

(El valor del sustraendo se obtiene con la regla logarítmica, marcando en la escala de senos, en el anverso, el ángulo $36^{\circ} 55'$; sin mover la reglilla, en el anverso, la división 10,32 de la escala núm. 1 de la regla marca el número buscado. Por otra parte, no es indispensable calcular las coordenadas del punto B, aunque sí es conveniente, porque sirve de comprobación de todas las operaciones realizadas.)

Los resultados obtenidos para replantar cada una de las ramas de la lemniscata serían:

valores de x'	valores de x	valores de y	valores de y'
6	10	0,0500	0,03
12	20	0,4003	0,24
18	30	1,3555	0,81
24	40	3,2422	1,94
27	45	4,6542	2,79
30	50	6,4604	3,88
33	55	9,2685	5,25
34,8	58	10,3920	6,23
36,6	61	12,2890	7,37
37,83	63,05	13,7540	8,25

La materialidad de levantar normales a la tangente

en los pies de las ordenadas puede llevarse a cabo rápidamente y con precisión utilizando una escuadra de reflexión, o, mejor, un alineador, tal como el Zeiss, de 36 mm de diámetro; puestas una banderola en el punto de tangencia y otra en el vértice del ángulo se sitúa el alineador sobre un jalón clavado en el punto donde se va a lentar la normal, y se ordena a un obrero que mueva otra banderola a distancia conveniente y en la dirección aproximada que se busca, hasta que las imágenes de las dos antes indicadas se confundan con la que el obrero mueve.

Hemos dicho que el alineador se coloca sencillamente sobre un jalón de 1,50 m, clavado en el suelo; pero si quiere evitarse el riesgo de su caída, si acaso se tropieza involuntariamente el jalón, puede enchufarse en el extremo superior de éste una pieza metálica que termine en un espárrago, donde se enrosca el mango del alineador, que ya viene de fábrica con la hembra correspondiente. Cuando el alineador no está empalmado al jalón, se defiende el espárrago roscado de éste con un sombrerete metálico, como se indica en el croquis.



B. OLIVER Y ROMAN
Ingeniero de Caminos

Canal del Pisuerga

ANTECEDENTES

Nació la idea y el anteproyecto del canal del Pisuerga como consecuencia de la ley de 7 de mayo de 1909, por la cual se debía hacer la transformación del canal de Castilla en canal de riego, sin desatender su utili-

desde el punto de vista de la modificación de su pendiente, como del aumento de su sección. Solamente hubiera sido posible aumentar su dotación en uno o dos metros cúbicos, en determinados tramos, destinados a alimentar las acequias derivadas directamente del mismo y regar con ellas pequeñas zonas próximas al canal. Por todas estas razones se pensó en derivar canales o acequias, en los puntos de cruce del canal de Castilla con los dos ríos principales, Pisuerga y Carrión, aprovechando las presas construídas en los mismos para servicio del canal de Castilla, y utilizándose los cauces de dichos ríos, como los cauces naturales de conducción, a dichos canales derivados, de los caudales acumulados en los pantanos de las cabeceras de los ríos Carrión y Pisuerga. Siguiendo este plan se construyeron: las acequias de Palencia y de La Retención, que arrancan del cruce del canal de Castilla con el río Carrión, aprovechando la presa de Calahorra, y por las márgenes izquierda y derecha, respectivamente, de dicho río; y el canal del Pisuerga, que arranca en el cruce del canal de Castilla con el río Pisuerga, por la margen derecha de aquél e izquierda de éste, aprovechando la presa de San Andrés, y que es capaz de regar una zona de 20 000 Ha.

