

2°—PROFUNDIDADES Y PENDIENTES DE LAS ATARJEAS.

Poco antes dijimos que para el desagüe la Ciudad quedaría dividida en cinco zonas, y que cada una de éstas expulsará los líquidos que debe desechar, por medio de un colector general que estará próximamente en el eje medio longitudinal de la superficie que la zona ocupa; este colector será el talweg artificial á donde tengan que concurrir las aguas de toda la zona y deberá ser, por consiguiente, más profundo que las atarjeas secundarias, si se comparan puntos del fondo colocados sobre la misma línea de Norte á Sur; sólo con esta condición podrán las atarjeas secundarias descargar sus aguas en el colector principal.

La sección de éste último será creciente, porque á medida que avance hacia el Este, recibirá las aguas que provengan de una área más extensa.

En la línea de división de cada dos zonas, habrá otra atarjea de sección constante, que servirá para conducir el agua con que se ha de lavar todo el sistema de atarjeas; ésta deberá estar, pues, más alta que todas las demás en cada sección de Norte á Sur, para que los líquidos que circulan por ella puedan pasar por cualquiera de las atarjeas secundarias al colector principal, y á fin de guiar el agua por donde convenga, esas atarjeas de las líneas divisorias de las zonas, que en lo sucesivo llamaremos atarjeas de *distribución*, estarán provistas de compuertas para detener la corriente en donde sea necesario desviarla. Su sección será constante, porque por cada una de las atarjeas laterales que de ellas parten, pueden descargar sobre el colector de cada zona, el agua que reciben y nunca tendrán que contener el producto de la lluvia que caiga sobre una área demasiado extensa.

Al establecer la acotación del fondo en el punto de partida de los colectores principales y atarjeas de distribución, se ha procurado colocarla lo más alto que permitía en cada caso la altura del terreno, con el objeto de conseguir la mayor diferencia de nivel que fuera posible entre los puntos extremos, porque así se obtiene la mejor pendiente para los conductos de desagüe; y para llegar á este resultado por cuantos medios sean posibles, se ha buscado también el trazo más directo, tanto para los colectores principales como para los secundarios.

Para que se puedan establecer las atarjeas á la altura que están proyectadas en su extremo occidental, será preciso en muchos casos levantar el terreno en las Colonias de la Teja, del Cebollón y de Santa María; esto es posible todavía, porque afortunadamente no hay allí construcciones que por esto se perjudiquen, y es enteramente indispensable que se prescriba que nadie pueda hacer en lo sucesivo una construcción, sin pedir á la oficina de Obras Públicas, que le señale de antemano la altura á que debe desplantarla, y para que esta oficina pueda proceder sin vacilación alguna, tendrá un plano que señale las acotaciones que en cada punto de la Ciudad se debe dar al enraz de los cimientos.

En el plano N° 1 se han consignado todos los datos referentes al desarrollo, pendiente y sección de las atarjeas, así como las acotaciones del fondo en los puntos extremos de cada uno de los conductos de desagüe; también se han trazado las curvas de nivel, y así es posible deducir en cualquier lugar y con bastante aproximación, la profundidad de la atarjea. No entramos en muchos detalles acerca de todos los datos que contiene el plano, porque esto sería inútil y cansado; pero sí es pre-

ciso hacer algunas observaciones para su mejor inteligencia. Las distancias están marcadas en el plano N° 1 con tinta azul, las acotaciones y pendientes con tinta roja, pero no se pueden confundir, porque las primeras tienen siempre un número entero que expresa metros y una fracción que aproxima á centímetros. mientras que las pendientes están expresadas por una fracción decimal en milésimos y diezmilésimos; los diámetros de las atarjeas se distinguen por estar marcados con tinta negra.

Las pendientes se han establecido de manera que la dirección general de la corriente sea de Oeste á Este en los colectores principales y en las atarjeas de distribución; siendo en las laterales esa dirección, la conveniente para que por ellas pase con la mayor facilidad que sea posible, el agua de las atarjeas de distribución á los colectores principales.

En estos dos últimos conductos, la pendiente que el plano indica es el cociente que resulta de dividir la diferencia de las acotaciones extremas, por la longitud total del conducto; de manera que la pendiente multiplicada por la longitud, dá en cualquier punto la diferencia de nivel entre éste y el origen de la atarjea, y se obtiene la acotación en dicho punto, restando esa diferencia de nivel de la del origen.

