

Presa de Cancho del Fresno

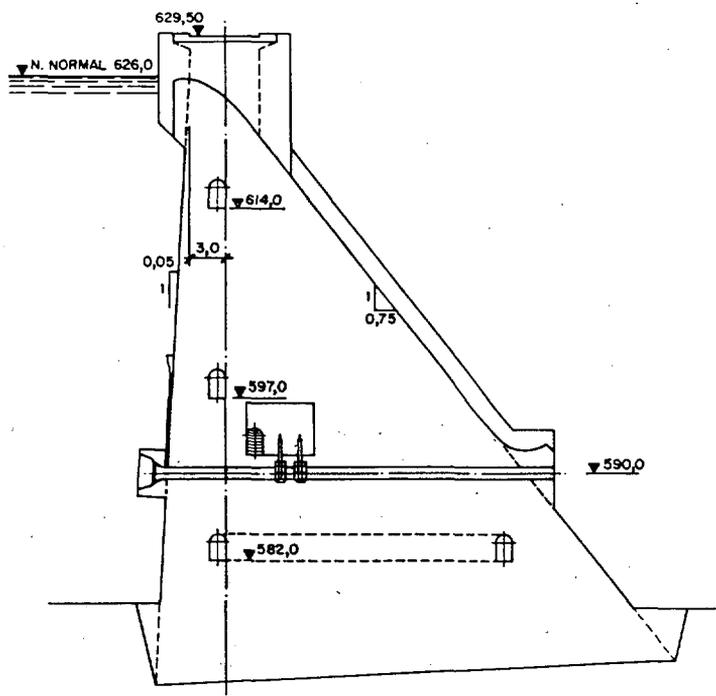
Por JOSE BARRAU, ALFREDO GRANADOS Y FERNANDO FRANCO
Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Esta presa ha sido la primera experiencia española en la que el hormigón se ha colocado mediante cintas de alta velocidad. En el presente artículo se describen algunos de los datos y experiencias más relevantes del proyecto, construcción y puesta en carga de la misma.

EL PROYECTO

La presa de Cancho del Fresno, cuyos antecedentes se remontan al Plan de Obras Hidráulicas de 1902, y de la que en el transcurso de los años se realizaron diversos estudios en los que se fue modificando su finalidad, altura y formas estructurales, ha sido finalmente proyectada, contratada, construida y puesta en carga en un período de tiempo próximo a los 3 años y medio.

El objetivo del proyecto, redactado en 1983 tras la sequía que azotó la cuenca del Guadiana, fue asegurar el abastecimiento a las poblaciones de Cañamero, Zorita y Logrosán, y complementariamente regular la cabecera del río Ruecas, laminando sus avenidas y utilizando los remanentes del abastecimiento para los regadíos de aguas abajo.



La presa es de gravedad de planta recta, con 57 m. de altura, 217 m. de coronación, taludes 0,05 aguas arriba y 0,75 aguas abajo, y 15 Hm³. de capacidad. El diseño dispone de tres niveles de galerías a las cotas 582, 597 Y 614, una junta longitudinal que partía los bloques centrales sensiblemente a la mitad, y juntas transversales cada 15 m. (excepto las del cauce que se acortaron a 12 m).

El sistema hidráulico de la presa es el siguiente:

