

## ABASTECIMIENTO DE AGUAS DE CHICAGO.

Chicago, la principal ciudad del Estado del Illinois, y una de las mayores, más ricas y populosas de la América del Norte, se halla situada en la orilla S. O. del lago Michigan, á los 41° 52' de latitud Norte y 87° 55' de longitud al occidente del meridiano de Greenwich, teniendo una elevación de 5 á 6 metros sobre el nivel ordinario del lago, el cual se halla á su vez á 176 metros sobre el nivel del mar. En el lugar donde está situada, había hace 40 años un fuerte llamado Dearborn, al abrigo y al rededor del cual existían unas cuantas cabañas habitadas por un centenar de blancos, negros y mulatos, dedicados al tráfico de peletería con los indios que vagaban por aquellas soledades, hoy convertidas en ricos y florecientes estados. Habiendo aumentado su tráfico y población, en 1837 se organizó el municipio quedando incorporado al Estado, verificándose las primeras elecciones en 1.º de Mayo de 1837. En 1840 había, según el censo, una población de 4.855 habitantes; en 1845, 12.088; en 1850, 29.965; en 1855, 80.000; en 1860, 109.260; en 1865, 178.900; en 1870, 299.227, teniendo en la actualidad unos 400.000 habitantes. El comercio siguió el mismo incremento; en 1859 se verificó la primera exportación de trigo, consistente en 78 bushels, ó sean 28 hectólitros, poco más de 51 fanegas castellanas; en 1865 la exportación de grano excedió de 54 millones de bushels, ó sean algo más de 55 millones de fanegas, habiendo llegado en 1869 á 64 millones de bushels, ó sean más de 41 y medio millones de fanegas. En el mismo año se recibieron en la ciudad, para luego exportarlos en gran parte, más de 300 millones de metros lineales de tablas, tablones y cuarteronera, además de 700 millones de piezas en tabla delgada y rípia. La estadística de 1869 muestra, además, que en dicho año se recibieron en la ciudad 399.915 cabezas de ganado vacuno, 300.000 de ganado lanar y 1.872.501 de cerda, que se matan allí para exportarlos á diferentes puntos del globo. Para facilitar el comercio, á lo largo de las orillas del río que pasa por la ciudad, y en una extensión de muchos kilómetros, hay grandes graneros (algunos de los cuales puede contener 700.000 fanegas), con sus ascensores ó elevadores correspondientes que permiten cargar ó descargar un barco en pocos minutos. Hay además inmensos almacenes para

harina, carnes, whisky y otras mercancías, así como grandes tinglados para tabla, madera y carbones, y 140 hectáreas de corrales cubiertos para ganado, pudiendo decirse que Chicago es la primera ciudad comercial del mundo en granos, provisiones y maderas.

Es creencia general en Europa la de que Chicago es una inmensa aglomeración de almacenes y casas de madera, creencia afirmada por los terribles incendios de que ha sido víctima. Así eran en efecto en un principio gran parte de las casas que se construían; pero hace muchos años que se prohibieron tales edificaciones, que van desapareciendo de día en día, y constituyen la parte mayor y principal de la ciudad hermosos edificios de buen ladrillo, piedra de sillería y hierro, habiendo muchos con fachadas de mármol ú ornamentadas con columnas de granito y jaspes bruñidos, de gran lujo arquitectónico. El terreno donde se halla la ciudad está muy ligeramente inclinado hacia el lago, siendo las calles casi horizontales. Todas son rectas y se cortan en ángulo recto, teniendo por lo general 80 piés ingleses de anchura, ó sea 24<sup>m</sup>.58, bien pavimentadas con adoquines de piedra ó madera; hay muchas que tienen de 5 á 11 kilómetros de longitud, y en casi todas se han establecido vías férreas urbanas. El río que pasa por la población forma dos brazos que se unen dentro de la misma, y desembocan juntos en el lago; dividen á la ciudad en tres partes, á saber, Norte, Sud y Oeste, puestas en comunicación por muchos puentes y túneles sub-fluviales. El río forma un puerto en el interior de la ciudad, de 16 kilómetros de longitud, accesible á los mayores buques que navegan en los lagos, y á su entrada, un largo espigon que termina en un faro de hierro, le protege de la invasión de las arenas litorales. En 1870 entraron en dicho puerto 12.759 barcos, en los siete meses que dura la navegación en los lagos, pues en los cinco restantes suelen impedirlos los hielos. Estos grandes lagos del Norte de América, con un desarrollo de costas de 6.400 kilómetros y una superficie de 235.000 kilómetros cuadrados, semejantes á mares interiores de agua dulce, clara y purísima en cuyas fértiles y salutíferas playas se improvisan, á semejanza de Chicago, multitud de ciudades de gran importancia, unidos entre sí por ríos navegables cuyos rápidos y cataratas se salvan por grandes canales laterales, y en comunicación con el Atlántico por el caudaloso río San Lorenzo, desagüe general de los mismos, son los