Tiene su origen, como hemos dicho, en la presa de San Andrés, agua abajo de Herrera de Pisuerga, desarrollándose por la margen izquierda del canal de Castilla, por la falta de zona regable en la otra mar-

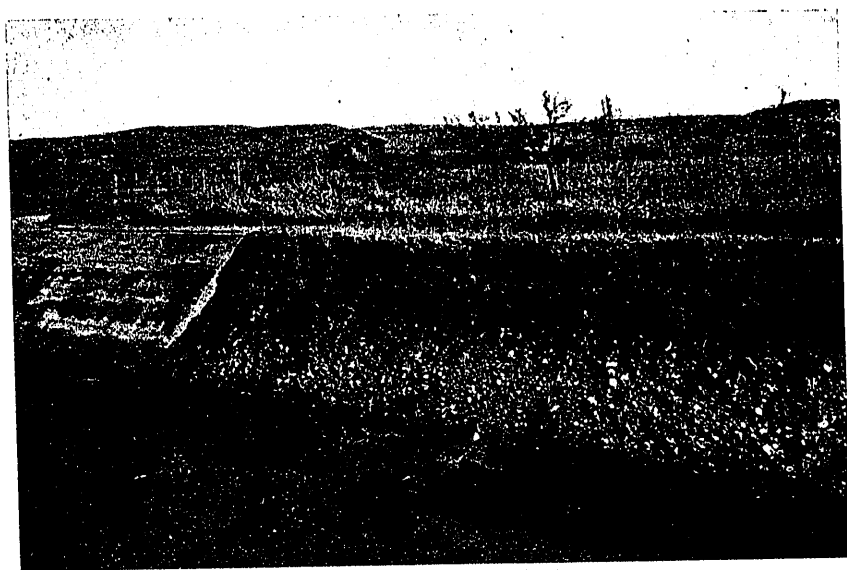


Foto 1 Canal del Pisuerga. Trozo 1.º Degradación de los taludes 1 x 1; terreno con exceso de gravas y falta de elementos medios

zación industrial, como vía de comunicación y como fuente de energía. Domina el canal de Castilla una extensión de unas 60 000 Ha, en números redondos, que, aunque con dotaciones muy pequeñas para riego por hectárea, hubiera requerido, para conducir los caudales necesarios, obras de grandísimo coste, tanto

gen, ya que la pequeña que existe entre Alar y Herrera se riega directamente del canal de Castilla, por una red de acequias derivadas. La longitud total del canal es de unos 70 km. La zona regable, que, como hemos dicho, es de 20 000 Ha, tiene una altitud comprendida entre los 760 y 830 m; el clima es frío, con

segundo (con dos soluciones de canal en tierra y canal revestido) y en estudio el trozo tercero y las acequias derivadas de los trozos primero y segundo, que dominan una extensión de 2 000 Ha. Vamos a describir ligeramente las obras del

Trozo primero

El trazado va todo él muy próximo al del canal de Castilla, habiéndose procurado que ningún radio baje de los 100 m, límite que requiere la capacidad y tirante de agua en el canal; se ha procurado, también, evitar grandes terraplenes, por los peligros que suponen y el encarecimiento que llevan a la conservación. La pendiente es de 0,00025, y la sección, trapecial con taludes interiores de 1×1 , con 6,80 m de ancho en la base y 2,50 m de altura total, de los que corresponden 2 m al tirante de agua y 0,50 m de resguardo; esta sección fué necesario cambiarla a partir del perfil 69, salto núm. 1, por ser insuficientes los taludes interiores, habiéndose transformado de 1×1 a 3×2 con 5,80 m de ancho en la solera, y los mismos calados. En efecto, en la fotografía número 1 puede apreciarse la degradación de un talud 1×1 , y eso que el agua ha corrido durante muy poco tiempo por el trozo del canal en cuestión; en la fotografía núm. 2 puede apreciarse análogo efecto, si bien en terreno completamente distinto; en la primera el terreno presenta exceso de elementos gruesos.

Foto 2. Degradación de los taludes 1×1 ; terreno con exceso de finos y falta de grava y de elementos medios

un régimen de lluvias bastante favorable, pudiendo considerarse una precipitación media anual de 600 a 700 mm. El terreno es, en general, fuerte, es decir, bastante arcilloso, y hasta muy arcilloso en algunas extensiones de su parte baja. Esta zona regable es la comprendida entre la traza del canal y la margen derecha del río Pisuerga, hasta el túnel de la divisoria de los ríos Pisuerga y Ucieza (margen izquierda) y la situada entre dicha traza y la margen izquierda del Ucieza, hasta su unión, por medio del arroyo de los Pisones, con la acequia de Palencia.

