

Reconstrucción del viaducto Colo.—Descripción general del proyecto.

POR

LUIS PEREZ GACITUA

El viaducto Colo, ubicado en el kmt. 622.7 cerca de la ciudad de Victoria y un poco al norte del Viaducto Traiguén, su gemelo; tiene un largo total de 355.10 mts. y está formado por 23 tramos de diversas luces:

9	tramos	de	60'
2	"	"	62'
1	"	"	72'
11	"	"	33'

Tiene 11 pilas metálicas sobre las cuales descansan totalmente los tramos de 33'.

A raíz del accidente ocurrido en el Viaducto Traiguén, el año 1914 se practicó una revisión general de los cálculos de resistencia de la viga del Viaducto Colo, correspondiente al tren tipo de 1907 y castigando las tasas máximas de trabajo admisible que fija ese pliego en un 100% para tomar en cuenta los debilitamientos de las piezas originadas por el moho, a consecuencia de haberse tenido este puente abandonado y sin pintarse.

Se pudo establecer que más de la mitad de las piezas que constituyen las vigas sufren fatigas que exceden en un 25% o más, las tasas prácticas de trabajo, para el tren tipo de 1907.

De los elementos de las pilas, los montantes alcanzarían fatigas que exceden en 50% y las diagonales hasta en 100% „ las tasas admisibles de trabajo.

Se imponía pues el refuerzo de este Viaducto y en el intertanto se ordenó que el tráfico se hiciera sobre él, con todas las precauciones del caso, y se procedió a revisar la remachadura de la viga y al cambio de algunas diagonales que estaban quebradas y a la renovación total de los durmientes.

PROYECTO.—Tanto la revisión de los cálculos, como el proyecto en ejecución, fueron estudiados por los ingenieros señores Luis Mate de Luna y Raimundo Piwonka, Jefe de la Sección Obras e ingeniero de la misma, respectivamente, del Departamento de la Vía y Obras.

La solución de refuerzo, que se buscaba, tenía como pie forzado, el no entorpecer el tráfico y ella fué encontrada en forma por demás feliz y ha podido ser llevada a la práctica, sin dificultad alguna.

El problema se estudió bajo el doble punto de vista; reconstrucción de las pilas y refuerzo de las vigas actuales.

PILAS.—Se hizo abstracción de las pilas actuales y se proyectaron nuevas, sustituyendo cada pila metálica por dos de concreto armado, conforme a los planos que se acompañan.

Las nuevas pilas se construyen con entera independencia de las actuales, libres por consiguiente de las trepidaciones originadas por el tráfico.

Los diversos elementos de las pilas de concreto se han distribuido en tal forma que su construcción se puede ejecutar sin que las actuales pilas sean un obstáculo.

Una vez construídas las pilas de concreto armado y después de apoyar sobre ellas las vigas actuales, podrá retirarse la ferretería de las pilas metálicas.

La distribución de las nuevas pilas de concreto armado, ha permitido reducir las luces teóricas de los diversos tramos, con lo cual se consigue reducir las fatigas en ellos.

VIGAS.—Se ha proyectado reemplazar el tablero actual de madera, por un tablero metálico de tipo igual al colocado en el Viaducto Traiguén. Este trabajo será el único que presentará alguna dificultad, por cuanto habrá que suspender el tráfico de carga por el puente durante 4 o 5 días y deberá hacerse trasbordo de pasajeros durante este plazo. La carestía y escasez de fierro en el país, no permite abordar por el momento esta parte de la obra.

Se proyectó el refuerzo y cambio de algunas diagonales, trabajo en ejecución y que se hace sin inconveniente alguno conservando el tráfico.

Además se colocarán nuevos apoyos de fundición para todos los tramos, se peraltarán los estribos y la razante en los accesos del Viaducto y se pintará totalmente el puente.

El presupuesto total del trabajo asciende a \$ 102 005.60 m/c. y \$ 113 725.14 oro de 18d.

