

la viga en que iba la cuchara y las gualdras que servían de anclas, aunque eran piezas muy reforzadas, como se ve por las dimensiones que se han descrito, y de la mejor madera del Norte ó de Michoacán, estaban sujetas á esfuerzos de torsión, que con frecuencia producían su ruptura. En cuanto á las otras piezas de la maquinaria de las dragas, pocas veces sufrieron deterioros de importancia.

El producto de las excavaciones se depositaba como á 10^m de la orilla; pero como se concentraba mucho material en un solo lugar, y éste salía medio fluído, siempre invadía las banquetas de 6^m. Por este motivo el contratista ensayó una tolva de madera para arrojar la tierra á mayor distancia; pero no dió resultado satisfactorio, por lo cual resolvió abandonarla.

Para proveer de agua y de combustible á las dragas, se usaron chalanes de madera tirados con peones; y para habitación de los operarios, se construyó un jacalón de madera que cambiaba de lugar, conforme avanzaban las dragas.

El volumen total excavado por el contratista desde el 12 de Enero de 1889 hasta el 7 de Noviembre de 1890, fué de 541,759^m³, aunque al hacer la entrega del Canal á los contratistas S. Pearson & Son, apareció un volumen menor, porque había mucho azolve.

Durante el período á que acabo de aludir, no se podían considerar los trabajos como establecidos de un modo definitivo, pues los que se hicieron, más bien tuvieron por objeto aprovechar los elementos con que se contaba y preparar la ejecución posterior del Canal, porque siempre dominó la idea de dar la preferencia á las obras del Túnel; pero los ensayos que se hicieron en ese período fueron muy útiles, tanto para calcular el costo probable de la obra, como para estudiar las dificultades que presentaría la ejecución y los elementos con que se podía hacer la excavación del Gran Canal. En el curso de las obras ya se había hecho sensible el aumento de precio que iba á tener la excavación, pues mientras duraron los trabajos en el lago de San Cristóbal, se hicieron toda clase de esfuerzos para elevar el personal de las cuadrillas y nunca se pudo conseguir pasar de 900 hombres. Igualmente se vió que el tipo de dragas usado por la «Compañía Bucyrus,» si bien era bueno para hacer la excavación á cortas profundidades, era inaplicable para hacer la excavación en toda la profundidad del Canal, por lo menos, con dragas de las dimensiones de las que trajo la Compañía.

Con la idea de hacer todos los preparativos que facilitarían posteriormente los trabajos finales del Gran Canal, la Junta ordenó que desde luego se procediera á hacer la expropiación de los terrenos necesarios en que debía abrirse, y sobre todo, á marcar la zona que debía ocuparse á uno y otro lado del eje; acordándose en la sesión del 29 de Septiembre de 1887, que del origen del Canal al kilómetro 20, la zona de expropiación fuera de 100^m; del kilómetro 20 al kilómetro 22, hasta el Dique de San Cristóbal, de 120^m; del Dique de San Cristóbal hasta encontrar la faja de terreno comprada á la hacienda de Santa Inés, de 140^m, y del kilómetro 42, en que terminaban los terrenos ya expropiados, hasta la boca del Túnel, de 200^m. De todas las expropiaciones de terrenos que se hicieron se levantaron los planos necesarios, y posteriormente se construyeron otros planos seccionales de todo el Canal.

El arreglo que hizo la Junta con los Sres. Read & Campbell para la prolongación del Túnel de Tequixquiac, 6½ kilómetros al Sur, obligó á hacer una modificación de importancia en el trazo del Gran Canal, abandonando el que había desde el kilómetro 40 para hacer una inflexión y llegar á la boca del nuevo Túnel, lo que hizo necesario practicar el trazo definitivo entre San Cristóbal y San Andrés, haciendo un alineamiento para corregir los defectos que se habían encontrado, y que eran debidos á que se había hecho el trazo por tramos chicos y en malas condiciones; esta rectificación fué hecha, colocando señales luminosas en los kilómetros 22 y 29, y buscando un punto de alineamiento en el kilómetro 40.

Por último, con motivo de las fuertes lluvias que hubo el año de 1888, se hizo necesario emplear la cuadrilla de la sección del Norte del Canal y el Batallón núm. 19 en abrir el Canal de Vertederos, para dar salida á las aguas del lago de Zumpango hacia el de San Cristóbal, y posteriormente, con la cuadrilla de la sección del Sur, reforzar el Dique del lago de San Cristóbal, pues el lago de Zumpango había subido de tal modo, que amenazaba reventar el Dique, lo que hubiera traído grandes complicaciones.