La dotación en el origen resulta así de $14 \text{ m}^3/\text{s}$, calculada suponiendo una distribución de cultivos, y teniendo en cuenta las condiciones de la comarca, como son altitud, clima, costumbres, etc., una dotación, un número de riegos por cultivo, añadiendo un 8 por 100 para suplir las pérdidas en la conducción y una jornada de riego de 16 horas. La dotación media ha resultado de 0,70 litros por segundo y por hectárea.

Esta dotación quedará asegurada por la regulación del río Pisuerga por los embalses de La Requejada y Aguilar de Campoo, que embalsarán 65 millones y 230 millones de m^3 de agua, el primero muy avanzado en su construcción y el segundo en estudio muy adelantado.

En la actualidad está construido el trozo primero, con proyecto presentado a la Superioridad el trozo

segundo (con dos soluciones de canal en tierra y canal revestido) y en estudio el trozo tercero y las acequias derivadas de los trozos primero y segundo, que dominan una extensión de 2 000 Ha. Vamos a describir ligeramente las obras del



Foto 3. Capa superficial de labor y capa inferior de grava, que filtra

segundo (con dos soluciones de canal en tierra y canal revestido) y en estudio el trozo tercero y las acequias derivadas de los trozos primero y segundo, que dominan una extensión de 2 000 Ha. Vamos a describir ligeramente las obras del

resultante es de 0,82 m, que quizá haya contribuido también a la desagregación de los taludes, por ser, a nuestro modo de ver, algo elevada. Por estas razones, el trozo con taludes de 1×1 seguramente será preciso revestirlo, pues de otro modo la conservación va a ser muy costosa; y si a esto añadimos la

que las limpias se consigan de una manera más eficaz que si no se hubiera construido este canal. Inmediatamente agua arriba de las compuertas de limpia, y en dirección normal al canal de entrada, arranca el verdadero canal de toma (foto núm. 5), cerrado, como el de limpia, por dos compuertas metálicas accionadas a brazo. Después de estas compuertas sigue un tramo de canal revestido, hasta el aliviadero de superficie (fotos 7 y 8), situado en lugar adecuado, y del tipo americano.

El canal de entrada tiene 10 m de ancho y una pendiente en la solera de 0,15. Con esta pendiente se consigue crear un escalón en el arranque del canal de toma, que sirve de lugar de depósito a los acarrees, y al mismo tiempo, con las compuertas de limpia abiertas, se llega a crear una velocidad suficiente para el arrastre de esos depósitos en poco tiempo. En el portillo de limpia, como hemos dicho, se ha hecho una reducción del ancho del canal de entrada de 2,50 m, quedando reducido a 7,50, reducción hecha de un modo gradual y de tal manera, que no afecta a la entrada del agua en la toma. En el canal de entrada, y para

prever socavaciones, se ha construido una solera de 30 cm, con rastrillos convenientemente distribuidos, que sirven para localizar las averías y evitar su propagación hacia agua arriba.

El canal de limpia, próximamente paralelo al cauce, se ensancha desde el sitio de ubicación de las com-

existencia de una capa de grava, entre la superficial de labor y la profunda de arcilla dura, que en cuanto el desmonte es grande, al cargar el canal, hace el efecto de verdadero sifón, encharcando las tierras próximas y bajas, se comprenderá por qué nos pareció interesante calcular para el segundo trozo una solución revestida; esta alternancia de capas se puede apreciar perfectamente en la fotografía núm. 3 del canal de descarga del aliviadero del origen, en el que por la poca cota de desmonte no aparece la capa inferior de arcilla, y sí las dos superiores. La sección en tierra se abrió con una excavadora de cuchara (foto núm. 4), perfilándose los taludes posteriormente con una excavadora de rosario y, finalmente, a mano. El ancho de las banquetas es de 2 m.

Obras de toma

Consisten, en líneas generales, en un canal de entrada en dirección de la corriente y contiguo al cauce del río (foto núm. 5), que se prolonga por el canal de limpia, estando ambos separados por una estructura que sostiene las compuertas de limpia y sus mecanismos (foto núm. 6), en número de dos, de 3 metros de luz por 3,25 de altura cada una. Este canal de entrada se va estrechando hacia las compuertas de limpia, lo que, junto con la limitación de la sección transversal con respecto a la del río, hace

puertas, de 7,50 m, al final del mismo, que tiene 11,50 m y una pendiente de 0,04, con una solera de 0,50 m de espesor, para evitar socavaciones.

