

MADRID, 1.º DE NOVIEMBRE DE 1874.

TOMO XIX.

NÚM. 21.

ALCANTARILLADO DE LONDRES.

NOTICIAS HISTÓRICAS. — El saneamiento de las poblaciones es una cuestión compleja y de gran importancia, en que influyen principalmente la higiene pública y privada, las condiciones de la edificación, el abastecimiento de aguas y la rápida expulsión de todos los productos inútiles ó perjudiciales. Esta última circunstancia es tan influyente en el resultado final, que su falta de cumplimiento neutraliza los buenos efectos de todas las demás, y así no es de extrañar que desde muy antiguo se haya mirado con particular esmero la manera de realizarla.

Prueba de esto es el cuidado con que los judíos quemaban los productos de desecho de Jerusalén, así como los cadáveres de los criminales, en el horno llamado *Gehenna*, ó «fuego del infierno», que constantemente estaba encendido en el valle de *Hinnon*. Así también, y de una manera mucho más perfecta, los romanos establecieron desde el tiempo de los reyes sus magníficas cloacas, cuando las habitaciones particulares no eran más que chozas y tugurios, demostrando de este modo la importancia, que daban á las obras de pública utilidad y proporcionando á su capital condiciones higiénicas de que carece en los tiempos modernos, por el inexplicable descuido con que se han mirado estas obras. En los siglos de la Edad Media ha habido un completo abandono respecto á esta clase de construcciones, ocasionando males sin cuento, cuyas consecuencias aún sentimos; pero ya en la época moderna se ha reconocido la inmensa importancia y los beneficios que estas obras entrañan, promoviendo su ejecución y dotando á las poblaciones más importantes de buenas condiciones de salubridad, cosa de que poco há carecían por completo.

Londres, esa inmensa capital donde se agitan

3 millones de habitantes en una superficie de 36 millas cuadradas, ha seguido en este particular la marcha de las demás grandes poblaciones. A mediados del siglo XVII se presentaron ya proposiciones para mejorar las alcantarillas entonces existentes, dirigidas á los comisionados que tenían este servicio (*Commissioners of sewers*) y que en aquella época eran personas de gran importancia (1). Sin embargo de esto, las mejoras introducidas en este concepto fueron muy exiguas hasta principios de este siglo, no obstante la obligación que tenían los comisionados de inspeccionar personalmente todos los años las alcantarillas que tenían á su cargo.

Hasta el año 1815 estaba prohibido verter en las alcantarillas las basuras y demás sustancias ofensivas, considerándose los pozos ó letrinas como los únicos receptáculos destinados al saneamiento de las casas y sirviendo solamente las alcantarillas para dar salida á las aguas de lluvia y superficiales. Algun tiempo después se dió facultad para que las letrinas pudieran comunicarse con las alcantarillas; pero esto no se hizo obligatorio hasta 1847, en que se obtuvo el primer acto del Parlamento en este sentido. Antes de esta fecha, las alcantarillas de Londres estaban bajo la dirección de ocho comisiones distintas, formando cuerpos independientes, y cada una comprendía un distrito dado de la población, nombraba sus empleados y llevaba á cabo obras, sin tener muchas veces en cuenta el efecto que producirían en los distritos contiguos y por los cuales habían de correr los productos de las aguas sucias. Estas obras no se construían bajo un sistema uniforme, y tanto las dimensiones, como la forma y hasta el nivel de las alcantarillas, en los confines de los diferentes distritos, eran con frecuencia muy variables.

(1) Entre estas proposiciones aparece una firmada por Sir Cristóbal Wren, el célebre arquitecto de la grandiosa iglesia de San Pablo y fechada en 13 de Abril de 1578.

En el citado año de 1847, y á fin de evitar estos y otros inconvenientes, reemplazó á estas ocho comisiones una llamada «The Metropolitan commission of sewers», siendo nombrados sus miembros por el Gobierno, y por este medio se consiguió abolir 30.000 letrinas en el espacio de unos seis años, haciendo que todos los productos de desecho de las casas y calles se dirigiesen desde luego al río. Sin embargo, como durante los nueve primeros años de existencia de esta comision se renovó seis veces, los cortos periodos de vida oficial que á cada una correspondieron no eran suficientes para madurar y llevar á cabo obras de alguna importancia.

