

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.

COMPROBACIÓN

DE LA

FORMULA DADA PARA LAS PRESAS-VERTEDEROS (1)

La fórmula general

$$x = \frac{y + h}{\sqrt{k-1}}$$

que dedujimos para las presas-vertederos, de las cuales son las de embalse meramente un caso particular, bien merece la pena de ser comprobada, como toda nueva teoría, antes de su aplicación, máxime si su autor es de personalidad tan modesta cual la mía.

Vamos, pues, á demostrar que en los diques construídos con el perfil trapezoidal correspondiente, la presión unitaria en su fábrica, para cualquier punto del paramento anterior, es por lo menos igual á la ejercida por el agua en aquel mismo punto.

En uno cualquiera B , del paramento de aguas arriba, definido por su cota y bajo la rasante de coronación de la presa, la presión unitaria ó trabajo de la fábrica se debe al peso P_1 del trozo de muro $BOAM$ superior á la hilada BM considerada, y al del agua que carga sobre dicha coronación, $OAN'N$.

Este último P' es equivalente á $x_0 h$ siendo x_0 el valor de x para $y = 0$, ó sea el ancho de la repetida coronación

$$x_0 = \frac{h}{\sqrt{k-1}}$$

y de consiguiente

$$P' = x_0 h = \frac{h^2}{\sqrt{k-1}}$$

Á su vez, el peso de la fábrica viene dado por el producto del área del trapecio por el coeficiente k , representativo del peso específico del muro en el agua de avenidas

$$P_1 = k \frac{x_0 + x}{2} y = k \frac{y + 2h}{\sqrt{k-1}} y.$$

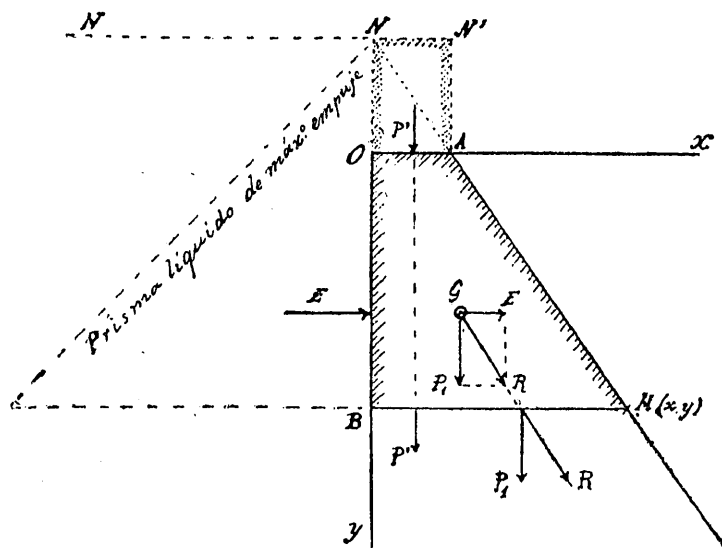
De modo que la carga total que actúa sobre la junta en cuestión es

$$P = P_1 + P' = k \frac{y + 2h}{\sqrt{k-1}} y + \frac{h^2}{\sqrt{k-1}}.$$

La presión unitaria p ejercida en el punto B por este peso total P viene expresada, según la ley del trapecio, por la fórmula

$$p = \frac{2P}{x} \frac{2x - 3d}{x}$$

que indica equivale al doble de la presión media $\frac{2P}{x}$ multiplicada por una cantidad $\frac{2x - 3d}{x}$ dependiente de la posición d de los pesos que integren la carga total P , ó sea del punto de peso de esta resultante.



Dicha presión media duplicada sobre esa junta de longitud

$$x = \frac{y + h}{\sqrt{k-1}}$$

tiene para valor

$$\frac{2P}{x} = k \frac{y + 2h}{y + h} y + \frac{2h^2}{y + h}$$

(1) Véase el núm. 1.791 de esta REVISTA, correspondiente al 30 de Enero.

Y en cuanto á la cantidad

$$\frac{2x - 3d}{x}$$

para el peso P del agua que carga sobre la presa, como

$$\text{aquí } d = \frac{x_0}{2} = \frac{h}{2\sqrt{k-1}}$$

resulta

$$\frac{2x_0 - 3d}{x_0} = \frac{2x_0 - \frac{3}{2}x_0}{x_0} = \frac{1}{2}$$

y para el peso P_1 del macizo habrá de recordarse que, al hacer $m = 1$ en la fórmula más general que primero hallemos para todos los perfiles que cumplen la condición de Levy, obligamos á que

$$\frac{x}{n} = d = \frac{x}{3} \frac{2k-1}{k}$$

por la razón de ser

$$m = 2k \frac{2n-8}{n} - 1 = 1,$$

y por tanto,

$$n = \frac{3k}{2k-1}$$

De manera que entonces se deduce

$$\frac{2x - 3d}{x} = \frac{2x - x \frac{2k-1}{k}}{x} = \frac{1}{k}$$

y en consecuencia

$$p = \frac{2P}{x} \frac{2x - 3d}{x} = \frac{2P_1}{kx} + \frac{2P'}{2x} = \frac{y+2h}{y+h} y + \frac{h^2}{y+h} \\ = \frac{(y+h)^2}{y+h} = y+h,$$

presión exactamente igual á la unitaria ejercida por el agua en el punto B .

