

6.^a Las limpias en el embalse se practicarán cuantas veces se encuentre ocasión oportuna.

7.^a Debería establecerse en los nuevos pantanos una galería de fondo de mayores dimensiones que las otras, destinada exclusivamente para las limpias.

8.^a Que, como medio auxiliar para hacerlas más eficaces, conveniría ejecutar un canal de aguas claras que circunvalara el embalse, para dirigir aquéllas á los puntos donde no llegara la acción de las llamadas «limpias naturales»; y

9.^a En los pantanos que sólo prestan el servicio de reguladores de avenidas, las galerías de fondo permanecerán siempre abiertas, no cerrándose sino en casos muy excepcionales y por poco tiempo.

RICARDO EGEA.

ABASTECIMIENTO DE AGUA DE BUENOS AIRES (1)

Decir el punto del cual deberían venir las aguas á la ciudad, no ofrecía ciertamente campo muy ancho á la controversia. Situado como está Buenos Aires, sobre la ribera del Río de la Plata, en el nacimiento, puede decirse, del delta, que forman los grandes ríos Paraná y Uruguay, y circunscrita por el lado de tierra por las vastísimas Pampas, que se extienden hasta casi todas las faldas de los Andes, no había otro punto de donde pudiese tomarse el agua, sino del expresado Río de la Plata. La cuestión se limitó, pues, á escoger el sitio más á propósito, teniendo á su vista el futuro engrandecimiento de la ciudad y la necesidad de conservar las aguas libres de toda influencia nociva.

Después de un maduro examen, fué elegido un paraje casi enfrente del pueblo Belgrano, á unos seis kilómetros río arriba del extremo Norte de la ciudad.

En este sitio, y á unos 1.000 metros de distancia del litoral, existe un canal que forma el extremo Norte de la hondura conocida por «Los Pozos». Hay allí casi permanentemente una corriente denominada *Corriente del Capitán*, y cuyo nombre lo debe, sin duda, á la creencia de que por este canal bajan las aguas del Arroyo Capitán, que es un brazo del *Paraná de las Palmas*, río que á su vez desemboca en el Plata, cerca de San Fernando.

En el centro, pues, de dicho canal, está el punto escogido para la toma de agua, y en el cual las mareas bajas acusan 4,30 metros de profundidad.

Por los varios análisis de las aguas, hechos en diferentes parajes del río, se ha demostrado que ella era en este sitio más pura que en los demás; y como también podía allí contarse con una profundidad regular en todo tiempo (cosa difícil en el Río de la Plata dentro de límites razonables), era juicioso esperar que se obtendría siempre en él agua fresca y libre de contaminaciones perniciosas.

Aun cuando el agua del Río de la Plata no es de las mejores, puede, sin embargo, considerarse como una buena agua potable, y un análisis hecho últimamente de una muestra tomada en la torre de toma, dió el siguiente resultado:

	Partes por millón.
Sales en disolución.....	130
Cloro.....	17
Amoniaco libre.....	0,06
Amoniaco Albuminóideo.....	0,24

Su aspereza es, término medio, de 4° 25, en lo que cada grado representa un miligramo de carbonato cálcico ó su equivalente en 100.000 partes.

Las sales en disolución se componen principalmente de las de sosa.

La cantidad de amoniaco albuminóideo, que es algo crecida, y que en otras condiciones podría hacer sospechosa la calidad del agua, se debe á materias vegetales saturadas probablemente durante el largo y tortuoso viaje del río, por el gran delta del Paraná.

Todas estas materias desaparecen por completo con la filtración cuando ella es bien hecha, quedando el agua buena, sana y adaptable á todos los usos de una gran población.

Como todos los grandes ríos en iguales circunstancias, tales como Missisipi, el Hoogli en Calcuta y otros, el Paraná lleva siempre sus aguas cargadas de una cantidad considerable de limo, ó sea arcilla en estado de suspensión.

Según observaciones hechas por el Sr. Bateman en 1870, las aguas del Paraná llevaban generalmente 1,9000 partes de su peso de arcilla en suspensión; y otros análisis hechos últimamente de agua más próxima á la costa demostraron 1,7752 partes. Nótese que la materia en suspensión varía casi diariamente, según la cantidad de lluvia que cae ó los vientos reinantes.

Por pequeña que pueda parecer la cantidad de materia que llevan en suspensión las aguas, ella es de gran interés para el estudio del río, pues con solo 1,7752 partes de su peso y tomando como volumen del río en su estado bajo la cifra de 700.000 pies cúbicos por segundo, resultaría que la cantidad de arcilla llevada cada veinticuatro horas al mar, equivale á 223.714 toneladas, ó sea 242.860 metros cúbicos.

Esta materia se halla tan extremadamente dividida que casi parece disuelta en el agua y no suspendida mecánicamente.

Colocada en una botella una muestra de agua y dejada en reposo, necesita dos ó tres meses para efectuar su precipitación; aun asimismo nunca queda enteramente clara, sino después de un período muy largo de tiempo.