Durante esta época se presentaron varios proyectos para mejorar el saneamiento subterráneo de la capital, sin que se resolviese nada decisivo sobre este punto, hasta que en 1856 se formó con este objeto un consejo con el nombre de «Metropolitan Board of Works», que es el que ha llevado á término las grandiosas obras objeto de estos apuntes.

Veamos, ántes de pasar adelante, la organizacion de este Consejo, que da á conocer el sistema, tan generalizado en Inglaterra, del gobierno propio de las localidades (*local self-government*). Londres está dividido en 39 distritos, á cuyo fin se han agrupado convenientemente las parroquias. Los contribuyentes de cada parroquia ó distrito eligen de entre sí un número dado de representantes para formar el comité del distrito (*vestry*), que tiene á su cargo el alcantarillado, empedrado, alumbrado y otros servicios, dentro de su localidad, y cada uno de estos comités elige de entre sus miembros una ó más personas, segun la poblacion y extension del distrito, para formar el Consejo general ó «Metropolitan Board», el cual consta de 45 miembros, con un presidente, y tiene á su cargo las notables obras del alcantarillado (*Main Sewers*), las grandiosas del encauzamiento del Támesis, la apertura de calles nuevas, y todas las mejoras de la capital, formando ademas reglamentos para la direccion y vigilancia de los diferentes comités de distrito.

Este Consejo empezó con mano firme por estudiar un sistema general de alcantarillado, pues se habia visto, en las diversas invasiones del

cólera que han afligido á Londres, que, sin tratar de fijar la relacion que pueda existir entre la mortalidad ocasionada y la falta de saneamiento, era innegable que en los puntos en los cuales se habia desarrollado las primeras veces con más intensidad la epidemia, se vieron luego del todo libres de ella al sanearlos de una manera conveniente.

Habiendo sido nombrado ingeniero del Consejo Mr. Bazalgette, presentó un proyecto general de alcantarillado, que despues de muchas discusiones y no pocos retrasos, se adoptó al fin, y en su consecuencia comenzaron las obras en 1859.

Las antiguas alcantarillas de Londres iban á desaguar directamente en el Támesis, atravesando sus márgenes hasta llegar al nivel del río, en el que sólo descargaban sus productos durante las aguas bajas (1). Al salir la marea cerraba la salida de las alcantarillas, deteniendo la marcha de los productos que arrastraban, los cuales se acumulaban en su parte inferior, permaneciendo muchas veces estancados por espacio de diez y ocho horas al día. Durante este espacio de tiempo se depositaban las materias más pesadas, cerrando la seccion de desagüe, y si esto tenía lugar en épocas de fuertes y continuas lluvias, las alcantarillas, cerradas por la marea, eran insuficientes para contener tal volumen de sustancias, las que iban subiendo de nivel á traves de los conductos de desagüe de las casas, inundando los cimientos de éstas. Ademas sucedia que al verificarse la descarga de las alcantarillas en el Támesis, que, como se ha visto, sólo tenía lugar en las aguas bajas, la subida siguiente de la marea arrastraba río arriba las materias descargadas, las que volvian de nuevo á bajar en la marea descendente, mezclándose con nuevos productos, sin poderse disolver ni desinfectar, por el pequeño volumen de agua que en tales momentos tenía el río.

Con el fin de evitar todos estos inconvenientes se ha adoptado el sistema de construir nuevas líneas de alcantarillas, que corten á ángulo

(1) Téngase presente que en las mareas vivas sube el nivel en el puente de Londres 22 pies ingleses, ó unos 6,70 metros.

recto á las antiguas, y situadas una poco por bajo del nivel de éstas, para interceptar los productos que arrastran y conducirlos hasta 14 millas (22 kilómetros) aguas abajo del puente de Londres (1). En cuanto es posible estas alcantarillas tienen la pendiente necesaria para que corran por sólo la acción de la gravedad las sustancias que contienen; pero las que están cerca del río no pueden llenar esta condición, y á cierta distancia hay que elevar por medio de bombas poderosas estas sustancias. La descarga en el río puede verificarse durante sus altas aguas; así es que no sólo pueden diluirse las materias fecales por la gran cantidad de líquido que hay en esa época, sino que además la marea baja siguiente las arrastra hasta 26 millas (32 kilómetros) aguas abajo del puente de Londres, sin que lleguen á influir en la población al volver la alta marea.

