

Canal del Melado

Memoria del año 1926

ANTES de la creación de la Inspección de Regadío existía la idea de regar el valle de Linares por medio de la regularización del curso del agua de los ríos Putagán, Ancoa, Achibueno, Longaví y otros que surten insuficientemente la zona regada.

La Dirección de Obras Públicas, entre los años 1911 y 1913, había hecho ejecutar estudios preliminares sobre las dos bases siguientes: 1) extrayendo el agua del propio río Maule; 2) sacándola del río Melado para vaciarlo en el Ancoa. El primero de estos ante-proyectos no alcanzaba a dominar la zona de riego requerida; el segundo, calculado para regar 15,000 hectáreas, dió un alto precio del regador.

Creada la Inspección de Regadío se dictó la Ley N.º 2,453 de 9 de Diciembre de 1924, en la cual se autorizó la ejecución de diversas obras de riego, incluyendo la de Linares. Se tomó como base de los estudios el segundo ante-proyecto, siendo la suma autorizada por la ley de \$ 12.000,000 en bonos de regadío.

La comisión encargada de los estudios definitivos del proyecto, cuyo jefe fué el ingeniero don Carlos Ponce de León, dió comienzo a ellos en 1916. Esta co-

misión actuó en condiciones excepcionalmente desfavorables en una región de pocos recursos, retirada de centros poblados y constituida por faldeos muy escarpados.

Punto obligado del proyecto fué el paso a través del cordón del Melado que separa los cajones de este nombre del Ancoa, el cual fué salvado por un túnel de 4,000 mts., que constituye la obra más importante del canal.

En este punto la diferencia de nivel entre los valles de ambos ríos obligó a desarrollar un canal paralelo al río Melado hasta encontrar el punto de toma a 18 kms. del comienzo del gran túnel.

Además un examen muy atento de la zona de riego y de los gastos del río Melado puso de manifiesto que el área beneficiada podría ampliarse a 30,000 hectáreas, cuyo servicio se satisface en el estudio definitivo con una dotación inicial de 30 m³/seg., 6 m³. para pérdidas en el canal y 24 m³ disponibles en el río Ancoa. La tasa de riego se fijó en 0,8 lts./seg./Ha.

El estudio hidrológico de los cursos de agua naturales que van a alimentar la zona de riego y el agronómico de esta misma completan los datos para la distribución de las aguas del canal tronco y para la fijación definitiva de la zona

de riego. Se constituyó entonces lo Asociación de Canalistas cuyos estatutos fueron aprobados por Decreto N.º 1,224 de 7 de Diciembre de 1917. La Asociación se dividió en 1,600 acciones o regadores que corresponden a una dotación nominal de 15 lts./seg. y por acción.

Sobre estas bases se emprendieron los estudios definitivos de los canales derivados de los cursos de agua que reciben alimentación del canal matriz, en el año 1918, por la Comisión cuyo jefe fue el ingeniero don Julio Concha.

La zona de riego queda dividida naturalmente por los ríos que se alimentan, en la siguiente forma:

Del río Putagán para la zona comprendida entre este río y el Maule se derivan.....	3.000 m ³ /seg.
Para la zona comprendida entre los ríos Putagán y Ancoa salen del primero y del segundo.....	1.928 » 6.585 »
Para la zona comprendida entre los ríos Ancoa y Achibueno sale del Ancoa.....	0.195 »
Para la zona comprendida entre los ríos Achibueno y Longaví salen del Achibueno.....	12.292 »

	24.000 m ³ /seg.

La anterior corresponde a la siguiente superficie por regar:

Entre Putagán y Maule....	3.750 Has
» » » Ancoa....	10.651 »
» Ancoa y Achibueno..	244 »
» Achibueno y Longaví.	15.355 »

	30.000 »

El Canal Matriz del Melado se caracteriza por el número y magnitud de las obras de arte que se han debido realizar para salvar, por una parte, las escarpadas laderas del cordón del Melado y por otra parte, las profundas quebradas, de pendientes muy fuertes que afluyen al río. De aquí es que el trazado atraviesa por trece túneles, de diferentes longitudes que en total alcanzan a 7,144 metros correspondientes a casi 30% de la longitud total del canal. Además se han construido las siguientes obras de arte de concreto armado:

dos puentes acueductos en las quebradas de «Las Hormigas» y «las Yeguas» de 17 y 30 mts. de longitud respectivamente, y los siguientes puentes sifones de concreto armado:

El Toro, con 79 de longitud, presión máxima 13 mts. compuesto de dos tubos de 2,50 mt. de diámetro.

