

PROYECTO DE PUENTE SOBRE EL RIO ITATA

(Continuacion)

CUADRO III

Peso muerto i sobrecarga completa

N. ^o	ESFUERZO	SECCION	FATIGA	N. ^o	ESFUERZO	SECCION	FATIGA
BRIDA SUPERIOR				DIAGONALES			
1	+29.865	mm. ²	k/mm. ²	22	+ 7.880	mm. ²	k/mm. ²
2	+26.075		+4,10	24	+ 5.550		+3,93
3	+21.725		+3,58	26	+ 7.350		+2,91
4	+14.740		+2,98	28	+10.625		+2,82
5	+ 6.397		+2,02	30	+11.390		+4,98
6	- 3.705	7.992	+0,87	32	+12.400		+4,35
7	-16.569		-0,46	34	+14.830		+4,77
8	-30.538		-2,07	36	+15.675		+5,70
9	-41.711		-3,82	38	+12.125		+6,03
10	-46.993		-5,21	40	+ 5.700		+4,70
							+2,19
BRIDA INFERIOR				MONTANTES			
21	-63.770	10.992	-5,80	0	- 8.600	5.472	-1,57
20	-59.825		-5,44	23	- 9.525	6.000	-1,59
19	-55.282		-5,03	25	- 9.025		-1,50
18	-49.791		-4,53	27	-11.900		-1,83
17	-42.304		-3,85	29	-10.700		-1,78
16	-33.679		-3,06	31	-10.225		-1,70
15	-23.178		-2,10	33	-10.450		-1,74
14	-10.164		-0,92	35	-10.075		-1,68
13	+ 3.919	9.872	+0,38	37	- 7.825		-1,30
12	+15.152		+1,53	39	- 5.225		-0,87
				11	- 3.058		-0,51

NOTA.—Los montantes son formados:

los estremales por 2 L de $\frac{120 \times 120}{12}$; sección = 5.472 mm.²

los intermedios » 4 L de $\frac{80 \times 80}{10}$; » = 6.000 »

Las diagonales son formadas por

2 L de $\frac{80 \times 80}{10}$; sección útil = $3.000 - 2 \times 20 \times 10$ (remache) = 2.600 mm.²

3.^o) Peso muerto i media sobre-carga.

Admitiendo que la sobre-carga cubra solo la mitad izquierda de la viga, tendremos que estudiar las dos semi-vigas por separado.

Cuando el peso muerto obra solo se tiene:

$$\pi = 0$$

$$q = 11.822 \text{ k}$$

Para la sobrecarga que se estiende desde el extremo izquierdo de la viga hasta la clave, habrá que aplicar las ecuaciones (24) i (25):

$$\pi = 2.401 \text{ k}$$

$$q = 7.411 \text{ k}$$

Luego para el conjunto de ámbas fuerzas:

$$\pi = 2.401 \text{ k}$$

$$q = 11.822 + 7.411 = 19.223 \text{ k}$$

$$d = 0,611 \text{ m.}$$

a) *Medio tramo cargado.*—Los nudos llevan las mismas cargas que acabamos de considerar para el caso anterior; luego en la clave tendremos en definitiva:

$$\text{esfuerzo horizontal} = 19.233 \text{ k}$$

$$\gg \quad \text{vertical} = 2.401 - 1.529 = 872 \text{ k}$$

dirijido, este último, de abajo hacia arriba, i aplicado, el primero, a 0,611 m. por encima del centro de gravedad de la brida superior (fig. 26).

El cálculo de los diversos elementos del enrejado se hará como ya hemos visto, obteniendo los esfuerzos que actúan sobre lasbridas por las ecuaciones de los momentos en torno de los nudos, i los que obran sobre los montantes i diagonales, por medio de los polígonos de fuerzas en equilibrio alrededor de cada nudo (depurados 30 i 31).

Los resultados aparecen consignados en el cuadro IV.

CUADRO IV

Peso muerto i media sobrecarga

(medio arco cargado)

