

ria en los intervalos de los espolones, de donde resulta una notable economía (fig. 12).

De este sistema de construcción existen también algunos ejemplos para obras importantes, entre los cuales merece una mención especial el dique de la Prele (Colorado), de 42,60 metros de altura, construido por la Casa Ambursen.

También parece muy interesante el tipo de cemento armado

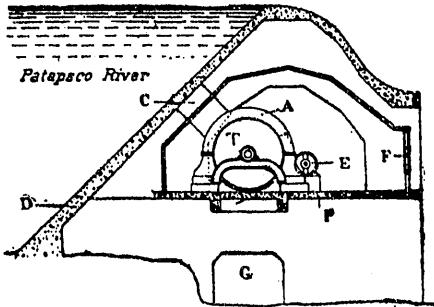


Fig. 12.

en arcos múltiples estudiado por el ingeniero español Sr. Zafra, para alturas de embalse de 60 metros.

Más recientemente, el ingeniero Ruthenberg, de Milán, ha propuesto constituir diques por una serie de tabiques transversales perpendiculares al valle que se ha de cerrar y de altura decreciente de agua arriba a agua abajo (fig. 13).

Los intervalos entre los tabiques se llenarían de agua a alturas variables, de manera que las presiones se equilibren a una y otra parte de cada tabique, salvo sobre la fracción emergente de la altura, es decir, sobre 10 metros a lo más.

Estos diques, que su autor llama «de carga fraccionada», son

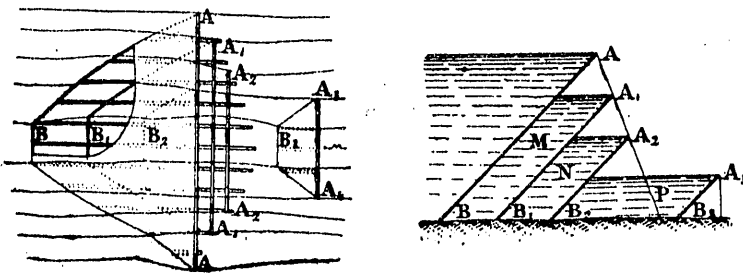


Fig. 13.

ciertamente ingeniosos y racionales; ofrecen tanta seguridad como los diques de arcos múltiples, y teóricamente deberían llegar al máximo de economía.

El autor estima, en efecto, que su volumen total sería más pequeño que el volumen sólo de mortero que entra en un dique ordinario; no sería así más que el tercio del volumen habitual de éste. Una obra de este tipo nuevo está en vías de ejecución en el lago Campo-Moro, en el valle de Malenco.

Se podrían hacer objeciones al uso del hormigón armado para este género de empleo, pero hoy día este material goza de mayor crédito que en otro tiempo, sobre todo si se adoptan dosificaciones de cemento suficientes (por lo menos 400 a 450 kilogramos por metro cúbico de mortero, a fin de obtener una buena impermeabilidad y una buena protección del metal).

Conclusiones.—El autor, después de haber expuesto lo que antecede, deduce de ello las conclusiones siguientes:

a) Los diques de tierra, particularmente los de diafragma central, con acueductos de drenaje del tipo Ambursen, reúnen la ventaja de la estabilidad y la de la economía para alturas que llegan hasta a 30 metros: son preferibles hasta este límite.

b) Para toda altura media, hasta 45 metros, los diques de

enrocamientos, con amplia superficie de apoyo en la base y con un revestimiento impermeable hacia agua arriba, constituyen, siempre que las circunstancias lo permitan, la mejor solución; además de ofrecer el máximo de estabilidad, aun en casos de terremotos, no están sujetos a las roturas súbitas que causan, con otros tipos, tan grandes desastres; son también menos costosos, sobre todo en los países en que falta la mano de obra para la mampostería.