El Torrecillas, con 69 mts. de longitud, presión máxima de 12 mts., compuesto de dos tubos de 2,50 mt.

El Salto, con 134 mts. de longitud, presión máxima de 35 mts. y dos tubos de 2,40 mts.

y el sifón de «Los Medina», de 120 mts. de largo, presión máxima 7 mts., con dos tubos de 2,40 mts.

Por otra parte, las laderas en general escarpadas, están constituidas frecuentemente por terrenos sueltos, desesnables, correspondientes, tal vez, a una moraina lateral. Este hecho ha obligado a revestir casi las $\frac{3}{4}$ partes de la longitud del canal, con el doble objeto de impedir el desmoronamiento de los bordes y las filtraciones que se han producido durante la construcción. Los tipos de revestimiento se han elegido en forma de aprovechar en lo posible la buena calidad de la piedra que se encuentra en casi todo el corte del canal, ejecutando unas veces simples albañilerías de piedras en

seco para los taludes y el fondo o para el talud del borde solamente, emboquilladas con mezcla de cemento pobre cuando se tenía filtraciones y otras veces, se han ejecutado verdaderas albañilerías para dar mayor resistencia e impermeabilidad en el perímetro mojado. También se ha recurrido a los revestimientos completos o parciales de la sección mojada, empleando concreto de 130 a 170 k/m³ de cemento por m³ de cemento, y espesores de 0,10 para conseguir una completa impermeabilización en secciones en que puedan producirse filtraciones peligrosas para la estabilidad del canal.

Los revestimientos del Canal procuran un mejor escurrimiento hidráulico, circunstancia que se ha aprovechado en muchos casos para disminuir la sección y el movimiento de tierras.

La boca-toma del canal Matriz se ubicó en el punto denominado «La Viñilla», en situación excepcionalmente favorable. Existe allí un saliente de cerro en roca, que se interna en el río, produciendo un remanso de aguas cuya profundidad es de 4 a 5 mts. Delante de la puntilla se colocaron las compuertas de admisión, las cuales son seguidas de un túnel de 15 mts. de largo que lo atraviesa para embocar en el canal a tajo abierto. A 450 mts. de la toma y cuando el canal, que tiene una pendiente de sólo 0,5 ‰, toma altura suficiente sobre el río, se han colocado las compuertas desrripiadoras y las reguladoras del canal. Aquellas deben dar un gasto permanente de 5 m³/seg. para efectuar una desrripiadura constante y éstas deben dejar pasar 30 m³/seg. que es la dotación del canal. El plan de las compuertas de admisión queda 2,50 más bajo que el nivel de aguas mínimas ordinarias, observadas y con esta carga las compuertas dan el gasto de 35 m³/

seg. previsto. Sin embargo, posteriormente a la fecha de los estudios se han observado niveles inferiores del río y como por otra parte, no se han previsto obras definitivas de captación en el río, sería preciso en algunos casos, ejecutar obras que faciliten la entrada del gasto previsto. Esto, está, además justificado por el hecho de que en los ríos torrenciales las obras de toma definitivas tienen costos exagerados. De todos modos, las obras provisorias que haya necesidad de emprender en el río Melado en las épocas de aguas mínimas aseguran la dotación del Canal, puesto que de los afloros practicados directamente en la corriente y de deducciones limnimétricas se desprende que el Melado tiene gastos mínimos bastante superiores al gasto que necesita el canal.

Diversas obras accesorias se han ejecutado para prevenir los accidentes que pudieran ocasionar las aguas lluvias que el cordón del Melado descargaría sobre el Canal. Por de pronto, los esteros de mayor caudal como El Toro, El Torre-cillas, Las Hormigas, El Salto, Las Yeguas, y Los Medinas con sus puentes sifones y acueductos no desaguan en el canal; además se han construido tres alcantarillas con capacidad suficiente para descargar las quebradas respectivas directamente al río y, finalmente, se han repartido a lo largo del canal seis compuertas de un metro de luz y tres de 2,60 de luz, en forma de que seccionan el recorrido en trozos convenientes para descargar las acumulaciones de agua lluvia.

Tres factores han influido en forma determinante en el plazo y en el costo de construcción del Canal Matriz del Melado:

1.º Los transportes, 2.º El túnel Melado, 3.º La Naturaleza del terreno en los cortes.

