

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

PURIFICACIÓN DEL AGUA POTABLE EN WASHINGTON

Una interesante Memoria inserta en las *Transactions* de la *American Society of C. E.*, acerca del asunto que encabeza estas líneas, es la fuente de donde se han tomado cuanto en ellas se consigna.

Abastécese de agua la ciudad de Washington del río Potomac, cuya corriente, pocas veces clara, llega á ser cenagosa durante semanas enteras, sin que se consiga depurar con la permanencia en las grandes albercas de Dalercaha, Georgetown y Washington, de capacidad superior á 2,5 millones de metros cúbicos, el caudal derivado que por ellos cruza en su viaje á la ciudad.

Par eludir el suministro de agua turbia ideó el Coronel Miller, Director del Canal, purificar la corriente usando coagulantes químicos y filtros de arena.

La Sociedad de Medicina de Columbia se opuso tenazmente al empleo de reactivos, motivando con su actitud se nombrará una Comisión parlamentaria que acordó restringir la depuración química á los periodos de turbias intensas (treinta días al año); pero insistiendo el Cuerpo médico en su oposición, sólo se autorizó, por el momento, la construcción de los filtros. Su eficacia, según se deduce del corto tiempo de servicio del sistema (desde mediados de 1905), no es suficiente, el agua conserva ligero tinte opalino á causa de las finísimas partículas de arcilla que han atravesado la capa de filtrante. Tampoco ha variado la situación sanitaria pues no se advierte cambio en la estadística de enfermedades tifoideas.

Comprende la instalación: la casa de máquinas, los filtros y el depósito de agua clarificada, constituyendo un grupo lindante con la gran alberca de Washington y á nivel superior al de ésta, (20 pies). Las bombas elevan el agua á los filtros y de ellos cae al depósito de alimentación.

Por irregularidades de forma del solar, las plantas de los 29 filtros establecidos difieren entre sí; la normal es un rectángulo de 154×294 pies; sobre él se han edificado 11 naves en un sentido y 21 en el otro, de 14 pies de luz. La solera del recinto es de hormigón sin armar; compónenla bóvedas por arista, con su cóncavo hacia lo alto; en el encuentro común de sus arranques se levantan pilares de 22 pulgadas en cuadro y 9 pies de elevación, sobre los cuales cargan bóvedas por arista de sección elíptica de 1,87 pies de flecha, 6 pulgadas de espesor en la clave y un pie en los arranques; pilares y bóvedas son también de hormigón sin armar. Los muros del contorno construidos con igual fábrica, tienen sección trapezoidal, de espesor variable, según quedan al descubierto ó enterrados; se cons-

truyeron por puntos, menores de 30 pies, enlazados con endejas á cola de milano. Por encima de las bóvedas se ha tendido una capa de tierra, enrasada á nivel, de dos pies de espesor, contado sobre las claves.

Análoga estructura es la del depósito de agua filtrada. Su planta mide 162×612 pies y está repartida en 3×34 naves, cuya luz de 18 pies, superior á la de las cámaras de filtración, se ha fijado atendiendo á que alcanzando los pilares elevaciones de 25 pies, era prudente reducir su número para que, aumentando de espesor, guardara con la altura la relación aproximada de 1 : 10.

Circunstancia muy digna de notarse es la conformación del relieve del terreno; se han hecho desmontes con cotas de 35 pies y terraplenes de cerca de 30, formados con los productos de la excavación (gravas y arcillas), apisonados con cilindros de vapor. Esta particularidad ha conducido, por economía, á banquear la solera del depósito de agua clara, en vez de disponerla á un solo nivel; ha sido causa de numerosas quiebras en las fábricas, remediadas, ya retundiéndolas con cemento, ya calafateándolas con estopa, y del hundimiento de algunos tramos de bóveda acaecido poco después de poner en carga los filtros. Un asiento de 6 pulgadas en paraje distante 50 pies de otro en terreno firme produjo la caída; se rehicieron cuatro pilares, se repararon varios y se reconstruyeron las bóvedas arruinadas.