N. ^o	ESFUERZO	SECCION	FATIGA	N. ^o	ESFUERZO	SECCION	FATIGA
BRIDA SUPERIOR				DIAGONALES			
1	+ 27.822	mm. ² 7 272	k mm. ² + 3,83	22	+ 8.675	mm. ² 2.600	k mm. ² + 3,34
2	+ 23.524	»	+ 3,26	24	+ 8.480	»	+ 3,26
3	+ 18.599	»	+ 2,55	26	+ 8.400	»	+ 3,23
4	+ 11.476	»	+ 1,57	28	+ 10.850	»	+ 4,17
5	+ 3.115	»	+ 0,42	30	+ 11.300	»	+ 4,34
6	- 6.535	7.992	- 0,81	32	+ 11.980	»	+ 4,61
7	- 17.913	»	- 2,23	34	+ 13.040	»	+ 5,01
8	- 28.323	»	- 3,54	36	+ 11.350	»	+ 4,36
9	- 34.681	»	- 4,34	38	+ 7.300	»	+ 2,88
10	- 33.922	»	- 4,24	40	- 880	3.000	- 0,29
BRIDA INFERIOR				MONTANTES			
21	- 54.185	10.992	- 4,92	0	- 9.330	5.472	- 1,70
20	- 49.817	»	- 4,53	23	- 10.350	6.000	- 1,72
19	- 44.836	»	- 4,07	25	- 9.880	»	- 1,64
18	- 38.945	»	- 3,53	27	- 11.200	»	- 1,86
17	- 31.351	»	- 2,84	29	- 10.650	»	- 1,77
16	- 22.716	»	- 2,86	31	- 10.030	»	- 1,67
15	- 12.781	»	- 1,27	33	- 9.480	»	- 1,58
14	- 1.341	»	- 0,11	35	- 8.225	»	- 1,37
13	+ 9.127	9.872	+ 0,92	37	- 6.050	»	- 1,01
12	+ 15.537	»	+ 1,56	39	- 2.750	»	- 0,46
				11	- 2.207	»	- 0,37

NOTA.—El montante central se halla comprimido por el peso local que, en ese punto, trasmite a la viga el travesaño, i que vale

$$1529 + 678 = 2207 \text{ k}$$

b) *Medio tramo descargado.* — Las reacciones aplicadas en el punto G de la sección en la llave son:

$$\begin{array}{ll} \text{reacción horizontal} & q = 19.233 \text{ k} \\ \gg \quad \text{vertical (hacia abajo)} & \pi = 2.401 \text{ k} \end{array}$$

Esta última se compone con el peso muerto de 678 k, que carga el nudo central de la semi-viga, para dar un total de $2.401 + 678 = 3.079 \text{ k}$.

El estado de solicitud es el que indica la fig. 27.

El cálculo del medio arco se hará como anteriormente (depurados 32 i 33); sus resultados pueden consultarse en el cuadro V.

CUADRO V

Peso muerto i media sobrecarga

(medio arco descargado)

N. ^o	ESFUERZO	SECCION	FATIGA	N. ^o	ESFUERZO	SECCION	FATIGA
BRIDA SUPERIOR							
1	+ 15.286	7.272	+ 2,09	22	+ 2.350	2.600	+ 0,91
2	+ 14.121	»	+ 1,94	24	+ 2.275	»	+ 0,87
3	+ 12.763	»	+ 1,75	26	+ 2.400	»	+ 0,92
4	+ 9.844	»	+ 1,34	28	+ 4.425	»	+ 1,72
5	+ 6.120	»	+ 0,83	30	+ 5.100	»	+ 1,96
6	+ 1.164	»	+ 0,15	32	+ 6.120	»	+ 2,35
7	- 6.017	7.992	- 0,75	34	+ 8.275	»	+ 3,18
8	- 15.766	»	- 1,96	36	+ 10.900	»	+ 4,19
9	- 25.537	»	- 3,19	38	+ 10.650	»	+ 4,09
10	- 33.922	»	- 4,27	40	+ 9.000	»	+ 3,46
BRIDA INFERIOR							
MONTANTES							
21	- 37.381	10.992	- 3,43	0	- 2.820	5.472	- 0,51
20	- 36.553	»	- 3,31	23	- 3.350	6.000	- 0,56
19	- 34.975	»	- 3,16	25	- 3.325	»	- 0,55
18	- 32.937	»	- 2,99	27	- 4.700	»	- 0,78
17	- 29.723	»	- 2,70	29	- 4.830	»	- 0,80
16	- 25.771	»	- 2,32	31	- 5.000	»	- 0,83
15	- 20.680	»	- 1,87	33	- 5.500	»	- 0,91
14	- 13.331	»	- 1,27	35	- 6.220	»	- 1,03
13	- 3.481	»	- 0,31	37	- 5.550	»	- 0,91
12	+ 6.340	9.872	+ 0,63	39	- 4.620	»	- 0,69
				11	- 2.207	»	- 0,37

CAPÍTULO IV

Cálculo de las vigas principales

EMPUJE DEL VIENTO

En el capítulo II hemos fijado la presión del viento por metro cuadrado i la estension de las superficies sometidas a su acción.

Para contrarestar el empuje del viento i hacer solidarias las dos vigas del puente hemos empleado un arriostramiento vertical trasversal i otro horizontal inferior. En el capítulo VII hacemos el cálculo de las riostras, considerando al puente descargado, con media sobrecarga o con sobrecarga completa.

No creemos oportuno colocar aquí el detalle de ese cálculo, cuyos resultados nos limitamos a indicar.

