

Tranque de Llallagua

POR

ELEAZAR LEZAETA A.

La compañía chilena (*) que explota en Bolivia las minas de estaño de Llallagua, las mas importantes de ese país, i de las mejores del mundo, tomando en consideración el alto precio del combustible en aquellas localidades i su escasez en ciertas épocas del año, pensó desde el principio en aprovechar la fuerza motriz que podía obtenerse en el río Catavi, que pasa en las inmediaciones del Injenio de la Empresa.

El río Catavi, al cual se le juntan después los de Uncía, Zauta i Challanta, es una corriente que en la época de sequía no arrastra un caudal mayor de 200 litros por segundo (todos juntos) i que lo aumenta hasta 70 m³ en tiempo de avenidas.

La época de estiaje en la altiplanicie de Bolivia se produce en el mes de Noviembre, es decir, inmediatamente antes de las abundantes lluvias que tienen lugar desde Diciembre hasta Abril. El resto del año no llueve jeneralmente.

La circunstancia de ser tan variable el régimen de los ríos nombrados, cuyo caudal en los meses de sequía no bastaba para producir la fuerza que se necesitaba en las minas i en el Injenio, obligó a proyectar un tranque que embalsara las aguas de las creces.

A 15 kms. del Injenio, aguas abajo del río Catavi, se presenta uno de los puntos mas adecuados para la ubicación de una obra de esta especie: una angostura de unos cerros de pizarras que forman las laderas del río Catavi, de solo 2 m. de ancho hasta 20 m. de altura, que se abre mas arriba para tener únicamente 34 m. a los 60 m. de alto. La montaña sigue hasta una altura de 180 m.

Este fué el punto elegido para la construcción de un tranque de albañilería de piedra de 58 m. de altura.

(*) Esta Compañía, denominada «Compañía Estañífera de Llallagua», fué organizada por el infrascrito en 1905 i tuvo la jerencia de ella, en Bolivia, durante los años 1906 i 1907.

Se forma así una laguna, que llena, tiene un largo de 6,500 m., con un ancho variable entre 50 y 300 m. i con una capacidad de 15 millones de metros cúbicos.

La hoya hidrográfica de la represa tiene una superficie de 10,000 hectáreas, i la cantidad de agua caída, según esperiencias hechas, alcanza a 20 litros por hora i por metro cuadrado. Se tiene, pues, agua en exceso para alimentar la represa cada año con la que cae en los cuatro meses de lluvia. En efecto, solo en 25 días del mes de Enero de 1913 se llenó el embalse

Como a un kilómetro aguas arriba del tranque, en una depresion de los cerros que rodean la laguna, se estableció un rebalse en túnel, para alejar las aguas sobrantes, que van a vaciarse al mismo río Catavi, 700 m. aguas abajo de la presa.

Se había pensado, al principio, hacer el rebalse a tajo abierto; pero en vista del costo excesivo que habría resultado para semejante obra, a causa del enorme desmonte que resultaba, se acordó hacerlo en túnel. Por la boca de aguas arriba el túnel tiene 4.75×4.50 m., bifurcándose, en seguida, en tres de 3.30×3.50 m. con largos respectivos de 60, 80 i 100 m.

En los planos acompañados se indica el perfil i plano de esta interesante obra, la de mayor altura construida en Sud-América, i que se encuentra a 3,700 m. sobre el nivel del mar.

En plano el muro es formado por un arco de círculo con su convexidad dirigida hacia las aguas i con curvatura de un metro de flecha por 10 m. de cuerda.

El grueso del tranque en su base es de 35 m. i en su coronamiento, o sea a los 56 m., llega solo a 3 m. de ancho. El parapeto de 2 m. de alto, completa los 58 m. de altura total, de que hemos hablado, i tiene 1.50 m. de espesor.

Las fundaciones se han hecho sobre la roca viva con concreto; el cuerpo del muro se ha ejecutado con albañilería de piedra i los paramentos con piedra desbastada, asentada en mezcla de 1 de cemento por 3 de arena. Vigas doble T, empuotradas en uno i otro lado del cerro, vienen a hacer que esta obra sea, en buenas cuentas, de albañilería armada. Además, se ha establecido a diversas alturas en el interior del cuerpo del tranque, arcos de piedra escojida, apoyados en los flancos de la montaña.

En la parte mas baja del tranque se ha colocado una cañería de acero de 1m. de diámetro, que atraviesa el tranque i tiene una válvula doble por el lado de aguas abajo. Estaba destinada a desaguar completamente el embalse i para efectuar su limpieza. Hoy día está obstruida.

La toma se hace a 18m. sobre el fondo, en uno de los costados, por medio de una tubería de acero, de 0.m70 de diámetro i un túnel de 65m. de longitud. Esta tubería conduce el agua a la casa de turbinas, en donde se encuentran instaladas tres de eje horizontal, espirales, montadas en el mismo eje con el jenerador, de la fábrica Escher Wyss i C.^a de Zurich.