Nuevo contratiempo ocasionaron los cambios de temperatura. Para extraer la arena sucia de los filtros, en el caso de entorpecerse el funcionamiento de los aparatos, que luego se describirán, se han dispuesto rampas desde la solera hasta el nivel exterior, en los extremos de las naves centrales de las cámaras; sus cubiertas hubieron de peraltarse para dejar el paso libre. Son bóvedas que, descollando del enrase general, constituyen juntas, ó fuelles de expansión; se voltearon las últimas y en tiempo frío; al verano siguiente las dilataciones producidas por el calor las cuartearon originando la ruina.

Consta la masa filtrante de un lecho de grava como de un pie de espesor, envolvente de los tubos de avenamiento y los colectores, y de otro de arena de 32 pulgadas de grueso. El lavado de la arena fué operación delicada y costosa por la gran cantidad de arcilla que traía mezclada. Su introducción en las cámaras se efectuó por los ventiladores existentes en las claves de las bóvedas; vertida por ellos, era recibida por unos aparatos giratorios para repartirla é impedir se apelmazase al caer de golpe.

Todos los entronques de avenadores con el colector llevan roldanas de aforo limitadoras del gasto; son unificadores de la filtración en los diferentes puntos de la capa filtrante.

La remoción de la arena ensuciada por las líneas del agua se efectúa con un *extractor* amovible, caja cúbica de dos pies de lado, transportable con varales al igual de las sillas de mano.

Sus bordes altos, abocinados, facilitan la carga de arena, que los operarios arrojan con palas, tomándola de la capa previamente removida; en el fondo de la caja existen dos tubos con varios orificios por los cuales sale agua que pone en suspensión los granos de arena y limos, y un poco por encima otros dos, enfilados a la manera de un inyector Giffard, por los cuales circula agua a la presión de 80 a 100 libras; la corriente aspira la mezcla de agua y arena y la conduce a las artesas de lavar colocadas en los patios de servicio, dispuestos entre los grupos de filtros y a la altura de sus bóvedas. Mangueras de cuero y lona con casquillos para atornillarlos a las tomas distribuidas cada 60 pies, a lo largo de dos tubos de hierro colado, sujetos a los muros de la cámara, suministran el agua necesaria para el juego del extractor y conducen la mezcla de agua y arena a los lavaderos. La disposición de los últimos es semejante a la de los extractores; por sus vertederos de superficie sale el agua sucia procedente del lavado; con sus inyectadores transportan y elevan la arena limpia a los almacenes de repuesto.

Existe un almacén de arena por filtro inmediato a las artesas y en su mismo plano, el cual se reduce a una cuba cilíndrica, de hormigón armado, de 22 pies de luz y 26 de alto, con fondo cónico provisto de una compuerta para extracción de la arena. Están elevados 7 pies sobre el suelo con el fin de que puedan situarse debajo y cargarse directamente volquetes tirados por dos caballerías, en los cuales, circulando por encima de las bóvedas, se conduce la arena a los ventiladores o tragantes antes mencionados.

Diariamente se filtran 340.000 metros cúbicos, imponiendo un trabajo excesivo a la capa filtrante, y agotando casi la potencia de conducción del canal. Corresponde el consumo a 200 gallones por habitante (900 litros), despilfarro enorme que se trata de cortar.

El presupuesto de las obras era de 3.468.400 pesos, del cual se han gastado:

	Pesos.
En la casa de máquinas.....	183.600
En 29 filtros.....	2.197.000
En el depósito de agua clara.....	150.000
En la casa de compuertas.....	24.300
Por terrenos.....	619.900
Por gastos de proyecto y dirección de obras.....	181.500
En junto.....	3.356.300

Quedando disponible para mejoras e imprevistos la cantidad de 112.100 pesos.