que proporcionan á Chicago su principal prosperidad, y los que justamente le han valido el título de Reina de los lagos. Hay que advertir además, que Chicago es uno de los principales centros de vías férreas de la América del Norte, pues, sin contar las bifurcaciones ó ramales en que muchas líneas se dividen, hay 14 ferro-carriles que concurren en dicha ciudad, que la ponen en directa comunicacion con todos los Estados de la Union, desde el Atlántico hasta el Pacífico, y desde el Golfo de Méjico hasta el Canadá inclusive; debiendo añadir, finalmente, que por medio del canal que enlaza su rio con uno de los afluentes del Misisipi, comunica directamente con todo el valle de este gran rio, que juntamente con sus afluentes tiene una navegacion interior de 9.000 millas inglesas, ó sean cerca de 14.500 kilómetros.

Concluirémos esta descripcion de Chicago, diciendo que tiene 210 iglesias de diferentes cultos, que si bien no son grandes en general, son notables por sus elegantes y variados estilos arquitectónicos, veinte Bancos, quince compañías de seguros, una Universidad, tres escuelas de medicina y otros varios establecimientos de instruccion pública, un observatorio, una academia de ciencias, multitud de establecimientos públicos de diferentes clases y muchas manufacturas.

El servicio de obras municipales de Chicago hasta 1861 estuvo, á semejanza de lo que sucede en Inglaterra, casi abandonado á la iniciativa individual. De aquí se siguió que no cuidándose la municipalidad más que del trazado de las calles y de otras medidas generales, sin tener presentes las necesidades que el incremento de poblacion iba á ocasionar, con el tiempo el nivel á que estaba situada la via pública no permitió su fácil desagüe, ni la construccion de alcantarillas, dando márgen á muchas epidemias que obligaron de 1856 á 58, cuando la poblacion contaba unos 100.000 habitantes, á elevar de 5 á 6 piés ingleses todo el nivel de la ciudad para facilitar el saneamiento de las calles. Esto obligó tambien á elevar todas las casas, habiendo algunos grandes y suntuosos edificios de sillería y mármoles, de seis pisos de altura, como los llamados *Tremont house* y *Briggs house*, y el Banco de la Marina, que ocupan cada uno una manzana entera, que fueron levantados en masa sin que se interrumpieran apénas los negocios de los mismos, merced al atrevido genio americano.

La experiencia de este y otros sucesos hizo echar de ver la necesidad de centralizar el ramo de obras

públicas de la ciudad, creándose al efecto en 1861 una Comision que se renueva periódicamente por sufragio universal, llamada *Board of public Works*, compuesta de tres delegados, de los que uno es presidente y otro tesorero, habiendo además otros dos comisarios que sólo actúan en lo que se refiere á la limpia del rio de Chicago.

A la amabilidad del Sr. R. Prindiville (1) uno de los delegados que actuaba en Marzo de 1875, debí el poder visitar las obras de abastecimiento de aguas y otras de importancia, obsequiándome además con una Memoria titulada *Eighth annual report of the board of public works to the Common council of the city of Chicago for the municipal fiscal year ending. March 31 st 1869*, en la cual, además de presentar á los ojos del público el progreso de obras y gastos verificados en el año comprendido desde 31 Marzo de 1868 á igual fecha de 1869, se dan á conocer los trabajos ejecutados anteriormente en las obras á que se refiere.

