

y conservación de los materiales, ó sean los gastos generales del almacén, tampoco pueden ser conocidos con el detalle suficiente en el momento de efectuarse para hacer con exactitud su repartición, en los diferentes servicios y presupuesto.

Aquí debe hacerse presente, para evitar juicios equivocados, que las diferencias que se ventilan y existen, entre cargar por estimación aproximada, y arbitraria hecha *á priori*, ó por cuenta exacta deducida *á posteriori*, en los diferentes casos que ocurren en la práctica, son de mucha importancia en sí mismas y además acarrear los graves inconvenientes, que consisten en impedir que se sepa el gasto verdadero de cada obra y servicio y en hacer que, hasta cierto punto, sean variables los créditos de los presupuestos aprobados por la Superioridad.

Un ejemplo; si 100 toneladas de carbón se cargan en conservación del cauce navegable, y luego 30 de éstas se consumen en una excavadora que realiza obras nuevas, resultarán dos cosas: inexacto y sobrecargado el precio del metro cúbico de dragado de conservación del cauce, ó inexacto y rebajado el precio del metro cúbico removido por la excavadora. Además habrá venido á aumentarse en el valor de las 30 toneladas de carbón el importe del presupuesto de la obra nueva realizada por la excavadora, y á disminuirse en otro tanto el presupuesto de las obras de conservación; y todo esto de un modo inevitable, porque *á priori* al comprar el carbón no se puede presumir con cargo á qué presupuesto, ó presupuestos de los varios disponibles, se va á hacer el consumo de la cantidad comparada. Es, pues, inevitable el error si no se hace una cuenta de carácter general de la que resulte, después de consumido el efecto, la parte que ha correspondido á cada trabajo ó servicio.

Y la repetición de estos errores, cada vez que se compra un mismo material, realizada además con todos los materiales, que son muchos, de uso general en los diferentes trabajos y servicios, y en la mano de obra de algunas unidades ocasiona, como se ha dicho antes, diferencias de grande importancia que alteran gravemente el costo de las obras así resultante y conculcan disposiciones de la Superioridad relativas á presupuestos cuyo cumplimiento exige ésta siempre con gran rigor y severidad.

Una vez más se va á repetir, que si esta modificación de contabilidad no se ha hecho antes por la Dirección facultativa ha sido, sin duda alguna, como ya se ha manifestado, porque hasta hace poco tiempo no había otra cosa que gastos de conservación ordinaria, más ó menos intensa, caso en el que la cuenta de presupuesto más escrupulosa quedaba cumplida con llevar una sola cuenta, y el espíritu más curioso quedaba satisfecho con la estadística nimia que de inmemorial se llevaba en el puerto de Sevilla.

(Se concluirá.)

LUIS DE MOLINÍ.

REVISTA EXTRANJERA

La nueva fórmula de Bazin para el cálculo del gasto en canales descubiertos.

En el estudio del movimiento uniforme de los líquidos en canales descubiertos, la teoría conduce á una ecuación de la forma

$$RI = f(U),$$

en la cual, como saben nuestros lectores, R representa el radio medio (cociente del área de la sección por el perímetro mojado), I la pendiente del fondo del canal ó del eje hidráulico, que son paralelos en este caso, y U la velocidad media. La función de U no puede ser determinada sino experimentalmente, y de aquí que se hayan adoptado, para tener en cuenta las diversas circunstancias que influyen en el movimiento, y especialmente el grado de rugosidad del lecho, formas muy distintas, algunas de ellas muy complejas, y en las que se introducen no sólo diversos coeficientes, sino las mismas variables R é I. Se intentó en un principio representar los resultados de gran número de aforos directos por fórmulas monomías de la forma $R^m I^n = bU^p$, en la cual b es un coeficiente numérico; pero se observó que no podía conseguirse una aproximación suficiente á causa de su excesiva sencillez, como lo demostró el mismo Bazin en uno de los numerosos estudios que ha publicado sobre esta materia. En vista de ello adoptó la forma muy conocida

$$\frac{RI}{U^2} = \alpha + \frac{\beta}{R}$$

siendo α y β dos constantes que fijó para cuatro casos diferentes, obteniendo las siguientes fórmulas prácticas:

