

prácticamente fueron menores, porque habiéndose ejecutado este trabajo en plena temporada de lluvias, y no teniendo un desagüe natural, el agua se encharcaba mucho en los terreros, y no era fácil hacer efectiva la tarea.

Como se indicó anteriormente, la Junta Directiva contrató el 11 de Junio de 1887 la excavación de 1.000,000^{m³} con la «Bucyrus Construction Company,» la que se obligó á comenzar á trabajar á los cuatro meses de formado el contrato, montando dos dragas de cuchara, capaces de poder excavar en diez horas 600^{m³}, pudiendo trabajar á 3^m arriba del nivel del agua y 6^m bajo del mismo nivel; el producto de la excavación se debería depositar á 6^m de la orilla teórica del Canal, y los taludes serían de 45°, marcando los ingenieros de la Junta, por medio de estacas, las orillas teóricas y el pie de los terreros. Por las razones expuestas, se fijó al contratista, como lugar de trabajo, el kilómetro 22, conviniendo con él en que haría una excavación á 6^m abajo del nivel que tenía entonces el lago de San Cristóbal, y que cuando se pudieran vaciar las aguas de este lago, volvería á recorrer la excavación, profundizándola hasta 6^m abajo del nivel que tuvieran las aguas de filtración, junto á la compuerta de San Cristóbal.

En el mes de Agosto del mismo año comenzó á llegar el material de la draga núm. 1, y el casco se armó dentro del Dique de San Cristóbal. Esta draga quedó lista para trabajar en el mes de Diciembre, en que se hicieron los primeros ensayos con ella. Los materiales de la núm. 2 comenzaron á llegar en el mes de Marzo de 1888, y comenzó á funcionar en el mes de Agosto del mismo año. Las dos dragas eran del mismo sistema y de la misma capacidad; pero la núm. 2 tenía el casco de mayores dimensiones, una caldera mayor y más longitud en el brazo de palanca de la grúa, por cuya razón me voy á limitar á describir esta última.

El casco de la draga era de madera, de forma rectangular, con una longitud de 20^m, un ancho de 10^m80 y 1^m80 de puntal. Sobre este casco estaba montada la maquinaria para excavar, que se componía esencialmente de tres partes: la caldera, el motor y el aparato excavador. La caldera era tubular, con una longitud total de 5^m10 y un diámetro de 1^m50; la superficie de las parrillas de 1^m26; el diámetro de los fluxes, de 0^m10 y su longitud de 3^m10; la altura de la chimenea era de 10^m50. Esta caldera podía producir 160 ca-

ballos de potencia y estaba colocada en la parte posterior de la draga. El motor estaba formado por dos cilindros horizontales de acción directa, que tenían 18 pulgadas de carrera por 10 pulgadas de diámetro exterior; movían directamente una flecha, que por medio de piñones, comunicaba el movimiento á tres tornos, que servían para producir los tres movimientos fundamentales del aparato de excavar; estos tornos se ponían en movimiento uniéndolos con el piñón motor, y tenían, además, unas bandas de fricción que servían de freno para detener rápidamente cualquiera de los movimientos expresados. El motor estaba colocado junto á la caldera, poco más ó menos entre la mitad y el cuarto posterior del casco de la draga. El aparato excavador estaba formado de dos partes: la grúa para mover la cuchara hacia el lugar en que debía excavar, y transportarla, ya llena, al lugar en que debía vaciar, y el útil de excavar propiamente dicho.

La grúa se componía de una viga armada, de madera reforzada con fierro, de forma lenticular, de 12^m de longitud y 1^m50 de peralte en la parte media. Una de sus extremidades se apoyaba en un sueco de fierro que iba unido al árbol motor, y en la otra tenía unas garuchas en que estaba suspendida la cuchara. Cerca de esa extremidad, y poco más ó menos á las dos terceras partes de la viga, estaban colocados tres tirantes de 4 pulgadas de diámetro, que se ligaban á un anillo de fierro, el cual giraba en la extremidad de un pescante de madera, de que después hablaré. El árbol estaba provisto de un cono de fierro que servía de pivote, fijo en el casco de la draga. Sobre este cono giraba otro de fierro hueco, que tenía en la parte superior una polea por donde pasaba una cadena que servía para dar el movimiento general de la grúa. El pescante estaba formado de una armadura de madera que constaba de dos pies derechos de 10^m20 de altura por 0^m25 de escuadría, y dos tornapuntas de 13^m20 de longitud por 0^m25 de escuadría, ligados á una pieza de fierro que tenía en la parte superior un pivote en donde entraba el anillo á que antes hice referencia; además de las tornapuntas y de los pies derechos, había unos tirantes de fierro dulce, colocados paralelamente á las piezas anteriores y ligados en la parte superior al casco de la draga. Todo el pescante tenía dos vientos de fierro dulce, de 21^m30 de longitud por 0^m044 de diámetro, que lo ligaban con la parte posterior de la draga.