c) Para alturas superiores a 45 metros y hasta 60 metros, próximamente, los diques de enrocamientos y los de mampostería, construidos con todo género de precauciones, producen gastos comparables, y la elección entre ellos depende de las condiciones especiales de cada región; se atenderá sobre todo a la gravedad y a la frecuencia de los movimientos sísmicos eventuales.

d) Especialmente para las alturas de 30 a 60 metros, las presas de mampostería trazadas en arco y apoyándose sobre los flancos del valle, o los diques de arcos múltiples apoyándose sobre contrafuertes inclinados de los tipos Figari, Ryves, Zafra o Garret, son los que ofrecen el máximo de seguridad con el menor gasto.

e) Para las alturas todavía mayores hasta 100 metros o más, en los casos excepcionales en que el gasto se considera como un elemento secundario, siendo el principal la seguridad absoluta de la obra, los diques de mampostería con perfiles «a gravedad», calculados de manera de resistir a las sobrepresiones y provistas de todos los perfeccionamientos (drenajes, galerías y pozos de inspección, juntas de contracción, terraplenes de protección en la base y eventualmente armaduras metálicas en la parte superior), trazados, en fin, según un plano en arco y con un radio de curvatura para el paramento de agua arriba decreciente desde la coronación hasta el pie, para que el ángulo en el centro permanezca constante, según el tipo del dique de Spaulding, son los que ofrecen las más grandes probabilidades de duración.

Naturalmente, los diques de mampostería ofrecen menos resistencia a los temblores de tierra que los de enrocamientos, pero puede obviarse este inconveniente en las regiones sujetas a movimientos sísmicos, armándolos fuertemente de una red de barras metálicas, como se ha hecho en la parte superior del dique de Barossa y en algunos otros.

f) En todos los casos, y sobre toda otra consideración, en el proyecto, como en la ejecución, se deben siempre tomar todas las precauciones posibles para impedir la rotura súbita del dique; es necesario aplicar los cuidados más minuciosos sin pararse en gastos; no se puede admitir que por razones de economía peligrase la existencia de las poblaciones situadas en el valle.

El río Negro y los riegos en su valle

(República Argentina.)

El ingeniero-jefe de Puentes y Calzadas, M. Imbeaux, publica en los *Annales des Ponts et Chaussées* un resumen de una obra del Sr. Soldano, profesor de Hidráulica agrícola en la Universidad de La Plata; tomamos de dicha revista los datos necesarios para redactar esta nota.

Así como el Nilo egipcio que, después de haberse construido por la unión del Nilo Blanco y el Nilo Azul, no hace más que correr a través de un desierto, lo mismo el río Negro, formado por la reunión en Cipoletti del río Neuquen y del río Limay, va a correr hacia el Este o Sureste por una región desierta durante

un curso de 527 kilómetros. Se puede, por lo tanto, creer que las aguas de este río son susceptibles de fecundar por el riego una cierta porción de su valle, como el Nilo hace, desde tiempo inmemorial; en Egipto, sin embargo, no estando las partes altas de las cuencas del Neuquen y del Limay, bajo la influencia de las lluvias ecuatoriales, falta aquí la regularidad y la amplitud de la crecida anual del río egipcio.

Otras analogías pueden además señalarse. Así el río Limay como el Nilo Blanco sale de una serie de grandes lagos, que sería fácil regularizar; sin duda no se obtendría elevando un metro la orilla de estos lagos sin embalse de 68 millones de metros cúbicos, como con el gran lago Victoria Nyanza, pero se obtendría con facilidad un embalse de 1.000 millones de metros cúbicos, suficiente para aumentar en 190 metros cúbicos por segundo el caudal de estiaje del Limay, moderando al mismo tiempo las crecidas. Sobre el curso del Neuquen no hay ya más que lagos inac-

puede suponerse que serían, próximamente, de 6.000 metros cúbicos para el Limay, y de 8.100 para el Neuquen. Agua abajo de *Confluencia*, las crecidas del río Negro depende sobre todo de la concordancia o discordancia de los niveles del Limay y del Neuquen.