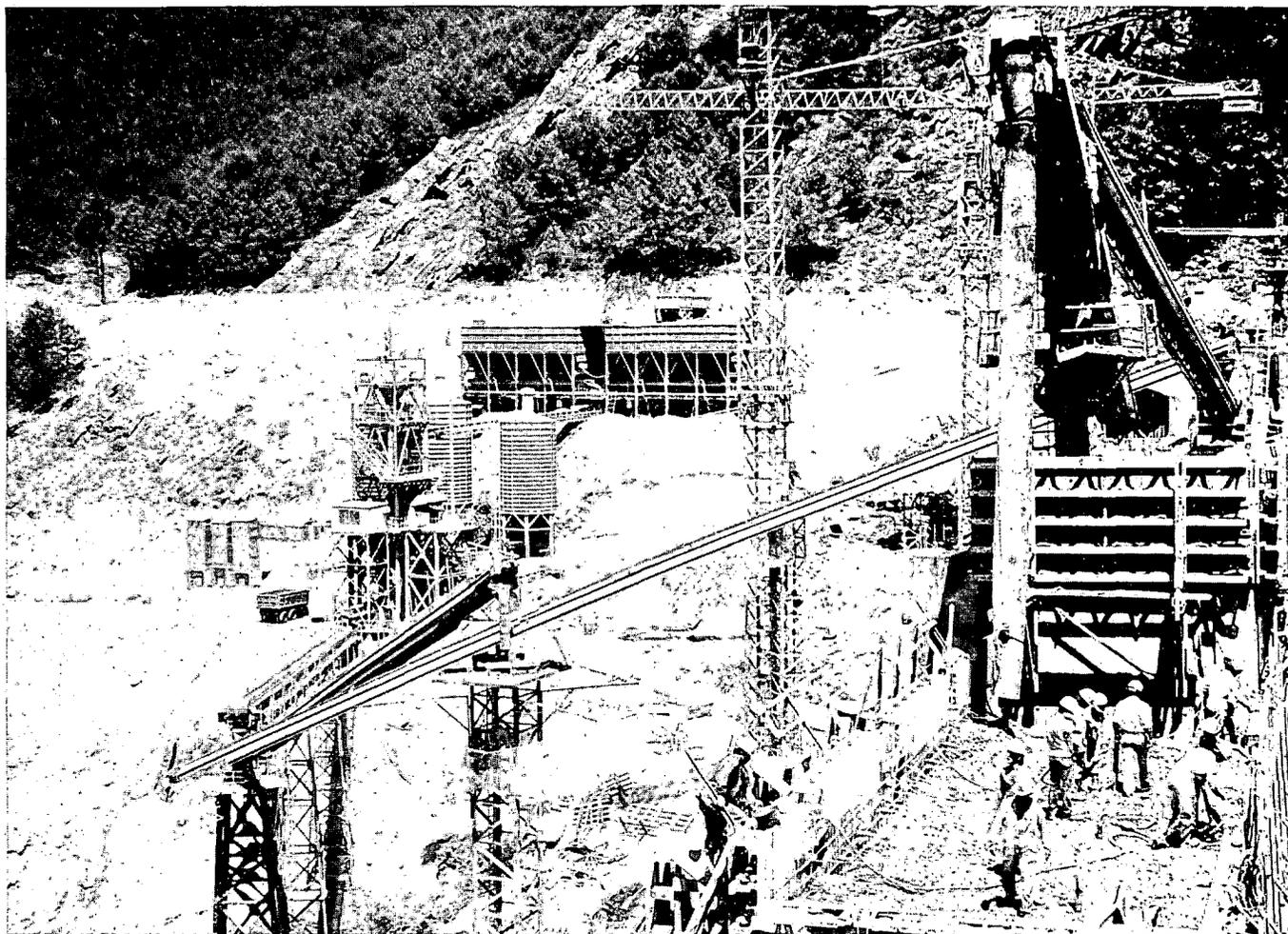
- Aliviadero de 33 m. de labio libre, diseñado para 275 m³/seg. y dispuesto sobre los bloques centrales. Restitución de vertidos al cauce mediante lanzamiento en trampolín.
- Desagües de fondo constituidos por 2 tuberías \varnothing 1.000.
- Tomas para abastecimiento \varnothing 500 a 3 alturas diferentes.
- Toma para aprovechamiento hidroeléctrico de 1 m². de sección.
- Portillo de desvío del río de sección cuadrada con 2,15 m. de lado.

La cimentación está constituida por paquetes alternos de cuarcitas y pizarras en disposición subvertical que buza ligeramente hacia agua abajo y orientación sensiblemente ortogonal al cauce. La roca en general está fracturada y los contactos entre paquetes abiertos, con relleno arcilloso. Se ha detectado una pequeña falla sobre el borde del estribo derecho.