En el año de 1889 la Junta celebró el contrato para la construcción del Túnel de Tequixquiac con los Sres. Read & Campbell, y por lo tanto consideró asegurado el éxito de esta obra, y se propuso seguir la excavación del Gran Canal con suficiente actividad para concluirlo poco después que el Túnel, y con ese objeto, en Di-

ciembre del mismo año, celebró otro contrato con los Sres. S. Pearson & Son, que abrazaba todos los trabajos que se tenían que hacer en el Gran Canal, incluyendo las obras de arte. Se estipuló que se pagaría al contratista á razón de \$0.40 por metro cúbico de excavación en terreno blando, y el precio de costo; más 20% por excavaciones en terreno duro, así como por los trabajos extraordinarios ú obras de arte, cuyos precios no se hubieran convenido. El proyecto que se debería seguir era el aprobado por el Ministerio de Fomento, y se redactaron especificaciones especiales que constan en el contrato.

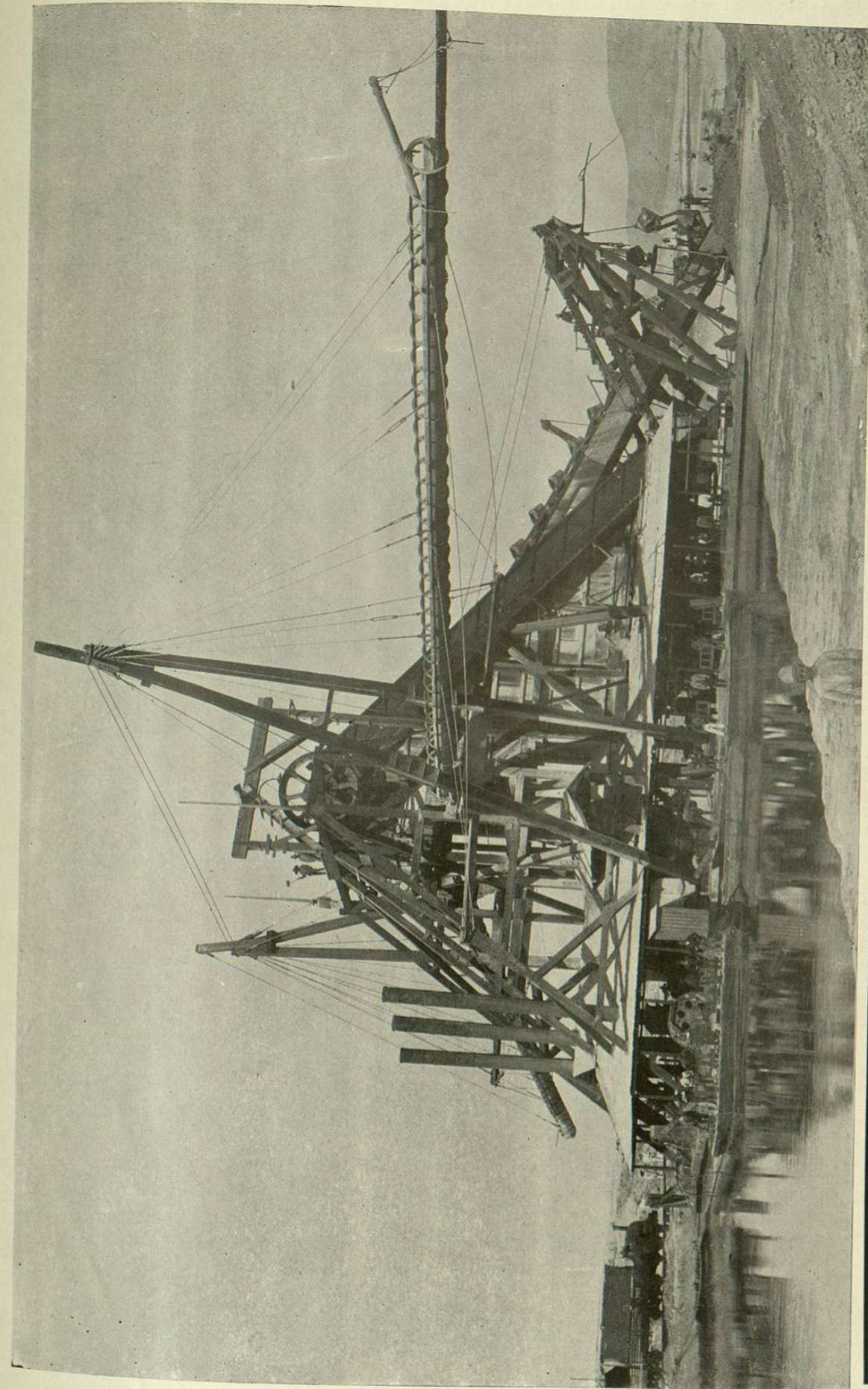
El contratista se hizo cargo de las obras en el mes de Enero de 1890, tomándolas en el estado en que las tenía la Junta, pues por un convenio verbal, quedó comprometido á no interrumpir los trabajos un sólo día. Inmediatamente trató de aumentar la actividad que se llevaba, utilizando los elementos que se encontraron en el país, mientras llegaba el personal, herramientas y maquinaria que se pensaba emplear en las obras.

