

medio de galerías revestidas de sillería, que van empujadas en la roca por tres contrafuertes ó rastrillos de mampostería hidráulica, evitando además las filtraciones á través del terreno.

Con la disposicion que se acaba de indicar sólo la bóveda de dichas galerías estará en contacto con el macizo de la presa; y como se hallan contrarestandos los empujes de dentro á fuera por la solidez del terreno, y aumenta considerablemente la seccion de desagüe de la galería á medida que se separa del paramento anterior, á fin de disminuir la velocidad de las aguas, cree el autor del proyecto conseguir la mayor parte de las ventajas anejas á los desagües independientes, que no adopta por el elevado coste que tendrían en el caso actual.

Hallándose estas galerías sometidas á presiones exteriores, se ha adoptado para su seccion la forma ovoide adovelada en todo su perimetro, dando un espesor de 0,40 metros á todo el revestimiento hecho de buena sillería; y para determinar las dimensiones de aquélla se tiene en cuenta que los arrastres que afluirán al embalse serán casi totalmente arenosos y en escaso volumen relativamente á la generalidad de las construcciones de esta clase, y que el embalse solamente se limpiará una vez por año.

Como la compuerta colocada en el paramento vertical del muro debe ser rectangular, se pasa de esta forma á la de la galería por medio de una superficie alabeada.

En virtud de estas consideraciones y de la necesidad de emplear tapas de sillería en la cubierta, se fija la anchura en la entrada de la galería en 0,80 metros, con lo que resulta un metro para la altura, y por lo tanto, una seccion de 1,60 metros cuadrados; esta superficie aumenta progresivamente, segun queda dicho, llegando á ser la seccion exterior de las galerías de 5,30 metros cuadrados.

La galería de toma, cuya solera se coloca á 4,60 metros sobre el plano superior de cimientos, obedece en un todo en su disposicion á los mismos principios que las de fondo. Su seccion, calculada de modo que pueda dar la dotacion entera del canal cuando el agua del embalse se halle á un metro sobre su cubierta, tiene en la boca de entrada 0,50 metros de ancho y 0,70 metros de altura, dando una seccion de 0,35 metros cuadrados. El revestimiento de esta galería se proyecta tambien de sillería aplantillada de 0,30 de espesor general.

Calculada, segun se ha dicho anteriormente, la longitud necesaria de vertedero, se distribuye ésta desigualmente en las dos laderas, en proporcion de

su inclinacion respectiva, para dar la menor altura posible á los córtes extremos de la roca.

Siendo necesario establecer un puente de servicio para dar paso á los encargados de maniobrar las compuertas, teniendo en cuenta, por una parte, el gasto que esta construccion representa, y por otra la consideracion de que podria aprovecharse este gasto con un pequeño aumento para elevar la potencia del embalse, el autor del proyecto propone la ejecucion de pilas de mampostería con tajamares é imposta de sillería de 0,80 metros de grueso, dejando entre sí claros de dos metros, que llevan ranuras para colocar unas viguetas y cerrar por este medio la altura de los vertederos que se quiera á partir de la solera. En armonía con el muro principal estas pilas tienen 2,45 metros de longitud entre los puntos extremos de los tajamares en la coronacion, y puesto que han de sostener fuerte empuje de agua el mismo talud de 0,45 que el tramo superior del perfil de dicho muro. Sobre estas pilas puede establecerse un paso de simples tablones para los encargados de la maniobra de las compuertas y de estos mismos cierres provisionales.

Los vertederos llevan del lado de la presa un muro de contencion de un metro de espesor en la coronacion, de paramento interior vertical y el exterior con talud de 0,45, que tienen por objeto separar las aguas vertientes del pié de aquéllos. Estos muros se proyectan de mampostería ordinaria, y se cubrirán con una capa de cemento de dos centímetros de espesor.

Los vertederos presentan además fuertes encachados de mampostería hidráulica con dos cadenas ó rastrillos de sillería desbastada para contenerlos.

Se han estudiado detenida y esmeradamente las compuertas para las galerías de fondo y de toma, como asimismo los accesorios y mecanismos para su maniobra; pero no entramos en su descripcion, por no permitirlo el espacio de que disponemos.

Dirémos, para terminar, que el presupuesto importa la cantidad de 182.217 pesetas, en cuya suma se comprenden el 3 por 100 del valor de las obras y el 15 por 100 de administracion y direccion.

VARIACION

DE LAS PÉRDIDAS POR ABSORCION Y FILTRACION
EN UN CANAL CUANDO SE MODIFICA SU SECCION
Ó EL CAUDAL DE AGUA.