Desde luego la insignificancia de las acciones verticales que trasmiten al alma de las vigas los contravientos trasversales permiten despreciarlas.

En cuanto al trabajo de las cabezas inferiores de los arcos, que arroja el cálculo del contraviento horizontal en los distintos casos de solicitacion considerados, puede consultarse en el cuadro VI.

CUADRO VI

Empuje del viento

TASAS DE TRABAJO EN LA BRIDA INFERIOR

N. ^o	VIENTO SIN SOBRECARGA		VIENTO I SOBRECARGA COMPLETA		VIENTO I MEDIA SOBRE-CARGA MEDIO TABLAMO CARGADO	
	→	↔	→	↔	→	↔
21	0,00	-0,40	0,00	-0,35	0,00	-0,33
20	+0,44	-0,77	+0,38	-0,66	+0,37	-0,61
19	+0,88	-1,10	+0,75	-0,93	+0,68	-0,85
18	+1,23	-1,37	+1,04	-1,10	+0,96	-1,06
17	+1,54	-1,62	+1,31	-1,39	+1,20	-1,23
16	+1,81	-1,82	+1,54	-1,56	+1,38	-1,37
15	+2,03	-1,90	+1,72	-1,63	+1,53	-1,47
14	+2,21	-2,09	+1,88	-1,80	+1,64	-1,53
13	+2,33	-2,75	+1,98	-1,86	+1,70	-1,55
12	+2,40	-2,17	+2,04	-1,87	+1,71	-1,55

NOTA.—Las flechas indican el sentido de acción del viento.

CAPÍTULO V

Cálculo de las vigas principales

VARIACIONES DE TEMPERATURA

Hemos visto anteriormente que se debe contar con

- un descenso de temperatura de 15°
- una sobre-elevación » » 30°

1.) Consideremos un descenso de temperatura de t° centígrados, i llamemos c el coeficiente de dilatación del acero.

Cortemos al arco por el plano vertical DC, fig. 38, i consideremos aisladamente sus dos mitades.

Por efecto del descenso de t° en la temperatura, el punto D tiende a experimentar:

- | | |
|--|---------|
| Un desplazamiento vertical..... | c. t. f |
| Un desplazamiento horizontal hacia la izquierda..... | c. t. L |

En cuanto a la variación angular de la sección en D, ella tiene un valor nulo.

Hagamos:

$$\begin{aligned}t &= 15 \\c &= 0,0000122 \\f &= 4,80 \text{ m.} \\L &= 20,25 \text{ m.}\end{aligned}$$

Entonces

$$\begin{aligned}\text{c. t. } f &= 0,0000122 \times 15 \times 4,8 = 0,00088 \text{ m.} \\ \text{c. t. } L &= 0,0000122 \times 15 \times 20,25 = 0,0037 \text{ m.}\end{aligned}$$

Los desplazamientos verticales del punto D pueden producirse libremente, sin occasionar en el arco fatiga alguna (*).

No sucede lo mismo con los desplazamientos horizontales, que son diametralmente opuestos e iguales en las dos semi-vigas: la sección en D no puede experimentar ningún desplazamiento, ni lineal ni angular, en el sentido horizontal.

El desplazamiento de 0,0037 m. que tiende a producirse en D por efecto del descenso de temperatura sobre el medio arco de la izquierda es neutralizado por la solicitacion en sentido contrario del medio arco de la derecha. Esta solicitacion debida a la temperatura puede ser reemplazada por la de una fuerza q_i , aplicada en un punto de la sección DC, i tal que, por su acción sobre el medio arco de la izquierda, imprima al punto D un desplazamiento igual i diametralmente opuesto al de que acabamos de hablar.

Esta fuerza q_i debe ser horizontal: ella no tendrá componente vertical, porque hemos admitido que los efectos de la temperatura en sentido vertical se producen sin enjendar esfuerzos (fig. 38).

(*) En realidad el empotramiento del arco dificulta en algo este movimiento; pero hemos preferido no tomarlo en cuenta, en vista de su escasa importancia i para no alargar más el cálculo.

Si llamamos Δx_t el desplazamiento horizontal de D i a_t la variación angular de la sección DC, debidos a q_t , podemos escribir:

$$\begin{aligned}\Delta x_t &= 0,0037 \text{ m.} \\ a_t &= 0\end{aligned}$$

Los valores de Δx_t i x_t pueden evaluarse en función q_t por medio de fórmulas análogas a las (12) i (14) de la pág. 650:

$$\Delta x_t = \frac{1}{E\Omega} \int_A^D \frac{M}{h} dx \quad (12)$$

$$a_t = \frac{1}{E\Omega} \left[\int_A^D \frac{M}{h^2} dx + \int_A^D \frac{M'}{h^2} ds \right] \quad (14')$$

en la última de las cuales admitimos que las dos cabezas de la viga tienen una misma sección constante Ω .

