

Sí creemos necesario consignar, aun cuando no sea sino para dar una idea de la manera con que los trabajos se han ejecutado, que siendo enteramente indispensable tener á la vista el área de cada porción de la superficie total que debe estar provista de un elemento de desagüe; esos datos se asentaron en un plano separado, así como los del mismo género que corresponden á cada tramo de una misma atarjea cuando es muy larga; y lo hicimos así, porque los datos relativos á las superficies no los creímos necesarios en el plano general, que acompañamos marcado con el N° 1, pues como son muy numerosos, habrían introducido la confusión en dicho plano, dificultando la fácil percepción de otros que sí son necesarios para dar una idea del proyecto en sus detalles.

4º-FORMA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

En la forma de la sección transversal de las atarjeas ha habido grandes variaciones, desde la rectangular que se usó en los primeros tiempos en que se comenzaron á construir conductos subterráneos de desagüe, hasta la forma ovoide que fué determinada cuando la práctica demostró que era enteramente indispensable concentrar la pequeña cantidad de agua que pasa comunmente por las atarjeas, á un espacio reducido, con el objeto de aumentar la velocidad y disminuir los depósitos que tienden á formarse en las atarjeas de sección rectangular.

Para dar una idea de la diversidad de opiniones que se siguen en otras partes, vamos á indicar cuáles son las prácticas que se observan en varias ciudades, y después diremos lo que aquí conviene hacer, á nuestro juicio.

En Londres hay una gran variedad de formas de atarjeas, pues, como dice muy bien el Sr. Hering, "representan las ideas de varios siglos;" ahora se usan: la forma circular para los tubos de barro, que rara vez son mayores que cuarenta y cinco centímetros, y para ciertas atarjeas de intercepción. La forma ovoide es común en las atarjeas de ladrillo ó de betón, exceptuando en las atarjeas de intercepción como acabamos de decir, y en las que están destinadas á recibir el agua de lluvia. La forma oval con un gran radio en el fondo, se usa cuando hay que remover diariamente una masa considerable de líquidos; las otras formas, tales como la de fondo, plano ligeramente curvo, las que se asemejan á la forma de los túneles de ferrocarril, etc., se usan en casos especiales.

En París las atarjeas tienen grandes dimensiones, porque éstas se determinaron admitiendo el principio de que los depósitos se han de remover por un medio mecánico, y para satisfacer á ésta condición, es enteramente indispensable que sean accesibles en toda su longitud. Hay en esta ciudad catorce tipos distintos cuyas dimensiones constan en la tabla siguiente:

Número del tipo.	Altura debajo de la Clave.	Anchura en los arranques.	Superficie de la sección.
1	4.40	5.60	18.75
2	4.35	5.20	16.59
3	3.90	4.00	11.81
4	2.98	3.70	9.89
5	3.80	3.00	8.66
6	3.15	2.50	7.04
7	3.55	2.50	6.29
8	2.80	2.30	5.02
9	2.75	2.00	4.23
10	2.40	1.75	3.24
11	2.30	1.30	2.36
12	2.10	1.30	2.15
13	2.00	1.05	1.65
14	2.00	0.90	1.44

Los desagües de las casas tienen también dimensiones exageradas como se puede ver por la tabla siguiente:

Número del tipo.	Altura	Anchura en los arranques.	Ancho del fondo.
1	1.80	1.800.90	0.60 para longitudes mayores que 6 metros.
2	1.40	1.400.60	0.40 entre 2 y 6 metros.
3	1.00	1.000.60	0.40 para dos metros ó menos.

Si además de que las secciones son tan grandes, se tiene en cuenta que las pendientes son por lo general muy pequeñas, se comprenderá fácilmente por qué hay necesidad de que los azolves de las atarjeas sean removidos constantemente por cuadrillas, que unas veces después de levantarlos, los transportan á pequeños wagones que circulan en el interior de las atarjeas mismas y otras los desalojan por medio de botes-compuertas; pero cualquiera de los dos sistemas es lento y penoso.

