

VIADUCTO DEL MALLECO, EN CHILE

CONSTRUIDO POR LOS SRES. SCHNEIDER Y C.^a, del Creusot

Memoria publicada en *Le Génie Civil*

POR ENRIQUE MAMY

INGENIERO DE ARTES Y MANUFACTURAS, OFICIAL DE LA ACADEMIA

(Conclusión.)

Los materiales llegaban al pie de obra por una vía férrea provisional que terminaba en el emplazamiento reservado al tramo. Las piezas se elevaban por medio de un carretón móvil. Se unían primero las bridas inferiores con sus almas; unas cuñas de madera sostenían las bridas de 5 en 5 metros y dejaban un espacio libre de 1^m,36. Se colocaban enseguida las barras de la celosía, los montantes verticales, después las bridas y alma de la cabeza superior, las viguetas y largueros, y por último los arriostramientos verticales y horizontales. El roblonado empezaba en cuanto las piezas estaban suficientemente unidas y comprobadas.

Cuando se concluyó de roblonar una longitud de 90 metros, se procedió á un primer corrimiento hasta pasar unos 15 metros el estribo Norte.

En atención á las operaciones de corrimiento, el primer tramo y una parte del segundo estaban provistos de maderos destinados á reforzar las barras de celosía. La parte anterior del tramo estaba preparada en forma de pico para disminuir la flexión de la parte volada.

Se emplearon aparatos fijos de báscula con rodillos accionados por trinquetes y palancas. Los aparatos tenían dos ó cuatro rodillos; el primer tipo se empleaba en el terraplén y en el estribo de llegada; el segundo en el estribo de partida y en las pilas.

Los diversos movimientos se han efectuado sin el menor incidente. El más importante ha sido el segundo, cuando se trataba de llegar á la primera pila. La operación se complicaba, con la necesidad de colocar un contrapeso en el extremo del segundo tramo. Este contrapeso se formó con los largueros del tercero, unos 30.000 kilogramos.

El corrimiento de la longitud de un tramo exigía unas diez horas de trabajo. Se colocaban seis ú ocho obreros por palanca sencilla y 12 ó 15 en las dobles. El último movimiento exigió unos 100 hombres.

Durante la marcha del puente, sólo se produjeron desviaciones insignificantes, fáciles de remediar.

La flexión del pico delantero al fin de cada corrimiento no ha pasado de 0^m,53 por debajo del plano general de la rodadura. El pico se cogía con prensas hidráulicas de 100 toneladas, que levantaban el tramo la cantidad necesaria para colocar los aparatos de rodadura, que habían de servir para continuar el movimiento.

Después de cada operación se quitaban los rodillos, y se acuñaba el puente sobre cojinetes provisionales de fundición.

Cuando terminó el corrimiento y se completó el pico, se bajó todo el viaducto 0^m,26, para hacerlo descansar sobre los apoyos definitivos; la bajada se hizo poco á poco con prensas hidráulicas, y por carreras de cuatro á cinco centímetros.

En atención á las dificultades que ofrecía la ejecución de una obra tan importante, el Creusot había tomado sus precauciones para corregir algún error, ya en las fábricas, ya en la parte metálica. A este efecto, había dejado la ejecución de los zócalos de fundición, sobre los cuales insisten los aparatos de apoyo, hasta el corrimiento completo del tablero, es decir, hasta el momento en que sería posible determinar exactamente en qué condiciones de altura, separación y alineación se encontrarían las pilas con relación al tablero. Así se podía corregir fácilmente una diferencia de altura, aumentando el espesor de los zócalos; por otra parte, haciendo variar su posición sobre la viga de coronación que los recibe, se podía rectificar una diferencia de 100 milímetros en el sentido transversal y de 150 en el longitudinal.