Cada turbina emplea de 180 a 350 litros de agua por segundo, según el nivel de presión, i desarrolla una potencia que varía entre 200 i 320 caballos.

Las turbinas han sido construidas para una altura de 40 metros, pudiendo variar la presión de 30 a 50 metros.

La energía eléctrica, bajo la forma de corriente trifásica, es transmitida a las minas i al Injenio por tres hilos de cobre, a una distancia de 15 kilómetros, sobre aisladores de alta tensión, montados en postes de acero Mannesmann. La tensión de 3,000 volts producida en los generadores, se eleva en la misma casa de turbinas, por medio de transformadores, hasta 10,000 volts, para llegar, con una pérdida de apenas 100 volts, hasta la mina, en donde se baja nuevamente la tensión a 3,000 volts para su uso.

Los 500 o 600 caballos, que hoy día se obtienen, van a las minas para la tracción eléctrica en los socavones Azul y de Cancañiri, para los huinches, la maestraza, los compresores y la luz. En el Injenio se emplea fuerza a vapor. En las minas necesitan unos mil caballos; para obtenerlos piensan utilizar las aguas que salen de las turbinas en otra caída, que puede formarse mas hacia aguas abajo, de 50 m. de altura.

Durante la construcción sobrevinieron diversos accidentes. Cuando el tranque habia llegado hasta un tercio de su altura, se produjo una crece i las aguas pasaron por sobre el muro, con una napa de 1m. de espesor, sin producir en él perjuicios de consideración; pero fué destruido el campamento i arrastrada la mayor parte de la maquinaria, que hubo que encargar nuevamente a Europa. Después de terminada la represa, en uno de los periodos de lluvias, se produjeron derrumbes en la sección de los túneles de rebalse, obstruyéndose el único desagüe que habia terminado en esa época i el agua rebalsó durante una semana por sobre el tranque, con una napa de 1 m. de espesor, sin deteriorarlo.

Una vez llenado el embalse, se notó que se producian filtraciones muy abundantes, que alcanzaban a 180 litros por segundo, filtraciones a través del muro, i principalmente a través del terreno natural, por grietas o fracturas que habia en las orillas del tranque i hasta 60m. de distancia de él. Investigando la causa de estas filtraciones, luego que bajaron las aguas i que se lavaron los flancos por medio de bombas, se notó que habia gran número de grietas, algunas de ellas hasta de 0.10m. de ancho. Se lavaron cuidadosamente con agua lanzada por bombas i se rellenaron las grietas con concreto, i así las filtraciones disminuyeron considerablemente.

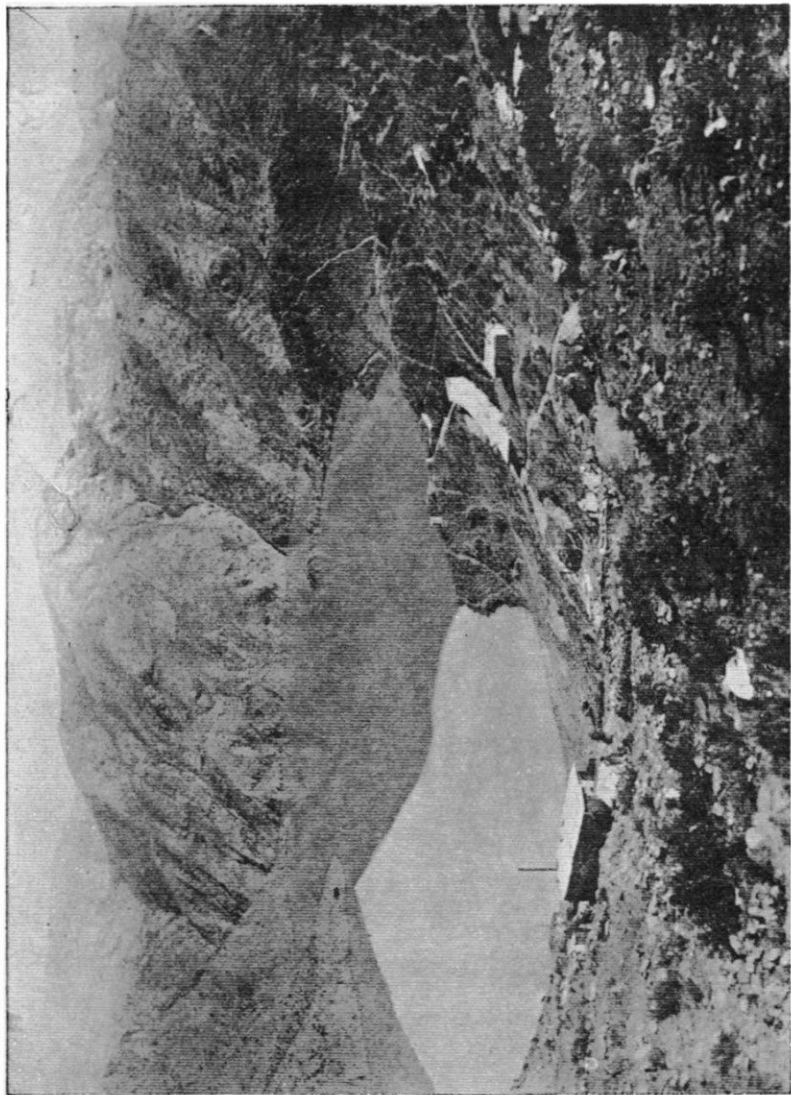
A consecuencia de derrumbes producidos i de haberse socavado pircas formadas y haber arrastrado las aguas los materiales de una cantera establecida mas arriba del tranque, se ha formado un gran embanque en el embalse que tiene cerca de 7 m. de altura i que ha obstruido el desagüe inferior.

