

EDUARDO TORROJA - OFICINA TÉCNICA

SOLUCION F

=====

CALCULOS JUSTIFICATIVOS .-

FECHA Abril de 1948

N.º 665.305

CORREAS

=====

Correas continuas de 5,00 m. de luz entre apoyos y separación de 1,05 m entre correas.

Cargas

Sobrecarga de nieve: $65 \times 1,05 = 68 \text{ kg/m.l.}$

Uralita y aislamiento térmico: $25 \times 1,05 = 26 \text{ "}$

Peso propio: $= \underline{6} \text{ "}$

Total: 100 "

=====

Se prescinde de la acción del viento puesto que la presión ó succión es menor que la sobrecarga de nieve.

Inclinación del faldón: $\alpha = 14^\circ$

$\text{Sen } \alpha = 0,242 \quad \text{Cos } \alpha = 0,97$

En dirección normal al faldón se disponen dos tirantillas de pletina de -30×6 con lo que la luz para los efectos laterales es de 1,67 m.

Los esfuerzos máximos corresponden al arranque y valen:

Normalmente al faldón:

$$M_n = 100 \times 0,97 \times \frac{1,67^2}{12} = 203 \text{ mkg.}$$

Paralelamente al faldón:

$$M_p = 100 \times 0,242 \times \frac{1,67^2}{12} = 5,6 \text{ mkg.}$$

Se dispone un perfil I P 18.

$$R_h = 19,5 \text{ cm}^3 \quad R = 3 \text{ cm}^3$$

Tensión de trabajo máxima:

$$A = \left(\frac{203}{19,5} + \frac{5,6}{3} \right) \times 100 = 1.225 \text{ kg/cm}^2.$$

Esta correa se solapará en el arranque interior de la luz extrema en una longitud de 0,5 m. a cada lado del apoyo.

TRIANGULACION CONTRA EL VIENTO, EN EL PLANO DE LAS
CORREAS

=====

Empuje de viento por m.l. de paramento Norte ó Sur:

$$50 \times 3,8 = 190 \text{ kg/m.l.}$$

Reacción:

$$190 \times 10 = 1.900 \text{ kg.}$$

Tracción en la triangulación:

$$1.900 \times \frac{2,5}{8} = 2.250 \text{ kg.}$$

Fletina de - 30 x 6

VIGAS EN ZONA BAJA
=====

Viga aislada de 8,00 metros de luz en proyección horizontal.

Separación entre vigas: 5,00 m.

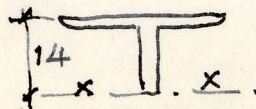
Cargas por nieve: $65 \times 5 =$	325,00	Kg/m.l. proyección horizontal.
Uralita aislamiento y correas: $\frac{20+5+5,5}{\cos \alpha} \times 5,00 =$	157,00	"
Peso propio =	<u>28,00</u>	"
	Total: 510,00	"

=====

Momento máximo en el centro: $510 \times \frac{8,0^2}{8} = 4080 \text{ mkg.}$

Perfil: Como la ley de momentos es parabólica con su máximo en el centro, se adopta un IP20 cortado para que el momento resistente siga también la ley parabólica.

Momento de inercia en el centro de la viga:



$$I_x = 2x \left[697 + 22,3x(14-5,38)^2 \right] - 2x \frac{1}{3} \times 3,5^3 \times 0,75 = 4733 \text{ cm}^4$$

Tensión máxima de trabajo

$$A = \frac{408000}{4733} \times 14 = 1210 \text{ kg/cm}^2.$$

VIGAS EN ZONA ALTA

Viga de 8 m. de luz aislada por un extremo y con un voladizo de 2,5 m. en el otro.

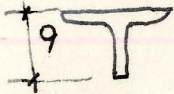
Las cargas son iguales a la anterior, excepto en que el voladizo no lleva aislamiento.

Momento máximo en el arranque del vuelo:

$$M = (325 + 132 + 23) \times \frac{2,5^2}{2} = 1.500 \text{ mkg.}$$

Perfil: Un IP14 cortado.

$$I = 2(173 + 12 \times 5,38^2) - \frac{2}{3} \times 3^2 \times 0,57 = 1026$$

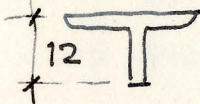


$$A = \frac{1.500}{1.026} \times 100 \times 9 = 1315$$

$$\text{Momento en el centro } (325 + 157 + 22) \times \frac{8^2}{8} - \frac{1500}{2} = 3282$$

Perfil: Un IP20 cortado.

$$I = 2(697 + 22,3 \times 6,62^2) - \frac{2}{3} \times 0,75 \times 5,53 = 3250 \text{ cm}^4$$



$$A = \frac{328.200}{3.250} \times 12 = 1.215 \text{ kg/cm}^2.$$

JACENA PACHADA SUR
=====

Se trata de una viga continua de tres vanos de 20,00 metros de luz cada uno, con cargas puntuales en el centro y cuartos de luz.