Por la exposición que he hecho de los trabajos ejecutados en el período anterior, se ve que la Junta casi no tenía maquinaria, pues siempre había trabajado con economía, y lo único aprovechable que había para hacer trabajos mecánicos, eran las dragas de la «Compañía Bucyrus,» que por la rescisión de su contrato, pasaron á la Junta y que ésta, á su vez, traspasó á la casa de S. Pearson & Son.

Como durante el período anterior se había agotado toda la excavación que se podía hacer sobre el agua de filtraciones, el contratista tuvo necesidad, desde luego, de hacer instalaciones de bombas para poder seguir excavando á mano. Estas instalaciones las dejó todo el tiempo que fué posible, aun después de que llegaron las dragas, y puede decirse que toda la sección del Sur se hizo por este sistema, excepto del kilómetro 9 al kilómetro 22, en que trabajó la draga núm. 4 para dar el fondo.

En la sección del Norte se excavó á mano, en todo lo ancho del Canal, hasta una profundidad de 2^m, con lo que se utilizó el trabajo de la gente, que en la superficie era económico, y se pusieron las dragas en mejores condiciones para las tareas.

Con las dos dragas «Bucyrus» se siguió trabajando poco tiempo, pues una de ellas naufragó en el Canal, y las reparaciones que se necesitaba hacerle eran de tal naturaleza, que no compensaba el



Gran Canal del Desagüe. Draga 'Lucy' kilómetro 39-1893.

gasto que se debía erogar con lo que se podía esperar que hiciera, y como la otra se encontró bastante deteriorada, haciéndose necesario repararla muy frecuentemente, lo que originaba gastos y pérdida de tiempo, el contratista decidió desarmarla y utilizar la maquinaria en otras instalaciones, que describiré á su tiempo.

Tan luego como llegaba el material y maquinaria de las dragas que debían trabajar en el Gran Canal, se armaban dentro del Dique de San Cristóbal, y á medida que estaban listas, las iban haciendo trabajar de modo que la una siguiera haciendo el trabajo que indicaba la anterior, procurando que cada una sacara la tierra que correspondía á un espesor de 2^m á 2^m50. Este fué el sistema general de trabajo hasta llegar al kilómetro 41½, sufriendo, como es natural, modificaciones de detalle. Del kilómetro 41½ en adelante se tuvo que modificar, porque el terreno iba subiendo y el fondo del Canal bajando, lo que aumentaba la profundidad bajo el nivel del agua, agregándose á esto, que como se había excavado á mano y se habían depositado las tierras á la orilla, los terreros habían quedado muy altos y no permitían el paso de los canales de las dragas, por lo que se tuvo que emplear la que se había mandado hacer especialmente para trabajar allí, ó subir el nivel del agua con presas para poder hacer trabajar á las otras. Al llegar á ese kilómetro se hicieron retroceder las dragas núms. 2, 3 y 4, para que terminaran la excavación que quedaba pendiente en la parte de Canal ya hecho, y con las dragas núms. 1 y 5 se concluyó el Canal hasta el fin, excepto en el kilómetro 46, en que por la dureza del terreno, se vió obligado el contratista á terminarlo á mano.

Concluída la sección del Norte, por medio de dragas, se hizo pasar la núm. 4, como se dijo anteriormente, hacia el Sur, y se procedió á vaciar el Canal en la parte Norte para perfeccionar los taludes y el fondo.

Este es, á grandes rasgos, el sistema que siguió el contratista en la excavación, y su desarrollo dió lugar á muchos incidentes que pienso ir tratando en el orden que se presentaron; pero antes de seguir la marcha de los trabajos, me parece conveniente insertar aquí la descripción de las dragas, tomándola de la interesante *Memoria*, que sobre el Desagüe del Valle presentó á la *Institución de Ingenieros Cíviles* de Londres, el Sr. John B. Body, ingeniero de los contratistas S. Pearson & Son.

Las dragas fueron 5, construídas por los Sres. Lobnitz de Renfrew, y armadas en México en un dique provisional dentro del lago de San Cristóbal, cuyos cascos se echaron á flote cuando se hubieron terminado, colocándose la maquinaria y arboladura desde un muelle situado á la margen del Gran Canal.