Es fácil ver que:
para la brida superior

$$M = q_t (h - d_t) = q_t h - q_t d_t$$

para la brida inferior

$$M' = -q_t d_t,$$

entonces

$$\Delta x_t = -\frac{q_t d_t}{E \cdot \Omega} \int_A^D \frac{dx}{h} + \frac{q_t}{E \cdot \Omega} \int_A^D dx \quad (30)$$

$$a_t = \frac{q_t d_t}{E \cdot \Omega} \left[\int_A^D \frac{dx}{h^2} + \int_A^D \frac{ds}{h^2} \right] + \frac{q_t}{E \cdot \Omega} \int_A^D \frac{dx}{h} \quad (31)$$

En el caso presente:

$$E = 16\,000\,000\,000 \text{ k.p.m.}^2 (*)$$

$$\Omega = \frac{1}{2}(0,07992 + 0,010992) = 0,009492 \text{ m.}^2$$

$$E \cdot \Omega = 151,872,000 \text{ k.}$$

Hemos tomado como valor de Ω el término medio de las secciones de las dos bridas.

(*) Hemos creido prudente aceptar para el metal empleado el valor de E que se indica i que corresponde más bien a los enrejados de fierro.

Anteriormente calculamos

$$\int_A^D dx = 20,25; \quad \int_A^D \frac{dx}{h} = 12,752$$

$$\int_A^D \frac{dx}{h^2} = 10,303; \quad \int_A^D \frac{ds}{h'^2} = 10,273$$

Reemplazando en (30) i (31):

$$150,872,000 \Delta x_t = -12,752 q_t d_t + 20,25 q_t$$

$$151,872,000 a_t = -(10,303 + 10,273) q_t d_t + 12,752 q_t$$

Pero

$$\Delta x_t = 0,0037 \text{ m.}$$

$$a_t = 0$$

luego:

$$20,25 q_t - 12,752 q_t d_t = 151,872,000 \times 0,0037$$

$$12,752 q_t - 20,576 q_t d_t = 0$$

de donde

$$d_t = 0,62 \text{ m}$$

$$q_t = 45,522 \text{ k.}$$

El estado de solicitacion es el que indica la figura 39.

Por el metodo analitico ya empleado, podemos determinar los esfuerzos que actuan sobre las bridas; por un trazado grafico, se obtienen los que solicitan a los montantes y diagonales (depurados 40 i 41).

CUADRO VII

Descenso de 15° en la temperatura

N. ^o	ESFUERZO	SECCION	FATIGA	N. ^o	ESFUERZO	SECCION	FATIGA
BRIDA SUPERIOR				DIAGONALES			
1	+ 38.540	7.272	+ 5,29	22	+ 2.350	2.600	+ 0,90
2	+ 37.166	»	+ 5,11	24	+ 2.800	»	+ 1,04
3	+ 35.276	»	+ 4,84	26	+ 3.220	»	+ 1,24
4	+ 33.095	»	+ 4,55	28	+ 3.300	»	+ 1,27
5	+ 30.124	»	+ 4,14	30	+ 4.000	»	+ 1,54
6	+ 25.935	»	+ 3,56	32	+ 5.180	»	+ 1,99
7	+ 20.881	»	+ 2,86	34	+ 5.800	»	+ 2,23
8	+ 17.217	»	+ 2,37	36	+ 4.020	»	+ 1,54
9	+ 13.228	»	+ 1,81	38	+ 4.380	»	+ 1,68
10	+ 10.194	»	+ 1,40	40	+ 3.250	»	+ 1,25
BRIDA INFERIOR				MONTANTES			
21	+ 6.107	9.872	+ 0,62	0	- 2.110	5.472	- 0,38
20	+ 7.166	»	+ 0,73	23	- 2.400	6.000	- 0,40
19	+ 8.591	»	+ 0,86	25	- 2.640	»	- 0,44
18	+ 10.404	»	+ 1,04	27	- 2.500	»	- 0,42
17	+ 12.653	»	+ 1,27	29	- 2.750	»	- 0,46
16	+ 15.606	»	+ 1,58	31	- 3.050	»	- 0,56
15	+ 19.782	»	+ 2,00	33	- 2.840	»	- 0,48
14	+ 24.534	»	+ 2,47	35	- 1.830	»	- 0,31
13	+ 28.232	»	+ 2,87	37	- 1.760	»	- 0,30
12	+ 32.289	»	+ 3,25	39	- 1.200	»	- 0,20
				11	0	»	0

2.^o Consideremos ahora una elevación de temperatura de 30°. Los esfuerzos que se desarrollan en el enrejado para una elevación de temperatura de 15° se obtendrán fácilmente, cambiando de signo a los que corresponden a un descenso de temperatura de 15°. Ahora bien, para un aumento de temperatura de 30° se obtendrán esfuerzos dobles de los anteriores.

