

tud de esta nueva organización se segregará de las 21.000 pesetas consignadas en el cap. 27, art. 2.º para indemnizaciones por salidas de los Ingenieros mecánicos.

Artículo transitorio.—Para pasar de la actual á la nueva organización se formará con el personal existente, y partiendo siempre de la antigüedad consignada en el art. 3.º, la plantilla que sigue:

Un Ingeniero primero, Jefe de Negociado de primera clase, con el sueldo de 6.000 pesetas.

Dos Ingenieros primeros, Jefes de Negociado de segunda, con el de 5.000 pesetas.

Cuatro Ingenieros primeros, Jefes de Negociado de tercera, con el de 4.000 pesetas.

Nueve Ingenieros segundos, Oficiales primeros, con el de 3.500 pesetas.

De esta plantilla se pasará á la definitiva, amortizando una plaza de 4.000 pesetas y cinco de 3.500 hasta crear las siete de 3.000, á medida que ocurran vacantes en el escalafón.

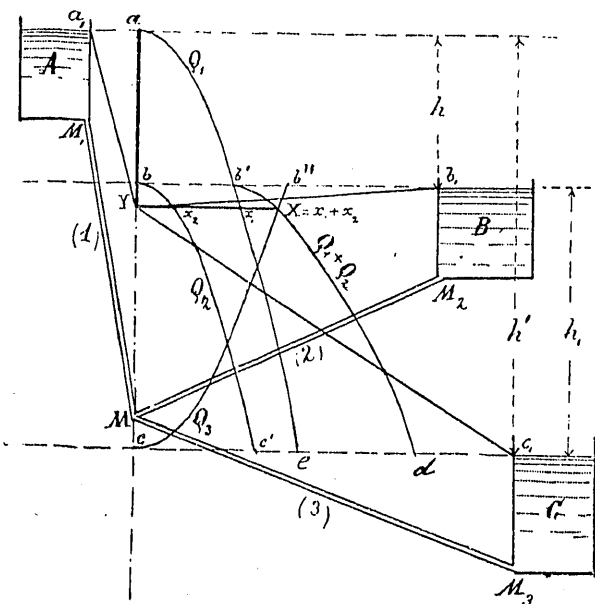
Es aplicable el presente Real decreto en sus efectos á contar de la fecha de 1.º de Julio último en que empezó á regir el presupuesto vigente.

SECCIÓN DOCTRINAL

RESOLUCIÓN GRÁFICA DE UN PROBLEMA DE HIDRÁULICA

Cuando se tienen tres cañerías MM_1 , MM_2 , MM_3 que, partiendo de un mismo punto M ponen en comunicación tres depósitos A B C (figs. 1.ª y 2.ª), cuyos niveles, supuestos constantes, se encuentran á alturas distintas, en el caso en que son conocidos los diámetros y las longitudes de cada una de las tres cañerías, puede determinarse el régimen de la alimentación, es decir, el caudal de agua ó gasto Q que conducirá cada tubería, averiguando también si el depósito intermedio B recibe agua del A ó concurre con éste á la alimentación de C .

Fig 1.ª



La resolución del problema depende de la determinación de la altura piezométrica MY (figs. 1.ª y 2.ª), ó sea de la presión del agua en el punto M , valor que será conocido cuando lo sea αY pérdida de carga de la cañería MM_1 en su extremidad M . Si el punto Y está más alto que el nivel de B (fig. 2.ª), el depósito A alimentará á los dos, B y C . Cuando el punto Y esté más bajo que el nivel de B , los depósitos A y B alimentarán al C (fig. 1.ª).

Sean h y h' las diferencias respectivas de los niveles de los depósitos B y C con el de A , y $h_1 = h - h'$ la diferencia de nivel de los depósitos B y C entre sí.

Llamaremos Q_1 el gasto de la cañería (1) MM_1 , L_1 la longitud y D_1 su diámetro. Del mismo modo designaremos por Q_2 , L_2 , D_2 los mismos elementos de la cañería (2) MM_2 , y por Q_3 , L_3 , D_3 los de la (3) MM_3 .

Supongamos que el depósito A alimenta á los B y C (fig. 2.ª); las ecuaciones que enlazan los diversos elementos del problema son: (*)

$$\alpha Y = y_1 = \frac{64b_1 L_1}{\pi^2 D_1^5} Q_1^2 (\alpha); \quad Yb = h - y_1 = \frac{64b_1 L_2}{\pi^2 D_2^5} Q_2^2 (\beta); \quad Yc = h' - y_1 = \frac{64b_1 L_3}{\pi^2 D_3^5} Q_3^2 (\gamma)$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3.$$

Estas cuatro ecuaciones sirven para determinar las cuatro cantidades desconocidas Q_1 , Q_2 , Q_3 , Y .

