

en la cual l es la longitud del vertedero, h_0 la altura del nivel del agua sobre la arista del vertedero y H la distancia vertical de esta arista al zampeado.

Para el caudal máximo de 4,722 metros cúbicos por segundo, correspondiente a una velocidad media de 1,24 metros, si se le aplica la fórmula de Chézy-Eytelwein:

$$C = K \sqrt{R \cdot J} \quad (2)$$

en la que C es la velocidad, R el radio del tubo y J la pérdida de carga por metro lineal, resulta que el valor de 50,93 que se toma habitualmente para el coeficiente K da una pérdida de carga doble de la medida experimentalmente.

Weisbach ha propuesto la fórmula

$$h = J \cdot L = \lambda \frac{L}{d} \frac{C^2}{2g}, \quad (3)$$

en la cual se tiene:

$$\lambda = 0,0144 + \frac{0,0095}{\sqrt{C}}, \quad (4)$$

lo que viene a dar al coeficiente K de la fórmula de Chézy el valor

$$K = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}$$

Para la velocidad citada anteriormente se habría obtenido para K el valor 58, en lugar de 75, que es el que resulta experimentalmente.

En el prontuario «Hütte» se encuentra la fórmula de Lang, que no es otra que la de Weisbach, en la cual se tendría:

$$\lambda = a + \frac{2b}{\sqrt{Cd}} \quad (6)$$

(a es el coeficiente de rugosidad de la pared, b un coeficiente de viscosidad igual a 0,0009 para el agua, entre 0 y 10 grados).

Si se toma para a el valor 0,02 indicado en este prontuario para un tubo muy liso, se obtiene para h el valor 93 centímetros en lugar de 63.

M. Biehl da la fórmula:

$$h = \frac{LC^2}{R} \left(0,12 + \frac{f}{R} + \frac{b}{C\sqrt{R}} \cdot \frac{\eta}{\gamma} \right), \quad (7)$$

en la cual $\frac{\eta}{\gamma}$ es un coeficiente de viscosidad variable con la temperatura, b y f coeficientes que no dependen de la rugosidad.

Si, según Biehl, se toma $a = 0,12$; $f = 0,034$ y $b \frac{\eta}{\gamma} = 0,0057$ (rugosidad IV: hormigón ordinario ó mampostería de ladrillos de juntas bien cubiertas) se tiene $h = 0,79$ metros. Si, por el contrario, se toma $f = 0,036$ y $b \frac{\eta}{\gamma} = 0,0037$ (rugosidad III: tubo de palastro galvanizado ó cemento puro) se encuentra $h = 0,70$ metros.

Las curvas de la figura 1.^a representan los valores de las pérdidas de carga que dan las diversas fórmulas, en función de la velocidad. El trazo continuo corresponde a los valores determinados experimentalmente por M. Budan. Resulta de lo expuesto que el empleo de las fórmulas usuales conduce, generalmente, a evaluaciones exageradas para las pérdidas de carga en los tubos de mucho diámetro; se podría tomar el término medio entre los resultados dados por estas fórmulas y los que se obtendrían aplicando las fórmulas de Ganguillet-Kutter ó de Bazin para canales al descubierto.

La fórmula de Ganguillet-Kutter, es la de Chézy-Eytelwein, en la cual

$$K = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J} \right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \quad (8)$$

en la que n es el coeficiente de rugosidad
Según Bazin:

$$K = \frac{87}{1 + \sqrt{n}} \quad (9)$$

De los diez coeficientes de rugosidad dados por Ganguillet y Kutter, el coeficiente $n = 0,01$ correspondiente a los canales con paredes enlucidas con cemento, darían a K el valor de 85,5. Según que, en la fórmula de Bazin, se tome entre los seis coeficientes de rugosidad el segundo, correspondiente a las mamposterías de juntas bien cubiertas, ó el primero, correspondiente a los enlucidos de cemento cuidadosamente alisados, se tiene, para la evaluación de las pérdidas de carga, valores superiores ó inferiores a los que resultan experimentalmente.

Depuración de las aguas de las alcantarillas por la piscicultura.

En el curso de una misión especial organizada a principios del presente año por el Servicio comercial de la Compañía de Orleans, para el estudio de los procedimientos de piscicultura en Alemania y principalmente en Alsacia, los expedicionarios han visitado, a las puertas mismas de Estrasburgo, un establecimiento de piscicultura instalado por esta ciudad para la depuración de una parte de las aguas de sus alcantarillas.

Después de un tamizado basto, estas aguas de alcantarillas, mezcladas con un volumen doble de agua del río, pasan por una serie de pequeños estanques donde se clarifican por completo.

En estos estanques se crían peces, casi exclusivamente carpas, que se alimentan, no de las materias orgánicas contenidas en estas aguas residuales, sino de pequeños organismos inferiores (plankton) que se desarrollan abundantemente bajo la acción de estas sustancias fertilizadoras.

Las aguas de las alcantarillas deben, por otra parte, utilizarse antes de las primeras manifestaciones de la putrefacción.

La carpa es el pez que da mejores resultados en estos estanques. Se pone en ellos individuos que cuentan dos veranos y con un peso medio de 500 gramos, y se les saca, en el otoño siguiente, en buenas condiciones para la venta y pesando un kilogramo y medio ó más.

La producción anual por hectárea puede llegar a 1.000 kilogramos, y aun exceder este peso. Partiendo de un término medio inferior a la realidad, de 500 a 600 kilogramos a un precio de 1,50 francos, los estanques de Estrasburgo pueden producir 750 a 900 francos por hectárea. Cada hectárea basta para la depuración normal de las aguas sucias de 2.000 a 3.000 habitantes.

Los peces de estos estanques se venden con facilidad; puestos a la venta después de una corta permanencia en unos estanques de agua de río, no tienen ningún olor y su gusto no ofrece ninguna diferencia con el de los peces de los estanques ordinarios.

Los resultados de este procedimiento original y lucrativo de depuración de las aguas de alcantarillas han llamado la atención de los Municipios de las poblaciones alemanas y parece, dicen *La Science au XX^e Siècle* y el *Journal des Transports* que tratan de este asunto, que también es susceptible de interesar a los Municipios de otros países.