Carga puntual por faldón superior: $510 \times 4 + 480 \times 2,5 + \frac{1500}{8} = 3430 \text{ kg}$

Idem inferior: $185 \times 4 + 325 \times 5,5 + \frac{2.75}{8} = 1355 \text{ "}$

Carga uniforme por peso de ventanal: $25 \times 2,4 = 60$

Idem propio = 75

C. uniforme: 135 kg/m.l.

Con lo que la carga puntual por carga uniformes de:

$$135 \times 5 = 675 \text{ kg.}$$

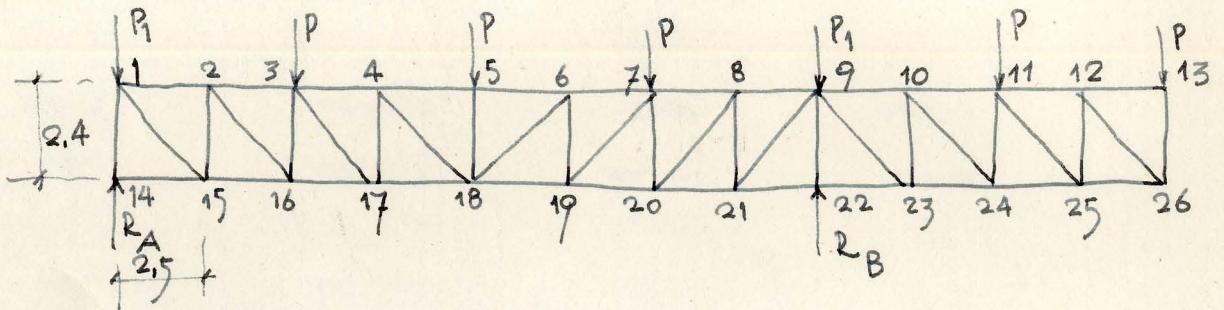
La carga puntual total es: $3430 + 1355 + 675 = 5.460 \text{ kg.}$

Las reacciones en los apoyos son:

$$\text{Apoyos extremos: } (1,5 - \frac{3}{8}) \times 5.460 = 6.150$$

$$\text{" centrales : } (4 + \frac{3}{8}) \times 5.460 = 23.900$$

Se debe tener presente que el faldón inferior que va en la línea de apoyos carga sobre el pilar de hormigón, por lo que en esa línea sólo cargan sobre la jácena los 3430 kg del faldón superior más las 675 kg. por carga uniforme.



$$R_A = 9.920$$

$$P_1 = 3430 + 135 \times 2,5 = 3770$$

$$R_B = 23.900$$

$$P = 5.460$$

Los esfuerzos axiales en cada barra, obtenidos mediante el diagrama de Cremona (Anejo nº 1), para carga unidad, son los siguientes:

Barra	Para carga unidad esfuerzos en ton.	Barra	Para carga unidad esfuerzos en ton.
1-2	-1,15	1-15	+1,65
2-3	+2,3	2-16	+1,65
3-4	-2,45	3-17	+0,20
4-5	-2,6	4-18	+0,20
5-6	-2,6	6-18	+1,30
6-7	-1,65	7-19	+1,30
7-8	-0,70	8-20	+2,75
8-9	+1,30	9-21	+2,75
9-10	+1,65	9-23	+2,20
10-11	0	10-24	+2,25
11-12	-0,55	11-25	+0,75
12-13	-1,10	12-26	+0,75
1-14	-1,125	14-15	0
2-15	-1,125	15-16	+1,20
3-16	-1,125	16-17	+2,35

4-17	-0,125	17-18	+2,50
5-18	-1,0	18-19	+1,65
6-19	-0,875	19-20	+0,75
7-20	-1,875	20-21	-1,30
8-21	-1,875	21-22	-3,30
9-22	-4,375	22-23	-3,30
10-23	-1,50	23-24	-1,65
11-24	-1,50	24-25	0
12-25	-0,50	25-26	+0,55
13-26	-1,00		

+ Tracción

- Compresión

De ellos se deducen los reales siguientes:

Barra	Esfuerzos	B	Kg	B	kg	B	kg	B	kg
1-2	-6,275	11-12	-300	9-22	-22545	7-19	+7,100	17-18	+13620
2-3	-12,550	12-13	-6000	10-23	-8200	8-20	+15,000	8-19	+9000
3-4	-13,350	1-14	-9910	11-24	-8200	9-21	+15,000	19-20	+4100
4-5	-14,160	2-15	-6140	12-25	-2730	9-23	+12,000	20-21	-7100
5-6	-14,160	3-16	-6140	13-26	-54,60	10-24	+12,300	21-22	-18000
6-7	- 9,000	4-17	- 682	1-15	+9000	11-25	+ 4,100	22-23	-18000
7-8	- 3,820	5-18	-5460	2-16	+9000	12-26	+ 4,100	22-24	-9000
8-9	+ 7,100	6-19	-4770	3-17	+1090	14-15	0	24-25	0
9-10	+ 9,000	7-20	-10220	4-18	+1090	15-16	+65,50	25-26	+3000
10-11	0	8-21	-10220	6-18	+7100	16-17	+12,800		

COMPROBACION DE SECCIONES.-

Cabeza superior:

Carga máxima: -14.160 kg. Luz de pandeo: 250 cm.

Perfil 2 [P8. Seccion: $s = 2 \times 11 = 22$ $i_x = 3,10$

Esbeltez: $e = \frac{250}{310} = 81$

Coefficiente de pandeo: $k = 1,61$

$$A = - \frac{14.160}{22} \times 1,61 = - 1030 \text{ kg/cm}^2.$$

Montantes

Son todos de 2,40 m. de luz.

