

telegráfico, es garantía de seguridad en las comunicaciones, hace menos pesada la labor de los subalternos, y por último, permite á los Jefes mantener un buen régimen disciplinario, sin menoscabo de la justicia.

Como comprobación de las ventajas que reportan los aisladores mixtos, sistema *Herrero-Ruiz*, examinados los «estados de averías», resulta que, desde el día 1.º de Enero del año actual, fecha en que se instalaron en los conductores números 11 y 45 de Alcalá á la Central de Madrid, no ha existido ninguna avería hasta el día de hoy.

M.

REVISTA EXTRANJERA

Aforos por vertedero de arroyos y ríos de poco caudal

El problema del aforo de arroyos, torrentes y ríos de poco caudal ha adquirido en estos últimos tiempos gran importancia con motivo del aprovechamiento de los saltos de agua para la producción de energía eléctrica, y todo cuanto tienda á simplificar las operaciones necesarias y á conseguir mayor exactitud ofrece, por consiguiente, mucho interés.

El Ingeniero M. Lefort ha publicado recientemente en el periódico *Nouvelles annales de la construction*, acerca de este tema, un artículo en el cual se encuentran algunas reglas prácticas que pueden ser muy útiles en ciertos casos, por lo que vamos á darlas á conocer.

Se refiere al aforo de corrientes de poco caudal, cuyo ancho varía entre 0m,25 y 5 metros; en este caso, el procedimiento más exacto, sin dejar de ser rápido y económico, es el aforo por vertedero.

La fórmula del gasto es

$$Q = m L H \sqrt{2gH}$$

en la cual, Q representa el gasto, L la longitud del vertedero, H la altura de la lámina sobre el umbral del vertedero, y m un coeficiente numérico que puede tomarse igual á 0,444, según recientes y numerosos experimentos realizados por Bazin.

Como el gasto es proporcional á la longitud del vertedero, puede tomarse como unidad ó tipo el vertedero de 0m,50, con lo que se simplifica mucho la fórmula; en efecto, se obtiene

$$Q = 0,98 H \sqrt{H} \quad \text{ó bien} \quad Q = H \sqrt{H}$$

puesto que la diferencia de 2 por 100 es del mismo orden que los diversos errores que se pueden cometer en las operaciones y mediciones que exige el aforo.

Por medio de esta fórmula se calcula fácilmente la siguiente tabla, que puede evitar el cálculo en la generalidad de los casos.

Valores de H Metros	Valores correspondientes de Q Metros cúbicos	Valores de H Metros	Valores correspondientes de Q Metros cúbicos	Valores de H Metros	Valores correspondientes de Q Metros cúbicos
0,01	0,001	0,11	0,037	0,21	0,096
0,02	0,003	0,12	0,042	0,22	0,103
0,03	0,005	0,13	0,047	0,23	0,110
0,04	0,008	0,14	0,052	0,24	0,118
0,05	0,011	0,15	0,058	0,25	0,125
0,06	0,015	0,16	0,064	0,26	0,132
0,07	0,019	0,17	0,070	0,27	0,140
0,08	0,023	0,18	0,076	0,28	0,148
0,09	0,027	0,19	0,083	0,29	0,156
0,10	0,032	0,20	0,090	0,30	0,164

Recomienda M. Lefort que el espesor de lámina no pase de 0m,15, lo que se puede conseguir aumentando, si es preciso, la longitud del vertedero. Conviene evitar también láminas de agua de menos de 0m,05, porque en este caso, el valor de m presenta alguna incertidumbre, porque basta que se enrede cualquier hierbecilla en el umbral del vertedero para perturbar profundamente el régimen del movimiento del líquido, y finalmente, porque los errores de apreciación en las lecturas adquieren mucha importancia.

El vertedero se construye muy sencillamente con una tabla de 0m,30 de ancho y 0m,022 de espesor, en la cual se recorta una escotadura, cuya longitud es un múltiplo ó submúltiplo de 0m,50, y la altura de 0m,15 á 0m,18; se chafana á 45º el borde superior para realizar la condición teórica del vertedero en pared delgada. (Fig. 1.)

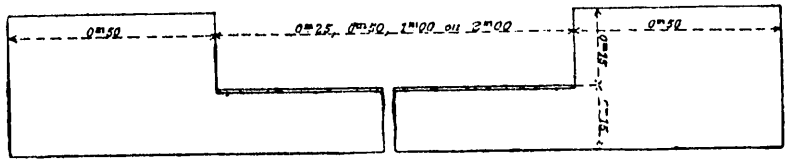


Fig. 1.