Era, pues, muy importante escoger un sitio para la toma, en el cual pudiese obtenerse el agua en su estado más puro, para facilitar así su futura purificación.

Torre de Toma.—Por esta torre entra toda el agua destinada al consumo de la ciudad. Su emplazamiento se eligió porque la playa, que está á veces en seco hasta distancia de 1.000 metros de la margen del río, cae repentinamente allí á una profundidad mayor que la que se ha observado en ningún otro sitio en las inmediaciones.

Para proceder á la construcción de esta obra, se empezó por establecer un entramado de pilotes en el sitio designado, colocándose en él un martinete susceptible de funcionar en un círculo del radio de 7,60 metros, igual al del contradique circular que se proyectaba construir. Luego se clavaron pilotes de 0,305 m. labrados para ese radio, uno contra el otro, hasta la tosca, que se hallaba á una profundidad de 3 metros debajo del lecho del río, y una vez terminado el círculo, se bombeó el agua que contenía, resultando del todo satisfactoria la obra así hecha.

Con el fin de conseguir buenos cimientos para las paredes de la torre, se construyó un cilindro de ladrillo, del diámetro interior de 3 metros, con paredes del espesor de 0,30 m. hasta la profundidad de 4,25 m. debajo del lecho del río, alrededor de cuyo cilindro se construyeron doce cubas, de forma octogonal, de 1,78 m. entre sus lados opuestos, llevadas hasta la profundidad de 3,00 m. Luego se cavó un pozo de 2,24 m. de diámetro, dentro del cilindro central, hasta los 1,98 m. debajo del plano de comprobación, ó sean unos 10,50 m. debajo del lecho del río. El revestimiento de este pozo se prolongó hacia arriba, de un espesor de 0,61 m., y del diámetro de 2,66 m. hasta el nivel de las más altas mareas, y en sus costados se insertaron cuatro válvulas de paso, para regular la admisión del agua. La torre se edificó alrededor de este pozo, de hormigón revestido de ladrillo, sirviéndole de cimientos las doce cubas octogonales. La torre es cuadrada, con mochetas de granito. En la parte inferior, frente á las válvulas ya mencionadas, se hallan cuatro aberturas para el agua, con fuerte reja de hierro, para impedir la entrada de maderos y demás substancias flotantes. Las paredes de la

(1) De La Ingeniería.

torre se han llevado hasta unos 5 metros arriba del pozo interior, y en este espacio se ha construido un piso, formándose así una cámara, en la que se halla el mecanismo para el funcionamiento de las válvulas. Las paredes de esta parte superior están construidas de bloques de hormigón, con mochetas y cornisas de granito.

Se cavó también un pozo de diámetro 2,24 m. hasta la profundidad 1,83 m. debajo del plano de comprobación, en la línea del túnel, en la margen del río y á distancia de 1.609 metros de la torre de toma.

Túnel.—Quedó resuelto que el túnel entre ambos pozos habría de perforarse al nivel de 0,46 m. arriba del plano de comprobación en la toma, con una pendiente de 0,46 m. en el trayecto hasta llegar al otro pozo. En este trayecto fueron construidos otros cuatro pozos intermediarios. Se había creído, á juzgar por las excavaciones hechas para los pozos terminales, que no se hallaría sino poca agua en la perforación del túnel; pero esta predicción resultó errónea y se tropezó con grandes dificultades al llevar adelante los trabajos. La fuerza motriz para la bomba de que disponían los contratistas, resultó insuficiente, y fué negativo, debido á lo defectuoso de los elementos empleados un ensayo que se hizo en el sentido de utilizar la presión neumática. Finalmente, sin embargo, y á fuerza de aumentar los elementos de agotamiento en los varios pozos, pudo completarse la obra.

También se tocó con dificultades considerables en el revestimiento del túnel; pero ellas fueron vencidas al fin, mediante la colocación de un caño de desagüe de 0,305 m. debajo del túnel, que descargaba en los pozos. Los ladrillos estaban cimentados en secciones de á cuatro cada una, y de esta manera pudo suprimirse los cimbrajes. Resultó muy difícil el formar una junta impermeable entre las varias secciones, pues el cimientó solía ser arrastrado por el agua, antes de que tuviera tiempo de fraguar.

Si bien el agua del río es sumamente turbia, la que penetraba al túnel era cristalina y mucho más dura que aquella, lo que parece demostrar que no era debido á infiltraciones del río, sino que había recorrido grandes distancias debajo de tierra en dirección al río. Esta conclusión está confirmada por el resultado de las observaciones practicadas por el Dr. Arata, quien pudo notar, por medio de una serie de pozos perforados en la tosca, que el agua del subsuelo en las inmediaciones de Buenos Aires, se movía continuamente en una dirección determinada. Existen muy pocos ríos en toda el área de la República, á pesar de que en la mayor parte de ella, la lluvia media anual es regularmente abundante, de manera que parece que el agua del subsuelo llega á la mar por la vía subterránea.