Pero el trabajo se ha hecho con tanta exactitud, que los zócalos, á excepción de los correspondientes á los estribos, cuyo espesor se ha aumentado en dos centímetros, se han fundido con las dimensiones acotadas en los planos. Los resultados obtenidos nos parecen interesantes; son los siguientes:

1.º ALTURAS

Estribo Norte.	230 ^m ,184
Pila núm. 1.	230 ^m ,204
— núm. 2.	230 ^m ,201
— núm. 3.	230 ^m ,200
— núm. 4.	230 ^m ,205
Estribo Sur.	230 ^m ,185

2.º Separaciones.—Los puntos de unión de los tramos se encuentran situados en las condiciones siguientes, con relación á los ejes transversales de las pilas:

En la 1. ^a pila.	0,055 al Norte.
— 2. ^a —.	0,035 —
— 3. ^a —.	0,027 al Sur.
— 4. ^a —.	0,056 —

3.º Alineación.—La separación máxima del eje del tablero al Este ó al Oeste, no excede de ocho milímetros.

Para terminar, indicaremos que el peso total de la parte metálica es de 1.410.000 kilogramos, que se refieren:

750.000 á los tramos;
660.000 á las pilas,

cifras previstas en el proyecto.

El montaje se ha llevado á cabo con obreros del país, dirigidos por capataces ó maestros enviados de la fábrica.

PRUEBAS DEL VIADUCTO.—Las pruebas han empezado el 11 de Octubre de 1890, se han hecho con arreglo al art. 4.º de la circular ministerial francesa fecha 9 de Julio de 1877. Se han medido las flexiones tomadas por los puntos medios de los tramos; además, durante el paso de los trenes á gran velocidad, se han medido las desviaciones horizontales de los puntos medios de los tramos producidas por el movimiento de lazo del tren.

Los resultados de las pruebas están indicados en los cuadros siguientes; todas las flechas están dadas en milímetros.

Prueba por peso muerto de 4.100 kilogramos por metro lineal.

Tramos cargados.	FLEXIÓN DE LOS TRAMOS CARGADOS			Peralto de los tramos contiguos á los cargados.	Flexión de los tramos inmediatos á los anteriores.
	En cuanto se colocó el peso.	Inmediatamente antes de quitar el peso.	En cuanto se dejó libre el tramo.		
1.ª PRUEBA.—Un tramo cargado. Duración de la carga = 2 horas.					
1.º	55,5	54	1,5	11,5 á 12,5	2 á 2,5
2.º	53	54	1	11,5 á 12,5	2 á 2,5
3.º	54	54	1,5	11,5 á 12,5	2 á 2,5
4.º	51,5	52	2,5	11,5 á 12,5	2 á 2,5
5.º	52	52	2,5	11,5 á 12,5	2 á 2,5
1.ª PRUEBA REPETIDA.—Duración de la carga = 10 minutos.					
1.º	54,5	54,5	0,5	11,5 á 12,5	2 á 2,5
2.º	53	53	0	»	»
3.º	54	54	0	»	»
4.º	50	50	0	»	»
5.º	52	52	0	»	»
2.ª PRUEBA.—Dos tramos contiguos cargados durante 30 minutos.					
1.º ▲	44,25	44,25	0	No se han medido.	
2.º ▼	39,75	39,75	0		
2.º ▲	44	44	0		
3.º ▼	42,5	42,5	0		
3.º ▲	46	46	0		
4.º ▼	41,5	41,5	0		
4.º ▲	41,5	41,5	0		
5.º ▼	39,5	39,5	0		

Las flechas tomadas en estas pruebas representan próximamente $\frac{1}{4500}$ de la longitud de los tramos. Las flechas permanentes que varían de 1 á 2,5 milímetros son muy pequeñas, lo que indica el cuidado con que se han hecho las uniones. Estas flechas permanentes sólo se han producido en la prueba primera.

Pruebas por cargas móviles.