Los valores numéricos de estos esfuerzos se obtendrán entonces, cambiando de signo i duplicando los que aparecen consignados en el cuadro VII.

Para el cálculo de las fatigas correspondientes hemos debido ademas tomar en cuenta el cambio de signo de las acciones solicitantes, que introducen modificaciones en el valor de las secciones útiles de las distintas piezas del enrejado.

CAPÍTULO VI

Cálculo de las vigas principales

RESUMEN

Hemos reunido en el cuadro VIII las fatigas que soportan las distintas piezas de los arcos bajo la acción de los esfuerzos que la solicitan.

CUADRO VIII

Resumen de las tasas de trabajo correspondientes a los diversos esfuerzos solicitantes

Números	Peso muerto	PESO MUERTO I MEDIA SOBRECARGA		I sobrecarga compuesta Peso muerto	TEMPERATURA		Tasa máxima	Brida superior
		Medio-arcos cargado	Medio-arcos descargado		Elevacion de 30°	Descenso de 15°		
1	+1,82	+3,83	+2,09	+4,10	-9,64	+5,29	+9,39	
2	+1,58	+3,26	+1,94	+3,58	-9,30	+5,11	+8,68	
3	+1,32	+2,55	+1,75	+2,98	-8,83	+4,84	+7,82	
4	+0,90	+1,57	+1,34	+2,02	-8,28	+4,55	+7,38	
5	+0,39	+0,42	+0,83	+0,87	-7,54	+4,14	+7,15	
6	-0,21	-0,81	+0,15	-0,46	-6,49	+3,56	-6,70	
7	-0,92	-2,23	-0,75	-2,07	-5,22	+2,86	-7,45	
8	-1,69	-3,54	+1,96	-3,82	-4,30	+2,37	-8,12	
9	-2,31	-4,34	-3,19	-5,21	-3,31	+1,81	-8,52	
10	-2,61	-4,24	-4,27	-5,88	-2,55	+1,40	-8,33	

NOTA.—Todas las tasas de trabajo están expresadas en kgs. por milímetro cuadrado.

CUADRO VIII (Continuación)

Números	Peso muerto	PESO MUERTO I MEDIA SOBRE- CARGA			Peso muerto i sobre carga completa	VIENTO SIN SOBRECARGA		VIENTO I MEDIA SOBRECARGA MEDIO-ARCO CARGADO		VIENTO I SOBREGAR- GA COMPLETA		TEMPERATURA		Tasa máxima	Brida inferior
		Medio-arc o cargado	Medio arco descargado									Elevación de 30°	Descenso de 15°		
21	-2,57	-4,92	-3,43	-5,80	0	-0,40	0	-0,33	0	-0,35	-1,11	+0,62	-7,26		
20	-2,41	-4,53	-3,31	-5,44	+0,44	-0,77	+0,37	-0,61	+0,38	-0,66	-1,30	+0,73	-7,40		
19	-2,22	-4,07	-3,16	-5,03	+0,88	-1,10	+0,68	-0,85	+0,75	-0,93	-1,56	+0,86	-7,52		
18	-2,00	-3,53	-2,99	-4,53	+1,23	-1,37	+0,96	-1,06	+1,04	-1,17	-1,89	+1,04	-7,59		
17	-1,69	-2,34	-2,70	-3,85	+1,54	-1,62	+1,20	-1,23	+1,31	-1,39	-2,30	+1,27	-7,54		
16	-1,34	-2,06	-2,32	-3,06	+1,81	-1,82	+1,38	-1,37	+1,54	-1,56	-2,84	+1,58	-7,46		
15	-0,93	-1,27	-1,87	-2,10	+2,03	-1,90	+1,53	-1,47	+1,72	-1,63	-2,59	+2,00	-6,32		
14	-0,40	-0,11	-1,21	-0,92	+2,21	-2,09	+1,64	-1,53	+1,88	-1,80	-2,46	+2,47	-5,18		
13	+0,17	+0,92	-0,31	+0,38	+2,33	-2,15	+1,70	-1,55	+2,98	-1,86	-5,14	+2,87	-7,12		
12	+0,68	+1,56	+0,63	+1,53	+2,40	-2,17	+1,71	-1,55	+2,04	-1,87	-5,87	+3,25	-7,36		

CUADRO VIII (Continuacion)

