

extraído en buen terreno fué de 180^{m^3} por hora, pues nunca se pudo considerar el trabajo como continuo, porque salían los cubos vacíos ó algunas veces demasiado llenos, y con frecuencia sucedía que no vaciaban en la caja distribuidora.

Además de estas dos causas de pérdida de tiempo, estaban las dragas sujetas á descomposturas frecuentes que determinaban una pérdida que en promedio se pudo calcular en un 20% de tiempo.

Cuando el terreno estaba duro, por poca resistencia que presentara, el trabajo de las dragas disminuía de una manera notable, tanto porque se reducía la velocidad de excavación en una tercera parte, cuanto por las frecuentes roturas que tenían; de tal manera, que siendo el rendimiento medio de las dragas de $70,000^{\text{m}^3}$ al mes, una capa de arenisca de $0^{\text{m}} 30$ ó $0^{\text{m}} 40$ de grueso que se encontró en la excavación, disminuyó el rendimiento á $35,000^{\text{m}^3}$.



III

Reseña de los trabajos ejecutados anualmente por el contratista.—Sitios en que se ejecutaron.—Modificaciones en el trazo de la línea.—Construcción de puentes.—Labores ejecutadas desde 1891 á 1892.—Dificultades que surgieron por mala interpretación del art. 49 del contrato.—Convenio entre la Junta y el contratista.—Trabajos en el trazo antiguo.—Ferrocarril construído á lo largo del Canal.—Primer levantamiento en el fondo de las excavaciones.—Medidas que se tomaron con motivo del aumento de aguas en San Cristóbal.—Proyectos de puentes en los ríos Consulado, Chico y Guadalupe.—Procedimientos y trabajos que se siguieron y ejecutaron durante el año de 1892 al de 1893.—Aparato en la Draga "Carmen."—Reseña pormenorizada de lo ejecutado desde 1893 hasta 1894.—Operaciones llevadas á cabo para el paso de las dragas y de los ferrocarriles.—Recorte y regularización de los taludes.—Concluyen los trabajos ejecutados por las dragas.—Desarme de éstas.—Puentes provisionales.—Nuevos contratos.—Derrumbes y azolves.—Procedimientos empleados para sacarlos del fondo del Canal.—Aparato que se adoptó para ello su descripción.—Medidas en la sección Norte del Canal.—Labores de 1897 á 1898.—Se encarga la Junta de los trabajos.—Reflexiones.

SEGÚN se dijo anteriormente, al firmarse el convenio acordó la Junta con el contratista que no se suspenderían las labores de aquélla, por lo que éste comenzó á trabajar con los mismos elementos y en los mismos lugares en que lo había hecho la Junta. Como se dijo antes, la Junta tenía establecida una sección entre los kilómetros $2\frac{1}{2}$ y 6. En este tramo se estaban quitando las capas superficiales de terreno hasta llegar á las aguas de filtración; ya casi se tenía agotado el trabajo, por lo que el contratista, tan luego como tuvo maquinaria disponible, estableció estaciones de bombas junto á los ríos Chico y Guadalupe. Otro lugar en donde estaba trabajando la Junta, era entre el kilómetro 40 y $41\frac{1}{2}$ del nuevo trazo; terreno bastante alto, donde pudo seguir sus tareas el contratista por algún tiempo, sin instalación de bombas. Por último, continuó los trabajos entre los kilómetros 22 y 27 con las dragas que recibió de la «Compañía Bucyrus.» En estos lugares extendió la excavación á los kilómetros inmediatos y estableció otro nuevo punto de ataque entre los kiló-

metros 33 y 36. Durante el primer año de trabajo, no se modificaron esencialmente los procedimientos que tenía establecidos la Junta, y el contratista sólo trató de aumentar el número de operarios y de preparar las instalaciones para emprender los trabajos con vigor en el año siguiente. Comenzó por establecer las oficinas en San Cristóbal, y en el kilómetro 22, los talleres para armar las dragas. También construyó el ferrocarril hasta el kilómetro 22, para facilitar el transporte de todos los materiales y maquinaria que se necesitaban, con el fin de comenzar á armar las dragas que llegaron en 1890.