En Berlín se usan tubos circulares de barro para las atarjeas hasta de cincuenta y un centímetros de diámetro. Las de ladrillo son generalmente de sección ovoide, exceptuando algunas de las más grandes que son circulares y aun aplanadas, es decir, con un diámetro horizontal mayor que el vertical, por falta de altura necesaria debajo de la superficie de la calle. Los tubos que conducen el agua á las bombas, son de fierro y tienen un metro de diámetro, con excepción de uno que tiene solo setenta y cinco centímetros.

En la excelente Obra en que están descritos los pormenores todos de la "Canalización de Berlín", acompañada de un magnífico atlas, escrita por el autor del proyecto y director de los trabajos, Sr. Hobrecht, vemos que hay diez tamaños distintos de tubos de barro de sección circular, comprendidos entre veintiuno y cincuenta y un centímetros de diámetro interior; la forma ovoide más pequeña tiene ochenta centímetros de altura por sesenta de ancho en los arranques; la mayor es de dos metros de altura por un metro noventa centímetros de ancho y hay otros catorce tipos intermedios con distintas proporciones. De forma circular y de grandes dimensiones solo hay un tipo de dos metros de diámetro. Siguen después los de forma rebajada, de los que son diez figuras distintas, que se pueden clasificar en dos categorías: aquellos en que el fondo está formado por un arco de círculo que tiene veinte centímetros de flecha, y aquellos en que la flecha de ese mismo arco es de solo diez centímetros; los primeros tienen todos dos metros de altura y su ancho varía desde dos metros diez centímetros hasta tres metros diez centímetros, los segundos son desde setenta centímetros de altura por un metro veinte centímetros de ancho, hasta uno sesenta de alto por tres metros de ancho; hay en conjunto treinta y siete distintas figuras.

En Viena no se usan los tubos de barro sino para los albañales de las casas. La forma de las atarjeas es ovalada con un fondo bastante aplanado, pues su radio difiere muy poco del de la bóveda. Las antiguas atarjeas tienen por lo general un fondo plano y una bóveda semicircular, especialmente en aquellos que están destinados á recibir los arroyos.

En Liverpool todas las atarjeas son de forma ovoide, con excepción de algunas de los colectores principales que son de sección circular.

En Frankfort se han empleado tubos de barro de treinta y cuarenta centímetros de diámetro. Las demás atarjeas son de ladrillo y de sección ovoide, exceptuando algunos colectores principales que son de sección circular. Las más pequeñas atarjeas de ladrillo tienen 0^m85 de alto por 0.60 de ancho.

En Dantzie casi todas las atarjeas son de tubos, con excepción de los colectores principales y las atarjeas de intercepción que son de ladrillo y con sección ovoide. La mayor parte de los tubos son de veintitres centímetros; el diámetro mínimo es de quince centímetros y el máximo de cuarenta y cinco. Los colectores principales que son de sección ovoide, tienen un metro veintitres centímetros por ochenta y uno. En Brighton se usan tubos circulares de treinta á cuarenta y cinco centímetros de diámetro. Las atarjeas de ladrillo son de sección elíptica, pero la principal atarjea de intercepción es circular. La sección más común está formada por tres círculos; el el radio de la cubeta ó fondo es en todas semejante y de veinte y tres centímetros de radio; el de los costados varía con las dimensiones de la atarjea. La dimensión más pequeña de los tubos es como dijimos antes, de treinta centímetros pero en esta ciudad prefieren las atarjeas de grandes dimensiones á donde se pueda entrar para limpiarlas. Las atarjeas más pequeñas de ladrillo tienen 0^m81 por 0^m60; los tamaños más comunes son 1^m.22 por 0^m.60 y 1^m.05 por 0^m.76. El colector principal es de 1^m.95 de diámetro en el origen y de 2 .25 en la desembocadura.

En Oxford las nuevas atarjeas son tubos de barro de 0.23 á 0.43 de diámetro y conductos de ladrillo que tienen las proporciones siguientes: tocando el radio de la cubeta como unidad, el de la bóveda es 2 y el de los lados 6; la altura de la atarjea es 6.

