

Azud de escollera armada en Tous^(*)

Por **ENRIQUE CIFRES GIMENES**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Se describe el proyecto y construcción de un azud de escollera armada, en el río Júcar a su paso por Tous, necesario para alimentar provisionalmente el canal Júcar-Turía hasta la ejecución de la Nueva Presa de Tous.

INTRODUCCION

La destrucción de la presa de TOUS tras las avenidas de los días 19 y 20 de octubre de 1982 obligó a la construcción de una estación de impulsión para garantizar la alimentación del Canal Júcar-Turía, imprescindible para cubrir las dotaciones de abastecimiento a Valencia y la zona regable dominada por este canal.

Para ello se habilitó como toma el túnel de desvío de la antigua presa, en funciones de desagüe de fondo durante su período de explotación.

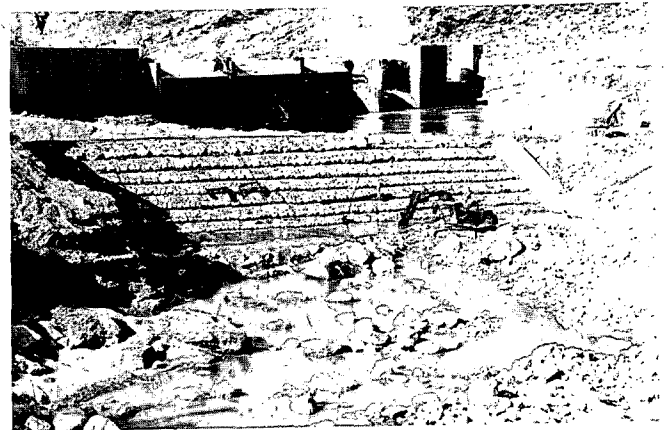
Para hacer llegar hasta la estación de elevación caudales de la magnitud requerida fue preciso construir un azud de 7,70 metros de altura. Tal azud ha de soportar con garantía vertidos importantes sobre su coronación.

La adopción de la tipología de azud con núcleo de arcilla y paramentos de escollera armada, prácticamente inédita en nuestro país, con excepción de la realizada en la Rambla del Poyo, también en Valencia, vino determinada por las siguientes motivaciones o requisitos:

- Garantizar un nivel mínimo de impermeabilidad para los fines a que estaba destinado.

- Disponer de una capacidad de vertido suficiente para aliviar una avenida de período de retorno superior a la que destruyó la anterior ataguía, mediante una estructura que fuera estable frente a la lámina de agua prevista.

- Permitir una ejecución rápida dada la importancia funcional del dispositivo a proyectar y del riesgo que suponía la presentación de nuevas avenidas que pudieran ocasionar desperfectos en el transcurso de las obras.



- Estudiar con especial atención una solución para la cimentación suficientemente flexible, para adaptarse al sustrato de acarreo existente.

La solución finalmente escogida se adecuaba mucho mejor a estos condicionantes que una solución de hormigón, evitaba la construcción de un aliviadero costoso y acortaba sensiblemente el plazo de ejecución.

Se disponía además en las proximidades de material suficiente, tanto escollera para protección de paramentos, como de material impermeable procedentes de la zona de Tous.

Resultaba finalmente, muy sugerente y adecuado dadas las circunstancias y el carácter provisional de la obra, poner en práctica una técnica innovadora que sirviera como experiencia o ensayo del que poder sacar conclusiones para realizaciones futuras.

Pese a esta provisionalidad, la inversión queda justificada de forma muy sobrada por los beneficios indirectos asociados a saber: Flexibilidad de turbinación en la central hidroeléctrica de Millares alimentada hoy desde el embalse de Naranjero, regulación diaria y reserva de rápida utilización, decantación con mejora de cali-

^(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de mayo de 1990.

dad y consiguiente decremento de costes de depuración..., fines todos ellos que individualmente amortizarán el gasto realizado en un plazo menor del año.

DIMENSIONAMIENTO

Se adoptó como caudal de diseño, el correspondiente a una avenida de período de retorno de 50 años del Júcar a su paso por Tous. Este caudal punta resultó ser del orden de 2.500 m³/sg., claramente superior al que destruyó la atagüa existente en noviembre de 1987.