Para hacer la entrega de los trabajos, hubo al principio alguna dificultad; pues al mismo tiempo que se firmaba el contrato, había sido necesario hacer dos modificaciones en el trazo. Una de ellas motivada por la instalación de bombas que estableció el Ayuntamiento en el origen del Canal de San Lázaro, en la parte que se había pensado profundizar para utilizarlo, por lo que fué preciso abandonar esa idea y estudiar otra, haciéndolo pasar entre ese Canal y la Penitenciaría. La otra modificación fué motivada por el contrato celebrado entre la Junta y los Sres. Read & Campbell, al que se hizo referencia anteriormente. Estas modificaciones alteraron el desarrollo del Gran Canal, y por lo tanto el perfil; y como era necesario conocer en cada estación la profundidad á que debía llegar el fondo del Canal para calcular el ancho en la superficie, fué preciso hacer el nuevo perfil tomando acotaciones cada 50^m y en los puntos en que las inflexiones del terreno lo hacían necesario. Al mismo tiempo fué preciso dejar señales permanentes y bastante fijas que sirvieran de puntos de referencia para las medidas mensuales, á reserva de repetir la nivelación al hacer la recepción definitiva; por esta razón, al volver á hacer el trazo desde el origen hasta la boca del Túnel, se construyeron en cada kilómetro y sobre una línea de referencia, unos blocks de mampostería de 1^m por lado y 1^m20 de altura, lo que también se ejecutó en los puntos notables del trazo. La línea de referencia se llevaba paralelamente al eje del Canal y á distancia variable, según la anchura de éste, situándola á 12^m de distancia en el lado izquierdo hasta el punto de curvatura, de la curva trazada en el kilómetro 8½; á 15^m desde este punto hasta el de tangencia de la curva del kilómetro 20; á 20^m hasta el kilómetro 36; á 25^m hasta el kilómetro 41½; y en la prolongación del trazo que

se hizo hasta el kilómetro 48, quedó á 28^m. En cada 50^m se colocó una estaca sobre la línea de referencia, y cuatro estacas más que servían para determinar la sección, marcando el pie de los taludes y el ancho del Canal. Estos puntos se fijaban siempre en las secciones transversales que se levantaban al hacer la entrega en los tramos respectivos, y las secciones, tanto en la entrega como en las distintas medidas, se levantaban tomando las diferencias de altura con nivel, cuando estaban en la superficie del agua, y con sonda, cuando estaban debajo del agua; en cuyo caso se hacía un sondeo cada metro ó cada dos metros, según la forma de la sección.

A mediados del año pidió el contratista que se comenzara la construcción de puentes giratorios á que estaba obligada la Junta, para que las dragas pudieran recorrer todo el Canal; pero habiendo encontrado sumamente costoso el construirlos, se le propuso, y aceptó, que en los primeros kilómetros se hiciera la excavación á mano, para lo que se celebró un convenio por el cual se elevó el precio del metro cúbico á 55 centavos, siempre que se excavara á más de 1^m50 de profundidad. Este convenio fué únicamente para el trabajo que era indispensable en la excavación del Canal, entre el origen y el kilómetro 6, y fué indispensable, pues en esos kilómetros hubiera sido necesario construir ocho puentes, de los cuales, cuatro tenían que ser puentes canales, para dar paso á los ríos, y hubiera sido peligroso haber empleado puentes giratorios en este caso.

Desde el año de 1891 al de 1892, los trabajos tomaron crecimiento, pues había llegado una parte importante de la maquinaria que se necesitaba, por lo que fué fácil encaminar los trabajos según el plan que se había propuesto el contratista, y que consintió esencialmente en hacer á mano los dos ó tres primeros metros de excavación, de manera que las dragas tuvieron agua para flotar y evitar que se practicaran excavaciones con ellas sobre la superficie del agua. Para excavar en los primeros metros, se establecieron cuadrillas de trabajadores entre el origen y el kilómetro 9, y entre los kilómetros 27 á 47; en varios de estos kilómetros también se trabajó con dragas. Como la mayor parte de la excavación se hacía bajo las aguas de filtración, se establecieron bombas centrífugas de 6 pulgadas en los lugares siguientes: kilómetros 3.7, junto al canal del Norte y 4.7, junto al río Chico; kilómetro 5½ junto al

río de Guadalupe; kilómetros 7, 14, 16, y 22; desaguando con cada una de las bombas de 2 á 4 kilómetros de Canal, pues el agua no fué nunca muy abundante en aquella profundidad. Para la ejecución de los trabajos á mano, se modificó el sistema de administración que seguía la Junta Directiva, y que consistía en pagar directamente á los peones, mientras el contratista subcontrató por metro cúbico excavado, según la profundidad á que trabajaban. En los primeros kilómetros, el precio fué de \$0.10, \$0.17 y \$0.19 el metro cúbico, según que trabajaban hasta 2^m406 de profundidad, haciendo la Compañía el bombeo por su cuenta. Este sistema, desde luego dió impulso á los trabajos, pues aumentó el número de gente que trabajaba en el Canal; pero también subió los precios, pues la necesidad de gente obligaba á los subcontratistas á elevar los jornales y hacer concesiones para atraerse los peones del subcontratista inmediato, el cual á su vez seguía el mismo sistema para no perder su gente.