Barras 1-14 7-20 8-21 10-23 11-24.-

Carga máxima: - 10.220 kg.

Perfil \square 65x65x7 $s = 8,70 \times 2 = 17,4 \text{ cm}^2$ $i = 2,47$

$e = 97$ $k = 2,19$

$$A = - \frac{10.220}{17,4} \times 2,19 = - 1.260 \text{ kg/cm}^2$$

Barras 2-15 3-16 5-18 13-26

Carga máxima - 6140 kg.

Perfil 2 L 60x60x6 $\Omega = 13,82$ $i = 2,29$

$$e = \frac{240}{2,29} = 105 \quad k = 2,61$$

$$A = - \frac{6.140}{13,82} \times 2,61 = - 1.160 \text{ kg/cm}^2$$

Barra 6-19

Carga máxima: -4770

Perfil 2 L 55x55x6 $s = 12,62$ $i = 2,08$

$$e = \frac{240}{2,08} = 116 \quad k = 3,18$$

$$A = - \frac{4770}{12,62} \times 3,18 = - 1200 \text{ kg/cm}^2.$$

Barra 12-25

Carga - 2730

Perfil 2 L 50x50x5 s = 9,6 i = 1,9

e = 126 k = 3,75

$$A = - \frac{2.730}{9,6} \times 3,75 = - 1.060 \text{ kg/cm}^2.$$

Barra 4-17

Carga - 682

Perfil 2 L 40x40x4 s = 6,16 i = 1,52

$$e = \frac{240}{1,52} = 158 \quad k = 5,90$$

$$A = - \frac{682}{6,16} \times 5,90 = - 600 \text{ kg/cm}^2$$

Barra 9-22

Carga - 22.545

Perfil 2 [P 10 s = 27 i = 3,91

$$e = \frac{240}{3,91} = 62 \quad k = 1,29$$

$$A = - \frac{22.545}{27} \times 1,29 = - 1080 \text{ kg/m}^2$$

Diagonales

Son todas de luz 347 cm.

Barra s 8-20 9-21 9-23 10-24

Carga máxima + 15.000

$$\text{Perfil 2 L 50x50x7} \quad s = 13,1 \text{ cm}^2 \quad A = \frac{15000}{13,1} = 1145 \text{ kg/cm}^2$$

Barras 1-15 y 2-16

Carga máxima + 9000 kg.

$$\text{Perfil 2 L 45x45x5} \quad s = 8,6 \text{ cm}^2 \quad A = \frac{9.000}{8,6} = 1050 \text{ kg/cm}^2$$

Barras 3-17 4-18 6-18 7-19 11-25 12-26.-

Carga máxima + 7100 kg.

$$\text{Perfil 2 L 40x40x4} \quad s = 6,16 \quad A = \frac{7.100}{6,16} = 1150 \text{ kg/cm}^2$$

Cabeza inferior:

Todas las barras son de 2,5 m. de luz.

Barras 14-15 15-16 16-17 17-18 18-19 19-20:

Carga + 13620

$$\text{Perfil 2 } \square \text{ P8} \quad s = 17,28 \quad A = \frac{13620}{17,28} = + 780 \text{ kg/cm}^2$$

Barra 20-21

Carga. 7.100

$$\text{Perfil 2 } \square \text{ P8} \quad i = 3,10 \quad e = \frac{250}{3,10} = 81 \quad k = 1,61$$

$$A = - \frac{7.100}{17,28} \times 1,61 = - 665 \text{ kg/cm}^2.$$

Barras 21-22;22-23.-

Carga: 18.000

$$\text{Perfil 2 } \square \text{ P 10} \quad A = 27 \quad i = 3,91 \quad e = \frac{250}{3,91} = 64$$

$$k = 1,31$$

$$A = - \frac{18.000}{27} \times 1,31 = - 880 \text{ kg/cm}^2$$

Barras 23-24 24-25 25-26.-

Carga: 9.000

Perfil 2 \square P.8

$$A = - \frac{9.000}{17,28} \times 1,61 = - 840$$

JACENA FACHADA NORTE
=====

Características semejantes a la de fachada Sur.

Las cargas puntuales valen:

$$\text{Por faldón superior: } 504 \times 4 - \frac{1500}{6} = 1830 \text{ kg.}$$

$$\text{" inferior: } 510 \times 4 = 2040 \text{ "}$$

La carga uniforme por peso propio y ventanal es de 140 kg/m.l.

$$M_a = - \left(3870 \times \frac{3}{8} \times 20 + 140 \times 20^2 \times \frac{1}{10} \right) = - 34600 \text{ mkg.}$$

Las reacciones en los apoyos son:

$$\text{Apoyos extremos } 140 \times 10 + 3870 \times 1,5 + 1830 - \frac{34600}{20} = 7.300 \text{ kg.}$$

$$\text{Apoyos centrales: } 140 \times 20 + 3870 \times 3 + 1830 - \frac{34600}{20} = 17.960 \text{ kg.}$$

Se debe tener presente que el faldón inferior que va en la línea de apoyos carga sobre el pilar de hormigón por lo que en esa línea sólo cargan sobre la jácena los 1830 kg del faldón superior y los 675 kg. del peso propio.

Los esfuerzos en las barras los obtenemos por proporcionalidad con los esfuerzos obtenidos en las barras para cargas unidad, según el diagrama de Cremona del Anexo nº 1.