PROYECTO DE LAS OBRAS. — En vista de las dificultades que presentaba la realización de obras de tal importancia, y á fin de tener datos seguros á que referirse, se plantearon los importantes puntos siguientes, que sirvieran de base para el proyecto que se adoptase:

1.º ¿En qué estado de la marea y en qué punto del río podrán verterse los productos de las alcantarillas para que no vuelvan á la parte más populosa de la capital?

2.º ¿Cuál es la mínima pendiente que se podrá dar á las nuevas alcantarillas?

3.º ¿Qué cantidad de productos habrán de conducir, y si éstos se verterán constantemente en el río, ó de qué manera?

4.º Si las aguas de lluvia han de correr por las nuevas alcantarillas, ¿qué influencia ejercerán en ellas? ó en caso contrario, ¿cómo se dispondrá su pronta salida?

(1) A fin de aclarar esta disposición, bastará suponer que el río corta á la población de O. E., dividiéndola en dos partes próximamente iguales; que las antiguas alcantarillas corren normalmente al río y que en cada margen hay tres modernas paralelas á la corriente: las dos de éstas más elevadas se reúnen fuera de la población con bastante altura para descargar directamente en el río, y la más baja, que lame la orilla de éste, se comunica con las otras dos, ya reunidas, por medio de bombas, que elevan las sustancias arrastradas, vertiéndolas en el tronco común de las superiores.

5.º Establecidos estos puntos, ¿qué dimensiones se darán á las nuevas alcantarillas, y qué forma se adoptará para su sección transversal?

6.º ¿Qué clase de máquinas y de bombas serán más á propósito para elevar los productos del alcantarillado?

Indiquemos rápidamente estos puntos principales, que envuelven á su vez cuestiones de mucha importancia.

1.º Después de numerosas experiencias, llevadas á cabo con gran cuidado por ingenieros tan distinguidos como Mr. R. Stephenson y Sir W. Cubitt, se vió que el punto más próximo á Londres, donde podrían verterse los productos de las alcantarillas, era Barking Creek (22 kilómetros por bajo del puente de Londres), teniendo esto lugar próximamente en las altas aguas.

Aunque siempre sea conveniente fijar el punto de descarga ó vertedero lo más abajo posible de la capital, esto, sin embargo, tiene un límite, pues que siendo sumamente pequeña la pendiente del Támesis entre Londres y su desembocadura, á medida que se bajara el punto de descarga, disminuiría la inclinación de la alcantarilla, lo que es un grave inconveniente cuando, como aquí sucede, hay poca altura de que disponer. Además, el aumento de longitud y de gasto consiguiente que ésto llevaría consigo es cosa muy digna de tenerse en cuenta.

Respecto á la época de la descarga, se ha demostrado por las experiencias referidas que «el verter el producto de las alcantarillas en un punto dado del río durante sus altas aguas es equivalente, ó produce el mismo resultado, que el verterle durante las aguas bajas en un punto situado 12 millas más abajo que el primero; de modo que, verificándose la descarga en las altas aguas en vez de las bajas, se economizan 12 millas de alcantarillado.»

2.º En el caso que nos ocupa es necesario economizar la caída de las nuevas alcantarillas, con el objeto de que, teniendo la inclinación necesaria para que no se depositen los productos, comprendan la mayor zona posible de la población, sin tener que apelar á las máquinas elevatorias (1).