Las pérdidas por filtracion y absorcion sabido es que constituyen la parte más importante de los gas-

tos de agua continuos en un canal, y fácilmente se comprende que ha de alterarse su régimen con las modificaciones que experimente la seccion trasversal de la obra y con las variaciones del caudal. Las observaciones hechas hasta el presente sólo suministran datos sumamente incompletos acerca de la relacion que debe existir entre las diversas alturas de la cara de aguas y los volúmenes correspondientes de las aludidas pérdidas; y, por otra parte, sería difícil imaginar una serie de experimentos, de los que pudiera deducirse una fórmula en la que entrase como variable el desarrollo del perímetro mojado, en funcion del cual se conociese el volumen de dichas pérdidas.

Mr. Bloch ha estudiado esta cuestion con motivo del proyecto de mejora del canal de Berry, y ha dado á conocer en los *Anales de Puentes y Calzadas* una teoría que, si no con completa exactitud, explica con bastante aproximacion las variaciones que se producen en dichas pérdidas, y vamos á exponer esta teoría extractándola de la citada publicacion.

Mr. Bloch, para un aumento del volumen de agua del canal estudia, en primer término, el que experimentarán las pérdidas de que nos ocupamos, en el caso de permanecer la misma la seccion de la obra, en las partes anteriormente bañadas por las aguas; considera despues el caso de que, al par que varíe el caudal, se modifique tambien la seccion, y calcula las pérdidas correspondientes á las partes nuevas del perímetro mojado; y es evidente que sumando á estas últimas el aumento que por la mayor carga han experimentado las relativas á las partes comunes á ambos perfiles, se obtendrá el aumento total.

1.º *Aumento de las pérdidas en la superficie correspondiente al perfil primitivo.*—Supongamos, en primer lugar, que, permaneciendo constante la seccion del canal, aumenta el caudal de agua; si para las dos posiciones del nivel se considera un mismo orificio situado en la pared del canal por debajo del nivel inferior, la velocidad del líquido al atravesar este orificio es indudablemente funcion de la carga, y se puede expresar por la fórmula

$$v = p \sqrt{2gh};$$

en la que p representa un coeficiente que depende de la naturaleza del orificio y de sus prolongaciones en el macizo de la pared del canal, y h , la distancia entre el orificio que se considera y la posicion infe-

rior de la cara de aguas. El gasto será en este caso :

$$q = p \cdot s \cdot \sqrt{2gh},$$

llamando s la seccion del orificio.

Con el aumento de presion debido al nuevo nivel del agua el gasto será, designando por H el valor de h en este caso :

$$q' = p \cdot s \cdot \sqrt{2gH},$$

puesto que p puede suponerse permanece constante para las pequeñas variaciones de h ; de estas dos ecuaciones se deduce :

$$q' = q \cdot \sqrt{\frac{H}{h}} \quad (1)$$

que da la primera parte de la expresion que se busca, ó sea la referente á las partes comunes al antiguo y al nuevo perfil.

Si las hipótesis, bastante verosímiles, que han servido de base á estos cálculos son suficientemente exactas, esta última relacion es constante, cualquiera que sea el desarrollo de la parte del perímetro que se haya defendido, y dicha fórmula da con bastante precision el valor de las nuevas pérdidas correspondientes á las partes que se han conservado del antiguo perfil.

2.º *Variacion de las pérdidas debida á aumento del perímetro mojado.*—Determinado por la fórmula (1) el aumento de pérdidas correspondientes al perfil primitivo, se puede tambien evaluar con bastante aproximacion el relativo á las partes nuevas de la seccion, cuando se modifica ésta al mismo tiempo que aumenta el caudal. Pueden, en efecto, considerarse las paredes del canal como compuestas de pequeños orificios de desagüe, á traves de los cuales el gasto estará regido por la ley general de Hidráulica, á saber : *La velocidad média del agua al atravesar un orificio es funcion de la carga hidráulica que actúa sobre el centro de gravedad de este orificio*; y claro está que en la expresion que dé el valor de este gasto ha de entrar un coeficiente para representar la naturaleza de la pared supuesta homogénea.

Si consideramos la superficie de talud comprendida desde el fondo del canal hasta la línea de agua, y limitada ademas por dos secciones distantes un metro, y designamos por H la altura de la nueva posicion de la cara de agua sobre el fondo, en virtud de las consideraciones que preceden, el gasto correspondiente á esta zona estará representado por la fórmula

$$k = m t H \sqrt{2g \frac{H}{2}};$$

en la que m representa el coeficiente de que ántes se hizo mérito, y t la relacion que mide la inclinacion del talud.