Si estas cuatro ecuaciones no son compatibles entre sí, como sucede cuando los dos depósitos A y B alimentan al C , tendríamos que combinar las tres primeras (α) (β) (γ) con la $Q_1 + Q_3 = Q_2$.

La mayor parte de los autores, en vista de la dificultad de resolver el sistema de estas cuatro ecuaciones, proponen hallar el valor de y_1 por tanteos, auxiliándose de las tablas que enlazan las pendientes de las líneas de carga con los diámetros y los gastos.

El problema puede resolverse gráficamente, con una gran sencillez, obteniendo el valor de y_1 y los de Q_1 , Q_2 , Q_3 con bastante exactitud para los resultados prácticos.

El gasto variable Q_1 de la cañería MM_1 dependerá únicamente del valor de y' en la extremidad M , y estará dado por la ecuación $y' = \frac{64b_1 L_1}{\pi^2 D_1^5} Q_1^2$. Suponiendo que varíe y , los gastos estarán representados por una parábola de eje vertical cuyo vértice es α y cuyo parámetro es $\frac{\pi^2 D_1^5}{2 \times 64 b_1 L_1}$. Si determinamos

un punto de la parábola, como conocemos el eje y el vértice, tendremos elementos suficientes para determinar gráficamente cuantos puntos y tangentes necesitemos para dibujar con precisión la curva.

La ecuación anterior la podemos poner bajo la forma $\frac{y'}{L_1} = j_1 = \frac{64b_1}{\pi^2 D_1^5} Q_1^2$. La letra j representa la pendiente de la línea de carga y las tablas de Debaue, Darey ú otros que relacionen pendientes, diá-

(*) Véase Bresse. *Hydraulique*.—Flamant, Collignon, etc.

metros y gastos, nos darán, conocido D_1 para un valor de y el valor de Q_1 correspondiente.

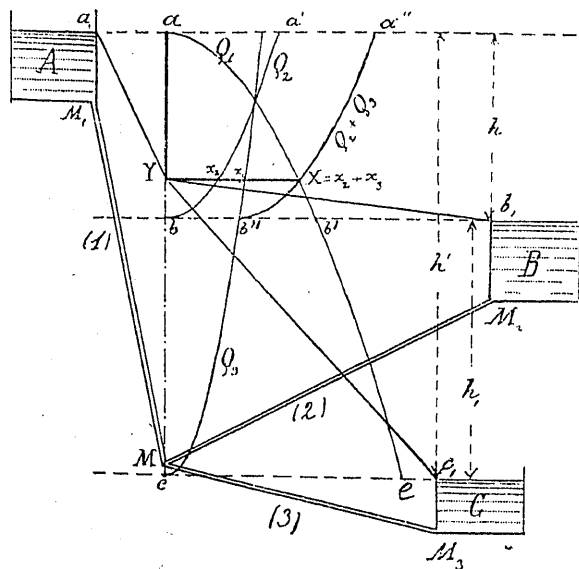
Hagamos $y' = h$ y obtendremos para Q_1 un valor Q_1' . Eligiendo una escala para representar los gastos, tomaremos (figs. 1.^a y 2.^a) $bb' = Q_1'$ á partir de b sobre la línea bb_1 . Conociendo el eje Ma , el vértice a y un punto b' , tendremos elementos geométricos bastantes para trazar la parábola $ab'e$, que será la de los gastos Q_1 .

La cañería MM_3 proporcionará al depósito C volúmenes Q_3 , que dependerán de la carga que exista en el punto M, y estarán dados por las fórmulas:

$$y''' = \frac{64b_1}{\pi^2 D_3^5} L_3 Q_3^2, \quad \frac{y'''}{L_3} = j_3 = \frac{64b_1}{\pi^2 D_3^5} Q_3^2.$$

Haciendo $y''' = h_1$, $\frac{h_1}{L_3} = j_3$. Con los argumentos j_3 y D_3 las tablas nos darán el gasto Q_3' ; tomando con la escala de gastos $bb'' = Q_3'$, á partir de b tendremos un punto de la parábola cuyo vértice es c , y podremos trazar la curva de los gastos Q_3 .