Los esfuerzos en las barras de esta jácena serán menores que los esfuerzos en las barras correspondientes de la jácena de fachada Sur, puesto que en la jácena de fachada Norte las cargas son menores que en la de fachada Sur. Por es

te sólo hemos obtenido los esfuerzos axiales en las barras en que podemos disminuir el perfil con relación al perfil que hemos empleado en la jácena de fachada Sur. En las barras en que disminuimos el perfil los esfuerzos axiales los obtenemos por proporcionalidad, multiplicando los obtenidos para esas mismas barras en la jácena de fachada Sur por la relación de cargas en una y otra jácena, que vale $\frac{3870 \times 675}{5460} = 0,832$.

Los esfuerzos así obtenidos son los que se indican en el cuadro:

Barra	Esfuerzos en kg.	Barra	kgs.
1-14	-7300	1-15	+7500
2-15	-5100	2-16	+7500
3-16	-5100	8-20	+12500
5-18	-4540	9-21	+12500
6-19	-3960	9-23	+10000
7-20	-8500	10-24	+10000
8-21	-8500		
9-22	-17960	21-22	-15000
10-23	-6800	22-23	-15000
11-24	-6800		
12-25	-2270		
13-26	-4540		

Para estas cargas los perfiles necesarios son los indicados a continuación.

No se ha comprobado las cargas de trabajo en estos perfiles porque sus cargas son inferiores a las soportadas para estos mismos perfiles en barras de iguales características de la jácena de fachada Sur.

Barra 5-18	Perfl 2 L 55x55x6
7-20	2 L 65x65x7
8-21	2 L "
9-22	2 [8
10-23	2 L 65x65x7
11-24	"
12-25	2 L 45x45x5
13-26	2 L 55x55x6
1-15	2 L 40x40x4
2-16	"
9-23	2 L 45x45x5
10-24	"
21-22	2 [8
22-23	2 [8

SOPORTES NORMALES
=====

Véase esquema del Anejo nº 2.

Se estudian dos hipótesis; la primera, con sobrecarga total de nieve, y la segunda, sin nieve, con empuje horizontal de viento.

1ª HIPOTESIS

Cargas actuantes:

$$P_1 = 17.960$$

$$P_2 = 23.900$$

$$\text{Carga entre B y D} = 510$$

$$\text{Peso propio de BF y FD} = 480$$

$$\text{BE y ED} = 150$$

Cargas totales

$$P_A = 17.960 + 990 \times 4,0 \times \frac{3}{8} + 150 \times 4,0 \times \frac{3}{8} = 19.665$$

$$P_B = 23.900 + 1480 + 225 + 0,2 \times 0,2 \times 2 \times 2400 = 25800$$

$$P_E = 150 \times 4,0 \times \frac{5}{8} \times 2 = 750$$

$$P_F = 13,00 \times 4,0 \times \frac{5}{8} \times 2 = 5.200$$

Esfuerzos

Calculamos por separado los producidos:

- Carga P_1 aplicada en los dos lados.
- Carga $P_2 - P_1$ aplicada en B.

- a) Compresión en BF y FD = 25.000
tracción en BE y ED = 27.000
Compresión en EF = 25.500

Momento flector en EF (Pto. F) = 0

- b) Compresión en BF = 8500
Tracción en BE = 9000
Compresión en EF = 4000
Momento flector en EF (Pto. F) = 24.000
Momento flector por carga uniforme.

En el centro de BF y de FD

$$M = - 990 \times \frac{42}{16} = - 990$$

En el arranque F

$$M_F = + 990 \times \frac{4^2}{8} = 1980$$

2ª HIPOTESIS

Cargas actuantes:

La sobrecarga de nieve produce unas cargas de:

$$P_1 = 65 \times (4,0 \times 2 - \frac{2,5^2}{16}) \times 20,0 \times (1 + \frac{1}{10}) = 10.895$$

$$P_2 = 65 \times (4,0 + 2,5 + \frac{2,5^2}{16} + 5,5 \times \frac{2,75}{8}) \times 20,0 \times 1,1 = 12.545$$

Con ello las cargas por peso muerto resultan de

$$P_1 = 17.960 - 10.895 = 7.065$$

$$P_2 = 23.900 - 12.545 = 11.355$$

$$\text{Carga entre B y D} = 510 - 325 = 185 \text{ kg/m.l.}$$

Peso propio de BF y FD = 480

BE y ED = 150

Cargas totales:

$$P_A = 7.065 + (185 + 480 + 150) \times 4,0 \times 3/8 = 8285$$

$$P_B = 11.355 + 1220 + 0,2 \times 0,2 \times 2 \times 2400 = 12.765$$

$$P_E = 150 \times 4 \times \frac{5}{8} \times 2 = 750$$

$$P_F = 665 \times 4 \times \frac{5}{8} \times 2 = 3.325$$

Empuje horizontal de viento

$$F = \pm 50 \times 3,8 \times 20 \left(1 + \frac{1}{10}\right) = \pm 4180$$

Esfuerzos

Calculamos por separado los producidos por

- a) Carga P_1 simétrica.
b) Carga $P_2 - P_1$ aplicada en B.
c) $\pm F$.
- a) Compresión en BF y FD = 10.700
Tracción en BE y ED = 11.700
Compresión en EF = 11.000
- b) Compresión en BF = 5.800
Tracción en BE = 6.200
Compresión en EF = 3.000
Momento flector en EF (Pto F) = 17.900
- c) Esfuerzo en EF = 0
Esfuerzo en JE = $\pm 4180 \pm \frac{1670}{2,0} = \pm 5020$
en BE = ∓ 320
en BF = ∓ 580

Momento flector en AJ = + 1670

" EF (Pto F) = + 15.200

d) Momento flector por carga uniforme en BF y FD.