El 4 de Febrero de ese mismo año comenzó á funcionar la draga núm. 1, á la que se llamó «Carmen;» en 28 de Abril la núm. 2, á la que se llamó «Anita;» y el 20 de Julio la núm. 3, á la que se llamó «Conchita». Estas dragas comenzaron á trabajar en el kilómetro 22, al Norte del Dique de San Cristóbal, y avanzaron hacia el túnel, llegando la primera á 4^m de profundidad; á 6 la segunda y á 8 la tercera. El terreno en que estuvieron excavando era sumamente blando; así es que funcionaron perfectamente las dragas; sin embargo, el mes de Noviembre de ese mismo año, avisó el contratista que las dragas «Conchita» y «Anita» estaban excavando en terreno duro, lo que no fué admitido por la Junta Directiva, pues no estaba conforme con la interpretación que daba el contratista á los artículos del contrato aplicables á esta clase de terreno. El art. 49 de las especificaciones anexas al contrato de 13 de Febrero de 1891, que era igual á un artículo que existe en las especificaciones del primer contrato, dice así:

«Cuando la clase ó naturaleza del terreno que se estuviere excavando fuere tal, que el trabajo ordinario de las dragas ó maquinaria de excavar no llene las cucharas ó cubos en un setenta y cinco por ciento de su capacidad total, trabajando aquéllas continuamente á su velocidad normal, estando las cucharas ó cubos en buen estado de servicio, siendo de acero las navajas ó bordes cortadores, y añi-

ladas, así como los dientes, si se necesitaren algunos, á juicio prudente y racional de los ingenieros de la Junta, dicho terreno será considerado como no incluido en el precio de 67 centavos el metro cúbico, sino que será pagado á precio adicional, el cual se determinará del modo siguiente: se llevará y entregará á los ingenieros de la Junta, siempre que lo pidieren, un estado que exprese el tiempo trabajado y la cantidad de excavación extraída por cada máquina, en terreno pagadero al precio de 67 centavos por metro cúbico. Inmediatamente que el contratista encuentre terrenos de tal resistencia, que las cucharas ó cubos no se llenen con el escombros de la excavación en las tres cuartas partes de su capacidad, informará por escrito á los ingenieros de la Junta, expresando el tiempo en que se encontró tal material y la sección del Canal en dicho punto. Se formará un memorándum, de acuerdo con los ingenieros de la Junta y los del contratista, comprendiendo la cantidad de material removido en tal terreno, y el precio *extra* que deberá pagarse á aquél, será tal, que las ganancias diarias de la misma maquinaria durante el período de dos meses, por lo menos, en que hubiese estado trabajando en excavaciones pagaderas al precio de 67 centavos por metro cúbico.»

Desde luego surgió la dificultad de que las máquinas, al trabajar, unas veces llenaban completamente las cucharas, aun en terreno duro, y otras no las llenaban; dependiendo esto, principalmente, de la sección que atacaban y de la habilidad del empleado en manejar la maquinaria. Independientemente de esto, que rigurosamente se podía resolver por una apreciación equitativa de los ingenieros de la Junta y de los del contratista, se suscitó otra dificultad de gran trascendencia, pues como se ve al final del artículo citado, se dice que se calcularía la ganancia diaria que hubiese tenido la draga en dos meses continuos de trabajo. La Junta interpretaba esto calculando el promedio efectivo por hora, que hubiera obtenido la draga, trabajando en terreno reconocido como blando y que resultaba ser de 115^m cúbicos por hora. El contratista decía que se debía calcular, no solamente el tiempo efectivo que hubiera trabajado la draga, sino también el tiempo perdido por reparaciones ú otra causa, y el costo de las composturas que se hubiesen originado en ese terreno, lo que hubiera hecho subir extremadamente el costo del metro cúbico en terreno duro. Después