El primero de estos dos factores se presentó desde el primer momento como de los más graves. El camino de Linares a la Cordillera, pasando por la cuesta del Melado, fué preciso labrarlo especialmente desde el portezuelo que divide los ríos Putagán y Ancoa, con toda las dificultades que presentaba este punto; enseguida se presentó el cajón del Ancoa en donde hubo que construir dos puentes sobre el río para pasar de una ladera a otra tratando de salvar los farrellones rocosos; después la sección de la cuesta del Melado que une los campamentos de ambas bocas del túnel en donde hubo que construir un camino de zig-zig y finalmente, la sección comprendida entre Quebrada Blanca y la boca-toma del Canal Matriz, labrada en las laderas mismas en que se desarrolla éste. Se puede estimar en 40 kms. la sección de camino construida especialmente para esta obra y en 35 kms. la sección que hubo necesidad de mejorar constantemente. La inversión que hubo necesidad de hacer por el capítulo de caminos no es inferior a \$ 500,000.

Como consecuencia del problema caminero se presentó el de los transportes por caminos de fuertes pendientes, debiendo hacerse un intenso transporte de materiales, maquinarias y víveres.

Fuó corriente el caso de que las facnas se vieran perturbadas por los transportes. Durante el invierno debido al mal estado de los caminos y en verano por falta de elementos, pues, la mayor parte del acarreo hubo que hacerlo en carretas que eran absorbidas por la agricultura.

Como dato ilustrativo consignará el costo de transporte de un quintal métrico de carga desde Linares a un punto medio del canal:

De Linares a la boca salida del túnel Melado.....	\$ 8.00
Entre las dos bocas del túnel, por la cuesta.....	4.00
Desde la boca de salida a un punto medio del canal.....	5.00
Total.....	\$ 17.00

Fuera de estas perturbaciones, hubo que contar muchas veces con la inclemencia del tiempo que impedía el transporte a través de la cuesta del Melado, por la nieve cuyo espesor solía llegar a 4 metros.

Posteriormente, desde Mayo de 1926, abierta la galería de avance del túnel Melado, fué posible aprovecharla como vía de comunicación, con lo cual se obtuvo gran facilidad y economía. Del mismo modo, se aprovechó el rasgo del Canal como camino, evitando así dos secciones muy difíciles.

Otras de las dificultades principales de la construcción fué el túnel Melado por su gran longitud y la naturaleza de la roca.

Durante los estudios se le dedicó toda la atención necesaria tanto para determinar la ubicación y la longitud más convenientes con relación al costo de la obra, como para determinar con la mayor exactitud los elementos geométricos indispensables para guiar la construcción. Al efecto se encargó al Ingeniero don Uldarico Espina las operaciones de triangulación en el terreno y se dió a los cálculos toda la seguridad exigida. Durante la construcción se vió plenamente demostrado que tanto las operaciones de triangulación de los estudios como las lineaciones fijadas para la construcción fueron operaciones correctamente ejecutadas «pues el tiro final de la galería de

avance rompió el túnel sin ningún error».

El túnel se comenzó a atacar con atraso sobre el plazo de construcción debido a que el Contratista tuvo que emplear un tiempo largo para preparar el camino y transportar sus materiales y maquinarias e instalar estas. El río Ancoa proporcionó la fuerza motriz para la perforación, por medio de una instalación hidro-eléctrica situada en Hornillos, boca de salida del túnel.

Esta se compone de una turbina de 210 HP. y de una rueda Pelton de 90 HP. Ambos elementos, accionando sobre generadores eléctricos y compresores de aire servían de base para la perforación del túnel. Además, una línea trifásica de alta tensión, a 2,500 volts, tendida a través de la cuesta del Melado debía transportar la energía eléctrica necesaria para los compresores de Quebrada Blanca, boca de entrada.

Pronto se vió que el caudal del Ancoa en verano bajaba hasta 300 seg. con lo cual el poder de los generadores se reducía a menos de la mitad.

Hubo, pues, necesidad de instalar una nueva central hidro-eléctrica eligiendo para ello el río Melado, frente a la Quebrada Blanca. Se compone ésta de una turbina Francis de 180 HP. y de los generadores eléctricos necesarios para mover las compresoras de este lado del túnel y las de Hornillos en caso necesario.