Números	Peso muerto	PESO MUERTO I MEDIA SOBRECARGA		Peso muerto i sobrecarga completa	TEMPERATURA		Tasa máxima	Diagonales
		Medioarco cargado	Medioarco descargado		Elevacion de 30°	Descenso de 15°		
22	+1,32	+3,34	+0,91	+3,03	-1,57	+0,90	+4,24	
24	+1,26	+3,26	+0,87	+2,91	-1,87	+1,04	+4,30	
26	+1,23	+3,23	+0,92	+2,82	-2,15	+1,24	+4,47	
28	+1,80	+4,17	+1,72	+4,08	-2,20	+1,27	+5,44	
30	+1,91	+4,34	+1,96	+4,35	-2,67	+1,54	+5,89	
32	+2,10	+4,61	+2,35	+4,77	-3,45	+1,99	+6,76	
34	+2,51	+5,01	+3,18	+5,70	-3,87	+2,23	+7,93	
36	+2,64	+4,36	+4,19	+6,03	-2,68	+1,54	+7,57	
38	+2,98	+2,88	+4,09	+4,70	-2,92	+1,68	+6,38	
40	+0,95	-0,29	+3,46	+2,19	-2,50	+1,25	+4,71	
<hr/>								
0	-0,69	-1,70	-0,51	-1,57	+0,84	-0,38	-2,08	Montantes
23	-0,71	-1,72	-0,56	-1,59	+0,92	-0,40	-2,12	
25	-0,67	-1,64	-0,55	-1,50	+1,02	-0,44	-2,08	
27	-0,81	-1,86	-0,78	-1,83	+0,96	-0,42	-2,28	
29	-0,79	-1,77	-0,80	-1,78	+1,06	-0,46	-1,24	
31	-0,76	-1,67	-0,83	-1,70	+1,17	-0,56	-2,26	
33	-0,69	-1,58	-0,91	-1,74	+1,09	-0,48	-2,22	
35	-0,67	-1,37	-1,03	-1,68	+0,70	-0,31	-1,99	
37	-0,56	-1,01	-0,91	-1,30	+0,68	-0,30	-1,60	
39	-0,38	-0,46	-0,60	-0,87	+0,46	-0,20	-1,07	
11	-0,23	-0,37	-0,37	-0,51	0	0	-0,51	

CAPÍTULO VII

CÁLCULO DE LOS CONTRAVIENTOS

Hemos calculado ya los valores numéricos que corresponden al empuje del viento. Hemos dicho, además, que empleamos dos sistemas de contravientos, uno vertical transversal i el otro horizontal inferior.

§ I. Contraviento vertical

1.^o *Viento sin sobrecarga.*—Tenemos las cifras siguientes:

Presión del viento sobre los guarda-ruedas, entablados i longuerinas.....	6.050 k.
Presión del viento sobre las vigas.....	13.200 »

El primero de estos esfuerzos se supondrá concentrado en los nudos superiores de la viga principal, i el último, que admitimos, se reparte uniformemente, se distribuirá entre los nudos superiores e inferiores de la misma.

Según esto, cada nudo central superior recibirá un refuerzo horizontal igual a

$$\frac{6.050}{20} \times \frac{1}{2} + \frac{13.200}{20} = 633 \text{ k}$$

Cada nudo central inferior recibirá por su parte un empuje de

$$\frac{1}{2} \times \frac{13.200}{20} = 330 \text{ k.}$$

Supongamos que el viento obre de izquierda a derecha, i consideremos el arriostramiento vertical cuyo esquema aparece en la figura 8.

La presión de 633 k se transmite por intermedio del travesaño *T*, al cual comprime, al nudo *A*, i allí se descompone en dos, una según el alma de la viga principal, i otra, según la dirección de la diagonal *AB*, cuyo valor es

$$D = \frac{633 \times AB}{BC}$$

por fin esta última se transmite a *B* i allí da dos componentes, una horizontal, de 633 k, según el montante *BC* del arriostramiento inferior i otra vertical, según el alma de la viga principal correspondiente.

El esfuerzo de compresión del travesaño da una tasa de trabajo de

$$\frac{633}{w} = \frac{633}{7300} = 0.09 \text{ k p. mm}^2$$

$$w = \frac{57 \times 10^6}{7.800} = 7.300 \text{ mm}^2 (*)$$

(*) Véase cálculo del travesaño.

El esfuerzo que solicita a la diagonal AB es función de su inclinación, la que se encuentra en peores condiciones de solicitud es la del segundo paño del arriostramiento, a contar desde el estribo, ella da

$$AB = \sqrt{\frac{BC = 4,05 \text{ m}}{4,95^2 + 4,15^2}} = 5,80 \text{ m.}$$

$$D = \frac{633 \times 5,80}{4,05} = 906 \text{ k.}$$

La diagonal es un fierro L de $\frac{60 \times 60}{6}$, de 684 mm^2 de sección; descontando un agujero para remache de 15 mm. , se tiene:

$$684 - 6 \times 15 = 594 \text{ mm.}^2$$

Su tasa de trabajo será:

$$\frac{906}{594} = 1,52 \text{ k. p. mm.}^2$$

Si el viento obra en sentido contrario del considerado, bastaría cruzar las diagonales y todo se invertirá.