Los trabajos se comenzaron en Marzo de 1915, correspondiendo al Ingeniero señor Fernando Aguirre Errázuriz, la organización de la faena y la vigilancia de la obra, hasta Septiembre de 1916.

Tanto el señor Aguirre, como el Inspector de Obras señor Juan Vera, especialista en esta clase de obras y que está permanentemente en ella, habían trabajado ya en la reconstrucción del Viaducto Traiguén y por consiguiente aportaban a ella la experiencia recogida en esa obra, lo que permitió desde el primer momento obtener el máximo de rendimiento, factor de mucha importancia, tanto más si se considera que a consecuencia del clima en esa región, sólo es posible trabajos de concreto durante unos 6 a 7 meses, pues las lluvias en el resto del

tiempo y especialmente las grandes heladas, son factores que obligan a suspender las faenas durante gran parte del año.

La cantidad total de concreto de las nuevas pilas, es de 1 400 metros cúbicos, de los cuales se han ejecutado hasta la fecha aproximadamente 1 140 m. c. c. El tonelaje total del fierro es de 210 toneladas, de las cuales hay ya 180 toneladas colocadas en las pilas.

Se ha gastado hasta la fecha, la cantidad de \$ 126 874.08 m/c. y \$ 63 044.56 oro de 18d. De estas cantidades \$ 85 081.75 corresponden a jornales y el resto a materiales.

De estas cantidades corresponden:

a Refuerzo vigas.....	\$ 4 179.65 m/c. y	\$ 5 628.72 Oro 18d.
a Nuevas pilas.....	\$ 122 694.43 m/c. y	\$ 57 415.84 » 18d.

De aquí deducimos que el valor del metro cúbico de concreto ha sido de \$ 107.62 m/c. y \$ 50.36 oro de 18d., que reducidos a moneda corriente da un total de \$ 187.60 como valor del metro cúbico de concreto armado.

Si comparamos esta cifra, con la de \$ 260.00 m/c. valor del metro cúbico de concreto armado de puente, contratado por la Empresa últimamente y todavía empleando fierro nacional, tendremos una diferencia apreciable a favor de la obra hecha por Administración, fuera de las ventajas que significa la mayor fiscalización y ejecución de la obra a entera satisfacción de la Empresa.

Si comparamos ahora las cantidades invertidas, las por invertir y el presupuesto oficial, tendremos:

PRESUPUESTO.—.....	\$ 102 005.60 m/c.	\$ 113 725.14 Oro 18d.
Invertido hasta la fecha	\$ 126 874.08 m/c.	\$ 63 044.56 » 18d.
Por invertir según presupuesto, trabajo, vigas, etc.....	\$ 53 398.67 m/c.	\$ 18 421.16 » 18d.
Por invertir aproximadamente para terminar pilas	\$ 20 000.00 m/c.	
Total	\$ 200 272.75 m/c.	\$ 81 465.72 » 18d.
Saldo a favor.....		\$ 32 259.42 » 18d.
Saldo en contra.....	\$ 98 267.15 m/c.	
Reduciendo el saldo a favor a m/c con 62% de recargo....	\$ 52 260.26 m c.	

Tendremos la cantidad de \$ 46 006.89 m/c como saldo en contra de la obra, mayor suma cuya inversión se justifica por el aumento de precio de los materiales debido a la situación anormal creada al comercio por la Guerra Universal.

MATERIALES.—Cemento: se ha usado cemento «O. K.», cuyo ensaye dió los siguientes resultados: (Laboratorio de la U. de Ch.)

Color de la muestra: Gris verdoso. Peso específico: 3 159.

Consistencia normal: 26.5% de agua. Temperatura sala: 17.

Fraguado: Principió después de 4h 28'

Terminó después de 8h 40'

Cernido: Residuo sobre el cedazo de 900 mallas 0 122% "

" " " " " 4 900 " 8 740% "

Polvo fino (por diferencia) 91 138% "

Total 100 (XX)

Pruebas de resistencia.

Mortero normal 1:3

A los 7 días 22.10 ks cm.² a la tracción y 331.50 ks/cm.² a la compresión.