Pero si no se juzgase aceptable la indicada composición de fuerzas, por ejemplo, á causa de suponer inadmisibile que el espesor de la lámina vertiente se mantenga constantemente igual á h en toda la latitud de la coronación, es siem pre necesario reconocer que en el borde anterior O de dicha cresta ha de existir una presión hidráulica equivalente á esa altura de carga h . Por tanto, transmitiéndose la referida presión á todo lo largo del paramento vertical, de arriba á abajo, resulta evidente que en el punto B considerado ha de añadirse á la presión producida por el peso de la fábrica superior la h debida al agua

$$p = h + \frac{y+2h}{y+h} y$$

y como quiera que h es mayor que

$$\frac{h}{1 + \frac{y}{h}} = \frac{h^2}{y+h}$$

cantidad que convierte el valor de la presión unitaria p reinante en el punto B , en

$$p = y + h$$

resulta á la postre que dicha presión es algo mayor que $y + h$ y tanto más cuanto que la cota y es más grande; lo cual no altera en definitiva la prescripción de Levy, que sólo impuso la contraria, esto es, que dicho trabajo de la fábrica en el paramento de aguas arriba nunca fuese menor y sólo á lo sumo equivalente al empuje unitario del agua en el punto considerado de aquí.

En el terreno de los hechos, conviene observar que, sin embargo, la presión en el paramento anterior apenas si llegará nunca á ser superior á la susodicha tensión del líquido, atendiendo á la componente horizontal que en el peso del agua sobre la presa entra, á consecuencia del rozamiento originado contra su coronación, por la velocidad con que el agua pasa por encima de ella; cuya pequeña fuerza da margen á cierta variante en la posición de dicha carga hidráulica, que un poco corrida hacia el interior del macizo disminuye un tanto la presión en su cara delantera.

De todas suertes, al pasar del perfil teórico al práctico, así como se procederá generalmente á redondear los ángulos, conforme indicábamos en nuestro artículo anterior, será corriente aumentar el espesor del muro en su coronación respecto al que da la fórmula

$$x = \frac{y+h}{\sqrt{k-1}}$$

ó sea

$$x_0 = \frac{h}{\sqrt{k-1}};$$

siguiendo la costumbre de otorgar al umbral del vertedero una anchura suficiente para resistir el choque accidental de cuerpos flotantes, tales como maderas ó hielos; por más que, dicho sea en honor á la verdad, no conocemos la manera de someter al cálculo semejantes esfuerzos.

ENRIQUE G. GRANDA.

Pantano de Buseo 23 de Enero de 1910.

NOTA. El buen juicio de los lectores habrá subsanado alguna errata, muy disculpable, deslizada en el artículo precedente. Sólo, pues, advertiremos que la figura 3.^a debió ocupar el lugar donde se situó la 5.^a, y ésta en cambio intercalarse, mucho más antes, en el párrafo que trata del área $\int y dy$ del perfil. También hubo un $x3$, que es en realidad $x/3$.

VIAJE DEL EXCMO. SR. MINISTRO DE FOMENTO Á MÁLAGA Y AL NORTE DE ÁFRICA

Un violento temporal de Levante, producido por el huracán que tronchaba árboles y derribaba los vehículos en las mismas calles de Málaga, nos retuvo en ésta, á causa de que el General Sr. Ferrer aconsejó al Sr. Ministro que se demorase un día en hacer la travesía del Estrecho, toda vez que de todas suertes resultaba imposible desembarcar en Melilla, por estar su bahía desprovista de diques artificiales y hallarse completamente abierta é indefensa contra mares gruesas, como la que había en el Mediterráneo á nuestra llegada á la bella capital andaluza.

Deseosos nuestros compañeros de Málaga de ofrecer al Sr. Gasset motivo en que desarrollar su constante afán de conocer las necesidades del país, para darles debida satisfacción, organizaron dos excursiones que no puedo dejar de reseñar, ya que si bien no fueron ellas las que motivaron el viaje, merecían uno especial á causa del interés que entra-