Al determinar $bb'' = Q_3$ se pueden presentar dos casos: ó $bb' < bb''$, como en la fig. 1.^a, ó $bb' > bb''$, como en la fig. 2.^a Si bb' es menor que bb'' , esto nos dice que el depósito A y el B alimentan ambos al C. Cuando bb' es mayor que bb'' (fig. 2.^a), el depósito A alimenta á los dos B y C. Supongamos el primer caso en que $bb' < bb''$; tendremos $Q_1 + Q_2 = Q_3$.

Fig 2.^a

El caudal que suministre la cañería MM_2 dependerá de la carga en el punto M; la ecuación de los gastos será:

$$y'' = \frac{64b_1}{\pi^2 D_2^5} L_2 Q_2^2, \quad \frac{y''}{L_2} = j_2 = \frac{64b_1}{\pi^2 D_2^5} Q_2^2.$$

Podremos construir la parábola bc' de los gastos, cuyo vértice es b , conociendo un punto, por ejemplo, el c' , que corresponde á $y'' = h$.

Si á las ordenadas de la parábola de los gastos Q_1 sumamos las de la parábola bc' de los gastos Q_2 , tendremos la parábola $b'd'$ de los gastos $Q_1 + Q_2$.

El punto X de intersección de esta curva con la de los gastos Q_3 , nos da $Q_1 + Q_2 = Q_3$. Refiriendo este punto á la vertical aM , obtendremos el punto Y que determina la posición de las tres líneas piezométricas a_1Y , b_1Y , Yc .

Los gastos pedidos serán $Q_1 = Xx_1$, $Q_2 = Yx_2$, $Q_3 = YX$.

Cuando $bb' > bb''$ (fig. 2.^a), como el depósito B recibe agua del A, construiremos invertida la parábola Q_2 . En este caso $Q_1 = Q_2 + Q_3$. Sumando las ordenadas de las parábolas ba' y cb'' obtendremos la curva $b''a''$ de los gastos $Q_2 + Q_3$; su intersección con la Q_1 nos dará los puntos X é Y.

Los gastos pedidos serán

$$Q_1 = XY, \quad Q_2 = Yx_2, \quad Q_3 = Yx_3.$$

Las líneas piezométricas estarán representadas por las a_1Y , Yb_1 , Yc .

Ejemplo 1.^o: $h = 40$ m, $h' = 72$ m, $L_1 = 800$ m, $D_1 = 0,20$, $L_2 = 900$, $D_2 = 0,20$, $L_3 = 1.200$, $D_3 = 0,25$

$$j'_1 = \frac{40}{800} = 0,05, \quad j'_2 = \frac{72}{900} = 0,08,$$

$$j'_3 = \frac{72}{1.200} = 0,06.$$

Las tablas de Débaube dan

$$\begin{aligned} j'_1 &= 0,05, & D &= 0,20, & Q'_1 &= bb' = 0,0647 \\ j'_2 &= 0,08, & D &= 0,20, & Q'_2 &= cc' = 0,0823 \\ j'_3 &= 0,06, & D &= 0,25, & Q'_3 &= bb'' = 0,1252 \end{aligned}$$

$bb' < bb''$. El trazado gráfico se dispondrá como en la fig. 1.^a; se obtendrá $Q_1 = 0,0710$; $Q_2 = 0,0250$; $Q_3 = 0,0960$.

Ejemplo 2.^o: $h = 50$, $h_1 = 70$, $L_1 = 1.000$, $D_1 = 0,25$, $L_2 = 1.000$, $D_2 = 0,20$, $L_3 = 777$, $D_3 = 0,15$

$$j'_1 = \frac{50}{1.000} = 0,05, \quad j'_2 = \frac{70}{1.000} = 0,07,$$

$$j'_3 = \frac{70}{777} = 0,09.$$

Las tablas de Débaube dan

$$\begin{aligned} j'_1 &= 0,05, & D &= 0,25, & Q'_1 &= bb' = 0,1149 \\ j'_2 &= 0,07, & D &= 0,20, & Q'_2 &= aa' = 0,0769 \\ j'_3 &= 0,09, & D &= 0,15, & Q'_3 &= bb'' = 0,0418 \end{aligned}$$

$bb' > bb''$. El trazado gráfico tendrá la disposición de la figura 2.^a $Q_1 = 0,0910$; $Q_2 = 0,0370$; $Q_3 = 0,0540$.

S. FREART.

29 Febrero 96.