

ratoria para el Túnel; profundizar 24 lumbreras aunque sin llegar al nivel de éste; establecer almacenes, instalar algunos malacates, é indemnizar á propietarios de terrenos para la apertura del Canal.

Por dignos de elogio que sean los proyectos hasta entonces presentados, y el esfuerzo que hicieron sus autores al practicar las obras, preciso es confesar, que hasta antes de 1879 los ingenieros no se habían fundado más que en hipótesis más ó menos aceptables, para calcular el volumen de agua que había que extraer del Valle y las dimensiones que había que dar al Canal y al Túnel. Además, los citados ingenieros calculaban estas dimensiones y pendientes para períodos extraordinarios y excesivos de lluvias, lo cual daba por resultado que las obras demandasen gastos que por su magnitud hacían vacilar á las autoridades en erogarlos.

El Sr. ingeniero D. Luis Espinosa, que en 1871 había comenzado á servir en las obras del Desagüe, separándose temporalmente en 1876 para volver al siguiente año de 1877, presentó en 1879, cuando estaba encargado de la Secretaría de Fomento el Sr. ingeniero D. Manuel Fernández Leal, un interesante y luminoso informe que contenía el proyecto completo y definitivo de Desagüe del Valle de México, proyecto que fué aprobado por el Sr. Presidente de la República General D. Porfirio Díaz, con fecha 30 de Septiembre del mismo año de 1879, y proyecto, en fin, que con algunas modificaciones es el que se ha realizado con tanto éxito.

El Sr. Espinosa, tan modesto como sabio, basó sus ideas en observaciones científicas y no en fantásticas hipótesis. Con serenidad y juicio examinó el proyecto de 1856 del Sr. Garay, y el trazo de las obras comenzadas en 1866 por el Sr. Iglesias. Discutió los gastos y volúmenes de agua á que había que dar salida fuera del Valle, calculados sucesivamente por Smith, en 8 metros cúbicos por segundo, por Garay en 33, y por Iglesias en 41; basados en alturas udométricas y en pérdidas causadas por la absorción del terreno.

El Sr. Espinosa apoyó sus cálculos en bases más sólidas. Determinó el gasto del Túnel en 17 metros cúbicos por segundo, fundándose en las variaciones del nivel del lago de Tetzoco, observadas durante un período de 15 años, y en vista de las dimensiones exactas de la superficie de ese lago. Determinado el volumen preciso, fácil le fué elegir la forma oval para la sección transversal del Túnel, las dimensiones y pendiente, lo mismo que las del Canal, así como la dirección del trazo y materiales que se habían de emplear, que han sido perfeccionados al ejecutarse las obras. Por último, puede juzgarse de la bondad del proyecto del Sr. Espinosa, sobre los de sus predecesores, en que éstos sólo habíanse preocupado por el desagüe general del Valle, pero sin adaptarlo á las obras del saneamiento de la Ciudad de México, hecho en que se fijó con justa razón el Sr. Espinosa, y consiguió su objeto.

Pero, en realidad, las obras propuestas por el Sr. Espinosa no empezaron á realizarse sino años después de la fecha en que fueron aprobadas, pues aunque algo se ejecutó entonces, fué relativamente poco.

El *Libro Tercero* de esta MEMORIA contiene la descripción técnica del Túnel y de los trabajos emprendidos para su ejecución, y el *Libro Cuarto*, la del Canal y de las obras de arte; y como ellas tienen entre sí relación completa, presentamos en seguida el resumen de ambos Libros, haciendo punto omiso de las modificaciones que sufrió el proyecto del Sr. Espinosa, y de las cuales nos dan cuenta minuciosa estos Libros.

Las obras de Desagüe que actualmente funcionan y están terminadas, tienen tres objetos: primero, impedir las inundaciones; segundo, recibir las aguas sucias y los residuos de la Ciudad de México, y conducirlos fuera del Valle; y tercero, gobernar las aguas de este mismo Valle, y sacar fuera de él, cuando sea necesario, las que puedan perjudicar.

Las obras constan de tres partes principales: un Canal, un Túnel y un Tajo de desemboque.

El Canal que parte al Oriente de la Ciudad de México, en el barrio de San Lázaro, sigue por el lado Oriental de la serranía de Guadalupe, entre esta serranía y el lago de Tetzoco; cambia á continuación de rumbo poco antes del kilómetro 20, hacia el Noroeste; atraviesa diagonalmente el lago de San Cristóbal, parte del de Xaltocan y otra del de Zumpango, y concluye antes de tocar el Túnel en las cercanías de la población de Zumpango.