En Washington, Estados Unidos se usan tubos de barro de sección circular y de cinco diámetros distintos, desde treinta hasta sesenta centímetros; hay además trece tipos distintos de atarjeas de ladrillo de sección ovoide; la más pequeña tiene 0^m.90 por 0^m.60 y la mayor 4^m.80 por 3^m.20; en los nueve primeros tipos á partir del más pequeño, colocan siempre para formar la cubeta un medio tubo de barro, cuyo diámetro varía entre treinta y cincuenta y tres centímetros, según la capacidad de la atarjea; esta práctica nos parece muy conveniente porque á la vez que se reduce el área que el agua puede ocupar cuando es pequeño su volumen, la superficie lisa del barro bien vidriado facilita el escurrimiento y previene los depósitos.

Las atarjeas de intercepción en Washington, lo mismo que en los demás casos que hemos visto, son circulares y su diámetro varía entre 3.20 y 6.10 y la cubeta es de piedra dura.

Por la ligera exposición que acabamos de hacer de las formas que para las atarjeas se emplean más comunmente en varias ciudades, se vé que la práctica más constante es emplear tubos de barro para las pequeñas secciones, atarjeas de ladrillo de forma ovoide para las dimensiones intermedias, y con el mismo material ó piedra construir conductos circulares para las grandes secciones.

Todo esto á nuestro juicio es perfectamente racional y práctico. En efecto, cuando una atarjea es de muy pequeñas dimensiones, es casi imposible construirla perfecta si se hace de ladrillo, porque no se puede inspeccionar fácilmente su interior, y aun con buena voluntad por parte de los albañiles, (con la que en la práctica no se puede contar,) la construcción quedaría defectuosa ¹, un tubo de barro se inspecciona muy

(1) Suponemos en todos casos que las superficies interiores de todos los conductos han de ser superficies cilíndricas.

fácilmente antes de colocarlo y si tiene defectos notables se desecha; por consiguiente para que una atarjea de tubos de barro quede buena, bastará sujetar á los tubos á una inspección rigurosa desechando todos aquellos que no satisfagan á las condiciones de perfección que se les deben imponer, y después procurar que la colocación se haga con el mayor cuidado posible. La superficie vidriada de los tubos contribuye á facilitar el movimiento del agua y esto dificulta la formación de los depositos ó azolves. La construcción de los tubos de barro de forma ovoide es más difícil que la de los de sección circular y por otra parte, aunque conviene concentrar la corriente cuando el volumen de agua es pequeño, esta concentración no se debe llevar hasta un límite exagerado y es preferible adoptar una forma circular sencilla que no complicar esta forma y aceptar las irregularidades que forzosamente deben resultar con esa complicación, al fabricar los tubos con un material que como el barro, se deforma tanto cuando está fresco, pues la inspección y rectificación de los tubos de sección ovoide es mucho más difícil que la de los circulares, y las diferencias de forma pueden producir defectos muy notables que perjudicarían el escurrimiento de las aguas.

Por las atarjeas de una dimensión media pasan cantidades de líquido bastante variables, y si se les diera una forma circular, en los momentos en que se verifica el paso de la cantidad mínima, las resistencias que encontraría para desalojarse serían considerables y por lo mismo la velocidad muy pequeña; allí está, pues, indicado el empleo de atarjeas de sección ovoide que disminuyen en partes los inconvenientes de los gastos variables; pero puede ser que en ciertos casos, no haya bastante altura para construir una atarjea de sección ovoide y que por esa razón sea enteramente indispensable hacerla circular; para estos casos es para los que hemos puesto en las tablas y diagramas, secciones de unas y otras que dan el mismo gasto próximamente.

En las atarjeas de grandes dimensiones hay también diferencias en los volúmenes de agua que pasan por unidad de tiempo en las diversas horas del día, pero en lo general siempre llevan una cantidad que está menos desproporcionada respecto de la sección de la atarjea que en las de dimensiones medias. Si tomamos por ejemplo el caso de una atarjea circular de un metro ochenta centímetros de diámetro con pendiente de 0.0008, que se aproxima á las condiciones en que estarán nuestras mayores atarjeas, vemos que bastará que el agua ocupe en el fondo un arco que tenga veinte centímetros de flecha para que el agua adquiera la velocidad de sesenta centímetros por segundo, que necesita para que no se depositen los cuerpos sólidos que producen los azolves, y por otra parte será muy fácil proveerlos constantemente de la cantidad de agua que necesitan para que se conserven siempre limpios y, esta es otra razón para que en los colectores principales no se acepte la forma ovoide que no deja de tener algun inconveniente. Este es, que como en las atarjeas de esa forma se disminuye el ancho, si para conservar la misma capacidad se aumenta la altura, en los momentos en que la atarjea se llena, la pendiente de la superficie del líquido disminuye mucho más que cuando se adopta la forma circular.