Las compuertas de limpia son dos, que se manobran a mano desde una pasarela metálica, la que tiene acceso por otra pasarela de hormigón armado,

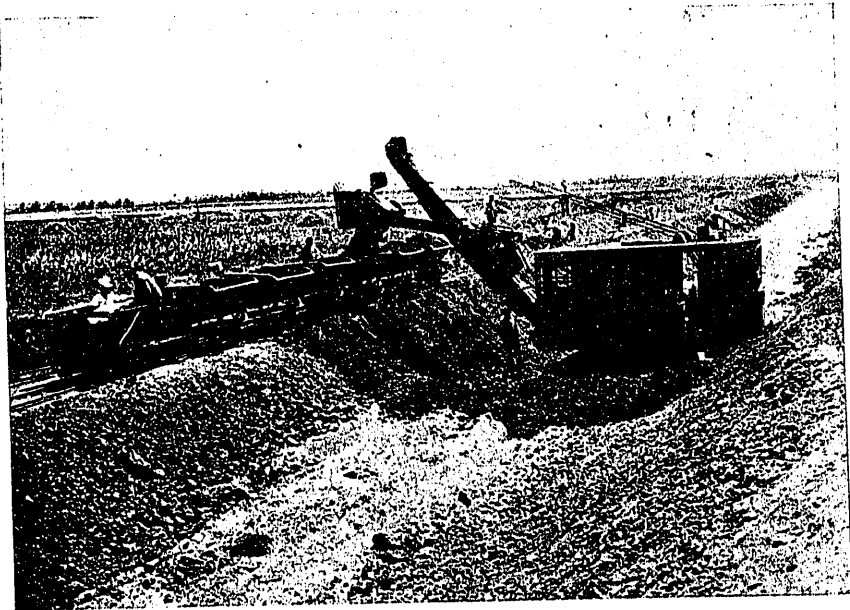


Foto 4. Excavadora de cuchara abriendo el cajero del canal

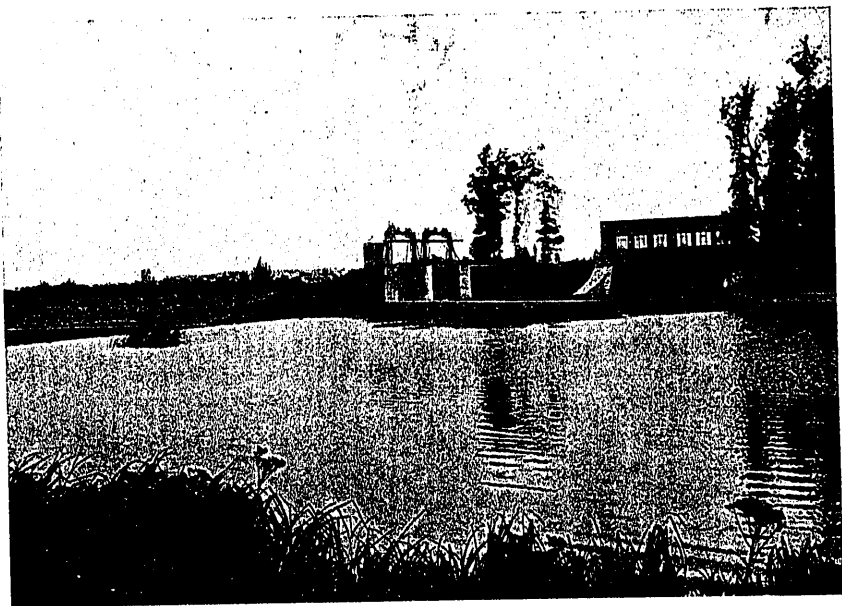


Foto 5. Obras de toma: canal de entrada, canal de toma y compuertas de limpia y toma

situada por encima del nivel de las máximas avenidas. La necesidad de poder elevar estas compuertas por encima de este nivel ha obligado a construir la pasarela metálica a una cota elevada.