A dicha Memoria principalmente, y á lo que personalmente pude observar, debo los datos que me han servido para dar á conocer á los lectores de la REVISTA las obras del notable abastecimiento de aguas de Chicago (2).

#### PRIMER PERÍODO.—OBRAS ANTERIORES Á 1865.

Desde el reciente origen de la poblacion hasta 1840, el único medio de abastecimiento de aguas era por medio de pozos ó cisternas, ó tomándola directamente del lago. En dicho año, se ejecutaron al efecto por una asociacion privada las primeras obras hidráulicas; consistian en un tubo de madera de 700 piés (213<sup>m</sup>) de longitud y 18 pulgadas (0<sup>m</sup>,457) de lado interior, que arrancando de una especie de cercado ó recinto, construido dentro del lago para impedir la entrada de sustancias extrañas en el tubo, llegaba á tierra á un pozo de 15 piés (4<sup>m</sup>,57) de profundidad, sobre el cual se establecieron bombas movidas con máquina de vapor, que elevaban y distribuían el agua á diversas partes de la ciudad, por medio de tubos de madera, de 2 (0<sup>m</sup>,051) hasta 6 pulgadas (0<sup>m</sup>,152)

(1) Debí el ser presentado á este caballero al Sr. Charles Alexander, distinguido arquitecto de Chicago, á quien tuve la fortuna de conocer casualmente, navegando por el Misisipi, entre Nueva Orleans y San Luis (Estado de Missouri).

(2) Desde 1866 está adoptada oficialmente por el Gobierno de los Estados-Unidos de América, el sistema métrico-decimal de pesas y medidas, pero como en el uso comun prevalecen todavía las antiguas inglesas, en funcion de las cuales se hallan todas las medidas de la obra que voy á describir, he creído conveniente conservarlas, poniendo entre paréntesis su equivalencia métrica.

de diámetro. Se ignora la cantidad de agua que se distribuía; la máquina con su casa há tiempo que se quitó, ocupando su emplazamiento uno de los magníficos hoteles de la ciudad llamado *Adams house*, siendo frecuente al verificar las obras de alcantarillado y colocacion de tubos para gas ó agua, encontrar trozos de los antiguos tubos de madera en perfecto estado de conservacion, que en aquella ciudad sin pasado, se miran con tanto interés y curiosidad como en nuestra vieja España pueden contemplarse los restos de los acueductos romanos ó de las cisternas y aljibes moriscos.

En 1851, cuando la poblacion tenia unos 35.000 habitantes, mediante especial concesion que obtuvo la ciudad de la legislatura del Estado, se trató de ejecutar las siguientes obras: 1.º Un tubo de madera de 50 pulgadas (0<sup>m</sup>,76) de lado interior, que se pensó colocar dentro del lago hasta 600 piés (185<sup>m</sup>) de distancia de la playa, en cuyo punto, como en las obras anteriores, se proyectaba construir un cercado de madera para proteger la toma de las sustancias extrañas; por el otro extremo debía terminar el tubo en un pozo abierto en tierra, sobre el cual se habian de establecer nuevas máquinas elevatorias. 2.º Un depósito de distribucion capaz de 500.000 galones, ó sea 1890 metros cúbicos. 3.º Tubos de distribucion, de varios diámetros, cuya total longitud habia de ser de unos 14 y medio kilómetros.

Después de varias tentativas verificadas en la primavera y verano de 1853 para el establecimiento del tubo de madera para la toma del agua en el lago, segun se proyectaba, hubo que desistir de ello á consecuencia del estado borrascoso de este último, que impedia de todo punto el establecimiento del cercado de madera á la distancia ántes indicada; contentándose en su lugar con verificar la toma de agua en un punto próximo á la playa. En el interin se terminaban los edificios y pozo para la máquina, empezados en 1852, y en el otoño de 1853 se terminaba la torre para contener el tubo piezométrico regulador de la máquina, y la chimenea. Habiéndose construido al mismo tiempo el depósito ántes mencionado y los tubos de distribucion, empezó á funcionar todo el sistema en Febrero de 1854.