En el centro.

$$M = \pm 665 \times \frac{7^2}{16} = - 665$$

$$\text{En el arranque. } 665 \times \frac{7^2}{8} = 1330$$

Pieza JB.

2ª Hipótesis $N = 0$ $M_B = 0$ $M_J = \pm 1.670 \text{ mkg.}$

$T = 5.000$ en J.

$a = 25$ $d = 40$ $e = 37,5$ $t = u = 4,4 \text{ cm}^2.$

$H = 29 \text{ kg/cm}^2.$

$A = 1.200$ "

2 estribos $\phi 8$ a 17 cm. de separación constante.

Piezas BE:

1ª Hipótesis. $N = +27.000 + 9.000 = + 36.000$

$$M = 150 \times \frac{7^2}{8} = 300$$

2ª Hipótesis $N = + 11.700 + 6.200 + 320 = 18.220$

$$M = 300$$

$a = 25$ $b = 25$ $t = u = 15,2 \text{ cm}^2$

$$A = \left(\frac{36.000}{2} + \frac{800}{0,175} \right) \times \frac{1}{15,2} = 1.300$$

1 cerco $\phi 8$ a 18 cm.

Pieza ED

1ª Hipótesis $N = 27.000$

$$M = 150 \times \frac{7^2}{8} = 300$$

$$a = 25 \quad b = 25 \quad t = u = 11,7$$

$$A = \left(\frac{27.000}{2} + \frac{300}{0,175} \right) \frac{1}{11,7} = 1.300$$

1 cerco \varnothing 8 a 18 cm.

Pieza EF.-

1ª Hipótesis $N = - 25.500 - 4.000 - 2.700 = - 32.200$
 $M = + 24.000$

2ª Hipótesis $N = - 11.000 - 3.000 - 2.700 = - 16.700$
 $M = + 17.900 \pm 15.200 = + 33.100$

$$a = 50 \quad d = 80$$

$$t = 35 \quad u = 10$$

$$H = 60$$

$$A = 1.220$$

1 cerco \varnothing 12 a 20 cm.

PIEZA FD.-

1ª Hipótesis: $N = - 25.000$
 $M = - 990$
 $M_p = 1980$

2ª Hipótesis: $N = - 10.700$
 $M = - 665$
 $M_p = 1330$

En el extremo D

$$N = - 25.000$$

$$M = 0$$

$$a = 30 \quad d = 30$$

$$t = u = 2,2 \text{ cm.}$$

$$s = \frac{4,4}{0,008} + 4,8 \times 15 = 622$$

$$H = \frac{25.000}{622} \times 1,18 = 47,5 \text{ kg/cm}^2.$$

En el centro de FD

$$N = - 25.000$$

$$M = - 990$$

$$a = 30 \quad d = 35$$

$$t = u = 3,1 \quad e = 3,95$$

$$s = \frac{6,2}{0,008} + 6,2 \times 15 = 863$$

$$H = \frac{25.000}{863} \left(1 + \frac{6 \times 3,95}{35} \right) = 49 \text{ kg/cm}^2.$$

En el extremo F

$$N = - 25.000 \quad M = 1.980$$

$$a = 30 \quad d = 40$$

$$t = u = 3,4$$

$$H = 40$$

1 cerco \varnothing 8 a 15 cm. de separación constante.

Pieza BF:

$$1^{\text{a}} \text{ Hipótesis } N = - 25.000 - 8.500 = - 33.500$$

$$M = - 990$$

$$M_p = 1980$$

En el extremo B

Máxima compresión en el hormigón

$$N = - 33.500$$

$$M = 0$$

$$a = 30 \quad d = 30$$

$$t = u = 3,0$$

$$k = 1,20$$

$$s = \frac{6}{0,008} + 90 = 840$$

$$H = \frac{33.500}{840} \times 1,2 = 48$$

En el centro de BF

$$N = - 33.500 \quad M = 990$$

$$a = 30 \quad d = 35$$

$$t = u = 3,1$$

$$H = 43$$

En el extremo F

$$N = - 33500$$

$$M = 1980$$

$$a = 30 \quad d = 40$$

$$t = 4,6 \quad u = 3,1$$

$$H = 47$$

1 cerco ϕ 8 a 15 cm. de separación constante

Pieza JE

1ª Hipótesis: $N = 0$

$$M = 150 \times \frac{3^2}{6} = 300$$

2ª Hipótesis $N = + 5020$

$$M_F = 300$$

$$a = 20 \quad d = 30$$

$$t = u = 3,1$$

A tracción compuesta

$$A = \left(\frac{5.020}{2} + \frac{300}{0,26} \right) \times \frac{3}{3,1} = 1.180$$

A compresión simple:

$$s = 20 \times 30 + 6,2 \times 15 = 693 \text{ kg.}$$

$$k = 1 + (0,07 \times \frac{380}{20} \times 2 - 0,9) = 4,1$$

$$H = \frac{5.020}{693} \times 4,1 = 30$$

1 cerro ϕ 6 a 15 cm.

