

TUNEL DE CAVILOLEN

(Conclusion)

Ejecucion de las albañilerías.—Todas las obras de albañilería ejecutadas en el túnel se hicieron con piedra granítica viniendo en gran parte de los mismos desmontes de la escavacion del túnel, i el resto sacado de los cortes de acceso.

Las albañilerías, tanto en bóvedas como en murallas i piés derechos, se hicieron con mezcla compuesta de una parte de cemento Portland i tres partes de arena, exceptuándose los revestimientos de 1 m. de espesor, para la construccion de los cuales se empleó mezcla de 1 de cemento por 2 de arena.

Los huecos existentes entre el revestimiento i el terreno se rellenaron con piedra i mezcla de 1 de cemento por 6 de arena, dejándose un espesor de 0,15 a 0,20 m. en seco para el escurrimiento de las filtraciones en las barbacanas que se dejaron cada cinco metros, en tres hiladas i dispuestas al tresbotillo.

Las piedras de la bóveda fueron desvastadas a martillo i colocadas en hiladas mas o ménos regulares; las de los piés derechos puestas a junturas perdidas.

El emboquillado se hizo con mezcla de 1 de cemento por 2 de arena, apretada con fierro de un cm. de ancho.

En todas las partes donde el terreno no ofrecia peligro inmediato, se ejecutó la bóveda despues de construidos los piés derechos, por trozos de tres metros de largo, con un juego de seis cerchas, descimbrándose cada trozo el cuarto dia despues de su conclusion.

En las partes donde se aumentó el espesor de los revestimientos, por la mala calidad del terreno, se construyó en primer lugar la bóveda, ejecutándose despues los piés derechos por pequeños trozos i sacándose a medida de su construccion las maderas colocadas.

Para la cubicacion de los rellenos detras de los piés derechos i de la bóveda, se tomaron perfiles trasversales distantes de 2 m. uno de otro, o sea mas de 800 perfiles, cuyos detalles fueron remitidos a esa Direccion Jeneral.

Los cubos de albañilería ejecutados se indican en el cuadro siguiente:

| DESIGNACION DE LAS OBRAS | Bóvedas | Piés derechos, nichos, etc. | Rellenos de huecos, de mezcla. | Piedra en seco, sobre las bocas. |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Revestimientos de 0,50 m... | 6029,26m ³ | 4000,97m ³ | m ³ | m ³ |
| Id de 0,80 m... | 410,34 » | 252,40 » | 7866,52 » | 759,88 » |
| Id. (radier) de 1,00 m... | 442,00 » | 398,40 » | ..... | ..... |
| Muros guarda-lastre ..... | ..... | 722,80 » | ..... | ..... |
| TOTALES..... | 6881,60m³ | 5374,57m³ | 7866,52m³ | 759,88m³ |

Costo de la construcción.— La perforación de la galería de avance de 2,00 × 2,00 m, ejecutada durante el año 1892 fué contratada a razón \$ 9,00 el metro cúbico hasta la distancia de 125 metros, i de \$ 13 el metro cúbico para la prolongación.

El contrato definitivo para la construcción total del túnel, fijaba los precios siguientes:

| Designacion | Precios por m ³ |
|--|----------------------------|
| Perforación (tanto en galería como en ensanche) | \$ 19.50 |
| Escavaciones de las bocas { en roca dura | 1.25 |
| { en roca blanda o maicillo..... | 0.70 |
| Albañilerías en bóvedas. { en el interior del túnel..... | 21.00 |
| { en las bocas..... | 18.00 |
| Albañilería en murallas o piés derechos. { en el interior del túnel... | 18.00 |
| { en las bocas..... | 16.00 |
| Relleno de los huecos detras de los piés derechos i de la bóveda..... | 6.00 |
| Revestimientos en seco encima de las bocas | 3.00 |
| Relleno de tierra sobre las bóvedas de las bocas | 0.10 |