(1) Es inútil advertir que esto sólo se refiere á las alcantarillas más altas, porque las dos que van por las márgenes

Es difícil establecer una regla general acerca de este punto, porque las condiciones de las alcantarillas, así como la cantidad y cualidades de las materias que las recorren, varían considerablemente. Pero Mr. Bazalgette no dudó en consultar las opiniones de los hombres más distinguidos en la materia, que confirmaron los resultados de sus propias observaciones y experiencias, lo que le condujo á considerar como suficiente una velocidad media de $1\frac{1}{2}$ millas por hora ($0^m,67$ por $1''$) cuando la alcantarilla está á medio llenar, más especialmente cuando las materias se han diluido hasta cierto punto al pasar por las bombas elevatorias. Teniendo en cuenta estas consideraciones, y á fin de atender á todas las contingencias ulteriores que puedan presentarse, se adoptó como pendiente mínima la de 2 piés por milla, ó sea de $\frac{1}{2640}$.

3.º La experiencia ha dado á conocer que la cantidad de los productos que recorren las alcantarillas de una poblacion difiere poco del volumen total del agua que la abastece. El agua de que en 1856 podian disponer varias partes de Lóndres variaba entre 20 y 25 gallones (91 y 114 litros) por día y persona; pero se contaba con un aumento notable en el abastecimiento, á causa del seguro desarrollo de la poblacion en ciertos distritos que entónces no estaban del todo edificados; así es que se habia contado con proporcionar á la poblacion, despues de haber crecido hasta cierto límite, $31\frac{1}{4}$ gallones (142 litros) por persona.

Los productos no llegan á las alcantarillas de una manera uniforme durante las 24 horas del día, ni siquiera durante el día, segun las observaciones que con este objeto ha practicado el ingeniero Mr. Lovick. Se puede hasta apreciar los hábitos y costumbres de la poblacion en varios distritos de Lóndres por la cantidad de productos que vierten en las alcantarillas, notándose que el máximo de los productos vertidos en los barrios más ricos del Oeste tiene lugar dos ó tres horas más tarde que para los barrios del

Este. Dando, como siempre debe hacerse en estos casos, bastante amplitud al resultado de las experiencias, se ha admitido que una mitad de los productos diarios puedan entrar en las alcantarillas durante 6 horas.

4.º La cuestion de admitir ó no en las alcantarillas las aguas pluviales presenta muchas dificultades para resolverla, y ha dado lugar á las más diversas opiniones. Algunos han propuesto que las aguas de lluvia corriesen por alcantarillas separadas; pero esto hubiera llevado consigo un doble sistema de conductos para cada casa, y la construccion y conservacion de otra serie de alcantarillas en las calles; además, y aún calculando con precios reducidos, habria exigido un gasto importantísimo é injustificable, teniendo, por otra parte, que entrar en la propiedad particular para hacer ciertas obras; asunto muy delicado en aquel país, y que por sí solo hubiera hecho inadmisibile tal proyecto.

El ingeniero Bazalgette ha hecho, por espacio de algunos años, cuidadosas observaciones acerca de la cantidad y distribucion de la lluvia en Lóndres, y tomando un término medio entre varios años, se ha comprobado que la lluvia cae anualmente durante 155 días, de los cuales sólo en unos 25 ha llegado á alcanzar $\frac{1}{4}$ de pulgada ($0^m,0064$) de espesor, y si se supone igualmente distribuida durante el día, resulta el espesor de $0^m,00027$ por hora. De esta cantidad, una gran parte se evapora ó absorbe, y, ó no llega á las alcantarillas, ó sólo lo verifica despues de haber cesado la lluvia. En una memoria escrita sobre este asunto en 1858 se llega á algunas conclusiones dignas de confianza, y prescindiendo de ciertas variaciones poco importantes, se establece como regla general «que de una lluvia cuyo espesor sea de $\frac{1}{4}$ de pulgada no llega á las alcantarillas más que $\frac{1}{8}$ de pulgada..... y que se han observado lluvias bien sensibles, sin que haya llegado á las alcantarillas ninguna cantidad apreciable.»