El pozo de la bomba es rectangular, de 30 piés (9<sup>m</sup>,14) de longitud, 20 (6<sup>m</sup>,10) de anchura y 25 (7<sup>m</sup>,62) de profundidad. Los muros de revestimiento son de piedra, de (1<sup>m</sup>,81) 6 á 7 (2<sup>m</sup>,15) piés de espesor, sobre los cuales descansa toda la maquinaria.

Los edificios eran de ladrillo, consistentes en el departamento de la máquina, de 50 piés (15<sup>m</sup>,24) de longitud y 40 (12<sup>m</sup>,19) de anchura, y dos alas de 40  $\frac{1}{2}$  piés (12<sup>m</sup>,54) por 50  $\frac{1}{2}$  (9<sup>m</sup>,50) cada uno, para las calderas. La torre para la chimenea y columna de agua era de fábrica de ladrillo y de seccion cuadrada, teniendo 14 piés (4<sup>m</sup>,26) de lado en la base y 11 (3<sup>m</sup>,35) en la coronacion, con una altura de 136 piés (41<sup>m</sup>,45). Estaba dividida en dos partes por un muro, destinada una para chimenea de los hogares de las calderas y la otra para alojar el tubo piezométrico, ó sea columna de agua (Stand-pipe), que para regularizar la marcha de la máquina emplean los ingenieros americanos. Habiéndose fundado dicha torre sobre un banco de arena situado á 6 piés (1<sup>m</sup>,85) debajo del terreno natural, tuvo un asiento desigual, quedando desplomada de la vertical en 14 pulgadas (0<sup>m</sup>,35), cuyo defecto se corrigió por un procedimiento ingenioso, habiendo seguido funcionando hasta que fué preciso derribarla á consecuencia de otras nuevas obras de abastecimiento que hoy funcionan.

Como se ha dicho ántes, las que acabamos de describir empezaron á funcionar en Febrero de 1854, y durante los cuatro primeros meses no se distribuía el agua más que nueve horas al día, excepto los domingos, en que por el respeto con que allí se observa el precepto dominical, las máquinas permanecian paradas, salvo en casos de fuego. Pasado el tiempo indicado, las máquinas funcionaron durante las 24 horas del día.

En todo el año de 1854 se experimentaron algunos contratiempos por efecto de la arena que se introducía en el pozo de la máquina al través del tubo de toma en el lago. Estando la boca de dicho tubo á muy poca profundidad respecto del nivel del agua y muy próximo á la playa, quedaba expuesta al golpe de las olas, siendo esto causa de que se introdujesen dentro del tubo arenas, hojas, virutas de madera, etc., que obligaban á parar la máquina para limpiar el pozo. En una ocasion se obstruyó completamente la boca del tubo por una multitud de insectos que se acumularon en ella.

A fin de proteger el tubo de toma en lo sucesivo, se construyó en 1855 un rompe olas, que arrancaba desde la playa en dos trozos rectilíneos paralelos entre sí y perpendiculares á aquélla, que casi se unian por una semi circunferencia, y digo casi, porque se dejó una pequeña entrada á la dársena

semi-circular así formada, á fin de que el agua se renovára. El interior del recinto se dragó hasta una profundidad considerable, consiguiéndose de este modo que nunca se reprodujesen los efectos ántes indicados.

Durante el mismo año se encontraron varios defectos en el tubo de toma que, segun se ha dicho, era de madera y de 30 pulgadas (0<sup>m</sup>,762 de lado, sustituyéndose en consecuencia por uno de 3 piés (1<sup>m</sup>,22) por 4 piés (0<sup>m</sup>,91), hecho de tablonnes de roble, que fué colocado á mucho mayor profundidad que el anterior.

Las máquinas que desde 1855 funcionaban para la elevacion y distribucion de las aguas eran dos, una de alta y otra de baja presion. La primera y más poderosa fué construida en Nueva-York en los talleres de *Morgan Iron Works*; es de cilindro vertical de 44 pulgadas (1<sup>m</sup>,12) de diámetro y una carrera de émbolo de 9 piés (2<sup>m</sup>,74); imprime el movimiento á dos bombas de simple efecto de 34 pulgadas (0<sup>m</sup>,86) de diámetro y 5½ piés (1<sup>m</sup>,67) de carrera. Esta máquina seguia funcionando en la época en que visité las obras. La segunda máquina construida en los talleres de H. P. Moses, de Chicago, que, segun he dicho, era de baja presion, tiene su cilindro horizontal, de 18 pulgadas (0<sup>m</sup>,457) de diámetro, y 6 piés (1<sup>m</sup>,83) de carrera de émbolo, y daba movimiento á una bomba de doble efecto de las mismas dimensiones.

