Tomo XV 15 de Enero Núm. 96

ANALES DEL INSTITUTO DE INJENIEROS

SUMARIO.—Monografía del puente carretero del Maule (continuacion), por Domingo V. Santa María.—Lijeras consideraciones sobre las obras de Wronski, a propósito de la conferencia del señor Casanova, por A. Obrecht.—Aeronáutica (continuacion), por R. Renjifo.—Teoría elemental de la bomba centrífuga elevatoria, por Máximo Dorlhiac.—Discurso del Vice-Presidente de las Sesiones Jenerales.—Actas.—Bibliografía.—Revistas recibidas.

MONOGRAFÍA
DEL PUENTE CARRETERO DEL MAULE.

(Continuacion).

III.

El presupuesto del puente carretero del Maule, considerado como anexo al del ferrocarril que ya estaba en construccion, fué el siguiente:

ESCAVACIONES

		$	¢
13831.259 m³.	de cascajo sobre fondo nuevo (1) a 0.80 c/u.....	11065	00
8704.000 m³.	de cascajo bajo fondo nuevo a 1.80.....	13056	00
	Valor del exceso de escavaciones	24121	00

(1) Denominamos fondo nuevo, en nuestros planos, la horizontal que pasaba por el punto mas bajo del perfil del rio, i bajo el cual teníamos que contar con las filtraciones.

ALBAÑILERÍA

		$	¢
124.422	m³. concreto (emplantillado) a 9	1119	86
2304.493	m³. mampostería de piedra en bruto con mezcla hidráulica a 7.5	18283	69
625.684	m³. mampostería de piedra seca, en radier a 2.5	1631	71
69.150	m³. mampostería de piedra canteada ordinaria, a 16	1106	40
344.848	m³ mampostería de piedra canteada lisa a 20	6896	96
27.856	m³. albanilería de ladrillo a 8	222	84
	Valor del exceso de mampostería	29161	46

SUPERSTRUCTURA

514.592	m³. de pino amarillo resinoso a 50	25729	60
600	piés cuadrados de pino oregon en tablones de 0.025 a 0.20	120	00
679.008	m³ de roble pellin á 26	15254	00
79.141	toneladas de fierro batido en tirantes, pernos i planchas a 80	6331	28
484.76	toneladas de fierro galvanizado acanalado para techo a 22	10664	72
	Valor de la superstructura	58099	80

RESÚMEN

Escavaciones	24121	00
Mampostería	29161	46
Superstructura	58099	80
Suma	111382	26
Imprevistos 5%	5568	74
Valor total	116951	00

Como se ve el puente autorizado a fines de diciembre de 1882 tenia superstructura de madera i su costo presupuestado fué de ciento diez i seis mil novecientos cincuenta i un pesos. (La moneda del 82 era el peso de 24 peniques).

Debo dejar constancia que, al presentar el proyecto del puente carretero, con viga de madera, similar mas o ménos al que existe en "Los Morros" sobre el Maipo, tipo que adoptamos en sus líneas principales, dado el buen resultado que se habia conseguido con él, hicimos presente al Ministerio que era sensible que una obra de esa importancia fuese construida de madera, por cuanto, suponiendo las mejores condiciones de construccion i conservacion, la superstructura, no podria durar mas de *30 años*, como lo demuestra la esperiencia de los magníficos puentes de madera, construidos en el Maipo i en el Cachapoal, todos de madera de pino de primera calidad. I, por lo tanto, valorizándose la superstructura en 58,000 pesos, esa suma representaria un capital que tendria que amortizarse en 30 años.

A mas de eso, tendria que contarse anualmente con los gastos de conservacion, los que no pueden ser despreciables como lo prueba la esperiencia sobre los grandes puentes de madera ya citados.

Todavía, hicimos presente que, la superstructura de madera, por mui bien armada i conservada que se encontrase, sufriria mucho, si por desgracia un piño de ganado fuese sorprendido en el carretero a la pasada de un tren estraordinario, i los animales asustados tratasen de escapar violentamente o se estrellaren contra las vigas maestras del puente. Las reacciones de la fuerza viva que produciria en el tablero del puente si un piño de bueyes, por ejemplo, que, por cualquier causa, tratase de escapar al trote, son casi incalculables, i, por lo tanto, podrian provocar esfuerzos que superasen aún al coeficiente de seguridad previsto i aconsejado corrientemente para esta clase de construcciones.

Sea a causa de estas advertencias, o porque los fondos diponibles escaseaban a fines del año 1882, el hecho fué que, en esa época, cuando fuimos autorizados para ensanchar las escavaciones, etc.,

de las fundaciones del puente del ferrocarril, no se tomó ninguna resolucion respecto a la superstructura i la autorizacion recibida sólo comprendia las fundaciones del puente.

IV.

Al hacer la descripcion del puente carretero del Maule, forzosamente tengo que comprender en ella las del puente del ferrocarril, puesto que ámbas constituyeron una misma faena en todo sentido, sin que ello quiera decir que, al hacer estensivas las escavaciones en el lecho del Maule para abarcar los dos machones que tenian que levantarse lado a lado, no tuviésemos que tropezar con bastante mayores dificultades que si se hubiese tratado de machones i estribos de dimensiones corrientes.

