en toda la estructura: HA-25 | $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$   |
| - Acero B 500S                          | $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$  |
| - Control de los materiales:            | Hormigón normal: $\gamma_c = 1.5$<br>Acero normal: $\gamma_s = 1.15$ |
| - Mayoración de cargas:                 | Cargas permanentes: 1.35<br>Sobrecargas: 1.50                        |

#### 4- ESFUERZOS CALCULADOS

A continuación se adjuntan los diagramas de Momentos Flectores y Cortantes. Los esfuerzos representados están mayorados.





## 5- CÁLCULO DEL ARMADO:

### 5.1- DINTEL:

#### - Armadura de flexión:

$$M_d^+ = 13,77 \text{ t.m}$$

$$\mu = \frac{M_d}{f_{cd} b d^2} = \frac{13,77}{\left(\frac{2500}{1,5}\right) \times 1,00 \times 0,31^2} = 0,086 < 0,35$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} 0,9 d} = \frac{13,77}{\left(\frac{5,1}{1,15}\right) \times 0,9 \times 0,31} = 11,13 \text{ cm}^2$$

$$M_d = 18,73 \text{ t.m}$$

$$\mu = \frac{M_d}{f_{cd} b d^2} = \frac{18,73}{\left(\frac{2500}{1.5}\right) \times 1.00 \times 0.51^2} = 0.043 < 0.35$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} 0.9 d} = \frac{18,73}{\left(\frac{5.1}{1.15}\right) \times 0.9 \times 0.51} = 9,20 \text{ cm}^2$$

Cuantía min. geométrica:

$$\text{Sección de 35 cm de espesor: } 1.8/2 / 1000 \times 100 \times 35 = 3,15 \text{ cm}^2$$

$$\text{Sección de 55 cm de espesor: } 1.8/2 / 1000 \times 100 \times 55 = 4,95 \text{ cm}^2$$

Cuantía min. Mecánica:

Sección de 35 cm de espesor:

$$0.04 \times \frac{250/1.5}{5100/1.15} 100 \times 35 = 5,26 \text{ cm}^2$$

Sección de 55 cm de espesor:

$$0.04 \times \frac{250/1.5}{5100/1.15} 100 \times 55 = 8,26 \text{ cm}^2$$

Se disponen:

φ 16 / 15 cm en la cara inferior

φ16 / 15 cm en la cara superior

φ 12 / 15 cm como armadura de reparto

**- Comprobación a cortante:**

Cortante máximo en el dintel (sección de 55 cm de espesor):

$$V_{rd} = 26,16 \text{ t}$$

$$V_{u2} = (0.18 / \gamma_c \xi (100 \rho f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0.15 \sigma'_{cd}) b d$$

$$\rho = \frac{A_s}{b d} = \frac{6,66 \times 2,01}{100 \times 51} = 0,0026$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{510}} = 1,756$$

$$V_{u2} = (0.18 / 1.5 \times 1.756 \times (100 \times 0.0026 \times 25)^{\frac{1}{3}}) \times 1000 \times 510 = 200561 \text{ N} = 20,05 \text{ t}$$

El valor mínimo será:

$$V_{u2} = 0.075 / \gamma_c \xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + 0.15 \sigma'_{cd}) b d$$

$$V_{u2} = (0.075 / 1.5 \times 1.756^{3/2} \times 25^{1/2}) \times 1000 \times 510 = 296686 \text{ N} = 29,67 \text{ t}$$

Por lo tanto  $V_{u2} = 29,67 \text{ t} > 26,16 \text{ t}$

No es necesaria armadura de cortante.