Tramos.	FLEXIÓN			PERALTE		
	En el primer paso.	En el segundo paso.	En el tercer paso.	En el primer paso.	En el segundo paso.	En el tercer paso.
3. ^a PRUEBA.—Tres pasos del tren á 40 kilómetros por hora.						
1.º	35,5 ↓	28,5 ↑	35 ↓	21,5	17	12
2.º	26 ↓	28 ↑	24 ↓	16	16	13
3.º	25	25	25 ↓	6,5	6,5	6,5
4.º	25,5	22,5	23 ↓	6	7	7
5.º	25 ↓	33 ↑	24 ↓	7,5	8	8,5
3. ^a PRUEBA REPETIDA —A razón de 50 kilómetros por hora.						
1.º	30,5 ↓	29 ↑	31,5 ↓	8,5	8,5	8
2.º	24 ↓	22,5 ↑	23,5 ↓	11	12	9
3.º	24,5	24	23 ↓	5	5	4
4.º	25	23	23,5 ↓	7,5	6,5	8
5.º	19 ↓	29 ↑	26,5 ↓	9	9	6,5

Las flechas indican el sentido de la marcha de los trenes.

Los peraltes están exagerados en ciertos tramos á consecuencia de movimientos en los hilos de suspensión de los aparatos; las pruebas de velocidad se han hecho con tiempo desfavorable.

Las flexiones laterales de los puntos medios de los tramos que se han observado en estas pruebas están consignadas en el cuadro siguiente:

Flexiones laterales.

Tramos.	Pruebas á razón de 40 kilómetros por hora.		Pruebas á razón de 50 kilómetros por hora.	
	←	→	←	→
1.º	3	3	7	7
2.º	4	4	7	7
3.º	4	4	5,5	5,5
4.º	1	1	8	8
5.º	2	2	4,5	4,5

Según este último cuadro, las mayores desviaciones han sido de ocho milímetros en cada sentido. Esta flecha horizontal representa sólo $\frac{1}{8700}$ próximamente de la longitud del tramo.

VIADUCTO DE MALLECO, (Chile.)

Fig. 1 Alzado general. (Escala 1/1500)

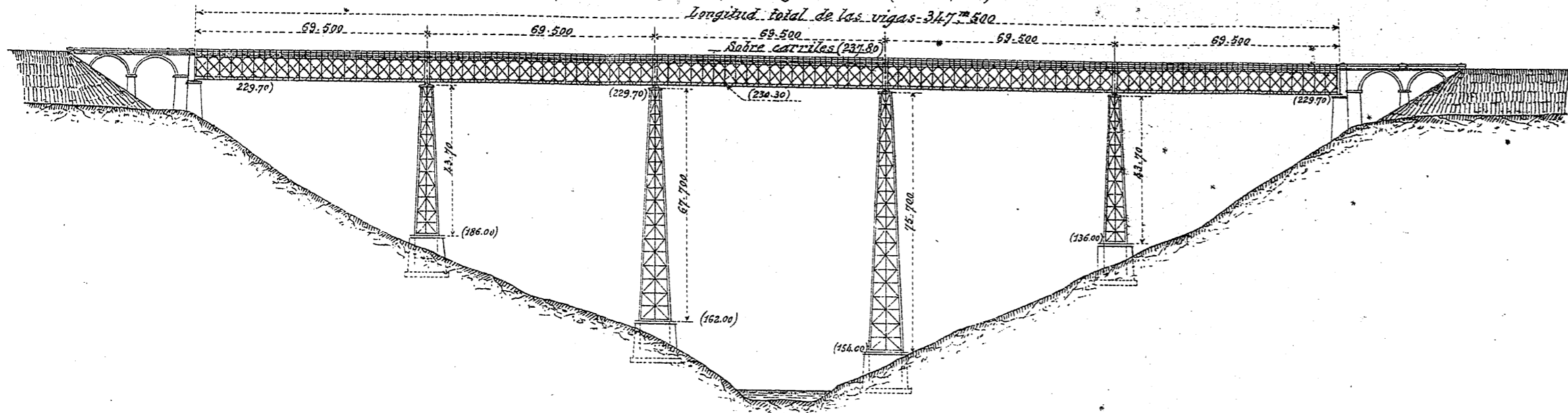


Fig. 2 Plano general. (Escala 1/1500)