La longitud total del Canal es de 47 kilómetros 527 metros. Tiene el fondo en su origen $+2^m25$ de acotación y -6^m63 en el fin, referidas al plano de comparación adoptado por las nivelaciones que se han hecho en el Valle, en el concepto de que dicho plano de comparación pase á 10 metros abajo de la línea marcada en la torre occidental de la Catedral, en el mismo sitio que ocupaba la tangente inferior del Calendario Azteca, antes de ser trasladado éste al Museo. La pendiente uniforme del fondo del Canal es á razón de 0^m187 por kilómetro.

La profundidad del Canal respecto á la superficie del terreno en su punto de partida, es de 5^m75 y en los últimos kilómetros 21^m28 . Los taludes son á 45° , el ancho en el fondo es de 5 metros en los primeros 20 kilómetros y de 6^m50 en el resto del Canal; pues, según puede verse en el plano respectivo, en los citados 20 primeros kilómetros puede considerarse el Canal como la prolongación de la red de atarjeas de la Ciudad, y no recibe más aguas que las que pueden pasar por ellas y las que bajan del lago de Xochimilco, por lo cual se ha calculado un gasto normal de 5 metros cúbicos, aunque en determinadas circunstancias, como es en los grandes aguaceros, puede recibir mayor volumen de agua: el resto del Canal está en comunicación con el lago de Tetzoco y se halla destinado á gobernar las aguas de este lago, que es el más bajo de los del Valle, y adonde se puede hacer llegar el agua de todas

partes, por lo cual se calculó el Canal para la mayor cantidad que puede pasar por el Túnel, que es de $17^m 50$ por segundo.

El terreno en que se abrió el Canal es esencialmente arcilloso. En los últimos kilómetros se encontró una toba bastante resistente, y siguiendo al Sur se atravesó una serie de capas de aluvión descansando sobre tobas. En las capas del terreno atravesado ha habido filtraciones procedentes de niveles distintos y bastante abundantes para producir cuando menos un gasto de agua de $2^m 50$ por segundo.

Para dar paso á los ferrocarriles, caminos y cursos de agua que cortan el Canal, se han construído obras de arte, de las cuales están terminados cuatro puentes acueductos para las aguas del Canal del Norte, del río del Consulado, del río Unido y del río de Guadalupe, quedando por construirse el del kilómetro 27; cuatro puentes de fierro para el ferrocarril Interocéánico, los tranvías del Peñón y los ferrocarriles Mexicano é Hidalgo, y nueve puentes destinados al paso de caminos carreteros y vecinales, que se hallan en los sitios de la Vaquita, hacienda de Aragón, pueblo de Aragón, Zacualco, Santa Clara Tulpetlac, San Cristóbal, San Andrés, Zumpango, y faltan por construirse solamente los de Cerro Gordo, Tonanitla y Santa Ana. Además de estas obras de arte, se han hecho una presa y la comunicación del Canal con el lago de Tetzoco.

La presa que está entre el Canal y el Túnel, es digna de mención. Los paramentos son de recinto labrado: la fachada se encuentra reforzada por tres pilastrones. La parte superior ó sea la zona donde se hallan los tornos que sirven para mover las compuertas, tiene ocho metros de ancho. Las compuertas son tres, movidas por dichos tornos, los cuales están provistos de resistentes cables de alambre, corriendo las compuertas por rodillos que se mueven sobre marcos colocados en la mampostería. Levantadas las compuertas cae el agua á raudales, formando cascada, en virtud de la diferencia de nivel que hay entre el fondo del Canal y la plantilla del Túnel, diferencia que es de $2^m 82$. La presa tiene por objeto regularizar la salida de las aguas del Canal, é interrumpir éstas cuando por alguna circunstancia sea necesario.

La boca del Túnel por donde penetran las aguas, está formada de una bóveda en medio punto de 5 metros de radio, apoyada sobre dos muros verticales; esta sección va disminuyendo gradualmente hasta reducirse á la sección del Túnel, de manera que resulta un trozo de cono entre el principio y el fin de la reducción.