Aumentada la poblacion de un modo no previsto, fué preciso en 1857 reemplazar está última máquina por otra más poderosa construida en Nueva-York, en los mismos talleres que la primera y semejante á ella, aunque de más potencia, teniendo un cilindro de 60 pulgadas (1<sup>m</sup>,52) de diámetro y una carrera de 10 piés (3<sup>m</sup>,048), que da impulso á un juego de dos bombas de simple efecto, de 40 pulgadas (1<sup>m</sup>,016) de diámetro y 6½ piés (2<sup>m</sup>,28) de carrera. Como esta máquina exigia fundaciones especiales, hubo que luchar con grandes dificultades para efectuarlas, por no ser posible interrumpir sino en muy pocas horas, durante la noche, la llegada del agua por el tubo de toma, á fin de no cortar el abastecimiento de la ciudad; pues el único depósito construido era de corta capacidad y sólo permitia tener una reserva para casos de incendio ú otro servicio eventual, pero no para responder á las necesidades de la poblacion durante un día, porque esto exigia un volumen seis veces mayor. Por no ser suficiente dicho depósito, que se hallaba en la parte Sur de la ciu-

dad, fué preciso construir en 1858 otros dos de igual capacidad, en las partes Norte y Oeste respectivamente, pudiendo por tanto contener entre los tres 1.500.000 galones (5.670 metros cúbicos), cantidad que sólo era la mitad de la que en aquella época se gastaba diariamente, pero que no obstante permitia regularizar la distribucion y el trabajo de las máquinas.

Segun hemos expuesto anteriormente, la ciudad está dividida en tres partes por los dos brazos de río, y como sirven de puerto en todo su trayecto á lo largo de la misma, no es posible establecer puentes fijos, pues los buques, así de vapor como de vela, que navegan por los lagos, son con corta diferencia como los de la mar, con sus correspondientes arboladuras. De aquí se infiere que estando las bombas en la division Norte de la ciudad, para distribuir el agua á las otras dos, Sur y Oeste, era preciso establecer las cañerías al traves del fondo del río, como efectivamente se establecieron en muchos puntos, no sin grandes dificultades y sin que despues de establecidas ocurrieran averías de vez en cuando, ya por las aullas de los barcos, ya al construir las fundaciones de los edificios de las márgenes del río.

#### SEGUNDO PERÍODO. — OBRAS POSTERIORES Á 1865.

Hasta el año 1865 continuaron funcionando con bastante regularidad las obras que hemos descrito, sin más interrupciones que las que algunas veces se ocasionaban, ya por gran número de pececillos que se acumulaban en la boca del tubo de toma, ya por los trozos de hielo que se introducian en el tubo.

Durante 1865 el consumo medio diario alcanzó á 6.500.000 galones (24.570 metros cúbicos) y á mayor cantidad en determinados casos. En vista de tan rápido incremento, se empezó á tratar acerca de la necesidad de aumentar en no muy lejano día el número de máquinas elevatorias; pero ántes de extendernos acerca de este particular, hay que dar cuenta del singular y atrevido proyecto que ya ántes de aquella época se habia concebido con objeto de mejorar la toma, y que en estos últimos años se ha llevado á cabo, con un éxito completo, dando lugar á obras notables, cuya descripcion forma el principal objeto de este artículo.

Desde ántes de 1860 se notó que con el creciente aumento de la poblacion la construccion de alcantarillas, el establecimiento á orillas del río de destilerías, y mataderos en inmensa escala para el

comercio de provisiones, y de otras industrias, se habian aumentado mucho las impurezas que flotaban en las orillas del lago; arrastradas á veces estas materias hasta la dársena que protegía el tubo de toma, entraban en la distribucion y alteraban la buena calidad de las aguas, ocasionándose las consiguientes quejas por parte del vecindario. En 1860 uno de los delegados del municipio propuso que se estableciera un tubo de palastro de 5 piés de diámetro hasta una milla dentro del lago, á fin de que su boca no estuviera influida por las impurezas que el rio arrastraba á las orillas de aquel. Remitido este proyecto á informe del Ingeniero Jefe de la Comision de alcantarillado, estudió detenidamente la cuestion, y en la Memoria que al efecto redactó, discutió dicha solucion, asi como otras varias, y, entre ellas, la de un túnel debajo del lago hasta cierta distancia, donde habia de estar en comunicacion con él, no decidiéndose por ninguno de los proyectos hasta que se tomáran algunos datos necesarios.