En las atarjeas laterales la pendiente no se obtiene exactamente dividiendo la diferencia de nivel deducida restando las acotaciones marcadas en sus dos extremos, por la longitud total, y esto es por dos razones: la primera, porque las acotaciones marcadas á lo largo de los colectores principales y de las atarjeas de distribución, se refieren á puntos del fondo de estos conductos y no de las atarjeas laterales, pues siempre que las circunstancias lo permitan conviene establecer el origen de cada atarjea lateral, más alto que el de la atarjea de distribución de donde parte, y su extremo inferior también un poco más alto que el colector donde termina; la segunda razón es, que en las curvas es preciso aumentar un poco la pendiente, para compensar la resistencia que el líquido experimenta al cambiar la dirección de su corriente, haciendo la inversa de lo que se practica al proyectar una línea de ferrocarril, donde la compensación se establece reduciendo en las curvas la pendiente.

Por ahora habría sido sumamente laborioso y todavía innecesario, determinar en cada una de las muchísimas curvas que hay en las atarjeas laterales, el aumento de pendiente que le corresponde; esta operación se hará al detallar una á una esas atarjeas laterales, si se aprueba el proyecto en general, sólo se han restado cinco centímetros de la diferencia de nivel, por cada curva que hay en la atarjea.

Para cuando se presente la necesidad de conocer con más aproximación cuánto se ha de aumentar la pendiente por la curvatura de las atarjeas, daremos desde hoy algunas ideas sobre este particular.

El Sr. J. W. Adams, en su obra titulada "Sewers and Drains for Populous Districts," establece para el caso la fórmula siguiente:

$$h = \frac{v \cdot l}{2rD}$$

en la que v es la velocidad del agua, h es el aumento de diferencia de nivel que se debe dar en la curva, además de la que proporciona la pendiente, l la longitud de la curva, r el radio del eje de ésta, y D el diámetro de la atarjea.

Tanto los datos como el valor de h deberán estar expresados en pies ingleses; pe-

ro si se quiere introducir los elementos en metros para obtener el resultado en la misma unidad de medida, se usaría la expresión bajo la forma siguiente:

$$h = \frac{0.15 \cdot v \cdot l}{r \cdot D}$$

Tal vez en muchos casos de los que se presentan en nuestro sistema de atarjeas, no será posible emplear los valores que da esta fórmula, que son un poco exagerados, pues no se podrían aceptar sino con gran detrimento de la pendiente general, y como es enteramente empírica, no aconsejamos su empleo sino como un medio para guiar el criterio de la persona que se encargue de los detalles del proyecto, al establecer el aumento de caída que debe dar en las curvas para compensar la pérdida de la fuerza aceleratriz de la gravedad, que por rozamiento se consume al paso de las aguas por esos puntos, y á fin de que se pueda discutir lo que más conviene hacer, anotamos aquí otras dos fórmulas que se han empleado con el mismo objeto que la anterior:

$$h = \frac{a \cdot c \cdot v^2}{579.4}, \dots c = 131 \times 1.847 \left(\frac{r}{b} \right)^{\frac{3}{2}}, \dots (1)$$

$$h = \frac{v^2 \operatorname{sen}^2 \alpha \times 0.000,003}{\sqrt{r}} \dots (2)$$

Las fórmulas (1) son de Weisbach y la (2) de Robinson y Beardmore; en ambas los signos algebraicos tienen la siguiente significación: h aumento de caída en pies; v velocidad del agua en pies por segundo; a ángulo de la curva en grados; r radio de la atarjea; b radio de la curva; c coeficiente que depende de $\frac{r}{b}$. Será fácil transformar estas fórmulas á fin de que sean calculables por metros.

El Sr. Rawlinson en sus "Consejos sobre saneamiento y desagüe," previene que las pendientes se establezcan en líneas perfectamente rectas, y que si es necesario establecer algún cambio de pendiente, siempre se construya en el punto donde el cambio se verifique, un pozo de visita ó un pozo para lámpara.