El Túnel tiene una longitud de 10 kilómetros, 21 metros y 80 centímetros, con una sección curvilínea formada por cuatro arcos que tienen respectivamente, el de la parte superior $4^m 180$ de cuerda y $1^m 570$ de flecha, dos arcos laterales con una cuerda de $2^m 362$ y un radier con cuerda de $2^m 429$ y flecha de $0^m 521$: la altura es de $4^m 286$: el ancho mayor del Túnel de $4^m 180$, que es la cuerda que corresponde al arco superior.

El Túnel está revestido, en la parte superior, de ladrillo, con un espesor de $0^m 45$, y en la parte inferior, que es donde corre el agua, con dobelas de piedra artificial, que tienen un espesor de $0^m 15$: estas piedras están hechas con cemento de Portland y arena. La acotación del fondo de la cubeta en el origen del Túnel es de $-9^m 466$ y en el fin de $-17^m 315$; su desarrollo como ya se dijo es de $10,021^m 80$ y su pendiente es de 0.00069 por metro en los primeros $2,170^m 80$, de 0.00072 en los $5,831$ metros siguientes, de 0.001 en los $1,500$ metros que siguen, y de 0.00135 en los últimos 520 metros, siendo debidos estos cambios á varias reformas de detalle que se hicieron al proyecto, variando en unas la sección y en otras la clase de los revestimientos. El gasto para que está calculado el Túnel es de $17^m 50$ por segundo, como ya se dijo. Se abrieron 24 lumbreras de 2 metros de ancho por 3 de largo, á 400 metros de distancia una de otra. La profundidad de las lumbreras es variable con la topografía del terreno, teniendo la más profunda $93^m 29$ y la menos $21^m 89$. Varía también la naturaleza del terreno en que fueron abiertas las lumbreras, pero en parte está formado por arcillas, margas y tobas pomosas.

A la salida del Túnel se encuentra el tajo de desemboque, tercera y última parte principal de las tres de que constan las obras. El tajo fué el primero que se terminó. Se computa su longitud en unos 2,500 metros y se aprovechó para abrirlo la excavación que naturalmente había hecho el agua de la barranca de Acatlán, pues el tajo forma parte de ésta, y en su trayecto se desvió el agua de la barranca por medio de un canal especial de derivación.

En resumen, las aguas y residuos procedentes de la Ciudad, y las otras que haya necesidad de expeler fuera del Valle, recorren todo el Canal desde San Lázaro hasta las inmediaciones de Zumpango; aquí las recibe el Túnel por medio de la presa, atraviesan el Túnel y al salir desembocan en el tajo de Tequixquiac hasta el río de este nombre; pero en un punto llamado Tlamaco, á inmediaciones de Atitalaquia, son desviadas actualmente para aprovecharlas como fuerza motriz, y en seguida en la irrigación de Actopan; los últimos derrames los recibe el río de Tula, tributario del Pánuco, y siguiendo el curso de éste, derraman por último en el Golfo de México.

Libro Quinto.

Contiene la reseña administrativa y económica de la Juuta Directiva del Desagüe, con particular enumeración de todos y cada uno de los contratos celebrados con Compañías extranjeras, para la ejecución de los trabajos, y de todos y cada uno de los obstáculos que hubo que vencer, ya del orden

material, ya del económico; todo debidamente comprobado con una serie de importantísimos documentos que se insertan en el apéndice respectivo.

La historia compendiada de la Junta es la siguiente:

En 1885, por el mes de Noviembre, el entusiasta y activo General D. Pedro Rincón Gallardo, que era Presidente del Ayuntamiento de la Capital, y el inteligente y laborioso regidor de Obras Públicas, Sr. ingeniero D. Manuel María Contreras, preocupados y con razón en el mejoramiento de las condiciones higiénicas de la Ciudad, á causa, entre otras, de su pésimo sistema antiguo de atarjeas, resolvieron celebrar algunas conferencias con el Sr. General D. Porfirio Díaz, Presidente de la República, con el objeto de que se activasen las obras del Desagüe del Valle, indispensables para los fines que se proponían los Sres. Rincón Gallardo y Contreras, y ofreciendo que el Municipio estaba dispuesto para impulsar los trabajos, á contribuir con la suma anual de \$200,000.