No obstante el pequeño embalse establecido, unos 5 Hm³, permitió la reducción de puntas de avenida del río Escalona de 1.280 a 400 m³/sg.

La coronación del azud se fijó a la cota 65,50 con una altura sobre el cauce de unos 7,50 m. En estas condiciones la escollera del paramento aguas abajo, debería resistir el paso del caudal de diseño con una velocidad que se estimó en 7 m/s.

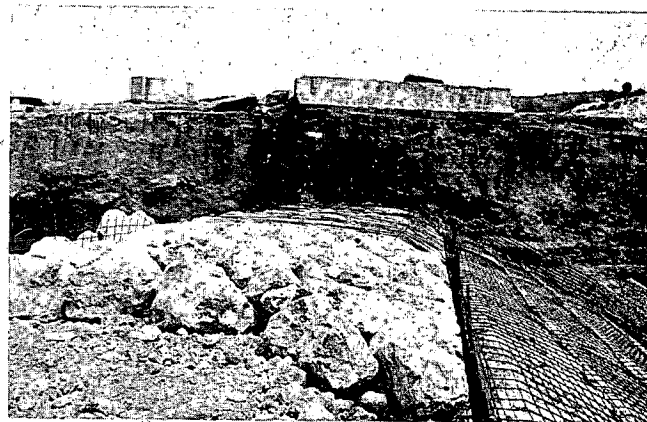
De las experiencias conocidas en presas australianas como la de «Ord River», así como las de algunas realizaciones en Sudáfrica; presas de «Bridle Drift» y «Xonsa», construidas ambas reforzando hasta cierta altura el paramento aguas abajo con escollera armada, para suplementar mediante vertido por coronación la capacidad de desvío durante la ejecución de las obras, se extrajeron las siguientes conclusiones aplicables al caso del azud:

- La disposición de la malla superficial de protección de la escollera del paramento debe ser lo suficientemente densa como para evitar el lavado de las piedras de menor tamaño.

- Resulta más favorable la adopción de una malla formada por barras gruesas más separadas que otra densa constituida por barras finas, pero más expuestas a fenómenos como la corrosión y abrasión.

- La eventual rotura de un paquete no debe destruir toda la presa, por lo que éstos deben formar recintos cerrados para evitar la progresión de su posible vaciado.

En este sentido, se expresa una comunicación presentada en el Décimo Congreso de



Grandes Presas (Montreal, 1970) que recogía las experiencias tras una serie de vertidos sobre la presa de Bridle Drift. En una de las conclusiones extraídas del comportamiento de esta presa tras el vertido, se mencionaba la especial vulnerabilidad de las barras horizontales de la malla superficial a la acción de choques producidos por piedras arrastradas violentamente por el flujo, por lo que se resaltaba la importancia del cosido de las barras de la malla con el fin de evitar cortes que pudieran dar lugar al desprendimiento de las piezas más superficiales y el deterioro progresivo del paramento.

La disposición más comúnmente observada es aquella en que la malla superficial envuelve las piedras del paramento formando paquetes, anclados firmemente al cuerpo de presa mediante barras de gran diámetro. Dichas barras se dimensionan para absorber el empuje producido por el paso del flujo sobre la superficie expuesta al vertido, disponiéndose a lo largo de los planos horizontales de separación de paquetes y cosiendo los paquetes contiguos. (Ver fig. 1).

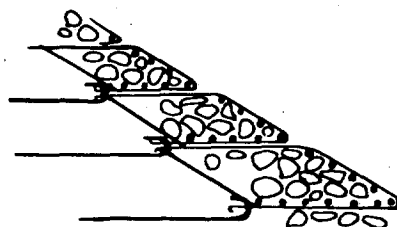


Figura 1

DESCRIPCION DE LA SOLUCION ADOPTADA

El Azud tiene una longitud en coronación de 50,00 m con un ancho de 5,50 m. La altura sobre el cauce es de 7,50 m. La superficie de aguas arriba tiene un talud de 2,50 en horizontal por 1,00 en vertical. Aguas abajo el talud es de 2,00 en horizontal y 1,00 en vertical.

