

CONSTRUCCION DEL ALIVIADERO DE LA PRESA DE LA VENTOSILLA

Dr. Ing. C. C. P. J. M. GODED

1. ANTECEDENTES.

La excavación y el hormigonado de los cimientos de una presa presenta siempre el problema de dejar en seco su emplazamiento, conservando la continuidad de la corriente del río que se pretende cerrar. Este problema se resuelve de varias formas. Las condiciones normales de los ríos españoles hacen que la construcción de un túnel de desvío sea el procedimiento más empleado en nuestro país. Tal es el caso de las presas de San Juan, Las Picadas, Respomuso, Gállego, Línsoles e Iznájar, entre las construídas por Obras y Construcciones Industriales, S. A.

En otras ocasiones resulta más económico un

canal de desvío. También lo hemos empleado en alguna ocasión.

21

El caso del aliviadero de la presa de La Ventosilla (presa de derivación del Salto de Castrejón, sobre el río Tajo, en la provincia de Toledo) es diferente. Las condiciones del río hicieron preciso construir el aliviadero por recintos, procedimiento que, aunque poco usual en España, es el empleado en ríos caudalosos y de llanura, por lo que tiene gran número de precedentes en otros países, y en pequeña escala es muy corriente para la construcción de ataguías.

Para el proyecto de nuestro caso se estudiaron las entonces recientes realizaciones de la Compagnie Nationale du Rhône en Francia.

Fig. 1.^a — Presa de Las Picadas.
Sketch No. 1. — "Las Picadas" dam.