El canal de toma (foto núm. 6) tiene un ancho de 11,50 m, con una escalón, en su origen, sobre el

15,70 m³/s, exceso sobre la dotación anormal de 19,96 metros cúbicos que podría entrar por el canal en avenidas de 210 m³/s; para la dotación normal de 14 m cúbicos por segundo, el aliviadero desfiende al canal de las crecidas en el río de 95 m³, que son las que se presentan con más frecuencia.

Obras de cauce

Se proyectaron para cruces de arroyos, en general, tajeas sifonadas, agrupadas, de 0,80 m de luz; solamente se ha construido una; su disposición es de mal funcionamiento y de muy cara conservación, con el peligro de que al atorarse, cosa facilísima, se represe el agua al amparo de los cajeros del canal, y puedan éstos romperse en un momento dado, con el consiguiente peligro para la zona regable. Creo preferible proyectar pasos superiores, acueductos, cuando esto sea posible, o abrir zanjas, de la longitud de cota necesaria para que el desagüe tenga lugar a cielo abierto, ya que generalmente pueden tener aplicación en la red de saneamiento de la zona, formando parte del plan de distribución para riegos.

Los puentes son, en general, tipos de los modelos oficiales, de hormigón armado, de 11,50 m de luz. Se ha construido un modelo especial, de dos tramos, con palizada intermedia, mucho más económi-

canal de entrada, de 0,72 m en el eje; el acceso al umbral de las compuertas de toma se hace por una rampa en la solera de 0,01, con lo que se gana nuevamente 0,21 m, resultando el umbral de toma 0,93 metros más alto que la solera del canal de entrada; todo ello con el fin de oponerse a la entrada de los acarreo. Las compuertas de toma son dos, de 1,87 m de altura por 5,16 m de ancho total, que se manejan a mano mediante aparatos encerrados en una caseta de hormigón armado (foto 8).

A 12 m de las compuertas empieza el conoide de enlace, de 10 metros de longitud con la sección normal del canal; ésta se ha revestido hasta el final del aliviadero (foto 8), para evitar socavaciones producidas por el aumento de velocidad que producirán los tirantes de agua, mayores de 2 m de calado normal.

Aliviaderos (fotos 7 y 8)

El máximo caudal que puede conducir el canal con un tirante de agua de 2,40 m, es decir, con sólo un resguardo de 0,10 m, que es forzoso considerar como mínimo para no comprometer con exceso la seguridad, es de 19,960 m³/s, que producirá socavaciones por el aumento de velocidad; el aliviadero deberá evacuar el exceso que sobre este caudal pueda eventualmente entrar por la toma. Está proyectado el aliviadero para evacuar

co, pero que introduce perturbaciones en el régimen hidráulico, por la sección que ocupa la palizada.

Se ha construido un acueducto de hormigón armado sobre el canal principal, y varios sobre el canal de descarga del aliviadero.

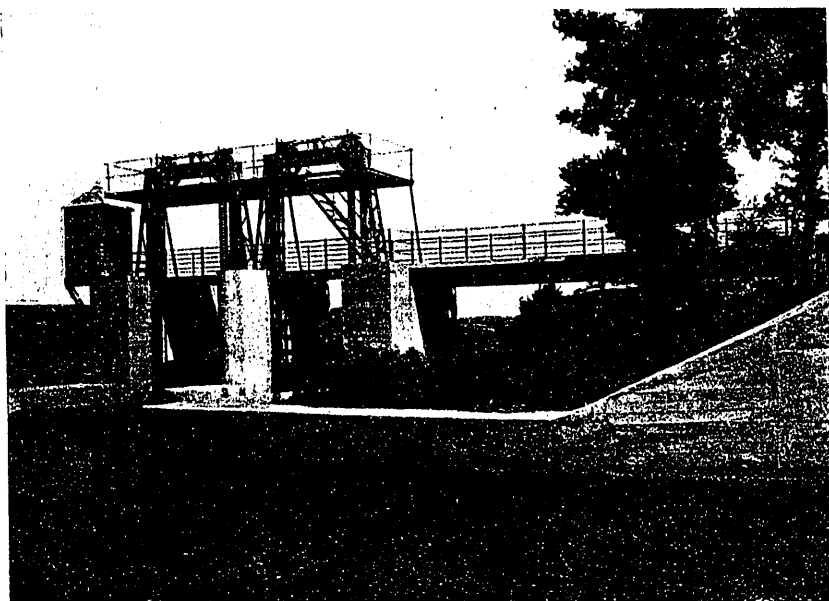


Foto 6. Compuertas de limpia y sus aparatos de maniobra vistos desde el canal de toma