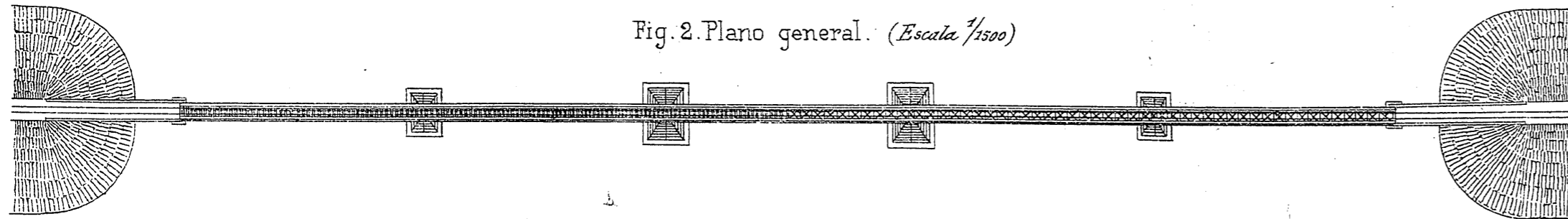


Fig. 3 Corte transversal sobre una pila. (Escala 1/100)

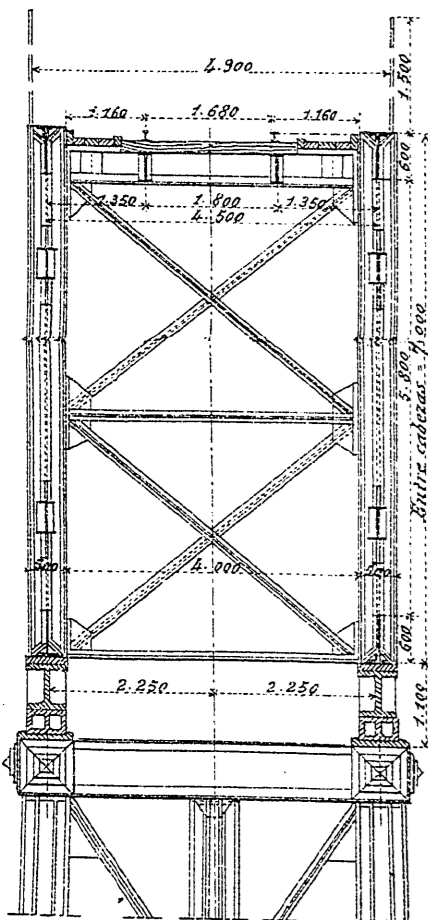


Fig. 4 Corte y elevacion longitudinal. (Escala 1/100)