pieza FGH

$$\text{Peso propio: } 0,7 \times 1,2 \times 2.400 = 2000 \text{ kg/m.l.}$$

1ª Hipótesis

$$N_P = - (24.300 + 19.670 + 2700 + 5200) = - 52620$$

$$M_P = 18.000$$

$$N_G = - (52620 + 2,1 \times 2000) = - 56.820$$

$$M_G = 18.000$$

$$N_H = - (52620 + 8,0 \times 2000) = - 68.620$$

$$M_H = 18.000$$

2ª Hipótesis, con viento positivo

$$N = - (8290 + 11.260 + 750 + 3325 + 2700) = - 26340$$

$$M_P = 13000 + 4180 \times 3,8 = 29.250$$

$$N_G = - (26340 + 2,1 \times 2000) = - 30540$$

$$M_G = 13000 + 4180 \times 5,9 = 38.200$$

$$N_H = - (26340 + 8,0 \times 2000) = - 42.340$$

$$M_H = 13000 + 4180 \times 11,8 = 63.600$$

2ª Hipótesis con viento negativo

$$N_P = - 26340$$

$$M_F = 13000 - 16250 = - 3.250$$

$$N_G = - 30.540$$

$$M_G = 13000 - 25.200 = - 12.200$$

$$N_H = - 42.340$$

$$M_H = 13000 - 50.600 = 37.600$$

En el punto F

$$N = - 52.620 \quad M = 18.000$$

$$N = - 26.340 \quad M = 29.250$$

$$a = 65 \quad d = 100$$

$$t = 18 \quad u = 6,3$$

$$H = 41$$

$$A = 1.200$$

En el punto G

$$N = - 30.540 \quad M = 38.200$$

$$N = - 30.540 \quad M = - 12.200$$

$$a = 65 \quad d = 100$$

$$t = 25 \quad u = 6,3$$

$$H = 50$$

$$A = 1.230$$

En el punto H

$$N = - 42.340 \quad M = 63.600$$

$$N = - 42.340 \quad M = +- 37.600$$

$$a = 65 \quad d = 100$$

$$t = 45 \quad u = 22$$

$$H = 61$$

$$A = 1.240$$

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

CIMENTACION

=====

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

Hipótesis:

1ª	P = 68.620	M = 18.000
2ª	P = 43.340	M = 63.600
3ª	P = 42.340	M = - 37.600

Se descentra la zapata, 0,31m. respecto al soporte, en el sentido del viento positivo, con lo que se tienen los momentos reales siguientes:

1ª	M = 18.000 - 68.620 x 0,31 = - 5.300 mkg.
2ª	M = 63.600 - 42.340 x 0,31 = 50.500 "
3ª	M = - (37.600 + 42.340 x 0,31) = 50.700 mkg.

La zapata, según detalle, es de 4,80 x 1,00 m., en planta, y su peso resulta de

$$(4,4 \times 0,3 + \frac{4,4 + 1,9}{2} \times 1,0 + 1,8 \times 1,7) \times 1,0 \times 2.200 = 16.600 \text{ kg.}$$

Area en planta: 440 x 100 = 44.000 cm².

Tensión de trabajo en el terreno

$$C_1 = (68.620 + 16.600) \times (1 \pm \frac{6 \times 6,2}{440}) \times \frac{1}{44.000} = 2,1 \text{ kg/cm}^2.$$

$$C_2 = C_3 = (42.340 + 16.600) \times \frac{2}{(220 - 86) \times 3 \times 100} = 2,94 \text{ "}$$

Momento en el vuelo de la zapata:

$$M = 294 \times 100 \times (2,2 - 0,9)^2 \times \frac{1}{2} = 24.800 \text{ mkg.}$$

EDUARDO TORROJA
OFICINA TÉCNICA

a = 100 d = 130 c = 127

t = 18,6

H = 18

A = 1.200

VARIANTE DE SOPORTE, PARA PUENTE GRUA
=====

Este soporte, a partir del punto G hacia cubierta, es exactamente igual al de la solución normal.

A partir de dicho punto hacia abajo se estudian las dos soluciones, una para cada una de las posiciones del puente-grúa, indicadas en el esquema de la solución A. y con los mismos datos de carga insertos en dicha solución.

Los esfuerzos del puente grua entre G y H son:

$$N = - 41.500 \text{ kg.}$$

$$M = \pm 41.500x(0,28+0,5) = \pm 32.400 \text{ mkg.}$$

1ª SOLUCION

1ª Hipótesis. $N_G = - (56.820+41.500) = - 98.320 \text{ kg.}$
 $M_G = 18.000+32.400 = 50.400 \text{ mkg.}$
 $N_H = - (68.620+41.500) = - 110.120 \text{ kg.}$
 $M_H = 50.400 \text{ mkg.}$

2ª Hipótesis: $N_G = - (30.540+41.500) = - 72.040$
 $M_G = 38.200+32.400 = 70.600$
 $N_H = - (42.340+41.500) = - 83.840$
 $M_H = 63.600+32.400 = 96.000$

3ª Hipótesis $N_G = - 72.040$
 $M_G = - 12.200+32.400 = 20.200$

$$N_H = - 83.840$$

$$M_H = - 37.600 + 32.400 = - 5.200$$

En el punto G:

$$N = - 72.040$$

$$M = 70.600$$

$$a = 80$$

$$d = 120$$

$$t = 30$$

$$u = 10$$

$$H = 56$$

$$A = 1.200$$

En el punto H:

$$N = - 83.840$$

$$M = 96.000$$

$$a = 80$$

$$f = 120$$

$$t = 50$$

$$u = 10$$

$$H = 65$$

$$A = 1.240$$

1 cerco ϕ 8 a 25 cm. de separación.