La maquinaria completa de perforación es compuesta en Hornillos de una compresora Sullivan de $12 \times 15''$ y trescientos sesenta pies cúbicos de aire por minuto, y de otra Ingersoll de $10 \times 12''$ y ciento setenta pies cúbicos de aire por minuto, una afiladora de aire comprimido y las perforadoras necesarias. En Quebrada Blanca, dos compresoras Sullivan

de $10 \times 10''$ y de $10 \times 12''$, afiladora de herramientas y perforadoras.

Con la instalación de Quebrada Blanca se subsanó gran parte de la deficiencia de las casas de fuerza y aún se pensó en transportar fuerza eléctrica a lo largo del canal para perforar otros túneles fuera del Melado; pero esta idea no se realizó debido a que el túnel Melado consumió gran parte de ella.

Se emplearon perforadoras Ingersoll y Sullivan de poder variable entre 70 y 120 pies cúbicos de aire por minuto.

La organización de las faenas se estableció a tres turnos diarios por boca, trabajando dos o tres perforadoras por turno. Cuando se trabajó en buenas condiciones se obtuvo rendimientos de 1,70 mt. por perforación, en las partes blandas, bajando hasta 0,50 mt. en la roca dura. Sin embargo, los avances medios mensuales fluctuaron entre 37 y 77 mts. por boca. El consumo de dinamita fluctuaba entre 0,6 y 0,9 kilos por metro cúbico de roca botada en galería de avance. Estos avances hubieran permitido una rápida perforación del túnel; pero la organización de las faenas fué muchas veces deficiente, otras veces las maquinarias exigían reparaciones serias que no podían hacerse en las faenas, el transporte de materiales fué dificultoso y, finalmente, las paralizaciones que sufrió la obra por falta de fondos, liquidación de contratos, etc., entorpecieron sensiblemente la marcha del trabajo.

De modo que el túnel, que comenzó a abrirse en Diciembre de 1919 tenía su galería perforada, en Mayo de 1926, y se ha terminado totalmente en Marzo del presente año.

Excepción hecha de los primeros 150 o 200 mts. de cada boca, en que resultó terreno suelto, el resto del túnel ha sido per-

forado en roca bastante dura. A pesar de esto se presentaron secciones hasta de 200 mts. de largo en que hubo necesidad de enmaderar, lo cual dificultó mucho la ejecución de los revestimientos. Hubo también muchos casos de derrumbes de importancia, en que su extracción mantuvo paralizadas las faenas, por varios días y aun semanas.

La roca de este túnel se descompone al aire con más o menos rapidez; de suerte que en algunos casos los derrumbes se producían sorpresivamente; en cambio en otros casos se presentaban en forma de planchones. Esto ocasionó algunas víctimas entre los obreros.

Ha sido preciso, pues, revestir casi totalmente la mitad del túnel que queda hacia la salida y gran parte de la sección de entrada. Estos revestimientos han sido hechos de concreto de 170 kilos por m³, de espesores variables entre 25 y 45 cms. según la forma en que se descomponía el cerro. La sección transversal del revestimiento también ha variado desde la bóveda de medio punto a la rebaja de 1:20, según el espacio superior que dejaban los huecos del derrumbe.

La arena y la grava para los concretos de los revestimientos fué proporcionada por los desmontes del túnel con muy buen resultado.

El tercer punto que ha sido característico del Melado es la naturaleza deleznable del terreno en que está construido el canal. Si a esto se añade que la fuerte pendiente de la ladera ha producido taludes que llegan a veces a 60 metros de altura, se comprenderá que haya sido frecuente observar grandes derrumbes y deslizamientos. Como es natural, los más graves de estos accidentes corresponden a la temporada de invierno; pero también existen formaciones de materiales menudos, sin aglome-

rante alguno, en que las humedades de invierno les dan alguna cohesión y se mantienen en esa época para desmoronarse en verano.

Se han observado deslizamientos del cerro en que la masa semi-flúida tapó el canal y el derrumbe pasó sobre él llegando al río y arrastrando cuanto encontró a su paso, sin dañar mayormente el rasgo del canal. También se han observado derrumbes constituidos por grandes trozos de roca que, para sacarlos, han necesitado emplear explosivos como si se tratara de un corte común.

Derrumbes de menor importancia se han producido a todo el largo del canal.

Pero es un hecho cierto que cada año ha ido disminuyendo la suma invertida en la extracción de derrumbes y en la limpia del canal. Su consolidación, en parte, será obra del tiempo, sin perjuicio de la que se ha procurado obtener por medio de obras adecuadas.