De la liquidación practicada, el costo de construcción del túnel, con sus bocas i arreglos diversos, es el siguiente:

| DESIGNACION DE LAS OBRAS | Cantidad | Precio unidad | SUMAS | |
|--|-----------|------------------|------------|--------------|
| | | | Parciales | Totales |
| <i>a) Perforacion</i> | | | | |
| Ejecutado { 125 m galería 2 × 2 m..... | 500,00 | 9,00 | 4 500,00 | 5 020,00 |
| en 1892 { 10 m » 2 × 2 m..... | 40,00 | 13,00 | 520,00 | |
| con revesti- { 0 m 50- 1428,22 m × 26,28 m ² | 37 533,62 | | | |
| miento de { 0 m 80- 52,10 × 30,68 » | 1 598,43 | | | |
| { 1 m 00- 50,00 × 33,92 » | 1 696,00 | | | |
| Escavacion del radier i piés derechos.. | 417,73 | | | |
| » de los nichos: 16 × 2,26 m ³ ... | 36,16 | | | |
| SUMA..... | 41 281,94 | | | |
| Deducir cubo pagado en 1892..... | 540,00 | | | |
| QUEDA..... | 40 741,94 | 19,50 | | 794 467,83 |
| Costo de la perforacion..... | ..... | ..... | ..... | 799 487,83 |
| <i>b) Revestimientos i bocas</i> | | | | |
| Albañilería en bóveda, en parte perforada | 6 548,71 | 21,00 | 137 522,91 | |
| » » en las bocas..... | 332,89 | 18,00 | 5 992,02 | |
| Albañilerías en murallas, piés derechos, en parte perforada. | 4 326,97 | 18,00 | 77 885,46 | |
| Albañilerías en murallas, piés derechos, en las bocas..... | 324,80 | 16,00 | 5 196,80 | |
| Rellenos interiores..... | 7 866,52 | 6,00 | 47 199,12 | |
| SUMA..... | ..... | ..... | ..... | 273 796,31 |
| <i>c) Varios</i> | | | | |
| Muros guarda-lastre..... | 722,80 | 18,00 | 13 010,40 | |
| Escavaciones de las bocas, roca..... | 1 779,37 | 1,25 | 2 224,21 | |
| » » » maicillo..... | 4 474,74 | 0,70 | 3 132,32 | |
| Rellenos de tierra sobre bocas..... | 3 960,30 | 0,10 | 396,03 | |
| Piedra en seco sobre las bocas..... | 759,88 | 3,00 | 2 279,64 | |
| SUMA..... | ..... | ..... | ..... | 21 042,60 |
| COSTO TOTAL..... | ..... | ..... | ..... | 1 094 326,74 |

Del cuadro anterior se deducen los siguientes valores:

Costo por metro corrido de escavacion:

$$\frac{799\,487,83}{1\,530,32} = \$ 522,43$$

Costo por metro corrido de revestimientos:

$$\frac{273\,796,31}{1\,606,22} = \$ 169,46$$

Costo por metro corrido de túnel concluido.

$$\frac{1\,094\,326,74}{1\,606,22} = \$ 681,31$$

Al costo indicado mas arriba, que es el de los trabajos de construccion contratados con los señores Peroglio, Garnero, Sottovia i C.^a, debe agregarse el costo de las instalaciones de las máquinas compresoras i el desgaste de esas mismas máquinas que fueron proporcionadas por el Fisco. Estos datos no obran en poder del infrascrito, por lo que no se han hecho figurar en la presente memoria.

Datos diversos.—El gasto de materiales consumidos durante la construccion del túnel, con su costo respectivo, i segun datos que ha podido comprobar el infrascrito, ha sido el siguiente:

| DESIGNACION DEL MATERIAL | Cantidades | Precio por unidad | SUMAS | | OBSERVACIONES | |
|-------------------------------------|----------------|-------------------|------------|------------|---------------|--|
| | | | Parciales | Totales | | |
| <i>Combustible</i> | | | | | | |
| Carbon { | de Lota | T 438,928 | 22,22 | 9 752,98 | 16 606,40 | El flete de Los Vilos a boca sur del túnel costó \$ 5,22 la T. |
| | » | 181,024 | 24,22 | 4 384,40 | | |
| | de Australia.. | 90,706 | 27,22 | 2 469,02 | | |
| Leña... { | de Las Vacas. | qq 84 586,60 | 0,31 | 26 221,85 | 44 860,10 | La leña se compró puesta al pié de la obra. |
| | de Las Cañas. | 62 127,50 | 0,30 | 18 638,25 | | |
| Costo del combustible . | ..... | ... | ..... | 61 466,50 | | |
| <i>Lubrificantes i alumbrado</i> | | | | | | |
| Aceite de nabo | cajones 1 560 | 22,60 | 35 256,00 | | 37 506,82 | Puesto al pié de la obra. |
| » valvolina | litros 2 465 | 0,47 | 1 158,55 | | | |
| Grasa de pino | kilóg. 4 749 | 0,23 | 1 092,27 | | | |
| Costo total ..... | ..... | ... | ..... | 37 506,82 | | |
| <i>Esplosivos</i> | | | | | | |
| Dinamita | cajones 560,5 | 61,50 | 34 470,75 | | 135 802,75 | Del almacen de la línea. De Valparaiso. |
| » | » 1 540 | 65,80 | 101 332,00 | | | |
| Pólvora para minas..... | qq 148 | 16,20 | 2 397,60 | 2 397,60 | | De S. Bernardo. |
| Fulminantes | 66 500 | 0,03 | 1 995,00 | 1 995,00 | | |
| Guias para minas (rollos) | 3 312 | 0,15 | 496,80 | | 2 302,30 | Del almacen. De Valparaiso. |
| » » » | 7 850 | 0,23 | 1 805,50 | | | |
| Costo total ..... | ..... | ... | ..... | 142 497,65 | | Puesto al pié de la obra. |
| <i>Construccion de albañilerías</i> | | | | | | |
| Cemento Portland | barril. 2 323 | 12,16 | 28 235,52 | | 83 354,08 | El transporte de Los Vilos al túnel costó \$ 0,96 el barril. |
| » » | » 400 | 12,60 | 5 040,00 | | | |
| » » | » 1 013 | 11,80 | 11 953,40 | | | |
| » » | » 3 253 | 11,72 | 38 125,16 | | | |
| A la vuella..... | ..... | ... | ..... | ..... |  |  |

| DESIGNACION DEL MATERIAL | Cantidades | Precio por unidad | SUMAS | | OBSERVACIONES |
|---------------------------------------|----------------------|-------------------|-----------|-----------|--------------------|
| | | | Parciales | Totales | |
| <i>De la vuelta</i> ..... | ..... | ... | ..... | ..... |  |
| Arena..... | m ³ 6 400 | 0,70 | 4 480,00 | 4 480,00 | Puesta en la boca. |
| TOTAL ..... | ..... | ..... | ..... | 87 834,08 | |
| <i>Materiales varios</i> | | | | | |
| Acero para barrenos 1 $\frac{1}{4}$ " | kg 11 178 | | | | |
| » » 1" | 5 658 | | | | |
| » » 1" | 11 362 | | | | |
| SUMA..... | kg 28 198 | 0,59 | 16 636,82 | 16 636,82 | |
| Fierro surtido..... | 13 202 | 0,35 | 4 620,70 | 4 620,70 | |
| Plomo para calafatear.. | 1 932 | 0,32 | 618,24 | 618,24 | |
| TOTAL..... | ..... | ... | ..... | 21 875 76 | |

COSTO NETO DE LA CONSTRUCCION (APROXIMADO) I GANANCIA PROBABLE
DE LOS CONTRATISTAS

OBRA DE MANO.—a) *Perforacion*.—No habiendo sido posible al infrascrito tomar un apunte exacto de los gastos del personal ocupado en la perforacion del túnel, tanto en el año 1892 como en los años siguientes, admitiremos en globo la cantidad deducida de los libros de los contratistas, i que asciende a \$ 351 912,50.