- 1.º Paredes muy unidas... $\frac{RI}{U^2} = 0,00015 \left(1 + \frac{0,03}{R}\right)$
- 2.º Paredes unidas..... $\frac{RI}{U^2} = 0,00019 \left(1 + \frac{0,07}{R}\right)$
- 3.º Paredes poco unidas.. $\frac{RI}{U^2} = 0,00024 \left(1 + \frac{0,25}{R}\right)$
- 4.º Paredes de tierra. $\frac{RI}{U^2} = 0,00028 \left(1 + \frac{1,25}{R}\right)$

M. Bazin acaba de publicar en el periódico oficial de los Ingenieros de puentes y calzadas una nueva fórmula en que tiene en cuenta un gran número de aforos ejecutados posteriormente á la fecha en que dió á conocer las fórmulas que acabamos de recordar. Esta fórmula se justifica ampliamente en la memoria á que nos referimos, comparándola con la de Ganguillet y Kutter y con los resultados de una infinidad de aforos, en los cuales ha tenido en cuenta las correcciones que se deben introducir por haberse empleado procedimientos diferentes, á fin de hacerlos comparables.

Ha adoptado la forma

$$\sqrt{\frac{RI}{U^2}} = \alpha + \frac{\beta}{\sqrt{R}}$$

Se observa en las antiguas fórmulas del mismo autor que, para caracterizar el grado de rugosidad del lecho, es necesario hacer variar á la vez los coeficientes α y β ; con la nueva forma que adopta, el primer coeficiente es constante, $\alpha = 0,0115$, y únicamente el segundo varía con la naturaleza del cauce; si se representa por y el valor $\sqrt{\frac{RI}{U^2}}$ y por x el de $\frac{1}{\sqrt{R}}$, la ecuación anterior se convierte en

$$y = 0,0115 + \beta x;$$

y si se representa la razón $\frac{\beta}{\alpha}$ por γ , se obtiene

$$y = 0,0115 (1 + \gamma x).$$

Se ve que esta ecuación representa un haz de rectas que concurren en el punto cuyas coordenadas son $x = 0$; $y = 0,0115$.

La fórmula de Kutter y de Ganguillet, transformada del mismo modo, es como sigue:

$$y = n + \frac{K n^2}{1 + K n} (x - 1),$$

en la cual

$$K = 32 + \frac{0,00155}{I}$$

y n es un coeficiente que depende de la rugosidad del cauce.

Como K depende de I , á cada valor de n corresponderá un haz de rectas que pasa por el punto $x=1$, $y=n$, y cuyos coeficientes angulares límites son los correspondientes á $I=0$, $I=\infty$; sus valores son n y $\frac{23 n^2}{1 + 23 n}$ respectivamente.

Dibujando las rectas que acabamos de definir y los puntos que representan los experimentos que ha coleccionado, ha construido el autor un cuadro que justifica la fórmula propuesta.

M. Bazin clasifica todos los casos posibles en seis categorías, caracterizadas por los valores del coeficiente γ de su nueva fórmula.

Estas categorías se definen como sigue:

PRIMERA CATEGORÍA.—*Paredes muy unidas* (cemento alisado, madera acepillada, etc.)—Valor del coeficiente, $\gamma = 0,06$.

SEGUNDA CATEGORÍA.—*Paredes unidas* (tablones, piedra de sillería, ladrillo, etc.)—Valor del coeficiente, $\gamma = 0,16$.

TERCERA CATEGORÍA.—*Paredes de mampostería*.—Valor del coeficiente, $\gamma = 0,46$.

CUARTA CATEGORÍA.—*Canales de tierra*.—Valor del coeficiente, $\gamma = 1,30$.

QUINTA CATEGORÍA.—*Canales de tierra que ofrecen una resistencia excepcional*.—Valor del coeficiente, $\gamma = 1,75$.

Esta última categoría comprende los canales en que el lecho está cubierto de hierbas ó de piedras y otros casos semejantes.

Se observa además entre las categorías tercera y cuarta un incremento brusco de γ , que se traduce en el cuadro gráfico por un claro de mucha consideración. M. Bazin ha admitido en vista de ello una categoría intermedia que llama 3 bis, y á la cual asigna un coeficiente $\gamma = 0,85$.

