

SOLUCION C

=====

CALCULOS JUSTIFICATIVOS.

MEMBRANA
====

Se trata de una membrana de directriz cicloidal.

El peso propio es de

$$0,065 \times 2.400 = 160 \text{ kg/cm}^2$$

La sobrecarga de nieve, uzalita y aislamiento dan un peso de

$$65 + 20 + 5 = 90 \text{ kg/cm}^2.$$

Se tiene un total de

$$160 + 90 = 250 \text{ kg/m}^2.$$

La cuerda de la cicloide es de

$$\frac{\pi}{2} a = 15,60 \text{ m.}$$

y su flecha: $\frac{a}{2} = 4,98 \text{ m.}$

Las tensiones en el borde resultan

$$N_{\varphi} = 0$$

$$N_x = 3.750 \text{ kg.}$$

$$N_{\rho\varphi} = 7.500 \text{ "}$$

En clave

$$N_{\varphi} = 2.500 \text{ kg.}$$

$$N_{\rho} = 3.750 \text{ "}$$

$$N_{\rho\varphi} = 0$$

EDUARDO TORROJA
OFICINA TÉCNICA

La integral máxima de tensión en el borde vale

$$\int N_r \varphi d\rho = \left[-\frac{3}{2} p r^2 \operatorname{sen} \varphi \right]_0^{\frac{l}{2}} = 37.000 \text{ Kgs.}$$

ARCO DE RIGIDEZ
=====

En el cuadro de la hoja siguiente se insertan los valores unitarios del esfuerzo cortante que la lámina ejerce sobre el arco.

De ellos se deducen los esfuerzos en el arco, por este efecto, que resultan máximos para la sección a 1,50 m. del apoyo, con unos valores de

$$\text{Esfuerzo axial } N = - 56.000 \text{ kg.}$$

$$\text{Momento flector } M = - 56.000 \times 0,13 = - 7.300 \text{ mkg.}$$

Para una sobrecarga de 1.000 kg/m.l. en los 4,00 metros centrados sobre la clave, los esfuerzos son:

$$N I = - 4.000 \text{ kg.}$$

$$M = - 4.000 \times 0,80 = - 3.200 \text{ mkg.}$$

Para el peso propio se tiene

$$N = - 4.500 \text{ kg.}$$

$$M = - 4.500 \times 0,15 = - 680 \text{ mkg.}$$

COMPROBACION DE LA SECCION.-

$$N = - (56.000 + 4.000 + 4.500) = - 64.500 \text{ kg.}$$

$$M = - (7.300 + 3.200 + 680) = - 11.180 \text{ mkg.}$$

$$\text{Ancho de la cabeza: } a = 50 \text{ cm.}$$

$$\text{Espesor de la " } e = 10$$

$$\text{Espesor del nervio } b = 30$$

Canto total: $d = 70$ cm.

Canto útil: $c = 67$ cm.

Armadura de tracción: $t = 5,1$ cm².

Armadura de compresión: $u = 5,1$ cm².

Tensión de trabajo a compresión en el hormigón:

$H = 61$ kg/cm².

Idem idem a tracción en el acero: $A = 0$

Se dispone un cerco de 6 mm a 20 cm. de separación constante.

t	sent	cost	1-cost	φ	sen φ	N_{φ}
0	0	1	0	90°	1	7500
20°	0,3420	0,9397	0,0603	80°	0,9848	7386
40°	0,6428	0,7660	0,2340	70°	0,9397	7047
60°	0,8660	0,5000	0,5000	60°	0,8660	6495
80°	0,9848	0,1736	0,8264	50°	0,7660	5745
100°	0,9848	-0,1736	1,1736	40°	0,6428	4821
120°	0,8660	-0,5000	1,5000	30°	0,5000	3750
140°	0,6428	-0,7660	1,7660	20°	0,3420	2565
160°	0,3420	-0,9397	1,9397	10°	0,1736	1302
180°	0	-1	2,000	0°	0	0

SOPORTE

===

Cargas actuantes

Peso muerto de cubierta:

Hormigón: $0,07 \times 2.400 \times 19,0 \times 20,00 = 63,800 \text{ kg.}$

Uralita y aislamiento: $2,5 \times 19,0 \times 20,0$
 $= \underline{9,500} \text{ "}$