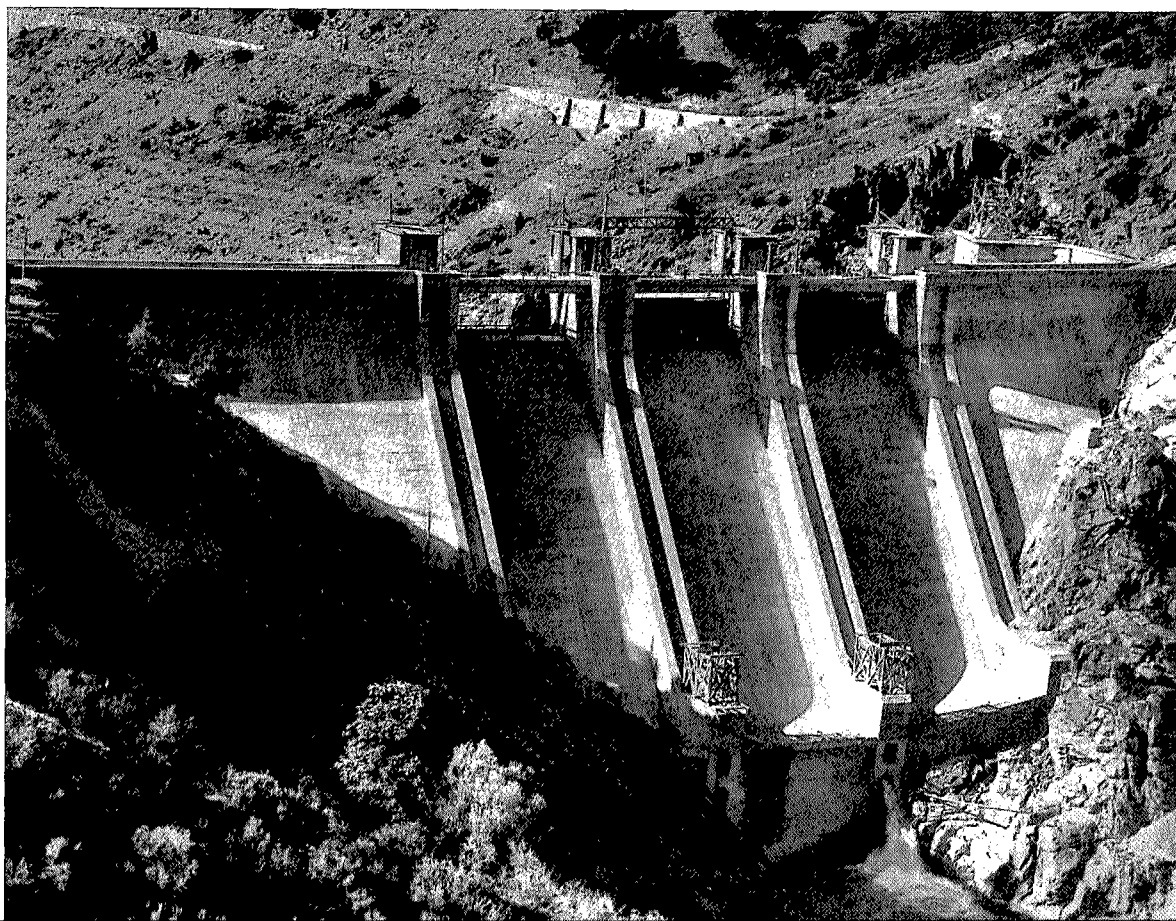


Figura 1.^a

2. LA PRESA DE CASTREJÓN.

Esta presa es de tierras, con una longitud en coronación de 1 336 metros, describiendo un arco aproximadamente de Este a Oeste, con la coronación en la cota 427 y el nivel de embalse en la 425. La altura máxima sobre el terreno es de 11 m. y se desarrolla en el llano de La Ventosilla entre las

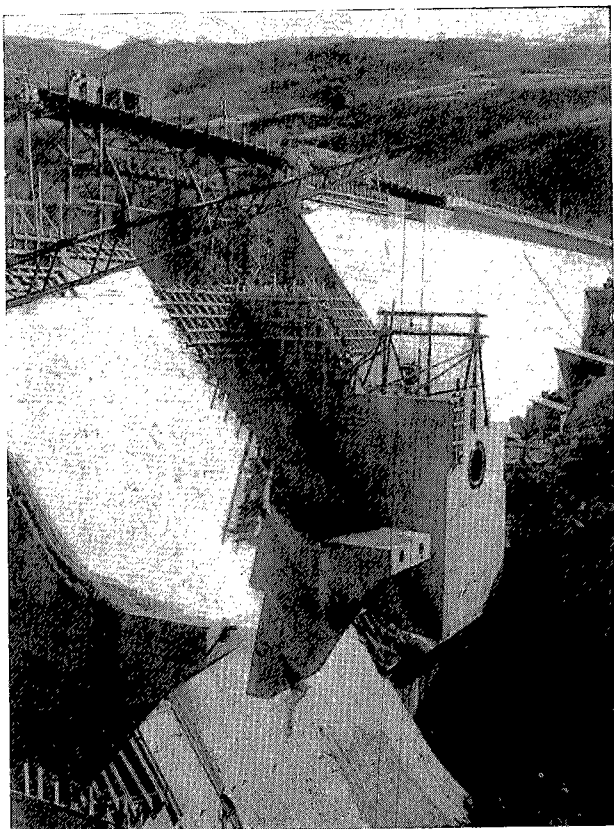


Figura 2.^a

cotas 416 y 430 en un meandro del río Tajo, cuyo nivel normal en este punto es la cota 410,50. El núcleo impermeable queda por encima del nivel freático y va cimentado sobre acarrees. El cierre con la capa subyacente de arcillas arenosas compactas e impermeables se hace con una pantalla de tablestacas. Por esto su ejecución no presenta problemas desde el punto de vista que estamos considerando. En cambio, el aliviadero de hormigón va emplazado en el cauce primitivo del río, con el fin de volver los caudales evacuados directamente al mismo. Está situado en el extremo Oeste y forma-

Fig. 2.^a — Presa de Línsoles.
Sketch No. 2. — Línsoles dam.

do por seis vanos de 15×9 m., cerrados por compuertas de sector. El vertedero es un perfil Creager con el umbral en la cota 416,14, cimentado en la cota 402 sobre las arcillas mencionadas.