R. CLARO S. I J. LIRA O.

(Continuará)



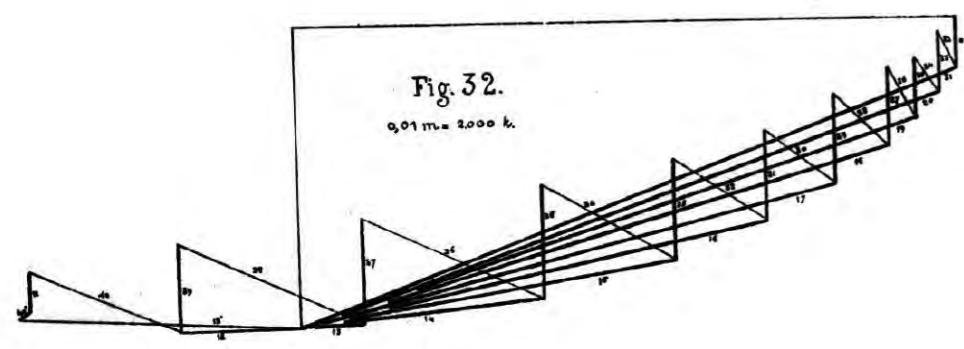


Fig. 32.

Fig. 3 E.

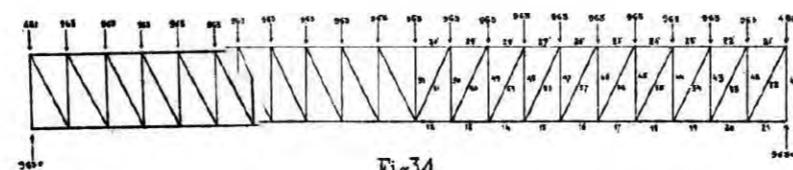


Fig. 34.

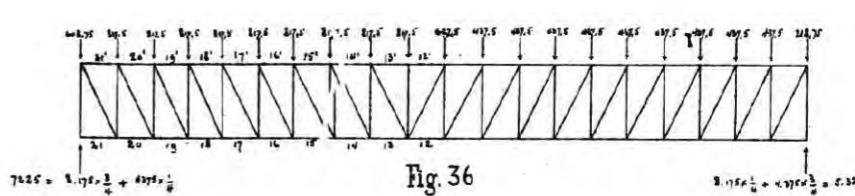


Fig. 36

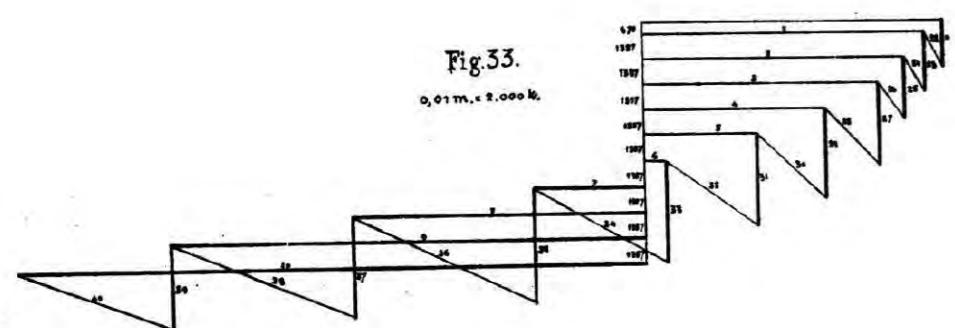


Fig.33

- 3 -



Fig. 35.

3,01 m. = 2.000 km.

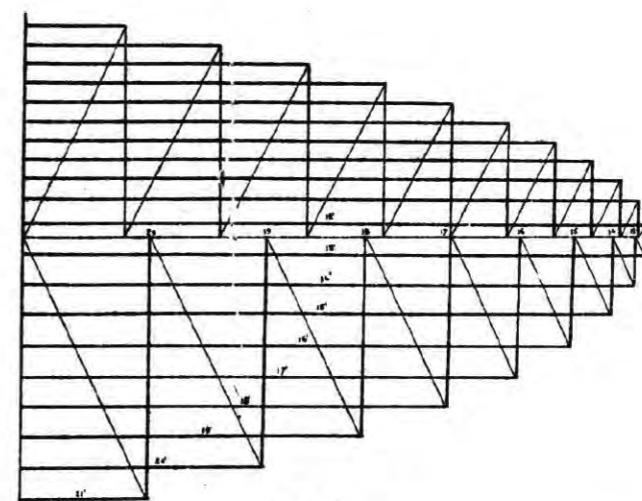


Fig. 37.

כ- 1.000 lv.