de discusiones bastante difíciles, se llegó á un arreglo que transaba la cuestión y que se basaba en las observaciones que se habían hecho del trabajo de las dragas. Como se dijo anteriormente, el promedio de trabajo que se había obtenido por cada draga, era de 115^m cúbicos por hora; pero fué un promedio un poco bajo, tanto porque las dragas comenzaban á trabajar y, por lo tanto, había que hacer algunas correcciones en la maquinaria, como porque los mismos capitanes no estaban bastante educados para ese trabajo; por estas razones, y á título de transacción, se elevó el promedio de trabajo en terreno blando, hasta 136^m cúbicos por hora. El contratista, en cambio, convino en no cobrar gasto de reparación de ninguna clase, y que no se computara como tiempo de trabajo sino aquel en que efectivamente se hubiera trabajado, sin tener en cuenta el perdido por maniobras ni por otra causa. Este convenio obligó á modificar la forma en que se tenía arreglada la inspección, pues fué preciso poner un vigilante de día y otro de noche, en cada draga.

A fines del año de 1890 se había visto que era prácticamente imposible la conclusión del túnel de Zumpango, y se celebró un contrato con la casa de S. Pearson & Son, para seguir la construcción del Canal por el trazo antiguo, ligeramente modificado. En tal virtud, se abandonó la parte de excavación hecha entre los kilómetros 40 y 41½ del trazo antiguo, y se entregó al contratista el nuevo trazo, donde comenzó á hacer algunos trabajos á mano.

En el curso de ese año se concluyó la vía del ferrocarril en todo el largo del Canal, desde el kilómetro 20, y se hizo la medida en Noviembre de ese mismo año, resultando haber una longitud de 29,468^m63.

También en ese año se presentaron, por primera vez, nuevas dificultades en los trabajos, pues se produjo un levantamiento en el fondo de la excavación, de cuyo fenómeno, que se repitió varias veces, se ocupa detalladamente el Sr. ingeniero D. Luis Espinosa en uno de los capítulos siguientes.

Con motivo de las fuertes lluvias que hubo en el año, creció extraordinariamente el lado izquierdo del Lago de San Cristóbal, y se presentó otra vez la dificultad que se había encontrado en los trabajos á mano, aunque en menor grado, pues los terreros eran mucho más fuertes; sin embargo, á fin de evitar dificultades, se

estableció un tubo de 0^m30 de diámetro, que comunicaba las dos partes del lago, y que permitió que al poco tiempo se igualaran los niveles.

También se concluyeron los proyectos para los puentes acueductos en los ríos Consulado, Chico y Guadalupe, y se comenzó el de Guadalupe, cuya descripción, lo mismo que la de los otros puentes, se hace en el lugar respectivo.

Hacia los años de 1892 á 1893 se marcó una diferencia radical en los elementos que se emplearon para ejecutar los trabajos al Norte y al Sur del Dique de San Cristóbal, pues mientras al Norte todas las excavaciones se hicieron por medios mecánicos, al Sur se empleó, de preferencia, el trabajo de los peones. En esta sección se disminuyó notablemente la labor, porque los movimientos de tierra que se habían seguido efectuando en distintos puntos del Canal, obligaron á la Junta á suspender la excavación tan luego como se llegaba á 4^m de profundidad en que se iniciaban los movimientos en el terreno, y por esta circunstancia se disminuyó la actividad del trabajo en esta sección del Canal. Como el tiempo había sido poco lluvioso, el Lago de Tetzoco no tenía en dicha sección sino 0^m50 de profundidad, lo que hacía relativamente fácil atacar la excavación. El contratista estableció, en los puntos en que se cortaba el lago, dos instalaciones de bombas, con las cuales arrastraba el agua de las excavaciones, aislando tramos de Canal de 100^m á 150^m de longitud, y con un ancho igual al del Canal, más las banquetas. Con costales y tierra, tomada del centro de la excavación, se formó un bordo que permitió aislar el espacio que se comenzaba á excavar, del resto del lago, lo que una vez conseguido, se desaguaba y concentraba gente para reforzar las banquetas y el ataguía, de manera que formara un bordo de protección y que permitiera seguir profundizando la excavación; ningún tramo de éstos se pudo considerar seguro sino hasta que estaban excavados 2^m ó 3^m, y aun en este caso, hubo que reforzar la parte exterior del talud, para evitar que el oleaje socavara el bordo de protección, sin que estas precauciones hubieran evitado que dos ó tres veces se inundaran los trabajos. Por cada una de las instalaciones de bombas que había en los kilómetros 9 y 12, se comenzaron los trabajos, avanzando hasta encontrarse, lo cual, una vez conseguido, se siguió profundizando hasta 4^m, reforzando los bor-