3. CAUDALES Y CONDICIONES DEL CAUCE.

El sistema de construcción ha de hacer frente a caudales relativamente grandes; los aforos de los años 1956 a 1961 dan caudales inferiores a 200 m^3 por segundo entre el 1.º de junio y el 15 de octubre solamente. En 1960 el caudal del río pasó de $800 \text{ m}^3/\text{seg.}$ durante dieciséis días, y durante veintitrés días en los años 1956 y 1961. Caudales superiores a $500 \text{ m}^3/\text{seg.}$ se registraron durante cuarenta y un días en 1960, y durante treinta y cinco días en 1956 y 1961.

El lecho del cauce está formado por limos que se apoyan sobre las arcillas arenosas mencionadas, que buzan desde la cota 415 en la margen derecha hasta la 405 en la margen izquierda, según el eje de la presa.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS RECINTOS.

Se construyeron tres recintos. El recinto 1 se apoyaba en la margen derecha cerrando contra la capa de arcillas que se levanta por este lado. Se utilizó para construir el estribo derecho, los vanos 6 y 5, y medio vano 4, hasta la junta núm. 4, que parte este vano por su eje. (La numeración empieza en la margen izquierda.)

El cierre del recinto se hizo con un dique de acarrees con talud 1 : 2 en el interior y 1 : 3 en el exterior. Las arcillas se excavaban con talud 1 : 1. El dique se impermeabilizó con una pantalla de tablestacas Larsen III, que atravesando los acarrees, se hincó en la arcilla. El achique debería hacerse con un ritmo prefijado, pues un descenso demasiado rápido del nivel interior del agua podía hacer peligrar la estabilidad del talud. La coronación del dique se hizo en la cota 412,25 por el lado de aguas arriba, y en la cota 411 aguas abajo. El dique longitudinal salvaba este desnivel. Con estas cotas se estimaba permitir el paso de $250 \text{ m}^3/\text{seg.}$

El recinto 2 se cerró con un dique semejante y coronado de igual manera. Se explanó en la cota 412,25 una parte de la margen izquierda con el



Figura 3.^a

fin de alcanzar las arcillas con tablestacas de 10 m. Posteriormente se recrecieron dique y pantalla. Ésta cerraba contra la pila 4 de la presa y un muro de hormigón (a demoler posteriormente), construído sobre el cuenco del vertedero y que prolongaba la pila hacia aguas abajo. En ambos puntos se habían dejado tablestacas embebidas en el hormigón, en las que se enhebraron las de la pantalla.

Mientras existió el recinto 2, el río pasaba por cuatro portillos dejados en el cuerpo del vertedero en los vanos 5 y 6, entre las juntas 5 y 6. Estos portillos tenían la solera en la cota 408 y 3 m. de ancho. Los dos del mismo vano estaban separados por un murete de 1,50 m. de ancho, que era parte del cuerpo de presa.

Estos portillos eran capaces para $180 \text{ m}^3/\text{seg.}$ con el nivel 412 aguas arriba. Recrecido el dique de aguas arriba hasta la cota 417, se llegó a evacuar un caudal superior a los $600 \text{ m}^3/\text{seg.}$ con una velocidad del agua mayor de 6 m./seg.

Con este recinto se hormigonó el estribo derecho y el resto del aliviadero.

Para cerrar los portillos se construyó el recinto 3. Se cerró aguas abajo por un dique coronado en la cota 412,50, desde el muro sobre el cuenco, hasta la margen derecha. Aguas arriba lo cerraban dos cortinas de tablestacas bajadas a 2,25 m. del paramento de la presa. Estas cortinas se hincaban en la arcilla por delante de un repié dejado en el cuerpo de la presa y se apoyaban, además de en este repié, en vigas horizontales de hormigón armado en las cotas 411 y 414, empotradas en la pila 5 y en los muretes intermedios y apoyadas en los bloques adyacentes. El conjunto se proyectó para soportar la carga del agua y un espaldón de tierras, que, vertido por fuera, impermeabilizase el pie de la cortina, para evitar un eventual sifonamiento.

Las cortinas de tablestacas se enhebraban en tablestacas semi-embebidas en las pilas y cerraban los vanos de lado a lado hasta la cota 417,50. Con esta cota, cada vano del aliviadero es capaz de desaguar $50 \text{ m}^3/\text{seg.}$ Cuando se cerró el recinto 3 esta-

Fig. 3.^a— Presa de Castrejón. Excavación en el recinto 2. Sketch No. 3.— Castrejón dam. Number 2 enclosure excavation.

ban terminadas de montar y levantadas dos compuertas en los vanos 3 y 4.

5. COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA OBRA.

Se comprobaron los siguientes extremos:

— Estabilidad del tablestacado embebido en el dique de tierras coronado en la cota 412,50, con la carga de agua en esta cota. Se detallan a continuación los valores usados, obtenidos por ensayos en laboratorio:

Peso específico de los limos inundados: 1,1 Tm. por metro cúbico.

Peso específico de la arcilla bajo el agua: 1,5 toneladas métricas/m.³.

Angulo de rozamiento de los limos: 20°.

Angulo de rozamiento de la arena arcillosa compacta: 23°.

Prescindiendo de la cohesión en las arcillas resultaba una flexión de 30 Tm./m. l., lo que produciría una tensión de 2 200 Kg./cm.².

— Estabilidad del talud interior en seco con la carga de una grúa de 45 Tm. en el paseo de coronación con cohesiones de 2 y 4 Tm./m.² para la arcilla, y los demás valores como se enumeraron más arriba. El coeficiente de seguridad mínimo quedó en 1,2.

— Estabilidad del talud interior semisumergido con cohesión de 2 Tm./m.² en las arcillas. El talud resultaba estable con determinadas condiciones entre los niveles de agua libre y de imbibición.

Fig. 4.^a — Presa de Castrejón. Achique del recinto 3.

Sketch No. 4. — Castrejón dam. Number 3 enclosure dewatering.



6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

Todos los diques se construyeron por vertido de tierras en la corriente del agua. En ocasiones hizo falta una potente flota de transporte para vencer el arrastre de material por la corriente. Normalmente se empleaban cinco volquetes LW modelo D de 10 Tm. para el acarreo y un bulldozer LW modelo C para extender las tierras. Una vez cerrado el recinto se procedía a la hinca de tablestacas. Para ello se emplearon dos martinets de aire comprimido, uno suspendido de un pórtico metálico, y el otro de una Marion 362.

Para cerrar el primer recinto se emplearon 283 tablestacas de 10 m. y 180 tablestacas de 8 m. El segundo se completó con 600 tablestacas de 10 m. y 150 de 8 m. Como se dijo antes, se empalmaron las tablestacas posteriormente para hacer frente a mayores caudales. Las tablestacas de esquina se prepararon en la obra.

El 14 de junio de 1961 se comenzó la hinca de tablestacas en el primer recinto, cerrado ya el dique. El 17 de julio empezó el agotamiento. Una riada de 500 m.³/seg., el 16 de octubre, dificultó la excavación, y el 4 de noviembre se puso el primer hormigón en el cuerpo de presa. El recinto se

inundó nuevamente a finales de noviembre con una crecida de 900 m.³/seg. Tres inundaciones más se produjeron en enero, marzo y abril de 1962 con puntas de crecidas de 950, 850 y 1 000 m.³/seg., los días 6 de enero, 11 de marzo y 28 de abril, respectivamente.

El 29 de junio de 1962 se comenzó la extracción de tablestacas del primer recinto, el 6 de julio se abrieron los portillos al paso del agua, y el 7 de julio se cerraba el recinto 2. La excavación de este recinto empezó el 17 de septiembre, y el 17 de octubre se colocaba el primer hormigón. Crecidas de hasta 700 m.³/seg. se hicieron pasar por los portillos sin inundar el recinto. No obstante, se inundó dos veces: en enero de 1963, con puntas de 1 000 m.³/seg. el día 12, y de 1 200 m.²/seg. el día 19, y en febrero con una punta de 1 100 m.³ por segundo el día 17. El día 10 de abril se completó el hormigonado dentro de este recinto, y el 6 de junio se comenzó la extracción de tablestacas.

Los portillos se cerraron el 16 de agosto de 1963. En la tarde de este día se bajaron las cortinas de tablestacas. En la mañana del día siguiente comenzaron a verter los vanos terminados del aliviadero. El 25 de octubre se completó el hormigonado del cuerpo de presa.