LA CONSTRUCCION

Las instalaciones de hormigonado

Esta presa ha sido la primera que se ha construido en España empleando cintas transpor-



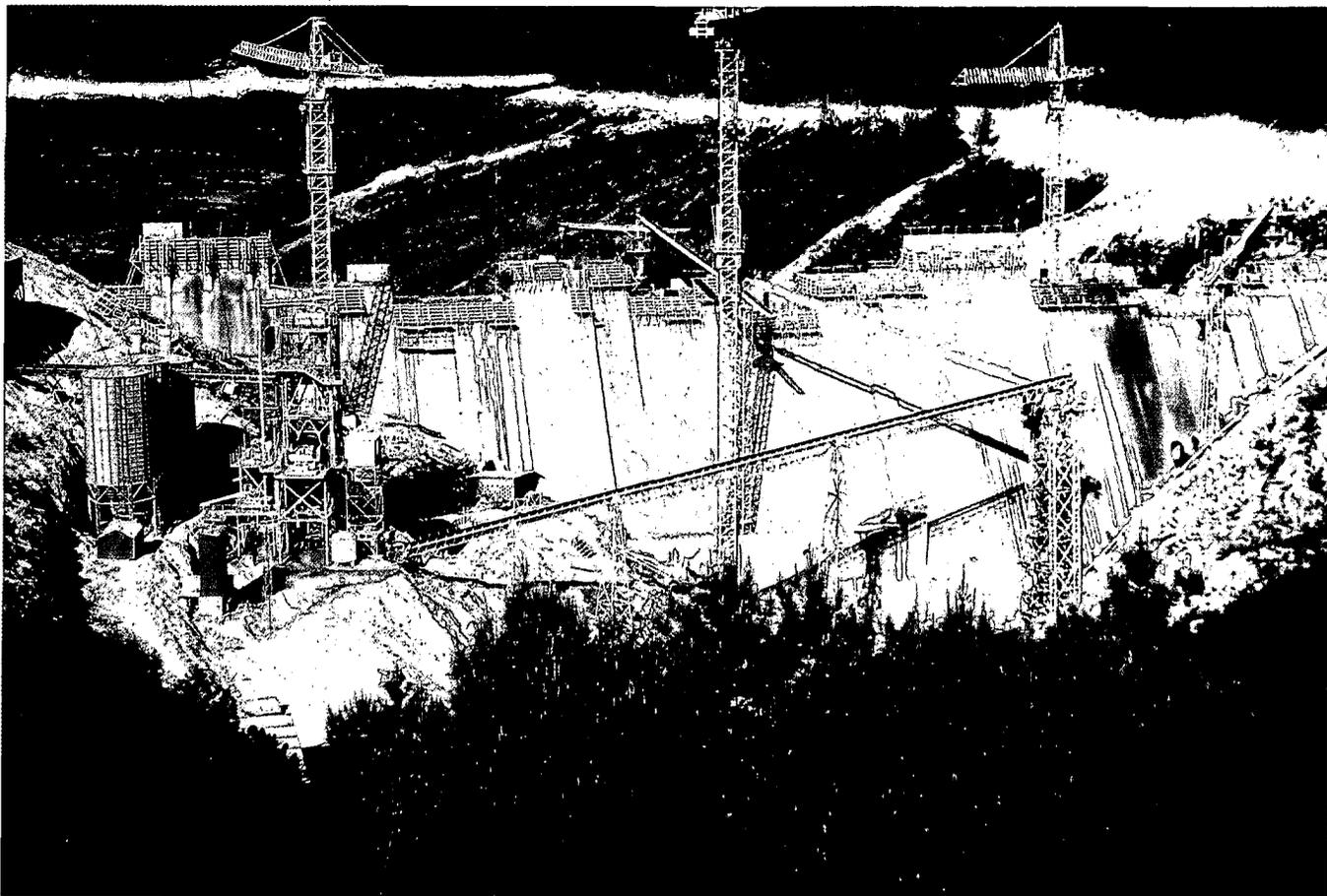
tadoras de alta velocidad (4 m/seg) para la puesta en obra de los hormigones, sistema que permite obtener elevados rendimientos en el transporte y colocación de éstos.