El presupuesto total de las obras solo alcanzaba a \$ 396,000 oro de 18d. incluyendo la maquinaria i accesorios, pero se elevó considerablemente por los accidentes experimentados i por aumentos que se introdujeron, llegando a costar \$ 1.266,000 oro de 18d, en los cuales \$ 114,000 oro de 18d corresponden a la maquinaria.

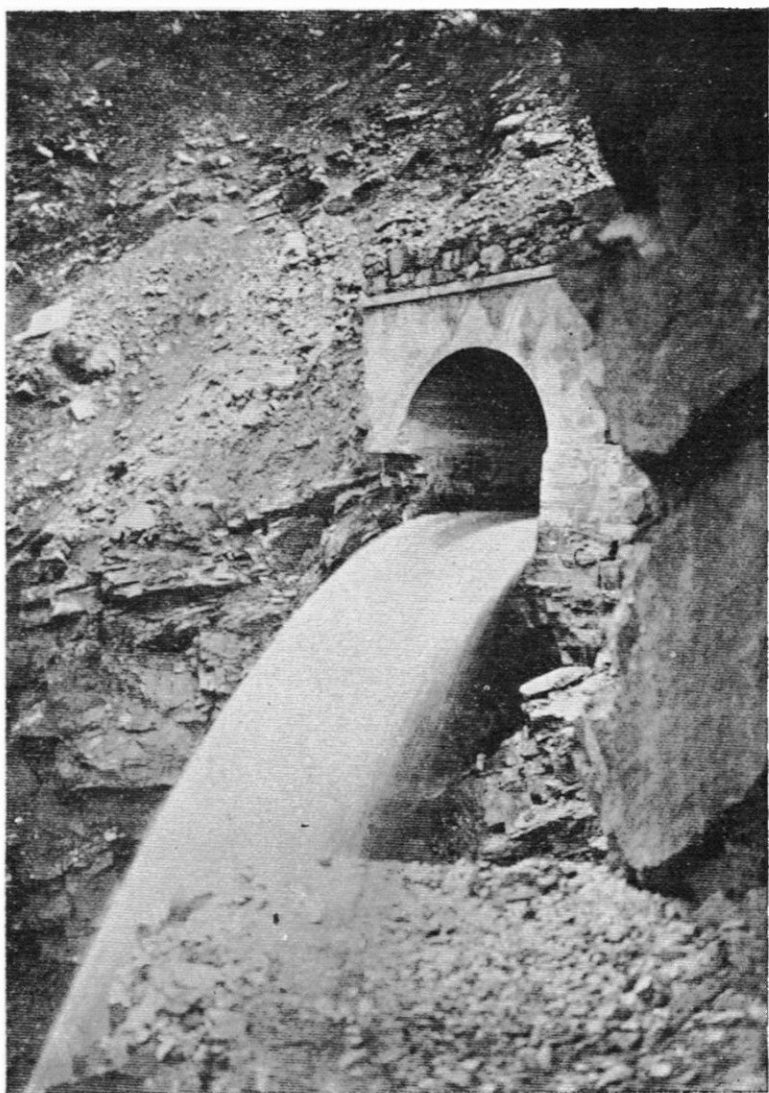
La construcción del tranque se inició en Setiembre de 1911 i se terminó en Febrero de 1914. La obra ha sido ejecutada por el señor Oscar von Chrismar, quien contrató su estudio i construcción.

El contrato que habia celebrado con la administración anterior de Llalagua fué reformado considerablemente por el actual jerente de la Empresa, señor Orlando Ghigliotto, bajo cuya administración se ha llevado a feliz término esta importante obra.

La mayor parte de los datos que he consignado me han sido proporcionados amablemente por los señores Ghigliotto i von Chrismar.



REPRESA LLENA DE AGUA



BOCA DEL TÚNEL DE DESAGUADERO



COLONAMIENTO DEL TRANQUE



VISTA JENERAL DEL EMBALSE