Para gastos de 0 á 30 litros, la longitud puede ser de 0m,125 á 0m,25.

- Idem íd. de 20 á 60 litros..... 0m,50
- Idem íd. de 40 á 120 litros..... 1m,00
- Idem íd. de 80 á 240 litros..... 2m,00

Con el auxilio de unas cuantas tablas de diferentes longitudes y el cuadro que hemos insertado más arriba, los aforos de que tratamos se realizan muy fácil y rápidamente. Conviene dejar en la tabla, á cada lado de la escotadura, rebordes de 0m,50 con todo el ancho de 0m,30, para empotrar el vertedero en las márgenes. Es inútil forrar de zinc la arista.

Puede emplearse el mismo sistema, aun en cauces más anchos y en corrientes de mayor caudal, empalmando varias tablas; en este caso, conviene sostenerlas por medio de piquetes. (Fig. 3.)

El autor refiere que aforó por este sistema un río de 5 metros de ancho, con una lámina de 0m,11, lo que supone un gasto de 370 litros; y en otra ocasión, uno de 21 metros de ancho, que daba una lámina de 0m,11 y, por consiguiente, un gasto de 1.750 litros.

Para que se realicen las condiciones que supone la fórmula, son indispensables algunas precauciones. El nivel del tramo de aguas abajo debe ser inferior á la cresta del vertedero, á fin de que la lámina se desprenda y quede el espacio A (fig. 2), lleno

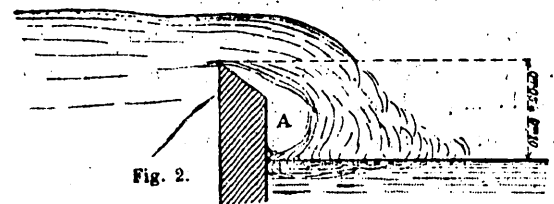


Fig. 2.

de aire. Esto se consigue con un desnivel de 0m,05 entre la arista del vertedero y el nivel del tramo inferior; pero es preferible, para mayor seguridad, que ese desnivel llegue á 0m,08 ó 0m,10. Se debe observar que cuando el ancho del canal de evacuación de aguas abajo es exactamente igual á la longitud del vertede-

ro, no penetra el aire en el espacio A. Si se rompe la lámina en varios puntos, cortándola con un palo ó un bastón, llega el aire á penetrar por el pronto, pero desaparece rápidamente. Es, pues, indispensable dejar aguas abajo un ensanchamiento brusco de la sección, evitando que haya guías ú obstáculos que encaucen la corriente, formando un canal del mismo ancho que el vertedero.

En cambio, aguas arriba son indispensables guías de un metro de longitud, colocadas perpendicularmente al vertedero para que todos los filetes líquidos sean paralelos. De otro modo, los filetes llegarían al vertedero en direcciones encontradas, estorbándose mutuamente, y esta circunstancia puede ocasionar errores de importancia, hasta de 10 por 100.

Aguas arriba del vertedero se forma un pequeño terraplén enrasado á algunos centímetros por bajo del umbral. (Fig. 3.)

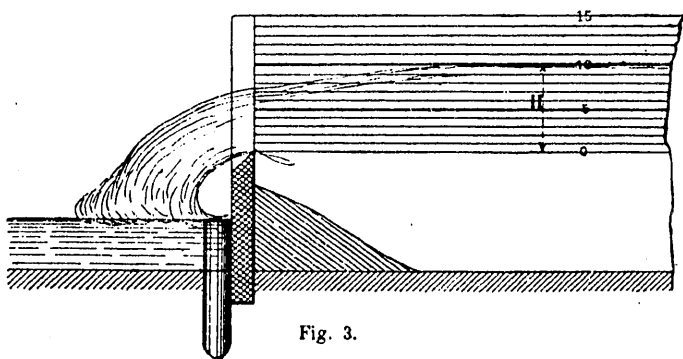


Fig. 3.

Para medir las alturas H, conviene trazar sobre los tabloncillos que forman las guías una serie de paralelas horizontales, distantes entre sí un centímetro, como se indica en la figura. Haciendo que el origen de la escala coincida con la altura del umbral, se puede leer inmediatamente H, cuidando de hacer la lectura á algunos decímetros del vertedero, en la parte en que la superficie del agua es sensiblemente horizontal.

Bastan dos peones para preparar el vertedero en pocos minutos.