Total: $73,300 \text{ kg.}$
=====

Sobrecarga de nieve: $65 \times 16,0 \times 20,0 = \underline{20,800 \text{ kg.}}$
=====

Empuje horizontal de viento en la cabeza superior

$\pm 20 \times 3,8 \times 20,0 = \pm \underline{1.520 \text{ Kg.}}$
=====

Peso propio del soporte: $0,5 \times 0,7 \times 2.400 = 840 \text{ kg/m.l.}$

Esfuerzos

Se comprueban dos secciones: una, (A) a 5,9 m. de la base, y otra, (B) la base. Se estudian dos hipótesis: la 1ª para sobrecarga de nieve, y la 2ª, para empuje horizontal de viento, sin sobrecarga de nieve.

1ª Hipótesis. Sección A.

Compresión: $N_A = - (73.300 + 20.800 + 840 \times 2,4) = - 96.100 \text{ kg.}$

Momento flector $M_A = 0$

Sección B

$N_B = - (73.300 + 20.800 + 840 \times 8,3) = - 101.100 \text{ kg.}$

$M_B = 0$

2ª Hipótesis

$$\begin{aligned} 2^{\text{a}} \text{ Hipótesis: } N_A &= - (96.100 - 20.800) = - 75.300 \text{ kg.} \\ M_A &= \pm 1.520 \times 2,40 = \pm 3.650 \text{ mkg.} \\ N_B &= - (101.100 - 20.800) = - 80.300 \text{ kg.} \\ M_B &= \pm 1.520 \times 8,30 = \pm 12.600 \text{ mkg.} \end{aligned}$$

COMPROBACION DE SECCIONES

Sección B

$$\begin{aligned} 1^{\text{a}} \text{ Hipótesis: } N &= - 101.000 \text{ kg.} & M &= 0 \\ 2^{\text{a}} \text{ " } N &= - 80.300 \text{ " } & M &= \pm 12.600 \text{ mkg.} \\ \text{Ancho: } a &= 40 \text{ cm.} \\ \text{Canto total: } d &= 65 \text{ cm.} \\ \text{Canto útil: } c &= 62 \text{ cm.} \\ \text{Armadura de tracción: } t &= 10 \text{ cm}^2. \\ \text{Armadura de compresión: } u &= 10 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Comprobada la 2ª hipótesis a flexión compuesta se tiene
Tensión de trabajo a compresión en el hormigón: $H = 63 \text{ kg/cm}^2$

Idem a tracción en el acero : $A = 10 \text{ "}$

En la 1ª hipótesis, a compresión simple, se tiene:

$$\text{Area útil: } s = \frac{20}{0,008} + 20 \times 15 = 2.800 \text{ cm}^2.$$

Coefficiente de pandeo:

$$k = 1 + \left(0,07 \times \frac{800}{40} - 0,9\right)^2 = 1,25$$

$$k' = 1 + \left(0,07 \times \frac{800 \times \sqrt{2}}{65} - 0,9\right)^2 = 1,10$$

$$H = \frac{101.000}{2.800} \times 1,25 = 46 \text{ kg/cm}^2.$$

1 cerco de 8 mm a 25 cm. de separación constante.

Sección A:

Aún cuando los esfuerzos son menores, se dispone la mis
ma sección que en la B.

CIMENTACION

=====

Se toma, como en el proyecto de E.N.A.S.A. una reacción del terreno de 3 kg/cm².

Las hipótesis son:

$$1^{\circ} P = 101.000 \text{ kg.} \quad M = 0$$

$$2^{\circ} P = 80.300 \text{ "} \quad M = \pm 12.600 \text{ mkg.}$$

La zapata, según detalle, es de 3,0x1,2 m. en planta, y su peso resulta de

$$(3,0 \times 0,3 + \frac{0,9 + 3,0 \times 0,7}{2}) \times 1,2 + 0,5^2 \times 2,0 \times 2200 = 7.700 \text{ kg.}$$

$$\text{Area en planta: } 300 \times 120 = 36.000 \text{ kg.}$$

Tensión máxima de trabajo del terreno:

$$C = (80.300 + 7.700) \times (1 + \frac{6 \times 14,3}{300}) = 3,1 \text{ kg/cm}^2.$$