Las instalaciones de hormigonado montadas por la empresa adjudicataria de las obras Dragados y Construcciones, S. A., fueron las siguientes:

- Planta de hormigón para 150 m³/h., emplazada en la ladera de margen derecha aguas abajo de la presa, y constituida por 8 tolvas de áridos de 50 m². de capacidad/ud.; 2 básculas acumulativas de áridos, 2 silos de cemento de 100 m³/ud., 1 silo de cenizas de 100 m³., básculas para conglomerante, agua y aditivos, 3 hormigoneras de tambor basculante de 3 m³/ud., y tolva de hormigón de 10 m³., desde la que se alimentaba

la cinta fija de transporte entre la planta y el castillete de transferencia ubicado al borde del cauce a pie de presa.

- Cintas transportadoras de alta velocidad que connexionaban la planta con el tajo de hormigonado. Constaban de los siguientes elementos:
 - Cinta fija de 89 m. de longitud que transportaba el hormigón hasta el castillete de transferencia.
 - Cinta móvil de 42 m. de longitud que pivota sobre el castillete anterior, pudiendo apoyarse en el otro extremo sobre 2 castilletes fijos emplazados en sendas laderas de la presa, dependiendo su posición de la margen que se estuviese hormigonando.
 - Dos cintas móviles de 35 m. de longi-



tud que conexionan los mástiles fijos de ladera con los brazos distribuidores.

- Dos brazos distribuidores de 20 m. de alcance, compuestos por una cinta móvil telescópica que gira 360° y pivota modificando su pendiente, y un mástil cilíndrico de \varnothing 600 mm. y 9 m. de altura, cuya base se empotra en el hueco dejado al efecto en cada tongada de la presa y que se hormigonaba a la siguiente.
- Tres grúas torres precisas para posicionamiento de las cintas móviles y brazos distribuidores, cambio de encofrados, transporte de tractores de vibrado, etc.

La obra

Con las instalaciones de hormigonado descritas se obtuvo un rendimiento medio próximo a los 120 m³/h., habiéndose colocado los

135.000 m³, de hormigón de la presa en un período de tiempo inferior a un año, y a un solo turno y tongada/día.

En la confección de los hormigones se emplearon 5 tamaños de áridos (de ellos 2 arenas), 180 kg. de conglomerante cemento/cenizas en proporción 70/30, y se le añadió a la masa un plastificante. El tamaño máximo de los áridos se limitó en 100 mm. La resistencia característica exigida al hormigón fue de 175 kg/cm².

El control sistemático realizado en laboratorio permitió establecer la evolución en el tiempo de la resistencia de los hormigones, la cual referida a la correspondiente a los 28 días fue del 58 por 100 a 3 días, del 68 por 100 a 7 días y del 134 por 100 a 90 días. Las resistencias medias obtenidas superaron holgadamente a las exigidas en el Pliego, pero se observó durante todo el desarrollo de la obra una dispersión entre series de probetas que actuaba desfavorablemente sobre la resistencia carac-