El Sr. General Díaz acogió con entusiasmo la idea sometida á su respetable aprobación y apoyo. Con la inteligencia clara que le caracteriza, con el talento práctico que tiene para impulsar toda clase de obras que persigan el bienestar público y la garantía de los intereses de los ciudadanos, resolvió desde luego practicar una visita á las Obras del Desagüe, en unión de los Secretarios de Fomento, Hacienda, Gobernación, del Sr. Fernández Leal, Oficial Mayor entonces de la primera Secretaría, de una Comisión nombrada por el Ayuntamiento, y del Sr. ingeniero D. Luis Espinosa, Director de las obras y autor del proyecto definitivo. Verificada la visita, el Sr. General Díaz comprendió la magnitud y trascendencia de aquellas obras, y con gran acierto y gráficamente las calificó, manifestando, «que eran obras de salud pública.»

Inmediatamente después presentó el Sr. General Díaz una iniciativa al Congreso, el cual expidió un Decreto con fecha 16 de Diciembre de 1885, destinando la suma anual de \$400,000 para la ejecución de las Obras del Desagüe. El Sr. General Díaz estableció entonces la Junta Directiva para la administración de los fondos de dichas obras; dejó como Director de ellas al Sr. Espinosa y encargó á la Secretaría de Fomento la parte técnica del proyecto.

Instalada la Junta Directiva en Febrero de 1886, comenzaron los trabajos. La Junta quedó constituida por los Sres. General D. Pedro Rincón Gallardo, presidente; Lic. D. José Yves Limantour, D. Francisco Rivas Góngora, D. Agustín Cerdán y D. Casimiro del Collado, como vocales propietarios; y como suplentes, D. Francisco Somera, D. Luis G. Lavie, D. Pedro del Valle, D. Manuel Campero, D. Luis García Pimentel y D. Rosendo Esparza, secretario.

Inútil es encarecer el celo patriótico y activo empeño que cada uno de los vocales de la Junta demostró en el cumplimiento de sus cargos; pero

es de justicia elogiar muy particularmente al Sr. Lic. D. José Yves Limantour.

Fuë uno de los que más se distinguieron por su reconocida inteligencia é instrucción, por su incansable y asombrosa actividad, y por su oportuna y valiosa influencia como Secretario de Estado y del Despacho de Hacienda y Crédito Público.

El Sr. Limantour visitaba personalmente las obras, introducía economías en gastos inútiles, discutía y redactaba los contratos celebrados con las Compañías extranjeras para la ejecución de los proyectos, y aun en éstos propuso importantes reformas, pues la parte técnica de los trabajos le llegó á ser familiar y conocida por su constante estudio y observación continua.

Pero hizo más el Sr. Limantour. No contento con asistir semanalmente á las reuniones de la Junta, y no satisfecho con haber consagrado á las comisiones que ésta le encomendara mañanas y tardes enteras, á pesar de las múltiples ocupaciones del alto cargo que desempeña todavía, algunas veces, en su casa habitación, estudiaba junto con el Director de las obras las modificaciones más convenientes á los proyectos, para activar y hacer más fructuosos los trabajos.

Igualmente merecen especial aplauso los Sres. Lic. D. Pablo Macedo é ingenieros D. Gabriel Mancera y D. Manuel María Contreras, por su actividad é ilustración de todos reconocidas.

Cabe también hacer aquí un elogio del autor de este *Libro Quinto*, el Sr. D. Rosendo Esparza, modesto, inteligente, honrado y laborioso secretario de la Junta, que en las obligaciones de su empleo demostró aptitudes no comunes y fiel cumplimiento de sus deberes.

Cuando la Junta Directiva del Desagüe se hizo cargo de las obras en 9 de Febrero de 1886, los trabajos se ejecutaban por administración, tanto en el Canal como en el Túnel, pero dando mayor impulso á este último. Poco tiempo después las obras del Túnel fueron contratadas con los Sres. Read & Campbell, quienes á continuación de haber invertido una suma considerable en las labores, se vieron en la necesidad de rescindir su contrato el año de 1892. Empero, estos señores continuaron prestando sus servicios en las obras, aunque sólo en calidad de administradores y bajo la dirección de la Junta, hasta la conclusión del Túnel que quedó terminado á las 3 de la mañana del 31 de Diciembre de 1894.

Respecto al Gran Canal, su excavación fuë contratada primeramente con la Compañía americana «Bucyrus,» cuyo Presidente era el Coronel Harris. Esta Compañía trajo dos dragas de una cuchara, aparatos que sirven para practicar las excavaciones, capaces de extraer mil metros cúbicos por día, y con dichas dragas comenzó sus trabajos en el kilómetro 22; pero al cabo de pocos meses, deseosa la Junta Directiva de impulsar lo más posible que fuera las labores de excavación, rescindió el contrato que había celebrado con la