En la construcción de los filtros se han empleado considerables masas de hormigón, cuya entidad, precio e importes aparecen en el siguiente detalle:

	Pesos.
Solera, 36.563 yardas cúbicas, a 6,75 pesos.....	246.800
Muros, 19.038 idem id., a 7,35 idem.....	139.900
Pilares, 6.964 idem id., a 8,25 idem.....	57.500
Bóvedas, 34.920 idem id., a 8,75 idem.....	305.500
	649.700

Siendo la superficie cubierta de unas doce hectáreas, corresponde para el coste del metro cuadrado la cantidad de 5,50 pesos. Por igual concepto, el metro superficial del depósito ha costado 13,5. Recuérdese que la altura es más del doble y la luz de las bóvedas superior a la que tienen en la cámara de filtración.

M. C.

Según el *Engineering Record*, de Nueva York, se están ensayando traviesas de acero, rellenas con una mezcla de asfalto y piedrapartida, en el «Pennsylvania Reulroad», habiéndose colocado unas tres mil traviesas de prueba cerca de Lockport. La forma y dimensiones de estas traviesas son análogas a las de madera, sólo que son huecas y abiertas por su cara inferior. Esta caja de acero se rellena con la mezcla asfáltica, y se coloca sobre la vía, de modo que en la parte superior queda una cara de acero, sobre la que se apoyan los carriles, y el relleno va directamente sobre el balastro. Las nuevas traviesas pesan 320 kilogramos, unas con otras, ó sea próximamente tres veces más que las traviesas ordinarias de madera.—H.

La revista *Die Lokomotive* ha publicado recientemente una nota sobre el funcionamiento de varios sistemas de carruajes motores en los ferrocarriles de Bohemia. La nota los distribuye en la siguiente forma:

- 1.º Motor de benzina Daimler.
- 2.º Carruaje de vapor Serpollet.
- 3.º Dos carruajes de vapor Xomarck.
- 4.º Tres coches eléctricos; y
- 5.º Una locomotora-ténder ordinaria con un tren.

De todos éstos, los carruajes Daimler y Serpollet se pueden considerar, desde luego, como inaceptables para el servicio, pues sólo pueden desarrollar un esfuerzo de 25 caballos. Los carruajes de vapor Xomarck desarrollan una fuerza de 100 caballos, y han dado un resultado mucho más favorable que todos los demás carruajes. Haciendo una comparación entre los gastos de explotación, ó sea salarios del maquinista y conductor, lubricación, alumbrado, así como también el consumo de combustible en los carruajes de vapor ó de petróleo, y de energía en los eléctricos, se encontró que representando por uno los gastos del carruaje de vapor Xomarck, los del tren arrastrado por una locomotora, ascendían a 1,69, y los de los carruajes eléctricos a 1,72. En lo relativo a reparaciones y renovaciones, las locomotoras cuestan 1,95, y los carruajes eléctricos 2,12 veces más que los carruajes Xomarck. Considerando el total de gastos, la explotación con locomotoras cuesta 1,73, y con carruajes eléctricos 1,78 veces más que los carruajes de vapor Xomarck.—H.

CÁLCULO Y REPARTICION DE ESTRIBOS

EN LAS VIGAS RECTAS DE CEMENTO ARMADO.—(NOTA DE M. PENDARIES)

(CONCLUSIÓN)

Segundo caso: Viga calculada en la hipótesis de sobrecargas aisladas.

Este caso se refiere al primero muy fácilmente.

En efecto, cualquiera que sea la hipótesis inicial admitida, es siempre fácil calcular el esfuerzo cortante máximo sobre los apoyos T_a y el esfuerzo cortante máximo sobre el eje del tramo T_m producidos por el paso de convoyes ó trenes tipos, que determinan las sobrecargas máximas admitidas en los cálculos de resistencia.

Las curvas cuyas ordenadas representan en los diferentes puntos del tramo los esfuerzos cortantes positivos máximos y los esfuerzos cortantes negativos mínimos, son los $A'M'B$ y $AM, B(i)$.

El esfuerzo cortante máximo en medio del tramo (T_m) está representada en valor absoluto por la ordenada MM' .

Los esfuerzos cortantes máximos sobre los apoyos (T_a) están igualmente representados por las ordenadas AA', BB' .