Conjuntamente con lo anterior, se ha procurado la impermeabilización del canal por diversos medios, ya sea colocando delgadas capas de concreto en el fondo, emboquillando los revestimientos y aún, con buenos resultados en algunos casos, esparciendo arcilla sobre el fondo cuando el canal tenía agua, procurando una sedimentación natural. También la impermeabilización del canal requiere un trabajo lento y prudente, cuyas normas las irá dando la explotación. Es difícil prever de antemano los puntos precisos en que se van a producir filtraciones, pues muchas aparecen después de algún tiempo, en cambio otras desaparecen al poco tiempo de recibir la acción del agua. Por esta razón la obra de impermeabilización, para que sea eficaz, sólo puede comenzarse cuando el canal ha recibido una prueba completa.

La prueba del canal del Melado se comenzó en Diciembre del año ppdo. y

desde entonces hasta el mes de Marzo del presente año, en pruebas sucesivas, fué posible ir observando cuidadosamente las filtraciones, estudiando sus causas locales en cada sección que entraba en prueba. Se ejecutaron así diversas obras con buen resultado, en forma de que en Marzo fué posible hacer llegar agua al río Ancoa, en cantidad pequeña de unos 5 a 7 mts. cúbicos por segundo, pero que fueron muy bien aprovechados en momentos en que la agricultura sufría intensamente las consecuencias de la sequía.

En el curso del presente invierno, habiéndose anotado con mayor precisión los puntos débiles, puede desarrollarse una labor de impermeabilización muy eficaz, que permitirá, sin duda, aumentar apreciablemente la dotación de riego.

* * *

El canal Matriz del Melado tuvo como Contratista, entre los años 1918 y 1921, al Ingeniero don Manuel Valenzuela. Le correspondió resolver los problemas básicos de la construcción del Canal, o sea, el de los caminos y transportes y el de las instalaciones de campamentos y maquinarias. Ambos retardaron la iniciación de la obra del túnel que fijaba el plazo de construcción en forma de que, en Abril del año 1921 había perforados sólo 605 mts. de túnel, debiendo haber llegado a 3,500 mts. en galería de avance. Por otra parte, dificultades provenientes de las variaciones del cambio bancario, y, sobre todo, por insuficiencia de capital, hubo que liquidar el contrato. En esta liquidación se observa que para un trabajo efectivo cuyo valor llegó a \$ 660.000, había invertido el Contratista un capital de \$ 890.000 en maquinarias, instalaciones y caminos.

La obra se paralizó hasta Abril de 1921 en que el Fisco aceptó la propuesta de D. Juan Guillermo Dartnell para la construcción de ellas. En esta propuesta

el Sr. Dartnell recibía la totalidad de los fondos previstos, directamente del Fisco, por parcialidades, previa presentación de los documentos que acreditaban los gastos efectuados bajo el control inmediato de la Inspección Fiscal. En esta forma se ejecutó la obra hasta fines de 1927, habiéndose invertido hasta esa fecha la suma de \$ 16.100.000.

Durante el año 1928 se le amplió el contrato, incluyendo nuevas obras de consolidación, la terminación del túnel Melado, diversas descargas en el canal, llegando estas obras a un valor de \$ 2.042.000. Este nuevo contrato fué terminado y liquidado en Marzo ppdo.

Tomando en cuenta los tres contratos de que se ha servido el Fisco para llevar a cabo la obra resulta un total invertido de \$ 19.792.000.

—

Completan la red de riego de la zona de Linares los canales derivados que, sacando las aguas de los ríos cuya regularización se propone con el Matriz, las distribuye entre los propietarios accionistas y las dejan en los fundos.

Los derivados en conjunto suman una longitud de 131,200 mts.

El principal de ellos es el de Longaví, que deriva la mitad de la dotación del Canal Matriz (12 m³/seg.) del río Ancón, los vacian en el río Achibueno y de este se extraen nuevamente por un canal de 54 km. para llegar a la zona comprendida entre los ríos Achibueno y Longaví.

La red de derivados se encuentra en construcción y debe terminarse a fines del presente año, de modo que la próxima temporada de riego podrá contar con un auxilio apreciable del canal del Melado.

El costo de construcción de la red de canales derivados ascenderá a \$ 5.500.000.

Santiago, Junio 6 de 1929.