Las filtraciones a través del cuerpo de presa se controlan mediante la disposición de un núcleo vertical de material impermeable compactado, coronado a cota 63,20 y ligeramente desplazado hacia agua arriba respecto del eje del azud. Los taludes de este núcleo aguas arriba y aguas abajo son 1,20 horizontal por 1:00 en vertical; protegido éste último por una capa filtro de 1 metro de anchura.

Los espaldones se zonificaron con objeto de conseguir una estructura resistente especialmente en el de aguas abajo para soportar el vertido sobre coronación. (Ver fig. 2).

Consecuentemente, las graduaciones de escollera fijadas en proyectos fueron:

Protección espaldón agua arriba: Escollera de 50 kg mínimo.

Espaldón aguas arriba: Escollera de 5 a 50 Kg.

Espaldón aguas abajo: Escollera armada de 300 a 2.000 Kg (tamaño medio 1.000 Kg).

Esta escollera se dimensionó estudiando por un procedimiento gráfico el equilibrio aislado de una piedra representativa de la capa de para-

mento de 1.000 Kg de peso con diámetro equivalente a 0,90 m.

En efecto, dibujando las fuerzas H y W , y de aquí representando S y N_w , se traza la paralela a N_w hasta cortar la línea «da» que forma un ángulo ϕ con la normal al talud. Con esta construcción se obtiene N_m y la correspondiente fuerza de anclaje M . (Ver fig. 3).

La escollera de coronación y del paramento aguas abajo, se colocó en paquetes independientes de 0,90 m de altura envueltos por una malla de redondos de 16 mm cada 30 cm según el eje de presa por 40 cm según la dirección del talud. Las uniones entre barras se realizaron mediante alambre doble, soldadura y tornillos roscados con pletina de sujeción. La armadura de cada paquete es una envolvente que cierra cada uno de estos en su totalidad, siendo por tanto independientes. Las uniones entre paquetes contiguos se realizaron por el

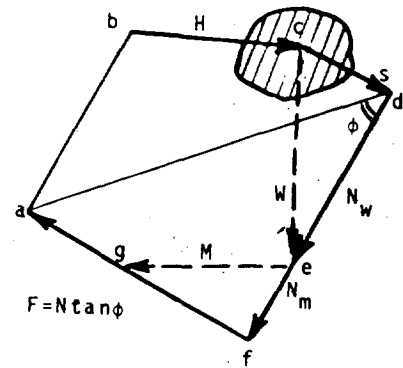


Figura 3

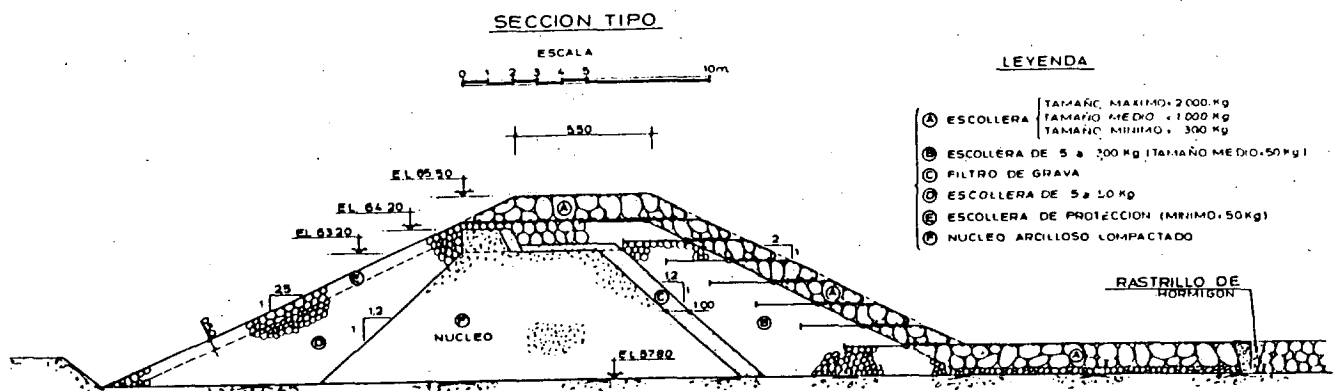
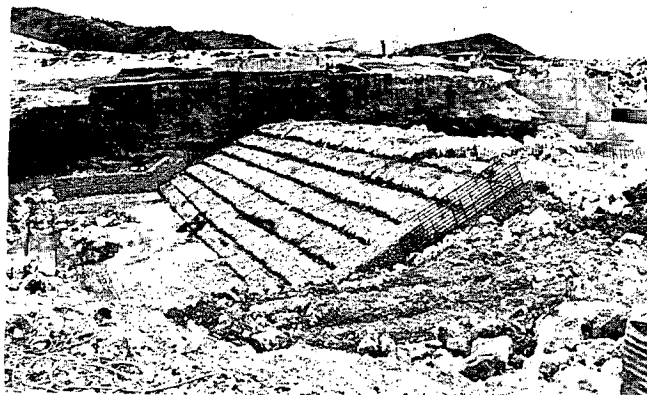