Una vez terminado el pozo en la margen del río, se edificó encima una casa de máquinas, en la que se colocó una bomba centrífuga de eje vertical, movida por una máquina horizontal de alta presión, para el agotamiento del túnel, siempre que fuera necesario efectuar su limpieza.

A consecuencia de las dificultades que se experimentaron en la perforación de este túnel, según ya se ha referido, había quedado terminado algún tiempo antes el conducto destinado á llevar el agua desde el pozo que se acaba de mencionar hasta la casa de máquinas en I.

La experiencia adquirida en la excavación de los pozos para el túnel demostró que habría de tropezarse con una gran cantidad de agua en el subsuelo, y, en consecuencia, se había resuelto reducir en lo posible la profundidad á que habría de construir el referido conducto; de manera que así se produjo una diferencia de 6,70 metros entre el nivel del túnel subfluvial y el del subterráneo, y de ahí la necesidad de una bomba especial para el agotamiento de aquél.

El segundo túnel, al nivel de 6,47 metros sobre el plano de comprobación, fué perforado por intermedio de 14 pozos de trabajo, con una pendiente de 1 en 6.320. Ambos túneles tienen una capacidad de 91 millones de litros diarios.

Diez de los 14 pozos quedan abiertos, habiendo sido practicadas las entradas á los mismos arriba del nivel de las más altas crecientes; sirven estos pozos para ventiladores, lo mismo que para la limpieza del túnel, cuando ella se hace necesaria.

La elección del río de la Plata, como fuente de provisión de agua, se hizo en vista de sus excelentes cualidades como agua potable, pero su turbidez hacía necesario filtrarla.

De un acentuado color opalino amarilloso, toma un aspecto desagradable y hasta repelente en los usos domésticos, cuando la enturbian las crecientes del Paraná ó los vientos ó lluvias prolongadas en las provincias del litoral. Por consiguiente, es indispensable la previa clarificación del agua antes de entregarla al consumidor.

Para conseguirlo no se disponía en 1891 de otro recurso que el filtro lento de arena, consagrado hasta hace muy poco por la práctica universal como el mejor método de clarificación y depuración del agua.

La aplicación de este sistema hace indispensable el asiento ó decantación previa cuando contiene materias térreas en suspensión, como sucede con la del río de la Plata.

Apremiada la Comisión por el consumo creciente del agua, que de 35.734 metros cúbicos, término medio por día, en 1891 había saltado á 74.623 metros, hizo construir en 1894 un nuevo depósito de asiento y cuatro nuevos filtros. El primero tenía 63.652 metros cúbicos y los segundos una superficie filtrante total de 26.271 metros cuadrados, lo que equivalía á duplicar la capacidad de los depósitos de asiento y á triplicar la superficie filtrante.

Con esta adición la capacidad de los depósitos llegaba á 148.840 metros cúbicos y su rendimiento á 66.151 metros cúbicos de agua. En cuanto á los filtros, su superficie total subió á 41.643 metros cuadrados, ó una superficie efectiva de 37.479 metros cuadrados, descontando el 10 por 100 por limpieza, reparaciones, etc.

Esta superficie filtrante corresponde á un rendimiento de 89.949 metros cúbicos por día, con una velocidad de filtración de 10 centímetros por hora, que en la época en que se construyeron los filtros se consideraba aceptable.

Forzando algo la marcha de los depósitos de asiento y filtros, se pudo entonces atender medianamente á las necesidades del consumo, salvo en los días calurosos de verano, en que aquél aumenta de 30 á 40 por 100 sobre el consumo medio anual, que es el mencionado antes.

Pero como la población crecía y también se extendía la red de cañerías, la Comisión hizo estudiar desde 1894 la manera de aumentar el caudal de agua que se extraía del río, y los medios de clarificarla y distribuirla. Fué así que en 1896 pudo establecer un plan de ensanche de las obras de provisión de agua, autorizado debidamente por la ley núm. 3.475.

Este plan estaba fundado en la diferencia de capacidad entre la parte subfluvial y la parte subterránea del túnel de toma. Mientras que la segunda puede dar paso á 120.000 metros cúbicos de agua, en aguas bajas ordinarias la primera, así como la torre de toma, tiene capacidad para 222.000 en las mismas condiciones. Se resolvió, pues, proyectar y construir las obras que á continuación se expresa, á medida que los recursos lo permitiesen.

1.º Una casa de bombas elevadoras, cerca del pozo núm. 11, ligada con éste por un túnel, con capacidad para elevar 100.000 metros cúbicos de agua en veinticuatro horas.

2.º Un conducto de caños de fundición, de 4.200 metros de largo y 1,22 metros de diámetro, para conducir el agua levantada por esas bombas á los depósitos de asiento de Recoleta.

3.º Dos depósitos de asiento de una capacidad total de metros cúbicos de 163.700, que, junto con los ya existentes, permitirían la decantación de 138.000 metros cúbicos de agua, con una permanencia de treinta y seis horas en aquéllos, que es el mínimo admisible.

(Continuará.)