2ª SOLUCION

1ª Hip. $N_G = - 98.320$

$$M_G = 18.000 - 32.400 = - 14.400$$

$$N_H = - 110.120$$

$$M_H = - 14.400$$

2ª Hip. $N_G = - 72.040$

$$M_G = 38.200 - 32.400 = 5.800$$

$$N_H = - 83.840$$

$$M_H = 63.600 - 32.400 = 31.200$$

3ª Hipótesis: $N = - 72.040$
 $M_G = - (12.200 + 32.400) = - 44.600$
 $M_H = - 83.840$
 $M_{\bar{H}} = - (37.600 + 32.400) = - 70.000$

En el punto G:

$$\begin{aligned} N &= - 72.040 & H &= 44.600 \\ e &= 70 & d &= 120 \\ t &= 10 & u &= 10 \\ H &= 45 \\ A &= 1.070 \end{aligned}$$

En el punto H:

$$\begin{aligned} N &= - 83.840 & H &= 70.000 \\ e &= 70 & d &= 120 \\ t &= 25 & u &= 10 \\ H &= 63 \\ A &= 1.290 \\ & \text{1 cerco } \phi \text{ 8 a 25 cm.} \end{aligned}$$

CIMENTACION - 1ª SOLUCION

Hipótesis posibles, con puente grúa.

1ª	P = 110.120 kg.	M = 50.400 mkg.
2ª	P = 83.840	M = 96.000
3ª	P = 83.840	M = - 5.200

Sin puente grúa:

4ª	P = 68.620	M = 18.000
5ª	P = 42.340	M = 63.600
6ª	P = 42.340	M = - 37.600

Dando a las zapatas una excentricidad de 0,31 m. en el sentido positivo del viento, los momentos reales son:

1ª	M = 50.400 - 110.120 x 0,31 = 16.200 mkg.
2ª	M = 96.000 - 83.840 x 0,31 = 70.000 "
3ª	M = - (5.200 + 83.840 x 0,31) = - 31.200 mkg.
4ª	M = 18.000 - 68.620 x 0,31 = - 3.300 mkg.
5ª	M = 63.600 - 42.340 x 0,31 = 50.500 mkg.
6ª	M = - (37.600 + 42.340 x 0,31) = - 50.700

La zapata es, en planta, de 4,5 x 1,4 m. y su peso resulta de

$$\left[(0,3 \times 4,5 + \frac{2,1 + 4,5}{2} \times 0,9) \times 1,4 + 0,9 \times 2,0 \times 1,8 \right] \times 2.200 = 20.500 \text{ kg.}$$

Excentricidades:

$$e_2 = \frac{70.000}{83.840 + 20.500} = 0,67 \text{ m.}$$

$$e_6 = \frac{50.700}{42.340 + 20.500} = 0,81 \text{ m.}$$

Tensión de trabajo en el terreno:

$$C_2 = 104.340 \times \left(1 \pm \frac{6 \times 67}{450}\right) \times \frac{1}{450 \times 140} = 3,15 \text{ kg/cm}^2.$$

$$C_6 = 62.840 \times \frac{2}{(225-51) \times 3 \times 140} = 2,1 \text{ kg/cm}^2.$$

Momento en el vulo:

$$M = 315 \times 140 \times (2,25 - 1,0)^2 \times \frac{1}{2} = 34.500$$

$$a = 140 \quad d = 120 \quad c = 117$$

$$t = 27$$

$$H = 20$$

$$A = 1.200$$

CIMENTACION - 2ª SOLUCION

Hipótesis posibles; con puente grúa.

1ª	P = 110.120	M = - 14.400
2ª	P = 83.840	M = 31.200
3ª	P = "	M = - 70.000

Sin puente grúa.

4ª	P = 68.620	M = 18.000
5ª	P = 42.340	M = 63.600
6ª	P = "	M = - 37.500

Zapata de 4,5 x 1,4 m. en planta, con un peso de

$$\left[(0,3 \times 4,5 + \frac{1,6 + 4,5}{2} \times 1,0) \times 1,4 + 1,0 \times 1,5 \times 1,7 \right] \times 2.200 = 19.200 \text{ kg.}$$

Tensiones de trabajo en el terreno

$$\sigma_3 = (83.840 + 19.200) \times \left(1 \pm \frac{6 \times 68}{450} \right) \times \frac{1}{450 \times 140} = 3,12 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_5 = (42.340 + 19.200) \times \frac{2}{3(225 - 103) \times 140} = 2,4 \text{ kg/cm}^2.$$

Momento en el vuelo de la zapata:

$$M = 312 \times 140 \times (2,25 - 0,75)^2 \times \frac{1}{2} = 49.000 \text{ mkg.}$$

$$a = 140 \quad d = 130 \quad e = 127$$

$$t = 37$$

$$H = 21$$

$$A = 1.200$$

PROC.