Figura 2



procedimiento ya indicado en la malla de superficie.

Los paquetes se anclaron al cuerpo de presa mediante barras de diámetro 25 mm y 2,50 m de longitud dispuestas en planos horizontales según una secuencia (2,70 × 0,90 m) que garantizara la estabilidad de toda la superficie expuesta al vertido, e incluso la de la capa subyacente. Estas barras se remataron en su extremo inmerso en el cuerpo de presa con placas metálicas de anclaje de 500 × 500 × 20 mm roscadas a la barra y rigidizadas convenientemente.

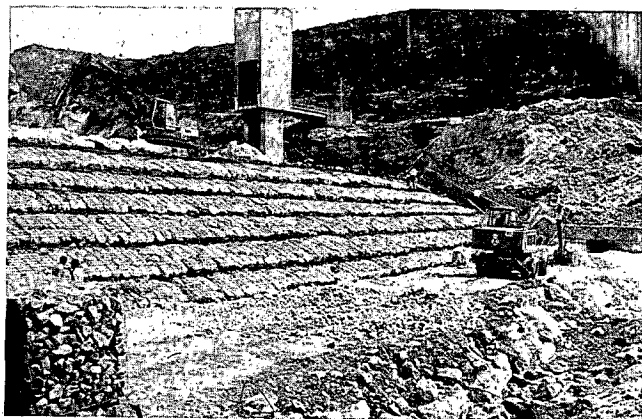
En ambas márgenes y a todo lo largo del azud, se dispusieron a modo de cajeros, sendas filas de gaviones de 2 m de altura.

INCIDENCIAS CONSTRUCTIVAS Y COMPORTAMIENTO DURANTE EL PERIODO DE EXPLOTACION

La destrucción del camino que hacía las veces de ataguía para derivación de caudales hacia la estación de impulsión en noviembre del 87, determinó su urgente reposición aprovechando una parada en el bombeo de agua al caudal Júcar-Turia.

En fase de compactación del núcleo impermeable del azud, una pequeña avenida presentada en febrero de 1988 destruyó parcialmente el terraplén de arcilla interrumpiendo momentáneamente los trabajos.

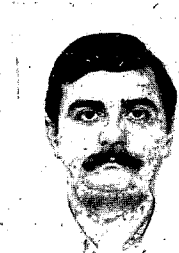
Reanudadas las obras, hubo que imprimir un fuerte ritmo estableciendo tres turnos diarios hasta la conclusión de las mismas en marzo de 1988 para disminuir el riesgo de presentación de otra avenida que ocasionara mayores daños en fases más avanzadas.



DATOS TECNICOS

Longitud coronación	50,00 m
Altura sobre cimientos	7,70 m
Volumen de embalse útil (cota 64,20 m)	3.800.000 m ³
Volumen máximo a la cota 65,5	5.300.000 m ³
Escollera colocada	6.340 m ³
Arcilla en núcleo	7.037 m ³
Filtros	395 m ³
Excavaciones	9.089 m ³
Acero corrugado	50.760 Kg.

Enrique Cifres Giménez



Director de las obras. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Promoción 1983. Jefe Sección Confederación Hidrográfica del Júcar desde 1986. Profesor Asociado de Presas. ETS de ICCP de la Universidad Politécnica de Valencia desde 1987.