Con esta base se han dado á las alcantarillas las dimensiones necesarias para que, durante las 6 horas de máximo de materias vertidas, de que se ha hecho mérito más arriba, pueda entrar el volumen de agua correspondiente á $\frac{1}{4}$ de

nes del río necesitan siempre las bombas, y lo que se busca es reducir en éstas los productos que se tienen que elevar artificialmente.

pulgada por día, y de este modo no habrá más que 12 días al año en los que se encuentren recargadas las alcantarillas, y esto sólo durante cortos períodos cada día. Pero durante las violentas lluvias tormentosas que alguna que otra vez tienen lugar, y que llegan hasta dar 2 pulgadas de altura en una hora (0^m,05), es preciso evitar que, por falta de sección de las alcantarillas, inunden el suelo, y como no hubiera sido prudente, ni acaso practicable, aumentar de una manera extraordinaria las dimensiones de éstas, se ha adoptado el temperamento de establecer en ciertos puntos de las nuevas alcantarillas vertederos, que actúan como válvulas de seguridad durante las tormentas, y que dan salida al agua excedente, que marcha después al Támesis.

5.º Habiendo determinado, como se acaba de decir, las cantidades de productos y agua llovediza que han de correr por las alcantarillas, y la mínima inclinación de éstas para que no se verifiquen depósitos, se dedujeron las dimensiones de las mismas con arreglo á las fórmulas de Prony, Eytelwein y Dubuat, y otras para ciertos casos. Dichas dimensiones, variables según las circunstancias, se indicarán al dar la descripción de las obras.

Como se ha deducido que las nuevas alcantarillas sólo llevarán por hora un espesor de lluvia de 0^m,00027, y el volumen de los productos que marchan por ellas es siempre considerable, la cantidad total de materias que recorren estos conductos es más uniforme que si se construyesen para dar paso al agua de las grandes tormentas. Por lo tanto, la forma generalmente adoptada para las nuevas alcantarillas es circular, combinándose así la mayor resistencia y capacidad con el menor volumen de obra y de coste. En los ramales menos importantes, de que ya hablaremos al tratar de la descripción de las obras, se ha preferido la forma ovalada, situando debajo su parte más estrecha, porque siendo pequeña la cantidad de productos que contendrá durante el tiempo seco, se obtendrá así la mayor altura en las aguas sucias, y, por lo tanto, la máxima velocidad y fuerza para su arrastre, precisamente en la época en que más se necesi-

ta; al paso que la parte superior y más ancha proporciona espacio suficiente para el paso de las aguas tormentosas y para los operarios encargados de la limpieza y conservación de la alcantarilla.

6.º En 1859 se presentaron numerosos y variados proyectos para las máquinas y bombas destinadas á la elevación de los productos conducidos por las dos alcantarillas que van por las márgenes del río. A consecuencia del informe y propuesta de la comisión que los examinó, al *Metropolitan Board of Works*, se han adoptado máquinas de balancín de doble acción y de condensación, y las bombas son de émbolo, descargando las eyecciones por una serie de válvulas.

Los constructores de estas máquinas han respondido de que en el trabajo elevarán 80 millones de libras á un pie de altura, con un quintal de carbón de Gales (217.668 kilogramos por kilogramo de combustible).

Habiendo indicado, siquiera sea rápidamente, la historia del saneamiento del suelo de Londres, y las circunstancias y consideraciones que han conducido á la adopción del sistema llevado á cabo, entrémos desde luego en la descripción de las obras, dando al propio tiempo algunos detalles, é indicando las dificultades que se han encontrado durante su construcción.

(Se continuará.)

J. A. REBOLLEDO.

PUENTE SOBRE EL LAHN EN EMS.

Los puentes de arcos de hierro, poco empleados hasta hace pocos años, han recibido tan importantes modificaciones en su forma, y presentan tantas ventajas en muchos casos, bajo el punto de vista económico, y siempre bajo el aspecto estético, que creemos pueda ser útil á los lectores de LA REVISTA el conocer algún modelo de los que hoy más se emplean de este género en Alemania.

El Ingeniero Sr. Schmick, de Francfort, nos ha dado á conocer varias obras de este género, construidas ó proyectadas por él; entre ellas figura el puente construido en Ems para sustituir ventajosamente el antiguo y ruinoso puente de barcas que