ANULA AL

COMP.

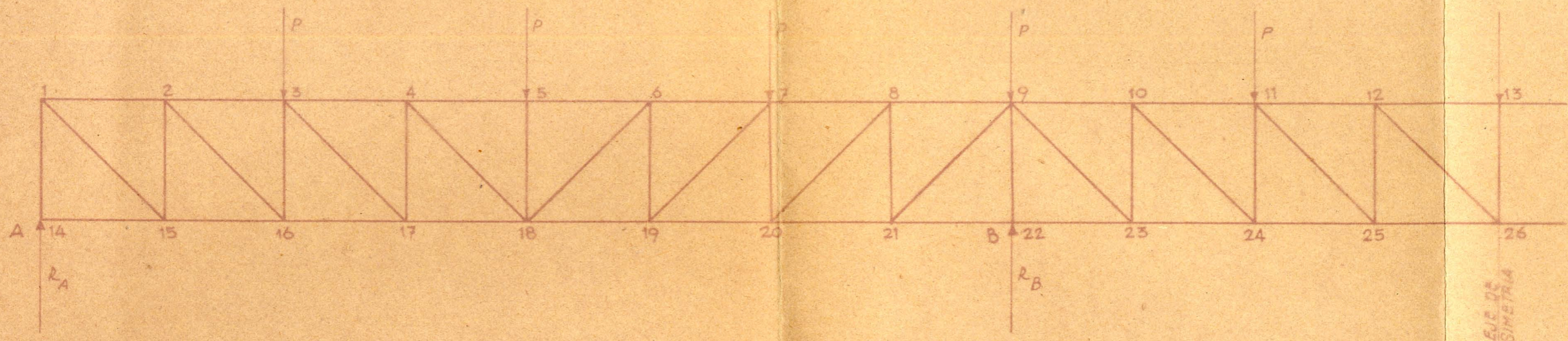
DIB.

TRAZ.

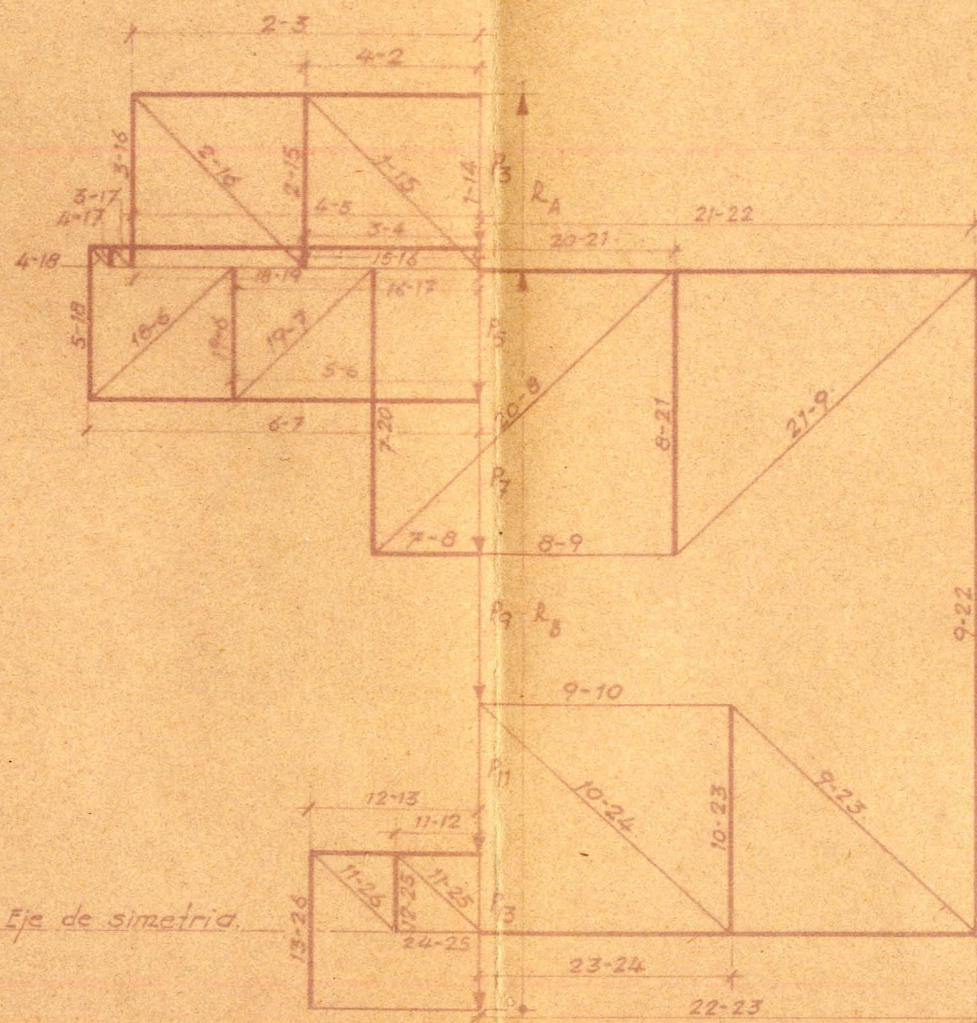
ORD.

194

EDUARDO TORROJA
OFICINA TECNICA N.º



Escala. 1cm x 0,5 Tons.



Eje de simetria.

— Tracciones
— Compresiones