El exceso de largo en los heridos nos ocasionó dos dificultades de consideracion: 1.° El aumento de filtraciones, lo que nos obligó mas de una vez a colocar cuatro i seis bombas cantrífugas de 0.m305 de diámetro en su tubo de aspiracion i repulsion, exijiéndonos en las faenas instalaciones tanto mas molestas cuanto tenian que ser mas provisionales; puesto que a veces el trabajo a seis bombas de agotamiento sólo duraba el tiempo necesario para hacer la escavacion del último metro o metro i medio de la fundacion, la emparejadura del suelo, colocacion del concreto i levantar mamposterías bajo ese nivel; teniendo despues que desarmar esas instalaciones que no hacian mas que estorbar el resto de las maniobras de las faenas, sobre todo el juego de las grúas destinadas al servicio de la piedra, para quedar con cuatro o tres bombas que fué el término medio corriente que exijieron los agotamientos, hasta la cota ménos cuatro o ménos cinco metros, bajo fondo nuevo. Es evidente que, si los heridos no hubieran tenido que estenderse sino a lo necesario para la construccion del puente del ferrocarril, con tres bombas habríamos atendido el servicio de filtraciones en sus momentos mas desfavorables i sólo una en el resto del tiempo, puesto que hubo veces que podíamos mantener en seco los heridos sólo haciendo funcionar una bom-

ba de 0.m203 de diámetro de tubo de aspiracion. 2.° La exijencia de aumentar el largo de los heridos trajo como consecuencia necesaria el aumento, no despreciable, de los trabajos de desviacion del rio. No era posible que consiguiéramos un buen agotamiento en las escavaciones, teniendo el Maule un suelo de cascajo hasta una profundidad de cuatro a cinco metros bajo fondo nuevo, siendo esta clase de suelos sumamente permeable. Fué necesario, por lo tanto, desviar las aguas del rio, para alejarlas de los bordes de los heridos lo mas que fuese posible, tanto para alejar las filtraciones, como para dejarnos alrededor de cada herido una cancha suficiente para instalaciones de grúas, depositar la piedra, etc., etc. Para conseguir estos resultados, los trabajos de diques formados con piés de cabras i piedra, etc., se hacian tanto mas largos i mas costosos miéntras mayor era la superficie que teníamos que protejer.

Estos trabajos de desviacion exijieron, tanto de parte de nosotros como de todos los empleados de las faenas, una atencion i una supervijilancia constante, puesto que, dada la corriente del Maule i sus creces tradicionales en verano, debidas al deshielo, eran amenazados dia a dia i fué esta parte de las faenas, así como la instalacion simultánea hasta de seis bombas con sus seis motores, para atender en un momento dado el agotamiento de un solo herido, los trabajos mas difíciles i en los cuales tuvimos que vencer muchas i mui variadas dificultades. Bástenos decir que, estas defensas construidas provisionalmente para protejer los recintos de los heridos, tuvieron que soportar creces del Maule que hicieron subir el nivel de sus aguas de 2 a 2.m 50 sobre el pié de los piés de cabra colocados en zig-zag hechos con troncos de álamo i que tenian de 3 a 3.m 50 de altura, por otro tanto de base, colocábamos un entablado que debia soportar la piedra de cerro o canastos llenos con piedra de rio para dar estabilidad, los enterrábamos de 0.m 5 a 0.m 6 i delante de ellos se botaba piedra grande de cerro, cuando teníamos facilidad para trasportarla, o canastos de mimbre de un metro de diámetro término medio i 1.m 5 de alto llenos de piedra de rio de grandes dimensiones. Construida así la base de la defensa, terraplenába-

mos entre las filas de los piés de cabra con el mismo cascajo de rio, i para evitar las erosiones, que a veces nos ocasionaban las corrientes, se botaba ramas de sauce o de álamo hechas rollos en la delantera de las defensas, las que se sumerjian i se mantenian echándoles piedra de cerro de grandes dimensiones encima.

Tales eran en su conjunto las instalaciones provisionales con que se hacian las desviaciones de los diversos brazos del Maule para dejarnos en seco las canchas de trabajo.

Tras de estas primeras instalaciones i a una distancia conveniente se foseaba para recojer las filtraciones que constamente dejaban pasar estos tacos, i tanto mas, cuanto que en la época de las creces, como hemos dicho, servian de verdaderos muros de presa soportando una presion de 2 a 4.m 5 de agua. Por eso mismo i por esas circunstancias nos vimos obligados a veces a poner tras de la primera fila de defensas, o botadores, otra de construccion análoga aunque mas débil, cuando las filtraciones de las primeras filas eran tales que nos habian exijido fozos de mucha consideracion para recojerlas i desviarlas.

Los trabajos preparatorios en la caja del rio Maule se iniciaron el 18 de noviembre de 1882 i el 15 de enero de 1883 quedó completamente organizada la faena, armada la bodega que debia servir de depósito de herramientas, cal, cemento, etc., etc. Los tacos i botadores de desviacion de las aguas del rio, para dejarnos trabajar los estribos i primeros machones del norte, se concluyeron el 26 de marzo, teniendo 387 metros de largo por el lado sur i 125 metros los del lado norte, o sea un total de 512 metros, con un costo de $ 642859 o sea $ 12.55 el metro corrido. (La moneda del 82 i 83 era de 24 peniques).

DOMINGO V. SANTA MARÍA.

(*Continuará.*)