El importante estudio de M. Bazin termina con unas tablas que dan los valores $\frac{\sqrt{RI}}{U}$ y de $\frac{U}{\sqrt{RI}}$ para valores del radio medio comprendidos entre 0,05 y 20 metros. Estos valores se hallan calculados para cada una de las seis categorías que acabamos de definir. Un apéndice contiene los resultados de todos los aforos que se han tenido en cuenta, convenientemente clasificados.

Es de gran importancia este nuevo estudio de M. Bazin, á quien tanto debe la hidráulica, y parece probable que llegará á generalizarse en la práctica su nueva fórmula, sustituyendo á la de Ganguillet y Kutter, así como ésta había obtenido la preferencia respecto á la antigua de Bazin, al menos fuera de Francia, por interpretar mayor número de experimentos directos y ceñirse mejor, por consiguiente, á la verdadera ley del movimiento.

Observaciones sobre el desgaste de los afirmados y el empleo de carriles metálicos en las carreteras.

El periódico alemán *Zeitschrift für Architektur und Ingenieur-Wesen* ha publicado recientemente un trabajo del Ingenie-

ro Sr. Gravenhorst, que tiene por objeto dar cuenta de los ensayos y observaciones acerca del desgaste de los firmes de piedra machacada, trabajos que comenzó en 1880 y ha proseguido sin interrupción durante diez y seis años.

Como consecuencia de dichas observaciones, que expone muy detalladamente en el citado estudio, llega á afirmar que los firmes de piedra machacada son impropios para el servicio de un tráfico de mucha consideración. Una gran parte del esfuerzo de tracción se emplea en reducir á polvo las piedras del afirmado, lo cual origina un aumento de coste, tanto en la tracción como en la conservación de la vía. Hace notar que estos inconvenientes son menores en los empedrados de adoquines de tamaño pequeño, aunque en ellos, aun siendo de hierro, cada junta crea una resistencia y provoca el desgaste de los adoquines.

En vista de esto, el autor estableció, en la carretera de Stade á Hollern, Hanover, una sección de 500 metros con carriles metálicos. Se reducían estos carriles á dos bandas de acero de 150 milímetros de ancho por 10 de espesor, siendo su peso por metro lineal, 10 kilogramos. Presentaban al exterior una superficie cóncava, cuya flecha era de dos milímetros y medio, y los adoquines contiguos tenían un resalto de 15 milímetros. Estos carriles descansaban sobre un cimiento de hormigón.

Se establecieron en Septiembre de 1894, y desde aquella fecha hasta que escribió el Sr. Gravenhorst la memoria á que nos referimos (á principios del año 1896), los resultados obtenidos fueron satisfactorios. El mismo autor indica, sin embargo, que la reforma no ha sido del agrado de todos los cocheros y carreteros de aquella localidad, pues muchos de ellos no utilizan los carriles.

Hace observar también que no es una novedad el establecimiento de carriles en los caminos ordinarios. Hacia mediados del siglo último se emplearon en Inglaterra para el transporte de carbones, y en la antigüedad construyeron los romanos, y quizás también los griegos, vías de esta clase.

Haremos notar que las ideas del Ingeniero alemán Sr. Gravenhorst se hallan perfectamente conformes con las que han emitido repetidas veces en las columnas de la REVISTA algunos de nuestros colaboradores.

El leño eléctrico.

En una de las últimas sesiones de la Asociación de Ingenieros civiles de Francia, M. Fernand Le Roy presentó un nuevo aparato de calefacción por la electricidad, al cual ha dado el nombre de «leño eléctrico». Este aparato está constituido por una barra de silicio puro, aglomerado y encerrado en un tubo de vidrio en que se ha hecho el vacío. Es, en suma, una lámpara de incandescencia de forma cilíndrica, en la cual el filamento de carbono se halla reemplazado por un cilindro de silicio de algunos milímetros de diámetro.

M. Le Roy ha elegido el silicio después de haber ensayado sucesivamente varios otros cuerpos; lo ha adoptado á causa de su resistencia; en efecto, la resistencia específica del silicio es 13.333 veces mayor que la del carbono de las lámparas y 235.294 veces la del melchor.

M. Le Roy ha conseguido fabricar silicio en condiciones económicas, de suerte que un leño eléctrico puede valer de 3 á 3,50 francos. Según sus cálculos, el empleo de la electricidad comparado con el del gas costará, para la calefacción de una estufa, un quinto más que con los aparatos de gas más perfeccionados,