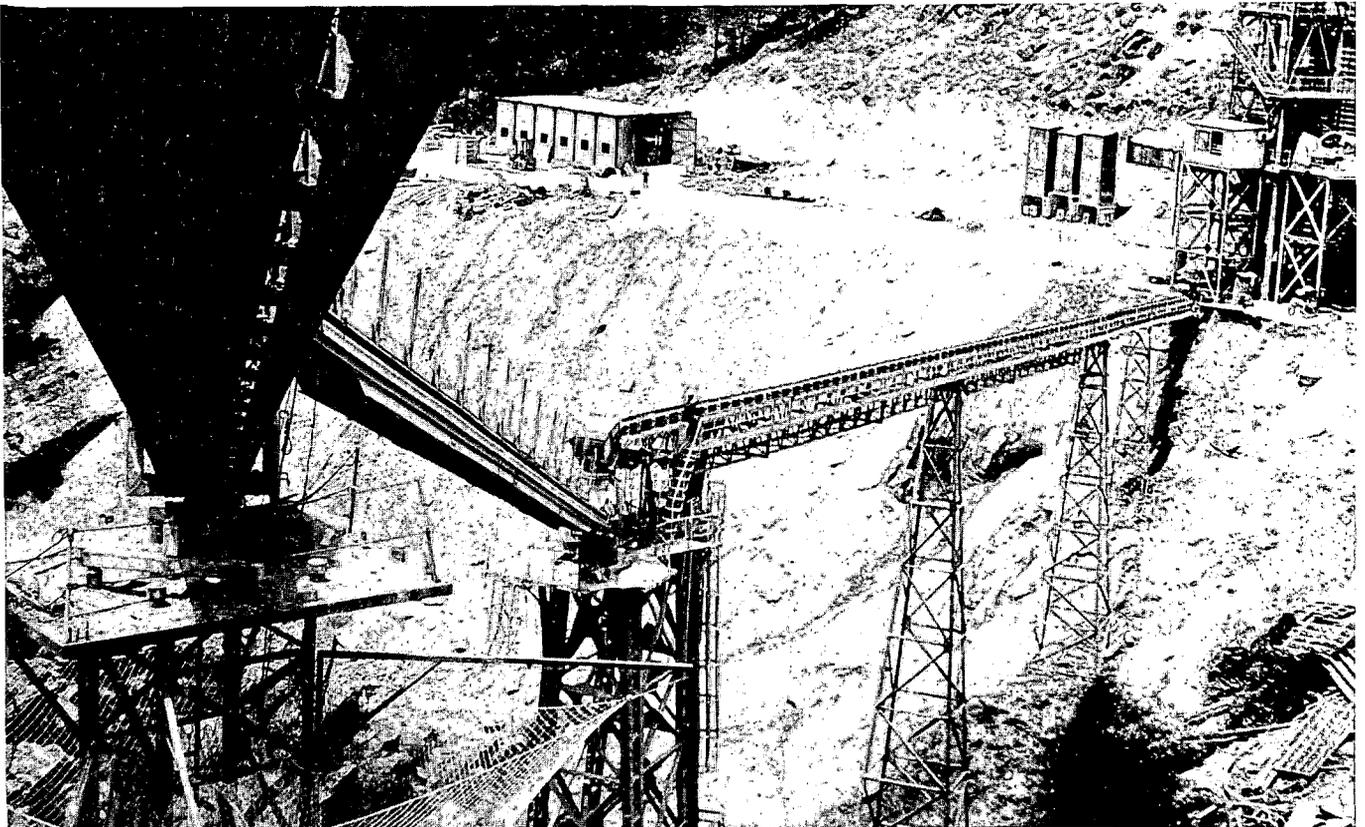
terística y que dependía del tiempo de amasado se ajustó en 50 segundos intentando lograr un equilibrio entre la homogeneización de la mezcla de conglomerantes y la disgregación que se producía en los áridos con tiempos mayores de batido. La influencia de las condiciones meteorológicas era una consecuencia del sistema de curado de probetas con balsas de agua.