El útil de excavar estaba compuesto de una cuchara de fierro dulce, con capacidad para contener un metro cúbico; su fondo giraba sobre unas bisagras ajustadas á la parte posterior de la misma; se abría corriendo un pasador y se cerraba automáticamente cuando la cuchara llegaba al lugar en que tenía que excavar; tenía en la parte superior una forma abiselada y con algún filo, que le permitía atacar el terreno, y estaba suspendida por medio de una asa á la extremidad de una viga de 13^m40 de longitud por 0^m15 y 0^m30 de escuadría. Esta viga estaba provista de una cremallera que engranaba con un piñón, tomándolo como apoyo para subir y bajar, produciéndose el movimiento por medio de una garrucha que estaba suspendida en la extremidad de la grúa, y unida á la viga en el lugar en que estaba colocada la cuchara; además de este movimiento, estaba dotada de otro de adelante hacia atrás, que se imprimía por un cable, el cual se enrollaba en uno de los tornos del motor; con estos dos movimientos se precisaba el lugar en que debía trabajar la cuchara y se sacaba ésta cuando estaba cargada.

Además de las piezas anteriores, que eran las esenciales de la draga, se fijaban en el lugar del trabajo tres gualdras de madera de 10 pulgadas cuadradas, que se movían verticalmente sobre correderas formadas también con gualdras, atornilladas en los costados del casco de la draga. Estas gualdras, al penetrar en el fondo del Canal, mantenían la draga en la posición que debía tener para bajar.

Había también un pequeño taller para las reparaciones que era preciso hacer á la maquinaria.

Los trabajos se organizaron de modo que la draga núm. 1 fué haciendo un primer corte á 3^m25, y la núm. 2 un segundo corte hasta 6^m de profundidad.

Antes de que el contratista comenzara á excavar un tramo de canal, se marcaban por medio de estacas colocadas á 50^m cada una, las orillas de la excavación y el pie de los terreros. Este trazo se hacía apoyándose sobre una línea de referencia que estaba colocada en el lado izquierdo del Canal y á 20^m del eje del mismo. Nunca se trazaba un tramo mayor de 500^m, porque teniendo que hacer este trabajo dentro del lago, había que colocar el instrumento en el lugar más avanzado de los terreros en que podía sostenerse, desde donde se alineaban las estacas; no pudiendo alinear más de la lon-

gitud indicada anteriormente, porque era lo que se distinguía con precisión. Una vez fijado el trazo, se levantaban secciones transversales en cada estación de 50^m, ó en las intermedias, si se juzgaba necesario. Las secciones se levantaban con sonda que se refería al nivel del agua, y éste, á un punto fijo cuya acotación se conocía. Construídas las secciones transversales, se determinaba el volumen hecho por orden de la Junta, para deducirlo del volumen total que aparecía en cada recepción, y la diferencia era lo que formaba el volumen que debía abonarse al contratista. Cuando se trabajaba dos veces en el mismo lugar, se seguía el mismo procedimiento; esto es, deduciendo del volumen el encontrado en la primera.

El contratista marcaba la zona en que debía trabajar su draga por medio de señales que colocaba en el centro del Canal, á distancias convenientes, según la profundidad de la excavación.

Para hacer el trabajo material, se colocaba la draga, poco más ó menos, á la tercera parte del ancho del Canal, y se fijaba en ese lugar, por medio de las tres gualdras de madera á que antes se hizo referencia; se marcaban, sobre la viga en que iba la cuchara, la profundidad á que se debía trabajar, y se hacía describir á la grúa un poco menos del semicírculo en que podía girar, excavando todo lo que era posible en esa zona. Cuando la cuchara ya no sacaba nada, lo que indicaba que el trabajo que la draga podía hacer sin moverse se había agotado, se levantaban las gualdras de madera y se hacía bajar la cuchara para que sirviera de ancla en el fondo del terreno; apoyándose sobre ella, se hacía variar de posición á la draga hasta que quedaba la viga que sostenía la cuchara casi vertical, y una vez que llegaba á esa posición, se fijaban las anclas de madera y se seguía trabajando. Cuando se había avanzado en toda la longitud que se esperaba concluir en el mes, se hacía retroceder la draga hasta el punto de partida para seguir la excavación al otro lado del Canal, bajo el sistema indicado. Estas dragas no podían configurar bien los taludes, pues dejaban en ellos unos escalones irregulares que hubo que recortar cuando se practicó la regularización definitiva del Canal. Aunque teóricamente se debía excavar con las dragas 600^m en diez horas que fijaba el contrato, en la práctica nunca llegaron á excavarlos; pues independientemente del tiempo que se perdía en maniobras, se gastaba también por descomposturas en las piezas principales; pues las vigas de la grúa, así como

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 facilitarán 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 Tequixquiác, 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 Tequixquiác 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-