El problema que se plantea para el río Negro tiene tres fines: la supresión de las inundaciones, la navegabilidad del río y la utilización de sus aguas para el riego y fuerza motriz. Parece que por la elevación de las orillas de los grandes lagos es por donde debía haberse empezado para la regularización y almacenamiento de las aguas; sin embargo, hasta ahora, no se ha arreglado más que el Neuquen, para lo cual se ha establecido sobre este río a 35 kilómetros, próximamente, agua arriba de la confluencia:

1.º Una ancha presa transversal con toma de agua en el origen de un canal de riego.

2.º Un vertedero de inundación para llevar a la Cuenca de

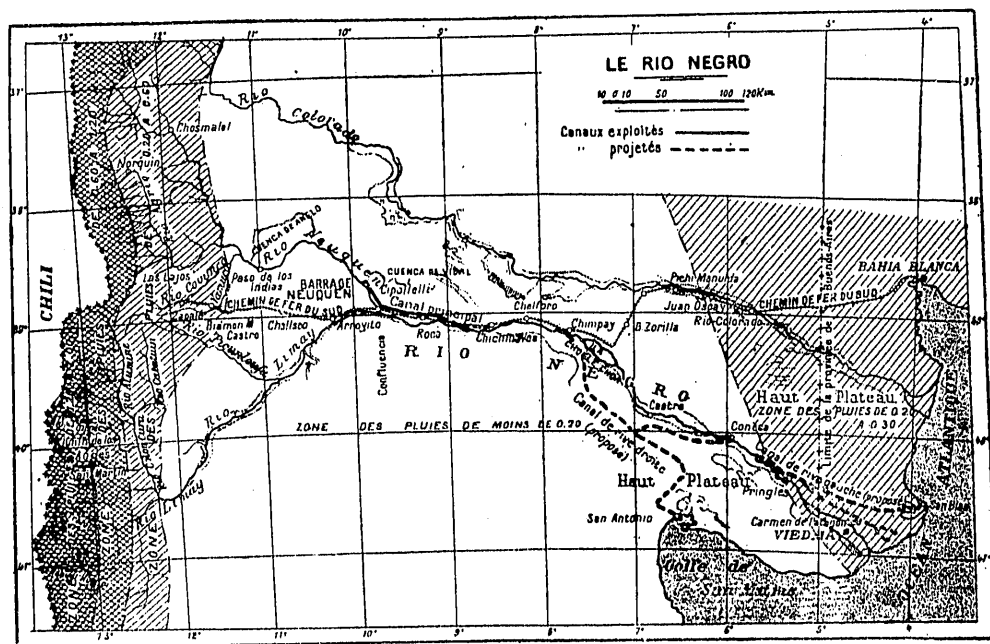


Fig. 1.ª

tivos, es decir, depresiones análogas al famoso lago Moeris y susceptibles de recibir las aguas excedentes de las crecidas, tales como las dos cuencas del Añelo y del Vidal, la primera con una superficie de 2.520 kilómetros cuadrados, una profundidad de 175 metros por bajo del río y una capacidad de 295.000 millones de metros cúbicos; la segunda con una superficie de 250 kilómetros cuadrados, una profundidad de 42 metros y una capacidad de un poco más de 5.000 millones de metros cúbicos.

El mapa (fig. 1.ª) muestra el reparto de las lluvias; la región montañosa es la única que alimenta los cursos de agua, y más particularmente la alta cuenca del Limay. Las nieves caídas durante el invierno en las altas regiones de los Andes tienen una gran importancia, y su fusión produce las altas aguas durante la primera parte de la estación cálida, es decir, de octubre a diciembre. Un período de aguas se extiende además de ordinario, de mayo a agosto y produce crecidas, que tienen una marcha más rápida que las crecidas de fusión de las nieves; por la misma razón, las subidas del Neuquen son más bruscas y más fuertes que las del Limay. En fin, hay un período de estiaje de febrero a abril, es decir, a fines del verano.