A los 28 días 27.22 ks cm.² " " " 416.50 ks cm.² " " "

Proporción de agua 65%

FERRO.—Se adquirió en propuestas públicas y los ensayos de las probetas del fierro, en los talleres de resistencia de materiales de la Empresa dieron los siguientes resultados:

Fierro de	Resistencia en ks./mm ² a la ruptura.	Alargamiento por %
Wagner Klein y Cia	42.77	25.6 %
Balfour Lyon y Cia	37.2	18.25% "
Wessel Duval y Cia.	35.25	27.5

En vista de estos resultados se adquirió el fierro de los señores Wagner Klein y Cia.

MADERAS.—Se adquirió madera de pino oregón y se ha podido comprobar una vez más la bondad de esta madera para trabajos de concreto armado en las condiciones desventajosas en que se encuentra esta obra, pues a pesar de la inclemencia del clima, de las grandes variaciones de temperatura entre el verano e invierno, la misma madera ha servido para todas las pilas, sin que haya sufrido con los continuos desarmes y armaduras tanto de moldes como de andamios.

RIPIO Y ARENA.—Se ha usado en las fundaciones ripio de dimensiones de 1 a 5 cms., de muy buena calidad, duro, resistente, exento de toda impureza. Se extrajo del Pozo de lastre de Malleco que posee la Empresa cerca de Angol.

En la elevación de las pilas solo se ha usado ripio de 1 a 2,5 cm. de la misma calidad que el anterior.

La arena se extrajo del Estero de Deuco, es de primera clase, cuarzosa, limpia, resistente y excenta de fango, granos de diversas dimensiones.

FAENAS.—Ninguna dificultad tuvo el trabajo de las fundaciones, pues estas

se hicieron en verano, época en que el río Colo, trae muy poca agua y dejaba en seco todas las bases de las pilas.

Las verdaderas dificultades de la obra estaban en la elevación de las pilas, pues su altura, (hasta 20 metros) hacia muy lenta la elevación de los andamios y solo permitía trabajar a un reducido número de operarios, pues de otro modo, fuera de estorbarse la gente, se corría peligro de accidentes entre los operarios. Felizmente ningún accidente serio se ha producido entre el personal de obreros de la faena, hasta la fecha.

Una vez colocado el andamiaje, se procedía al trabajo de ferretería. Los montantes constituidos por ocho barras de 1" en octógono y rodeados de una espiral de fierro redondo de 1'2" de diámetro y con paso de 5 cms., y con una proyección horizontal de 51 cms., la espiral; se preparaban antes de colocarlos, enrollando la espiral en frío por medio de un sistema mecánico de tambores.

Una vez colocados en su lugar los montantes, se procedía a la armadura de horizontales, diagonales, etc., siendo los nudos un punto de difícil ejecución, pues en muchos casos eran el punto de reunión de 32 barras, que había que amarrar y dejar en forma que el concreto entrara con facilidad.

Terminada la ferretería se continuaba con el moldaje, trabajo delicado, lento por la altura y poco personal que podía trabajar sin peligro de accidentes como dije anteriormente. Los moldes se preparaban con todo cuidado en la cancha y después se colocaban, dejándolos perfectamente a lienza.

Las fotografías permitirán apreciar la magnitud del trabajo de carpintería que exigía cada pila.

Listos los moldes se proseguía con la concretadura, la parte más rápida de la obra, por cuanto esta se hacía en 7 días en las pilas más altas, mientras que el andamiaje y moldaje exigían de 40 a 45 días.

La concretadura se hacía por el lado exterior de las pilas; en las columnas se dejaba abierto un frente y se iba recubriendo por trozo de 10 cms. de alto, lo que permitía colocar el concreto en capas pequeñas y pisonearlo bien.

15 días después de terminada la concretadura, se iniciaba el desmolde siempre que no hubiera habido lluvias, nieblas o heladas.