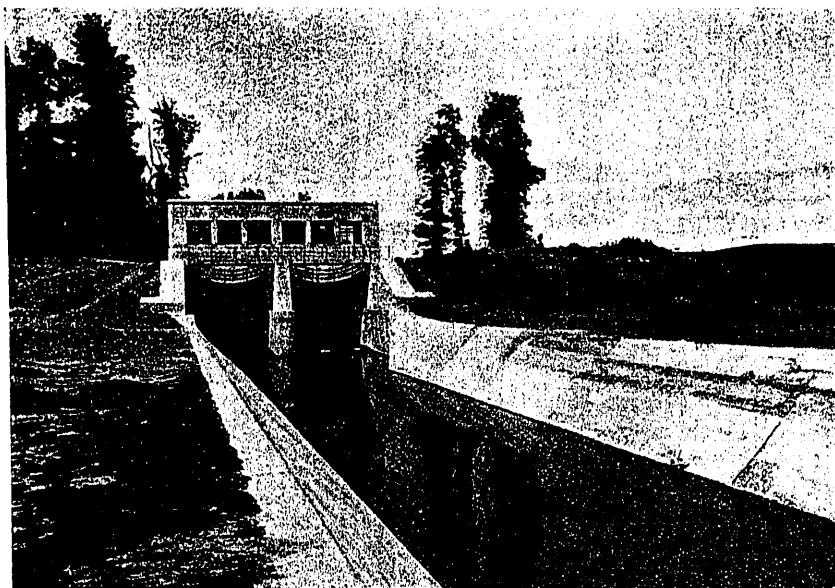


Foto 7. Compuertas de toma y caseta de maniobra. Origen del canal, revestido hasta el aliviadero

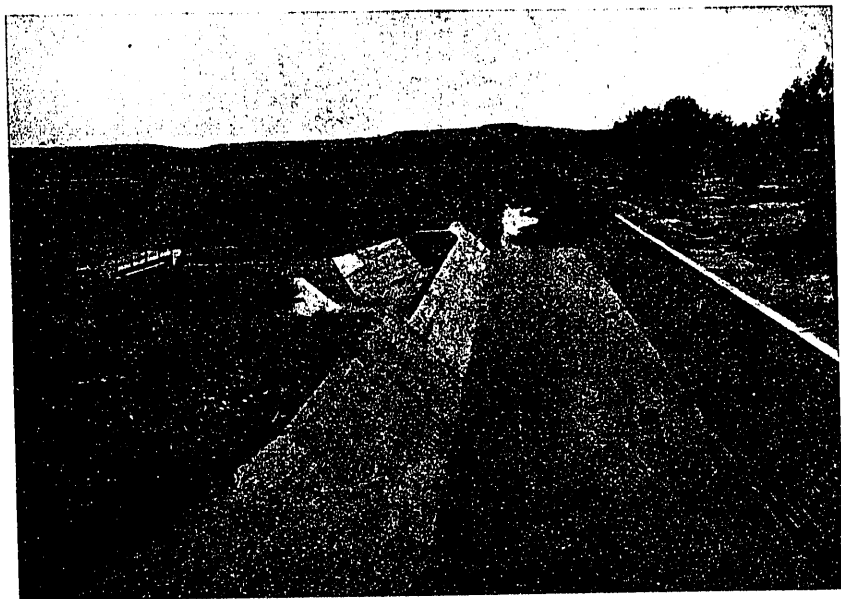


Foto 8. Aliviadero inmediato a la toma y arranque de su canal de descarga

Salto (foto 9)

El escalonamiento de la rasante ha obligado a intercalar saltos. Se han construido tres, de 2,893 m, 2,394 y 4,286 m de altura, que se han dispuesto para que el día de mañana puedan utilizarse como productores de fuerza, ya que la que desarrollan es la nada despreciable de 1 340 CV, en una zona tan pobre de fuerza eléctrica como en la que están ubicados, y que seguramente será necesaria cuando se vaya estableciendo el regadío. Con el fin de que las alturas o tirantes de agua queden regulados, se ha dispuesto, en cada salto, compuertas automáticas de contrapeso superior por balancín, instaladas por "Barrages Automatiques", tipo muy sencillo y relativamente económico, y que ha funcionado perfectamente. De este modo la regulación de las tomas para la distribución se facilita extraordinariamente siempre, y más aún con el salto en explotación industrial.