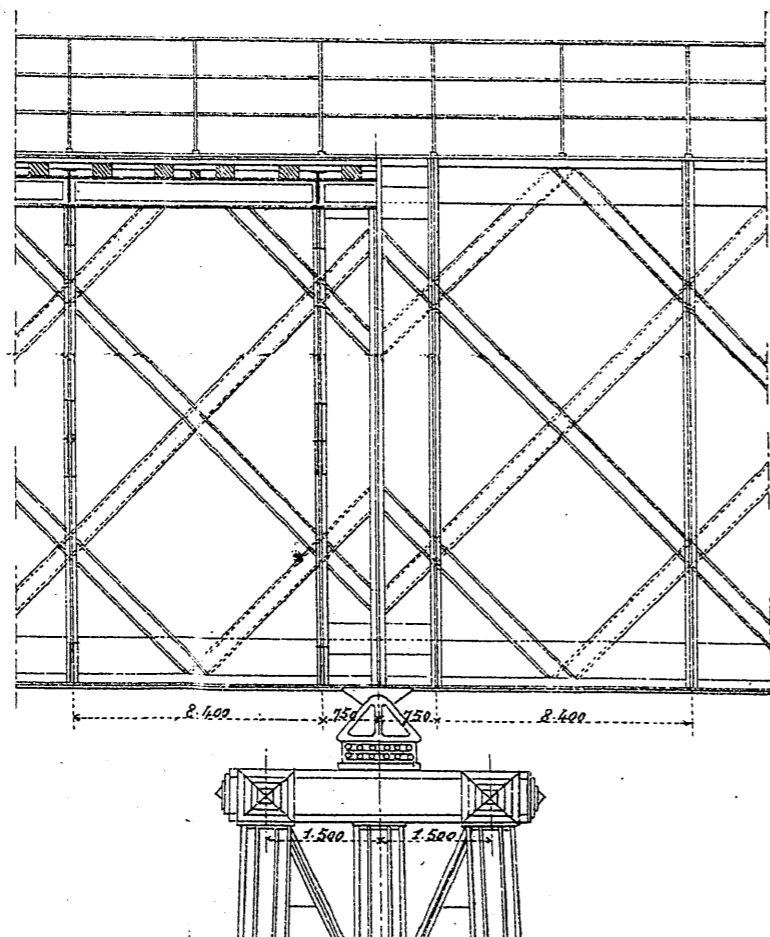


Fig. 7 Corte EF.

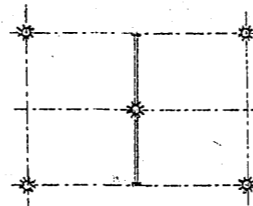


Fig. 8 Corte CD.

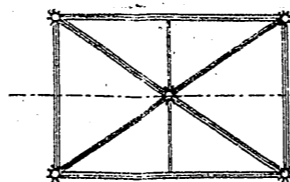


Fig. 9 Corte AB.

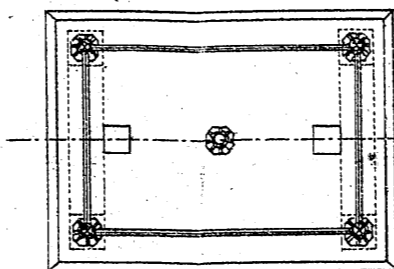


Fig. 10. Corte PQ.



Fig. 11. Corte NO.



Fig. 12. Corte RS.



Fig. 13. Corte LM.



Fig. 14. Corte IK.



Fig. 15. Corte GH.

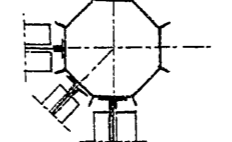


Fig. 16. Plano del capitel.

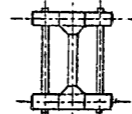


Fig. 5. Alzado de costado de una pila metálica. (Escala 1/400)

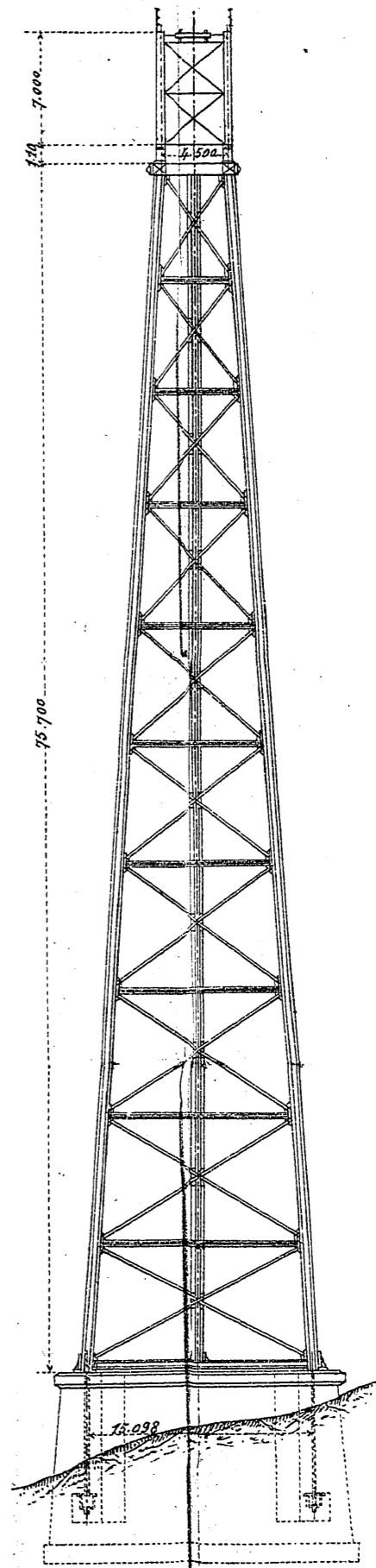


Fig. 6. Elevacion de una pila metálica. (Escala 1/400)