Cortante máximo en la sección del dintel de 35 cm espesor

$$V_{rd} = 15,57 \text{ t}$$

$$V_{u2} = (0.18 / \gamma_c \xi (100 \rho f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0.15 \sigma'_{cd}) b d$$

$$\rho = \frac{A_s}{b d} = \frac{6,66 \times 2,01}{100 \times 31} = 0,0043$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{310}} = 1,803$$

$$V_{u2} = (0.18 / 1.5 \times 1.803 \times (100 \times 0.0043 \times 25)^{\frac{1}{3}}) \times 1000 \times 310 = 148027 \text{ N} = 14,80 \text{ t}$$

El valor mínimo será:

$$V_{u2} = 0.075 / \gamma_c \xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + 0.15 \sigma'_{cd}) b d$$

$$V_{u2} = (0.075 / 1.5 \times 1.803^{3/2} \times 25^{1/2}) \times 1000 \times 310 = 187.627 \text{ N} = 18,76 \text{ t}$$

Por lo tanto  $V_{u2} = 18,76 \text{ t} > 15,57 \text{ t}$

No es necesaria armadura de cortante.

## 5.2 – HASTIALES:

### - Armadura vertical:

Cuantía min. Geométrica cada cara:

$$4/2/1000 \times 100 \times 35 = 7 \text{ cm}^2$$

Cuantía min. Mecánica:

$$0.04 \times \frac{250/1.5}{5100/1.15} 100 \times 35 = 5,26 \text{ cm}^2$$

Se disponen:

φ16 / 15 cm en la cara interior

φ16 / 15 cm en la cara exterior

**- Armadura horizontal:**

Cuantía min. Geométrica cada cara:

$$3.2/2/1000 \times 100 \times 35 = 5,6 \text{ cm}^2$$

φ12 / 15 cm

**5.3- LOSA DE CIMENTACIÓN:**

**- Armadura de flexión:**

$$M_d^+ = 8,78 \text{ t.m}$$

$$\mu = \frac{M_d}{f_{cd} b d^2} = \frac{8,78}{\left(\frac{2500}{1.5}\right) \times 1.00 \times 0.46^2} = 0.025 < 0.35$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} 0.9d} = \frac{8,78}{\left(\frac{5.1}{1.15}\right) \times 0.9 \times 0.46} = 4,78 \text{ cm}^2$$

$$M_d^- = 17,65 \text{ t.m}$$

$$\mu = \frac{M_d}{f_{cd} b d^2} = \frac{17,65}{\left(\frac{2500}{1.5}\right) \times 1.00 \times 0.46^2} = 0.05 < 0.35$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{yd} 0.9d} = \frac{17,65}{\left(\frac{5.1}{1.15}\right) \times 0.9 \times 0.46} = 9,61 \text{ cm}^2$$

Cuantía min. geométrica:

$$1.8/2 / 1000 \times 100 \times 50 = 4,50 \text{ cm}^2$$

Cuantía min. Mecánica:

$$0.04 \times \frac{250/1.5}{5100/1.15} 100 \times 50 = 7,52 \text{ cm}^2$$

Se disponen:

φ 16 / 15 cm en la cara inferior

φ 16 / 15 cm en la cara superior

φ 12 / 15 cm como armadura de reparto

**- Comprobación a cortante:**

Cortante máximo:

$$V_{rd} = 17,65 \text{ t}$$

$$V_{u2} = (0.18 / \gamma_c \xi (100 \rho f_{cv})^{\frac{1}{3}} + 0.15 \sigma'_{cd}) b d$$

$$\rho = \frac{A_s}{b d} = \frac{6,66 \times 2,01}{100 \times 46} = 0,0029$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{460}} = 1,659$$

$$V_{u2} = (0.18 / 1.5 \times 1.659 \times (100 \times 0.0029 \times 25)^{\frac{1}{3}}) \times 1000 \times 460 = 177.241 N = 17,72 t$$

El valor mínimo será:

$$V_{u2} = 0.075 / \gamma_c \xi^{3/2} f_{cv}^{1/2} + 0.15 \sigma'_{cd}) b d$$

$$V_{u2} = (0.075 / 1.5 \times 1.659^{3/2} \times 25^{1/2}) \times 1000 \times 460 = 245.735 N = 24,57 t$$

Por lo tanto  $V_{u2} = 17,65 t > 24,57 t$

No es necesaria armadura de cortante.