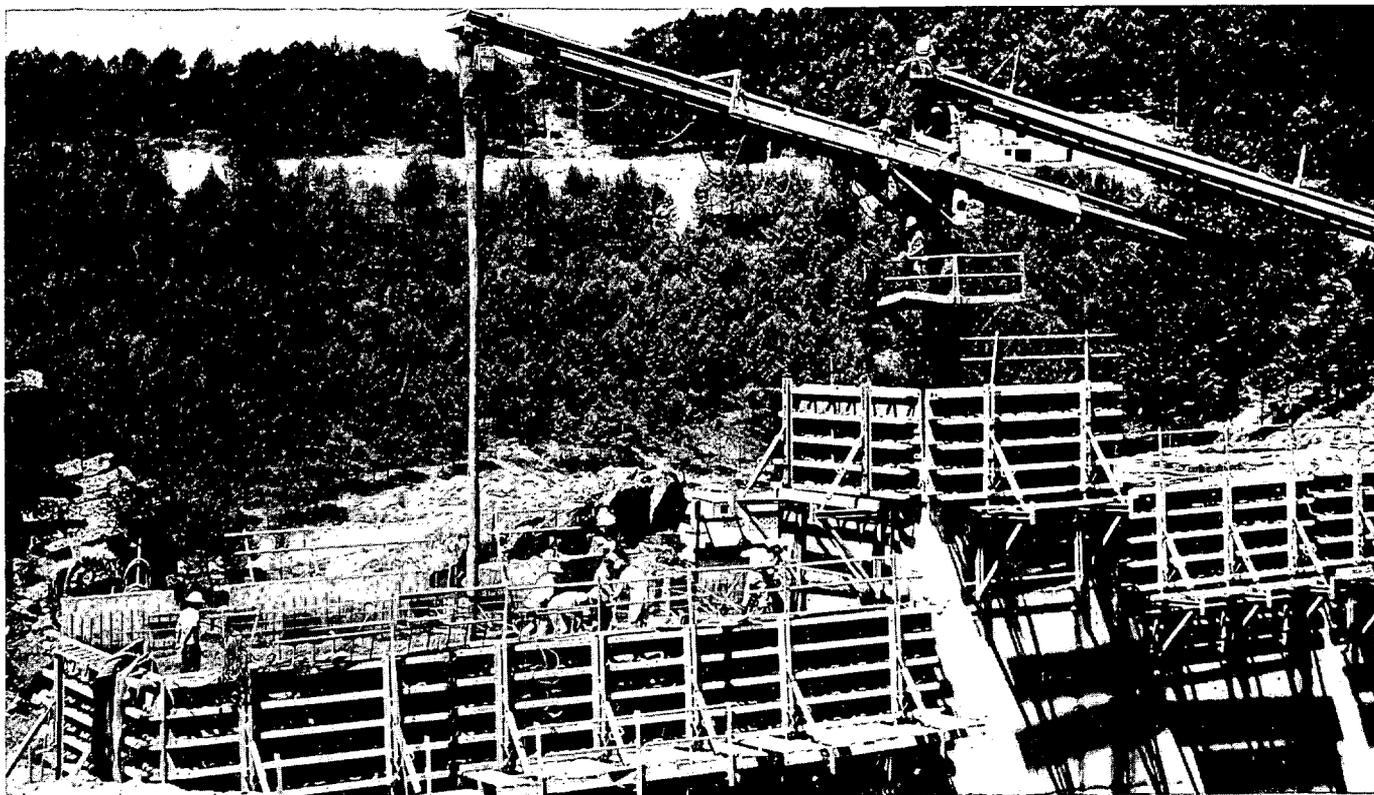
La limitación del tamaño máximo de los áridos a 100 mm. se adoptó con objeto de evitar la disgregación de la masa durante su transporte por las cintas. La pendiente de las mismas producía, al sobrepasar un determinado nivel, el desplazamiento (rodando o deslizando por la cinta) del árido grueso con respecto al mortero, disgregando el hormigón. A pesar de reducir el tamaño máximo de árido (desde 120 a 100 mm), en situaciones límite de pendiente la aceleración producida por las maniobras parada/arranque de las cintas producía fenómenos de disgregación, por lo que en estos casos existía el riesgo de que después de cada interrupción del hormigonado llegasen al distribuidor aglomeraciones de áridos sin pasta,

formando nidos de piedras en el punto de vertido. En el hormigonado de tongadas en que por la configuración del transporte era previsible que se produjese este fenómeno, se aprovechaba la gran agilidad de movimientos del distribuidor para evitar que, después de una interrupción en las cintas, el posible hormigón disgregado se concentrase en un punto concreto, esparciéndolo y envolviéndolo con el hormigón que llegaba instantes después.