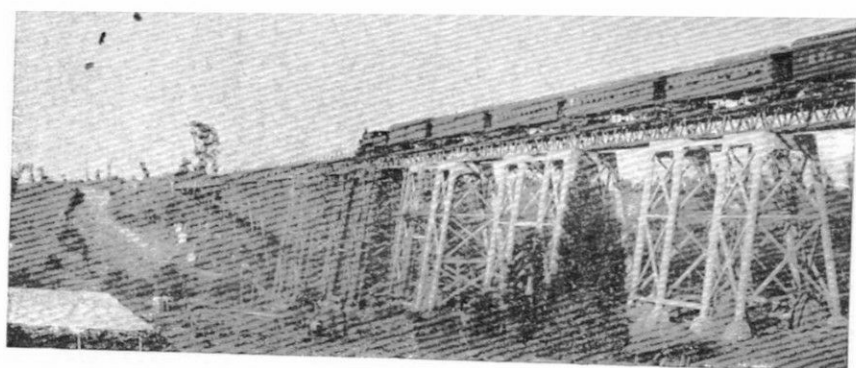
Las proporciones de los concretos fueron: 1:2:4 en la elevación de las pilas y 1:3:6 en las fundaciones.

Las faenas restantes no ofrecían dificultad alguna.

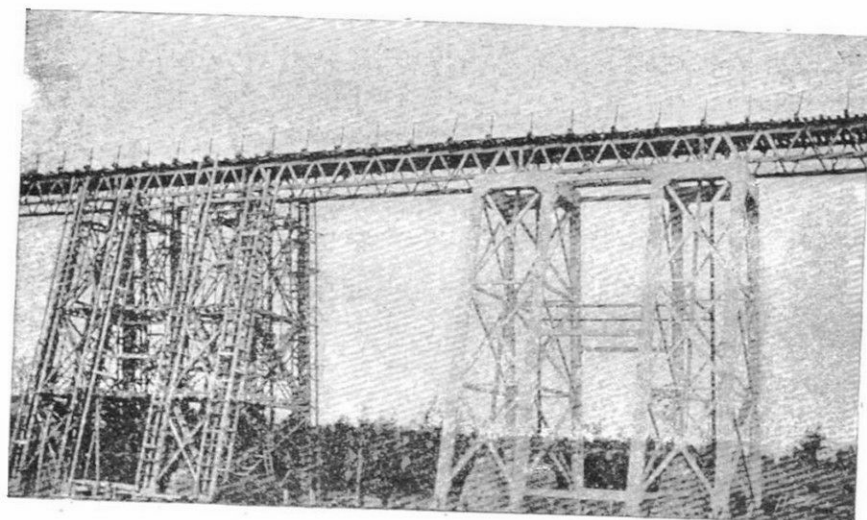
Contrariamente a lo que se ha dicho y publicado en otras ocasiones, es esta obra, el primer puente ferroviario de importancia de «Concreto Armado» que se construye en el país, con todas las complicaciones inherentes a la mantención del tráfico y ha sido ella proyectada y llevada a la práctica por el personal de la

«Sección Obras» del Departamento de la Via y Obras de los Ferrocarriles del Estado, personal que está a cargo de los proyectos, vigilancia y construcción de importantes obras en diversas Zonas de la Empresa.

Con el presente trabajo, creo satisfacer en parte, el deseo de los señores miembros de la Comisión de Redacción del I. de Ingenieros, de dar a conocer las obras más importantes en ejecución en la Empresa de los Ferrocarriles.



VIADUCTO "COLO"



②

F. F. C. C. DEL ESTADO

CHILE

DEPARTAMENTO DE LA VIA I OBRAS
RECONSTRUCCION DEL VIADUCTO COLO

LA N° 1

Ingeniero
R. Pizarro

Conforme

V. Mate de Luna

PILA PROYECTADA

VI

ELEVACION

CORTE

1:50

PILA PROYECTADA

V

ELEVACION

1:50

C-D
ELEVACION

A-B
CORTE

30 de Mayo de 1918

San Carlos