Las ventajas que de esta disposición resultan, se enumeraron ya al tratar de los alineamientos, cuando se transcribió íntegro el "Consejo" marcado con el N° 4; es, pues, inútil repetir las: sólo si dirémos otra vez, que se debe dar una grandísima importancia á esta recomendación.

Por lo que se refiere á las pendientes, cuando se construyan las atarjeas se deben tener presentes las siguientes observaciones que se deducen de todo lo que acabamos de decir:

1°—El fondo de las atarjeas deberá quedar en líneas rigurosamente rectas entre cada dos puntos adecuados para la inspección de los conductos, es decir, entre cada dos pozos de visita ó dos pozos para lámparas; se procurará que la pendiente sea constante en todos los alineamientos rectos y la misma de un extremo á otro de la atarjea.

2°—En las curvas se dará á la pendiente un pequeño incremento, procurando, siempre que lo permitan las circunstancias, que ese incremento se aproxime al que resulta por medio de las fórmulas que antes se anotaron, pero esto se hará sólo cuando no se reduzca por eso demasiado la pendiente general.

3°—CAPACIDAD DE DESCARGA Y DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LAS ATARJEAS.

Uno de los más complejos problemas que se presentan al estudiar el saneamiento de una población por el sistema combinado, es sin duda alguna el de determinar las dimensiones que debe tener la sección transversal de las atarjeas. Hay sobre esto gran variedad de opiniones que no han llegado á ponerse de acuerdo, por falta de datos prácticos bastante numerosos, que permitan hacer intervenir en las fórmulas y con su verdadero valor, todos los elementos que se deben tener en cuenta para llegar al resultado. Vamos á dar una idea de cuáles son esos elementos.

En primer lugar se debe conocer cuál es la cantidad de agua que se precipita en la Ciudad en los momentos de los fuertes aguaceros, determinando, no la mayor cantidad que se ha precipitado en un día, sino en una unidad de tiempo más corta, la hora ó el minuto por ejemplo.

Al estudiar este punto, como en todos los demás, hemos tratado de inspirarnos en las ideas de personas cuya competencia en materia de drenaje y saneamiento de ciudades está universalmente reconocida; pues nosotros no tenemos escuela práctica donde la observación pudiera habernos dado á conocer, los resultados prácticos de tal ó cual principio, de tal ó cual idea.

El Sr. J. W. Bazalgette, en un informe que rindió al "Metropolitan Board of Works" de Londres, dice lo siguiente: "Las atarjeas de intercepción no fueron proporcionadas para conducir toda el agua que cae durante las lluvias extraordinarias, tales como la que cayó, por ejemplo, el 10 y 11 del mes de Abril de 1878, cuando por observaciones ejecutadas en cuarenta y tres estaciones, dentro y alrededor de la Metrópoli, se estimó que habían caído 2'64 (dos pulgadas y sesenta y cuatro centésimos de agua), por término medio en un período de diez y nueve horas. Para recibir el volumen de agua que resulta de esa lluvia, se habrían necesitado atarjeas que tuvieran la capacidad de ríos, que estarían vacías casi siempre, exceptuando el caso en que cayera una lluvia extraordinaria."

A esto, el Sr. Ingeniero Rodolfo Hering, agrega el comentario siguiente:

"Una lluvia de 2'64, según este informe, se considera como excesiva en Londres, y sin embargo, se ha llegado á registrar allí mismo una lluvia de seis pulgadas que se ha precipitado en una hora y media."

El Sr. Herbert Shedd, en su informe acerca del sistema de atarjeas de la ciudad de Providence R. I., dice:

"Se ha discutido mucho hasta qué punto conviene construir las atarjeas con las dimensiones que necesitan para contener el agua que proviene de las lluvias extraordinarias. El costo de construcción de tales atarjeas, así como el costo de su conservación es tan grande, que una ciudad puede más bien soportar el pago de los perjuicios que ocasionan las lluvias de intensidad poco común, que construirlas. Hasta qué límite se debe proveer para el caso de grandes tormentas, es un punto dudoso, y lo que es económico en un lugar no lo es necesariamente en otro. La frecuencia de las grandes tempestades, la cantidad de agua que se precipita, y el perjuicio que puede ocasionar, depende de la locación y de las circunstancias de cada lugar."

En un informe del Sr. J. W. Adams, Ingeniero de la ciudad de Brooklyn, á los