Por otra lado, esta agilidad de movimientos del brazo distribuidor permitía efectuar una puesta en obra del hormigón que dejaba la sub-tongada perfectamente regularizada, barriendo la superficie del bloque desde el borde de aguas abajo hasta el de aguas arriba ordenadamente, mediante líneas de avance paralelas al eje de la presa y con recorridos en zig-zag.

El tiempo que duraba la operación de transporte del hormigón, desde salida de la planta hasta su colocación en el bloque, era aproximadamente de 1 minuto, por lo que la pérdida de humedad era muy pequeña, manteniéndose la consistencia prácticamente invariable.





La rapidez de maniobra en la colocación del hormigón de la presa, obligó a reforzar los encofrados de los bloques de cubicaje reducido, y en ocasiones a paralizar el hormigonado de las últimas subtongadas para dar tiempo a que las primeras comenzasen el fraguado y se disminuyese la presión sobre los encofrados.

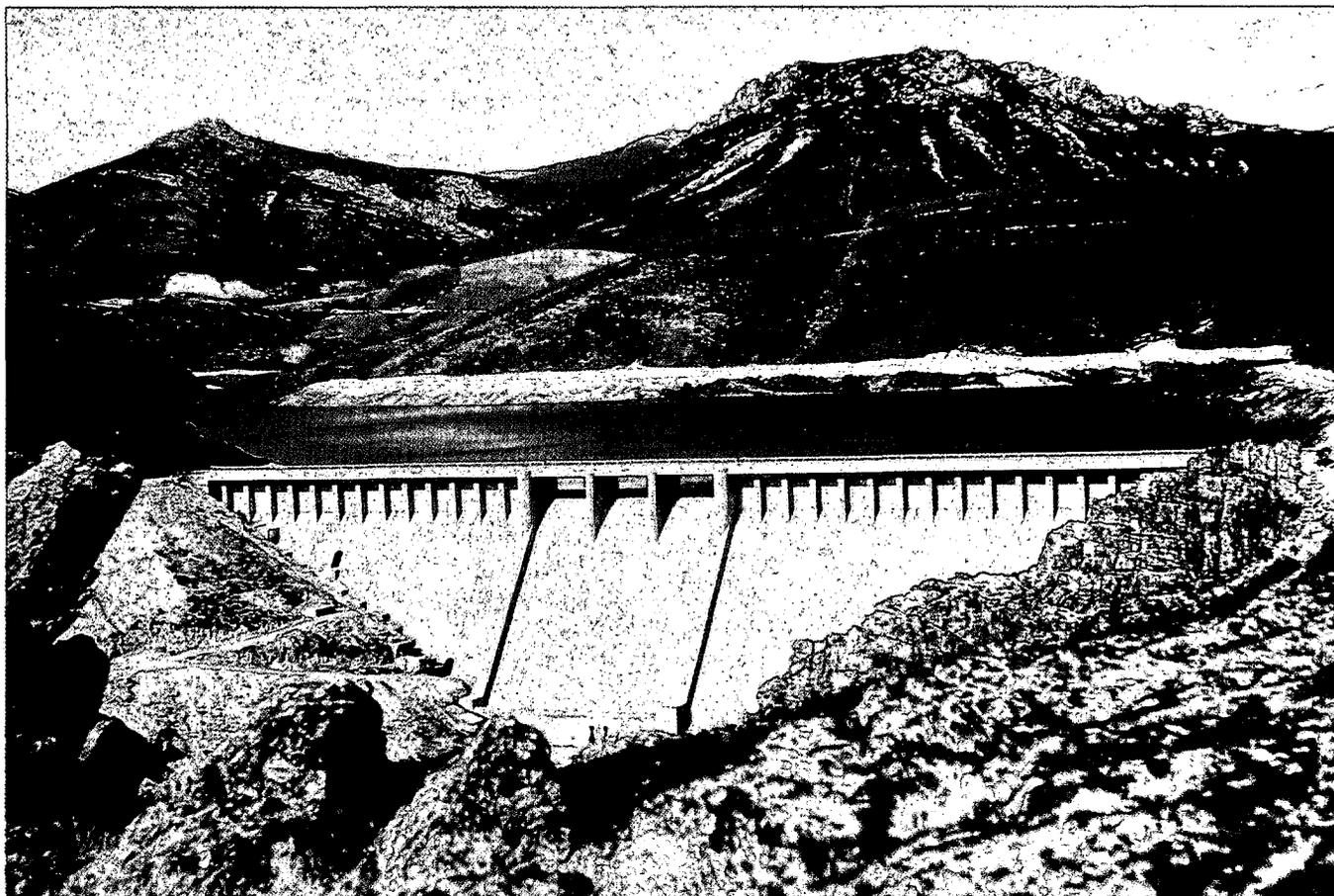
Los huecos que se dejaban en cada tongada para empotramiento del brazo distribuidor y que llegaban a tener 4 m. de profundidad, se aprovecharon para el control sistemático de la permeabilidad de la fábrica, manteniéndolos siempre llenos de agua y protegidos frente a caídas. Antes del hormigonado de la tongada que había de sellarlos, se aspiraba el agua y los posibles sedimentos de fondo, rellenándolos posteriormente con el mortero de la primera retoma.