Para facilitar la construcción y hacer también más fácil y económica la conservación de las atarjeas, conviene reducir al mínimo posible el número de tipos que se adopten. Nosotros aceptamos los que constan en los diagramas, y como en las secciones circulares no hay nada notable, sólo hemos dibujado en el plano número 2. los tipos de atarjeas ovoides que proponemos; allí se pueden ver sus proporciones y todos los principales elementos relativos á ellas.

Al proyectar los enlaces de dos ó más atarjeas, se debe tomar toda clase de precauciones para impedir que se formen depositos en el punto donde se reúnen los conductos. Describiremos aunque sea rápidamente cuál es la práctica que se sigue en varias ciudades, para deducir de allí lo que nos conviene hacer aquí.

En Londres las atarjeas se unen entre sí por medio de curvas de un radio bastante amplio, pero no hay uniformidad en los detalles. Están esos enlaces cubiertos generalmente por un arco en forma de embudo, y las atarjeas separadas por una construcción especial á la cual se le da el nombre de "lengüeta." La cámara donde se verifica el enlace tiene siempre un pozo de ventilación. Las conexiones de la atarjea y de los albañales de las casas se hacen siempre bajo un ángulo, ya sea por medio de un block de piedra perforado ó bien por medio de tubos cortados oblicuamente, que se colocan dentro de la mampostería en el momento de la construcción.

En París las atarjeas de grandes dimensiones, por lo general, se unen dentro de cámaras rectangulares cubiertas con un arco cilíndrico. Las curvas de los tipos que se limpian por medio de botes, (bateaux vannes), tienen por lo menos sesenta metros de radio; en aquellos que se limpian por medio de wagones, tienen treinta metros, y si no se puede alojar una curva de este radio, entonces se pone una línea quebrada y se coloca una plataforma giratoria para que pase el wagoncito; sin embargo, siempre que es posible se procura evitar esta disposición, que es defectuosa. Las atarjeas que no tienen rieles se unen bajo cualquier ángulo, y cuando lo permiten las circunstancias se le da á la atarjea más pequeña un incremento de pendiente con el objeto de que el agua de la atarjea mayor no retroceda en la menor y detenga la corriente de ésta. La pendiente en los enlaces de las grandes atarjeas, también está determinada por la necesidad de establecer las banquetas que sirven para la circulación de los operarios, á nivel; así es que el aumento de pendiente se obtiene todo en la cubeta. Cuando una atarjea que no tiene banqueta descarga en otra que la tiene, la cubeta de la primera deberá quedar de veinticinco á treinta centímetros más abajo que la banqueta. Cuando se ligan dos atarjeas ovoides, siempre que es posible, se les da en la unión una caída de veinte á treinta centímetros; los albañales de las casas descargan por lo general un metro arriba del fondo de las atarjeas y entran en ángulo recto.

En Berlín los enlaces de las grandes atarjeas se verifican por lo general en ángulo recto; sólo se exceptúa el caso en que las calles mismas se cortan bajo un ángulo agudo, pues entonces las atarjeas se encuentran bajo el mismo ángulo. Comunmente la conexión se hace debajo de una cámara rectangular con bóveda cilíndrica, y en muy pocos casos hay una *lengüeta*; las bóvedas en forma de embudo se evitan por lo general. Cuando hay curvas en las cámaras de enlace, son casi siempre de un radio muy pequeño y no se toma ninguna precaución para compensar el aumento de resistencia que el agua encuentra al pasar por ellas. Los albañales de las casas entran bajo un ángulo agudo, y se les inserta en la mampostería de la atarjea desde el momento de la construcción.

En Viena la unión de las atarjeas se hace por lo general bajo un ángulo de cuarenta y cinco grados, y cuando son demasiado grandes para que se puedan llenar