Continuaron las cosas en este estado por espacio de tres años, hasta que las impurezas que en la distribucion se introducian, que en su origen eran sólo perceptibles por organizaciones delicadas, lo fueren ya por la masa general del vecindario á causa del mal gusto y color del agua, y esto aceleró la resolucion de la cuestion.

Durante este tiempo se creó en 1861 la *Comision de Obras públicas* (*Board of Public Works*) que tomó el asunto con mucho interés, verificándose experiencias para ver si por medio de la filtracion se conseguia purificar el agua; pero no dieron el resultado que se esperaba. El Ingeniero de la Comision, despues de resolver algunas dudas y examinar el asunto con cuidado, teniendo presente la naturaleza del suelo, tempestades, hielos, etc., se decidió abiertamente por el túnel, por ser el sistema que podia proporcionar mayor volumen de agua, mayor permanencia de las obras y su más fácil entretenimiento. La Comision de Obras públicas no se decidió á adoptar plan tan atrevido hasta oír la opinion de los Ingenieros más eminentes del país, que fué favorable; sin embargo, por indicacion del Corregidor (Mayor) Mr. Sherman, se practicó un exámen más detenido de la naturaleza del terreno que el túnel habia de atravesar; hicieronse al efecto sondeos cada 500 piés (152<sup>m</sup>), que confirmaron plenamente la opinion que se tenía acerca del subsuelo del lago á consecuencia de los estudios que se habian hecho del

terreno sobre que yacia la parte N. E. de la ciudad. Con toda esta copia de datos, la Comision de Obras públicas recomendó la adopcion del proyecto al Consejo Municipal.

*Idea general del proyecto.* Consiste en un túnel de 2 millas de longitud (3.218<sup>m</sup>), que arrancando de un pozo practicado en la orilla del lago, cerca del sitio donde se hallan situadas las bombas, entra debajo del mismo en direccion E. N. E. y termina, á la indicada distancia, en un tubo ó pozo vertical que establece la comunicacion del túnel con el lago en punto lejano de la influencia de las impurezas de las orillas; el extremo de dicho tubo está defendido con un recinto cerrado, de forma de pentágono regular, sólidamente construido y propio para rompe-olas, sobre el cual hay un faro para que los navegantes eviten el escollo que artificialmente se forma en el lago. Para facilitar la construccion del túnel, se proyectaban (aunque por innecesarios no se han ejecutado) tres pozos intermedios defendidos con recintos análogos, pero de carácter permanente como el que se ha indicado para la extremidad de la toma. La seccion transversal del túnel habia de ser casi circular, de 5 piés (1<sup>m</sup>, 52) de diámetro horizontal, y dos pulgadas (0<sup>m</sup>, 050) más segun la vertical, para facilitar la traslacion de la cimbra.

E. DE CERRUCA.

(Se continuará.)

Tenemos el sentimiento de participar á nuestros lectores el fallecimiento del Ilustrísimo señor don Secundino Fernandez de la Pelilla, inspector general de 1.<sup>a</sup> clase del Cuerpo, que se hallaba en Madrid en expectacion de destino.

Ocupó el Sr. Fernandez de la Pelilla el número cinco en la primera promocion que salió de la Escuela desde que se reorganizó en 1834; y fué, por tanto, condiscípulo del eminente don Calixto Santa Cruz, de D. Juan Rafo y de otros distinguidos ingenieros que tanto han contribuido al merecido renombre del Cuerpo, y cuya prematura pérdida siempre será de lamentar. La REDACCION DE LA REVISTA envia á su desconsolada familia la expresion de su sincero pésame por la irreparable desgracia que acaba de sufrir.