«Cuatro de las dragas eran de un mismo tamaño, con arboladura de madera, y la quinta era más grande y tenía arboladura de acero. Los cascos de las dragas pequeñas eran de fierro y medían 120 pies en su mayor longitud, 40 pies en su anchura extrema, y 9 pies de profundidad. Se prepararon con una sentina de 7 pies de anchura y de 40 pies de longitud. Las dimensiones del casco de la draga más grande eran de 140 pies, 45 pies y 10 pies de longitud, latitud y profundidad respectivamente. La sentina tenía 7 pies de anchura y 48 pies de longitud. Las alturas de los tambores sobre la cubierta eran de 56 pies y 74 pies y 6 pulgadas respectivamente. Estas dragas arrojaban los productos de la excavación hacia los terreros situados á 165 pies, y, en algunos casos excepcionales á 185 pies, desde el centro de la draga, por medio de canales de acero de 3 pies de diámetro, en conexión con la tolva, y suspendidos de las armaduras con cuerdas de alambre, provistas de tornillos de unión para darles una inclinación variable, entre 1 en 5, y 1 en 20. En toda la longitud de los canales estaba adaptada una plataforma con un riel de mano, á fin de que pudiesen los trabajadores eliminar prontamente cualquier estorbo. Transmitíase la potencia al tambor superior por medio de una cadena de Vaucausen, accionada por una máquina Compound, de 14 pulgadas de diámetro el cilindro de alta presión, 28 el de baja presión y 24 pulgadas de carrera. Esta máquina estaba construída para desarrollar 150 caballos indicados con 100 revoluciones por minuto, y para trabajar constantemente cuando fuese necesario; é impulsaba al tambor superior á razón de 6 á 9 revoluciones por minuto, por medio de engranes y de una cadena impulsora de acero, que pasaba alrededor de una rueda adherida á las flechas del tambor inferior. Servía también la máquina para poner en movimiento los cabrestantes cuando era necesario. Para ejecutar las maniobras, y principalmente para impulsar las bombas, había otra máquina independiente, también Compound, con un cilindro de alta presión, de 9 pulgadas de diámetro, otro de baja presión, de 14 pulgadas de diámetro, y una carrera de 12 pulgadas.

En la draga más grande, la correspondiente máquina tenía cilindros de 10 y de 20 pulgadas de diámetro y carrera de 15 pulgadas. Las bombas eran triples, y se hacían funcionar por medio de una sola flecha de tres manubrios, y eran capaces de descargar en la canal 600 pies cúbicos de agua por minuto, al través de un tubo de 12 pulgadas de diámetro, para facilitar el paso por aquélla del material *dragado*. Los cabrestantes de la maniobra, colocados en la popa de la draga, se hacían funcionar por medio de bandas, desde una línea de flechas elevada, conectada con la máquina principal ó con la auxiliar. Las palancas se situaron en la parte anterior de la draga, desde donde el jefe del *dragado* podía percibir la salida de los cubos y manejarlos á su voluntad para hacer funcionar la draga según conviniera. El alza ó baja de armadura de los cubos se ejecutaba por medio de poleas de cadena suspendidas á una tijera. El aparato elevador constaba de 8 poleas de fierro, colocadas cuatro arriba y cuatro abajo, de 28 pulgadas de diámetro cada una. La cadena izadora se hacía girar sobre dos tambores impelidos por bandas desde la draga ó máquina auxiliar, y sometidos á la acción de un poderoso freno de fricción.

«Las armaduras que llevaban los cubos eran de vigas huecas, construídas de láminas de acero de $\frac{7}{16}$ de pulgada, con los costados fuertemente unidos por atravesaños de lámina de acero, distantes 6 pies de un centro al otro de dichos atravesaños, y los extremos superior é inferior de aquéllos estaban provistos de fuertes garfios para recibir los tambores y flechas de suspensión. La armadura podía subirse ó bajarse á voluntad para adaptar el *dragado* á la profundidad requerida, añadiéndose ó quitándose cubos y eslabones de cadena, en caso necesario. Tenían las armaduras 78 pies de longitud y 4 pies y 6 pulgadas de anchura, y 4 pies de profundidad sobre las planchas. Los lados estaban cubiertos exteriormente con planchas de madera de olmo de 6 pulgadas, fuertemente empalmadas por medio de placas laterales; esto daba á las armaduras mayor resistencia de la que tenían.

«La potencia de vapor necesaria se producía por tres calderas de tubo de retorno, de 7 pies de diámetro y 10 pies de longitud cada una, dispuestas para trabajar independientemente, y con una total superficie de calentamiento de 408 pies cuadrados, una área de parrilla de 19,6 pies cuadrados, y una presión de 75 libras por pulgada cuadrada.