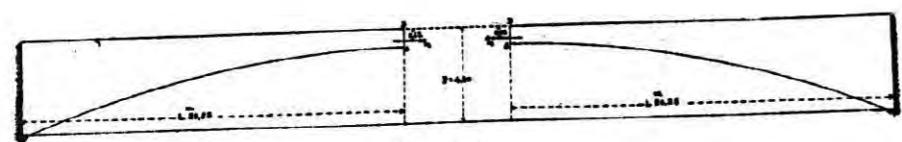


Fig. 38.

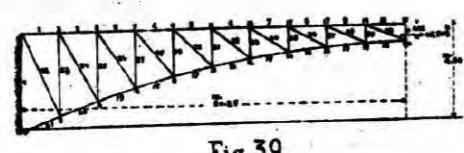


Fig. 39

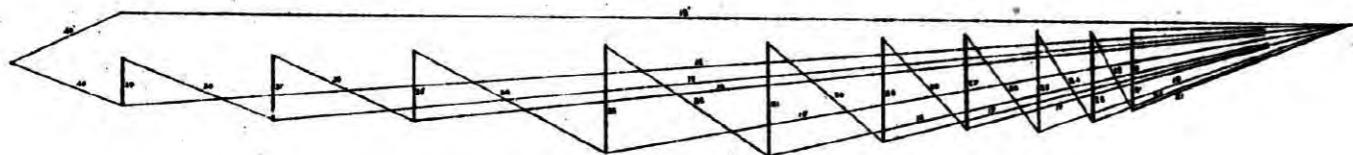


Fig. 40.

0.01 m. = 1000

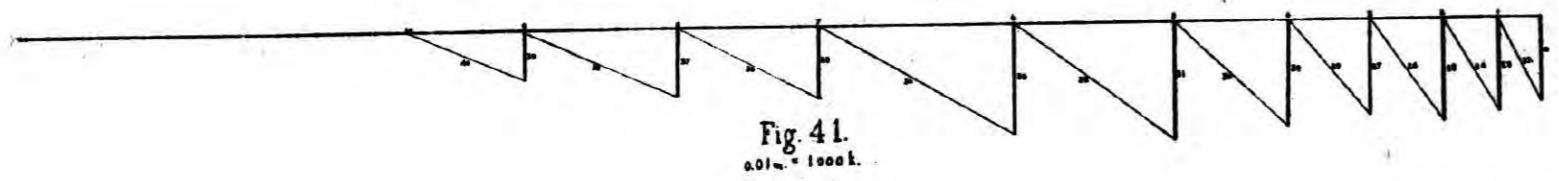


Fig. 41

$$0.01\text{m} = 1000$$

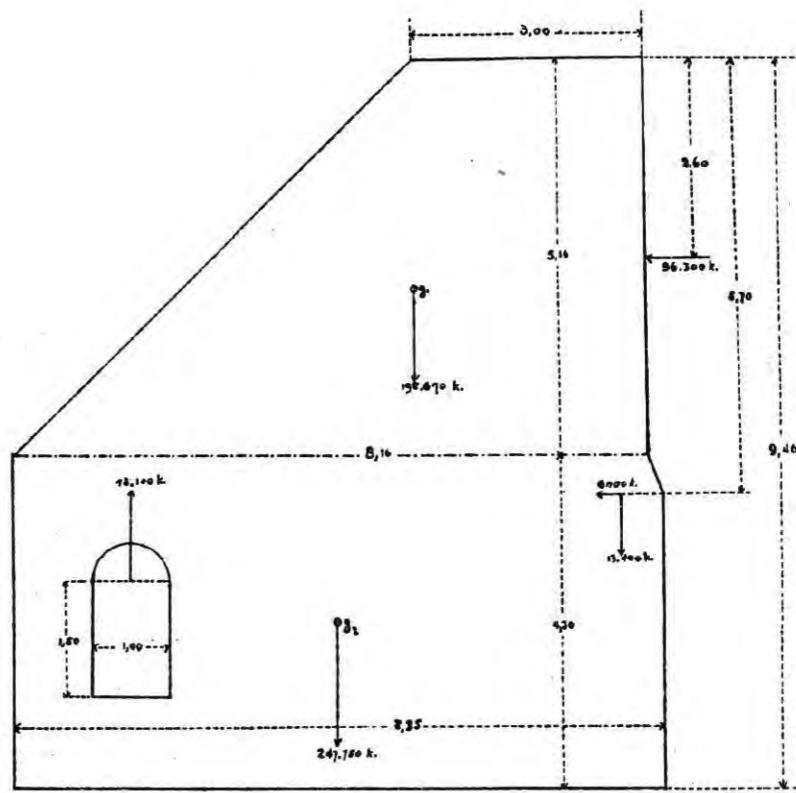


Fig. 42.