Para evitar socavaciones al pie y agua abajo de los saltos se han construido colchones de agua, de profundidad y longitud calculadas

por las conocidas fórmulas de Etcheverry; además, agua abajo de este colchón se ha revestido el cauce en cierta longitud, en la medida precisa en que se pensaba se hubiera encauzado y normalizado la corriente, para evitar las socavaciones. En general no sucede así, y siempre se producen socavaciones en la unión de la fábrica y la tierra, pues naturalmente las partículas periféricas tienen que frenar su velocidad, por la diferencia de los coeficientes de rozamiento, y este frenado da siempre lugar a socavaciones; teóricamente sería preciso pasar insensiblemente de una pared con $\gamma = 0,16$ a otra con $\gamma = 1,30$; naturalmente que el efecto se agudiza cuando el colchón de agua es insuficiente para amortiguar la caída de la lámina de agua. Por lo demás, estos saltos han funcionado perfectamente, y son del mismo tipo los que se pro-

yectan para el trozo segundo; solamente les encontramos el inconveniente de que resultan muy caros; seguramente el día de mañana se podrán notar los beneficios de proyectarlos tal y como hoy lo hacemos.

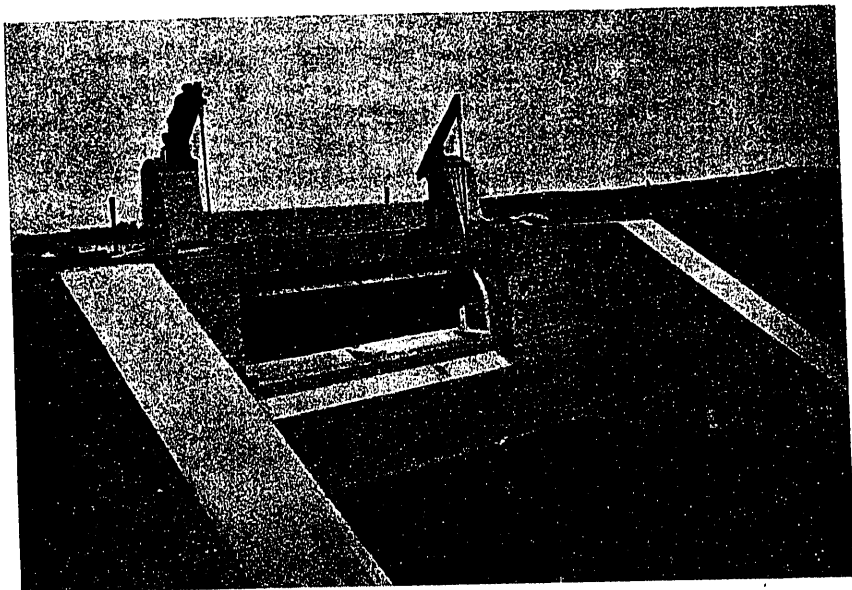


Foto 9. Salto con alza automática de contrapeso

Dos casillas para guarda, una en la toma y otra frente al salto núm. 3, completan las obras del canal.

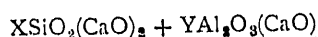
José GARCIA AUGUSTIN
Ingeniero de Caminos

Los cementos en el IX Congreso internacional de Química Pura y aplicada¹

II. LOS CEMENTOS ALUMINOSOS

Se comienza esta segunda parte por definir y hacer historia de los cementos aluminosos o fundidos y exponer las ideas generales de su fabricación, primeras

materias, patentes, etc., etc.¹, para entrar en el problema de su constitución partiendo de la fórmula de Bied:



¹ Véase conferencia del coronel Esteban de la Reguera en el «Cursillo de Cementos», de la Escuela de Caminos.

¹ Véase el número anterior, página 260.