b) *Revestimientos, bocas, etc.*—El gasto diario de obra de mano para la ejecucion de las albañilerías, ha sido el siguiente:

| Núm. | OPERARIOS | JORNAL cada uno | DIARIO total |
|------|--|--------------------|-----------------|
| 2 | maestros albañiles | \$ 8,00 | \$ 16,00 |
| 8 | albañiles i emboquilladores..... | 5,50 | 44 00 |
| 2 | canteros para la piedra..... | 5,00 | 10,00 |
| 15 | oficiales de albañiles | 2,10 | 31,50 |
| 6 | peones para trasporte de la piedra | 2,20 | 13,20 |
| 3 | peones para trasporte de la arena..... | 1,80 | 5,40 |
| 6 | peones para trasporte de mezcla..... | 1,60 | 9,60 |
| 2 | mezcleros..... | 1,50 | 3,00 |
| 5 | caballos para traccion de los carros | 1,00 | 5,00 |

Gasto diario..... \$ 137,70

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| Dias de trabajo efectivo... | } | 1893..... = 87 |
| | | 1894..... = 302 |
| | | 1895..... = 322 |
| | | 1896..... = 239 |
| | | Total... = 950 dias de trabajo efectivo. |

Gastos:

| | |
|---|----------------------|
| 950 dias a \$ 137,70 diario | \$ 130 815,00 |
| Armadura de andamios i cerchas a \$ 3,00 el m corrido | 4 818,66 |
| Desarmadura » » \$ 2,00 » | 3 212,40 |
| Total de la obra de mano..... | \$ 138 846,06 |

El costo neto de la construccion i la ganancia probable de los contratistas, se detallan en el cuadro siguiente: las cantidades apuntadas en dicho cuadro son aproximadas; sin embargo, cree el infrascrito estar mui cerca de la verdad.

CUADRO JENERAL DEL COSTO NETO I GANANCIA PROBABLE

| DESIGNACION DE LOS GASTOS | Costo neto de construccion | Monto segun contrato | Ganancia líquida | Ganancia % |
|--|----------------------------|------------------------|----------------------|---------------|
| <i>a) Perforacion</i> | | | | |
| Obra de mano, operarios..... | \$ 351 912,50 | | | |
| Gastos de combustible..... | 61 466,50 | | | |
| » explosivos..... | 142 497,65 | | | |
| » lubricacion i alumb.... | 37 506,82 | | | |
| Suma..... | \$ 593 383,47 | | | |
| Gastos jenerales, herramientas, composturas de las máquinas, líneas provisionales, etc. 15%..... | \$ 89 007,52 | | | |
| Totales..... | \$ 682 390,99 | \$ 805 240,39 | \$ 122 849,40 | 18% |
| <i>b) Revestimientos, bocas</i> | | | | |
| Obra de mano, operarios..... | \$ 138 846,06 | | | |
| Cemento i arena..... | 87 834,08 | | | |
| Suma..... | \$ 226 680,14 | | | |
| Gastos jenerales, herramientas, etc. 8%..... | \$ 18 134,41 | | | |
| Totales..... | \$ 244 814,55 | \$ 289 086,35 | \$ 44 271,80 | 18,08% |
| Totales jenerales..... | \$ 927 205,54 | \$ 1 094 326,74 | \$ 167 121,20 | 18,02% |

Conclusion — El túnel de Cavilolen, cuyos datos mas importantes se indican en la presente Memoria, quedó, como hemos visto anteriormente, completamente terminado el dia 5 de Octubre del año 1896; la liquidacion de los trabajos, con los comprobantes i planos respectivos, fué remitida por el infrascrito a la Direccion Jeneral de Obras Públicas con fecha 14 del mismo mes.

Acompaño a la presente Memoria un anexo conteniendo calco de varios perfiles i secciones del túnel, i el diagrama de la marcha de los trabajos.

Al terminar, creo deber dejar constancia de la buena ejecucion i del modo intelijente i serio con que fueron conducidos por los contratistas señores Peroglio, Garnero, Sotovia & C.^a, esos trabajos que requieren un personal especial i mui práctico.

(Firmado). — J. DEMANGEL.

El Peral, Mayo 20 de 1903.