Si llamamos Δf al aumento que ha experimentado la anchura de la seccion transversal del canal en el fondo, y Δh el de la profundidad, es decir, que h se convierte en $H = h + \Delta h$; las superficies suplementarias serán, por lo tanto, Δf , sobre la que obrará la presion debida á la altura H , y $2t\Delta h$, que experimentará la presion $\frac{\Delta h}{2}$. El gasto suplementario correspondiente á estas partes nuevas estará dado por la fórmula

$$\Delta_2 q = m \Delta f \sqrt{2gH} + 2mt\Delta h \sqrt{2g\frac{\Delta h}{2}};$$

y el gasto primitivo estaria representado por

$$q = m f \sqrt{2gh} + 2m.t.h. \sqrt{2g\frac{h}{2}};$$

de estas dos ecuaciones se deduce la siguiente relacion :

$$\frac{\Delta_2 q}{q} = \frac{\Delta f \sqrt{H} + 2\Delta h.t. \sqrt{\frac{\Delta h}{2}}}{f \sqrt{h} + 2.t.h. \sqrt{\frac{h}{2}}}$$

que da el valor de $\Delta_2 q$ en funcion de cantidades todas conocidas.

Fórmula general.— Para calcular el aumento total que experimentan las pérdidas de que nos ocupamos, segun se ha dicho anteriormente, hay que agregar al valor de $\Delta_2 q$ el aumento que proviene de la carga suplementaria que actúa sobre las partes correspondientes al perfil primitivo, y que se puede calcular de la manera siguiente :

Hemos obtenido la fórmula

$$q' = q \sqrt{\frac{H}{h}},$$

de donde se deduce

$$q' - q = q \times \frac{\sqrt{H} - \sqrt{h}}{\sqrt{h}} = \Delta_1 q;$$

que da el valor de la cantidad que buscamos en funcion de datos conocidos.

Conviene advertir que en todo lo que precede se ha supuesto que los dos taludes y el fondo del canal estaban interesados simultáneamente en las filtraciones ; pero esta hipótesis no se realiza en la práctica sino rara vez, y en la mayor parte de los ca-

sos uno de los taludes solamente ó bien un talud y el fondo son los que están principalmente puestos en juego ; entónces el segundo término de la fórmula permanece el mismo, pero el valor de $\frac{\Delta_2 q}{q}$ tiene que modificarse.

PARTE OFICIAL.

17 de Setiembre (*Gaceta del 18*).— FOMENTO.— Ley autorizando á D. Francisco Garcia para construir un ferro-carril que partiendo del Puente de la Bazagona termine en Plasencia.

16 de *idem* (*Gaceta del 18*).— FOMENTO.— Real orden nombrando Inspector cerca de la Compañia de los ferro-carriles de Asturias, Galicia y Leon á D. Angel Mayo de la Fuente.

10 de *idem* (*Gaceta del 19*).— FOMENTO.— Real orden autorizando á D. Camilo Hurtado para que aproveche en el riego de terrenos de su propiedad 500 litros de agua por segundo, que tomará del rio Guadalupejo.

15 de *idem* (*Gaceta del 24*).— FOMENTO.— Real orden disponiendo se tenga á D. Emidgio Santamaria como concesionario del canal de riego de Aranda de Duero.

15 de *idem* (*Gaceta del 27*).— FOMENTO.— Real orden autorizando á D. Ramon de Anduiza para construir un varadero de madera en la márgen derecha de la ría de Burceña.

16 de *idem* (*Gaceta del 29*).— FOMENTO.— Real orden confirmando la providencia del Gobernador de Sevilla en cuanto amparó á D. Juan de Iraola en el uso de las aguas alumbradas en los manantiales de su propiedad, así como en el de ciertas obras que ejecutó, y que se repondrán por cuenta del Ayuntamiento de El Pedroso.

SUBASTAS.

CARRETERAS.

En 27 de Octubre.—Provincia de Tarragona.—De las obras del trozo primero de la carretera de Esplugas de Francolí á Flix.—Presupuesto, 393.584,55 pesetas.

En *id.* *id.*—Provincia de Zaragoza.—De las obras de la travesía de Paracuellos, en la carretera de Daroca á Calatayud.—Presupuesto de contrata, 87.730 pesetas.

En 30 de *id.* —Provincia de Logroño.—De las obras del trozo tercero de la seccion del limite de Búrgos al hospital de Ventrosa, de la carretera de Lerma á Venta de la Estrella.—Presupuesto, 613.415,92 pesetas.

En *id.* *id.*—Provincia de Búrgos.—De las obras