Momento en el vuelo de la zapata

$$M = 310 \times 120 \times (1,5 - 0,4)^2 \times \frac{1}{2} = 22.600 \text{ mkg.}$$

$$a = 120 \quad d = 100 \quad e = 97$$

$$t = 21 \text{ cm}^2$$

$$H = 21 \text{ kg/cm}^2.$$

$$A = 1.190 \text{ "}$$

VARIANTE DE PUENTE GRUA

Este soporte, a partir del punto A hacia cubierta, es exactamente igual al de la solución normal. A partir de dicho punto hacia abajo, ha de soportar los efectos del puente grúa de 20 ton cuya carga total sobre el soporte, tomada de los cálculos justificativos del proyecto de E.N.A.S.A. (pág. 107) es de 41.500 kg.

Según el "Manual del Ingeniero Constructor y del Arquitecto, por el Dr. e Ing. M. Föerster, pág. 942", la distancia entre el paramento del soporte y el eje del carril es de 0,28 m; con ello se tiene un momento flector de

$$\pm 41.500 \times (0,28 + \frac{0,65}{2}) = \pm 25.100 \text{ mkg.}$$

Combinando estos esfuerzos con los obtenidos en el soporte normal, resultan:

1ª Hip.	$N_A = - (96.100 + 41.500) = - 137.600 \text{ kg.}$
	$M_A = \pm 25.100 \text{ mkg.}$
	$N_B = - (101.100 + 41.500) = - 142.600 \text{ kg.}$
	$M_B = \pm 25.100 \text{ mkg.}$
2ª Hip.	$N_A = - (75.300 + 41.500) = - 116.800 \text{ kg.}$
	$M_A = \pm (3.650 + 25.100) = \pm 28.750 \text{ mkg.}$
	$N_B = - (80.300 + 41.500) = - 121.800 \text{ kg.}$
	$M_B = \pm (12.600 + 25.100) = \pm 38.700 \text{ mkg.}$

COMPROBACION DE SECCIONES.-

Sección B

1ª Hipótesis: $N_B = - 142.600 \text{ kg.}$ $M_B = \pm 25.100 \text{ mkg.}$

2ª " $N_B = - 121.800 \text{ "}$ $M_B = \pm 38.700 \text{ "}$

$a = 60$ $d = 90$ $c = 87$

$t = 15$ $u = 15$

$H = 67$

$A = 550$

1 cerco de 8 mm a 25 cm. de separación.

Sección A

1ª Hip. $N_A = - 137.600$ $M_A = \pm 25.100$

$N_A = - 116,800$ $M_A = \pm 28.750$

$a = 60$ $d = 90$ $c = 87$

$t = u = 10$

$H = 52$

CIMENTACION PARA VARIANTE DE PUENTE-GRUA

Hipótesis. $P = 142.600 \text{ kg.}$ $M = \pm 25.100 \text{ mkg.}$

$P = 121.800 \text{ "}$ $M = \pm 38.700 \text{ "}$

La zapata es, en planta, de 4,00x1,60 m. y su peso resulta de:

$$(4,0 \times 0,3 + \frac{4 \times 1,3}{2} \times 0,8) \times 1,6 + 0,8 \times 1,2 \times 1,9 \times 2.200 = 15.600 \text{ kg.}$$

Area en planta: $400 \times 160 = 64.000 \text{ cm}^2.$

Tensión de trabajo del terreno:

$$C_1 = (142.600 + 15.600) \times (1 \pm \frac{6 \times 15,9}{400}) \times \frac{1}{64.000} = 3,05 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_2 = (121.800 + 15.600) \times (1 \pm \frac{6 \times 28,2}{400}) \times \text{"} = 3,05 \text{ "}$$

Momento en el vuelo

$$M = 305 \times 160 \times (2,0 - 0,6)^2 \times \frac{1}{2} = 47.800 \text{ mkg.}$$

$$a = 160 \quad d = 110 \quad c = 107$$

$$t = 40 \text{ cm}^2.$$

$$H = 24$$

$$A = 1.210$$