Para facilitar la colocación del hormigón con la instalación prevista se suprimió a comienzos de la obra la junta longitudinal diseñada en proyecto. Aunque para presas de esta altura (próxima a los 60 m.) ello no representa innovación alguna, se vigilaron con cuidado sus posibles efectos sobre las tongadas de base de los bloques centrales, controlando a su vez los

parámetros que inciden sobre la retracción de la fábrica. En algunas de estas tongadas se observaron microfisuras que partían el bloque transversalmente, pasando siempre por el hueco del distribuidor. En estos casos, en la tongada siguiente se colocaba en la retoma una parrilla de acero ($\varnothing 20$ a 0,20) que se extendía 5 m. a cada lado de la fisura, lo que bastaba para evitar que la misma prosperase hacia arriba en las tongadas sucesivas.

Las temperaturas de los bloques, medidas mediante baterías de termómetros alojadas en la masa, se han mantenido en todo momento bastante bajas. Los valores máximos detectados no sobrepasaron nunca los 27° C, se midieron en los días calientes del verano, y siempre durante las primeras horas de fraguado.

El tratamiento realizado en la cimentación consistió esencialmente en la consolidación del contacto hormigón-roca mediante taladros superficiales distribuidos en cuadrícula de 3×5 m². Posteriormente se impermeabilizó en profundidad sobre el plano de drenaje en todas aquellas zonas en que se detectaron pérdidas de agua relevantes a través de la roca.



LA PUESTA EN CARGA

El tapón de cierre del desvío provisional del río se hormigonó durante el estiaje del otoño 1986, hecho con el que comenzó la puesta en carga.

A finales de la primavera 1987 se alcanzó la máxima cota de lámina de agua en esta primera campaña, que llegó a estar 4 m por debajo del labio del vertedero. Durante la misma se llevó a cabo un cuidadoso control hidráulico en todo el sistema de drenaje de la presa, conjuntamente con el de los restantes dispositivos de auscultación previstos en proyecto (sólo medidores de apertura de juntas, los termómetros, algunos extensómetros y un péndulo directo.

Durante el verano 1987, con el agua ligera-

mente eutrofizada se procedió al vaciado completo del embalse, manteniéndolo vacío durante parte del otoño en que se terminó de limpiar el matorral del vaso que había quedado al finalizar en la campaña anterior las tareas de deforestación.

En el mes de noviembre pasado se comienza de nuevo a embalsar, presentándose un año hidrológico más favorable que el anterior, con lo que en febrero 1987 el nivel del embalse se halla ya solamente a 2 m por debajo del máximo nivel normal, esperando que vierta en primavera.

Las filtraciones acumuladas de todo el sistema de drenaje y al máximo nivel de lámina alcanzado en el embalse, dan un caudal de 50 litros/minuto.