La marcha de las operaciones y las precauciones que se deben observar son las siguientes:

- a) Escoger un punto en que la profundidad sea pequeña y la corriente regular.
- b) Evitar los codos y las partes demasiado sinuosas, dando la preferencia á los tramos rectilíneos.
- c) Colocar el vertedero perpendicularmente á la dirección de los filetes líquidos.
- d) Disponer la arista de modo que esté 0<sup>m</sup>,05 por lo menos sobre el nivel del tramo inferior.
- e) Colocar esta arista horizontalmente.
- f) Hecho esto, fijar la tabla por medio de piquetes ó empujando sus extremos en las márgenes.
- g) Restañar con césped todo el contorno del vertedero, evitando que pase el agua por debajo, y obligándola á que salga en su totalidad por la escotadura.
- h) Colocar las guías bien horizontalmente.
- i) Esperar á que se establezca el régimen normal, de modo que el nivel entre las guías permanezca estacionario.
- j) Llegado este caso, se leerá la división correspondiente de la guía, que es el valor de H.
- k) Consultar la tabla, en la que se encontrará el gasto, en metros cúbicos, correspondiente á una longitud de 0<sup>m</sup>,50 de ver-

tedero. Si el vertedero empleado es de 0,25 m., 0,50 m., 1 m. ó 2 m., habrá que multiplicar el gasto leído en la tabla respectivamente por  $\frac{1}{4}$ , 1, 2 ó 4.

l) No colocar nunca el aparato en el remanso de un molino.

m) No hacer el aforo cuando los molinos embalsan agua para funcionar por esclusadas, porque entonces el gasto obtenido no es el de la corriente natural, puesto que es aumentado artificialmente en ciertos períodos, y disminuido en otros.

El autor afirma que llevó á cabo por este procedimiento, en el espacio de tres horas, veintidós aforos en otros tantos puntos diferentes de un arroyo, acompañado sólo de dos peones.

Es, pues, un método á la vez sencillo, rápido y exacto.

A continuación trata M. Lefort de la aplicación de este procedimiento al estudio de la variación del gasto en un mismo punto según las estaciones, á la determinación del gasto medio, de la variación del gasto entre los diversos puntos de un río, y del índice característico de las corrientes, ó sea, la relación entre el gasto medio efectivo y el que resultaría si todas las aguas que caen en la cuenca corrieran por la superficie; todo lo cual es tan sencillo y elemental, y se refiere á nociones tan familiares para la mayor parte de nuestros lectores, que sería ocioso tratarlo en este lugar, aun compendiado en breve resumen, bastando con enunciarlo simplemente.

#### La separación de las traviesas y la naturaleza del balasto en los ferrocarriles.

En nuestro número de 4 de Febrero del año corriente dimos cuenta, bajo el epígrafe «Influencia del perfil de las traviesas de los ferrocarriles en el consumo de balasto y en los gastos de conservación», de los resultados de un importante estudio sobre esta materia publicado por *Zeitschrift für Bauwesen*. Su autor, señor Schubert, ha continuado aquellos estudios y publicado un nuevo y extenso trabajo, cuyas conclusiones, fundadas en experimentos que han durado dos años, formula en los siguientes términos:

1.º Debajo de cada traviesa de ferrocarril se forma, á consecuencia del bateo y del descenso de la traviesa en el balasto, un cuerpo de forma prismática, cuyo ancho y altura dependen de la distancia entre las traviesas y de la naturaleza del balasto. Cuanto más ancha es la base de la traviesa, más ancho y más elevado es aquel prisma, y viceversa.

2.º Cuanto más próximas estén entre sí las traviesas, más pronto adquiere dureza el material en el espacio comprendido entre ellas, y menores son los gastos de conservación y el consumo de balasto.

3.º Las traviesas metálicas completamente cerradas (traviesa número 51 de los ferrocarriles del Estado prusiano), experimentan una pérdida importante en la altura de la parte apisonada, es decir, que después del bateo, descienden rápidamente una cierta cantidad. Esta cantidad es de 18 á 24 milímetros con balasto de grava, de 10 á 14 con balasto de piedra machacada, mientras que con la traviesa de tabique intermedio, lo mismo que con la de madera, esta pérdida de altura alcanza apenas la mitad de las cifras susodichas.

4.º La traviesa completamente cerrada (núm. 51) exige, para la conservación de la vía, doble mano de obra y consume doble cantidad de balasto que la traviesa de tabique intermedio ó la de madera.

5.º El balasto de piedra machacada es superior al balasto de grava; desde el punto de vista de la mano de obra, el primero