Se admite que el caudal del estiaje del Limay es de 110 metros cúbicos por segundo, próximamente (que podría elevarse a 300 por la regularización de los lagos), y que el del Neuquen es de 70 metros cúbicos. En cuanto a los caudales de las más fuertes crecidas no se ha fijado todavía muy bien el maximum, pero

Vidal las aguas sobrantes de las crecidas del Neuquen (a razón de 1.300 metros cúbicos por segundo).

La presa (fig. 2.ª, plano general; 3.ª, ángulo de la presa y de la toma de agua; 4.ª, corte por AB, y 5.ª, elevación de la presa), que no está todavía terminado, tiene una longitud de 276 metros, comprendiendo 12 tramos de 20 metros cada uno de abertura

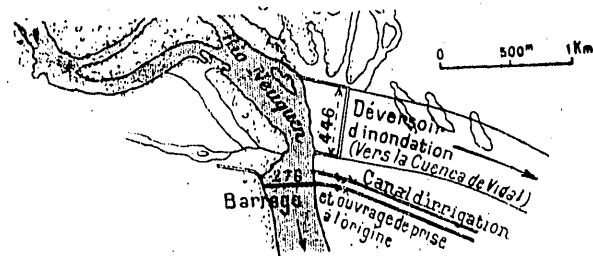


Fig. 2.ª

libre y unos pilares de 3 metros de anchura, que soportan una pasadera mecánica. Los pasos están cerrados por unas compuertas Stoney de 4 metros de altura, resbalando sobre unos trenes de rodillos que se desplazan al mismo tiempo que ellas, pero con una velocidad mitad menor; cada una de estas compuertas pesa 32 toneladas y está equilibrada por dos contrapesos de 16 toneladas, moviéndose por medio de un motor eléctrico de 3 caballos o a brazo. Las pilas de hormigón se han fundado por medio de cajones de aire comprimido a una profundidad media de 7,50 metros

Agua abajo de Chichinales, en el valle medio hasta Conesa y en el valle inferior de Conesa al mar, no se encuentran todavía más que algunas propiedades particulares que sean regadas. Se vislumbra: 1.º Sobre la orilla derecha un gran canal llamado de San Antonio, partiendo de Chimpay y teniendo un desarrollo de 270 kilómetros: su caudal de 100 metros cúbicos permitiría regar 260.000 hectáreas, de ellas 100.000 en el bajo valle del Negro, 57.000 cerca de San Antonio y del mar y el resto en la alta llanura al Sur del río; 2.º En la orilla izquierda, un canal denominado de Viedma, podría regar 40.000 hectáreas de tierras bajas. Si se quiere regar la alta llanura al Norte del Negro, territorios de los Patagones y San Blas, será necesario remontar la toma 130 kilómetros hacia agua arriba, o establecer sobre una presa prevista en Bajada del Turco una fábrica elevadora (hidráulica, utilizando el salto del río), para elevar las aguas destinadas al riego. Se podrían así transformar 380.000 hectáreas de alta llanura todavía desierta: ante todo habría que resolver el problema de la población de estas regiones, porque sería necesario llevar a ellas 400.000 habitantes.

Fig. 4.^a

Fig. 5.^a

tros cada uno (a fin de disminuir la pendiente del fondo) del tipo de los *Notchedfalls* de la India (estas son presas almenadas con muro de caída inclinado 30° hacia agua abajo y sostenido por contrafuertes); después se termina con una doble obra repartidora, la mitad a la derecha, u origen del gran canal de riego, y la de la izquierda, de un canal de descarga, que puede vaciar las aguas de la *Cuenca de Vidal*, y comprendiendo cada mitad 12 arcos como a la entrada.