

COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS

RECRECIMIENTO DE LA PRESA DE LAS TORCAS

Oswaldo Zaera Borobia¹
José María Marín Morcillo²

RESUMEN: La presa de Las Torcas es la pieza fundamental del sistema de regulación del río Huerva, que cuenta además con la presa de Mezalocha, aguas abajo. Dada la falta de garantía de suministro a los riegos de la cuenca media y baja del río, se plantea la necesidad de proyectar el recrecimiento de la presa de Las Torcas. La reciente sucesión de años secos ha tenido gran repercusión en los regadíos, por lo que los usuarios a través del Sindicato Central del río Huerva han solicitado que se acometieran lo más urgentemente posible dichas obras de recrecimiento. Como consecuencia de los estudios realizados, se ha seleccionado como más idónea una solución de recrecimiento por aguas abajo. En el artículo se describen las características de la solución de recrecimiento adoptada.

1. PREÁMBULO

Es manifiesta la gran diferencia de aportaciones específicas existente entre las márgenes izquierda y derecha de la zona aragonesa de la cuenca del Ebro, mucho mayor en la primera. La causa de esta diferencia es la debilidad con que los frentes de lluvia atlánticos llegan a las cuencas de los ríos Queiles, Jalón, Huerva, Aguas Vivas, Martín, Guadalope y Matarraña. Las lluvias procedentes del Mediterráneo son de carácter torrencial, y aunque generalmente significan la esperanza de salvación de una cosecha, con cierta frecuencia provocan su destrucción y la de las obras existentes en los cauces.

¹ Confederación Hidrográfica del Ebro.

² Ingeniería Civil Internacional, S.A. (INCISA).

Esta escasez de caudales (salvo en raras y torrenciales ocasiones) tiene como consecuencia que los regantes y demás usuarios de aprovechamientos de agua estén mentalizados en la necesidad de regulación de las cuencas desde hace mucho tiempo.

Así la presa de Mezalocha, con 3 hm³ de embalse, se construyó entre los años 1896 y 1903 sobre el emplazamiento de otra más antigua que se arruinó en 1766 y la presa de Las Torcas, proyectada en 1922, con 6,7 hm³ de embalse, se terminó de construir en el año 1948.

2. LA PRESA DE LAS TORCAS EXISTENTE

La presa del embalse de Las Torcas se encuentra situada sobre el río Huerva, afluente por la margen derecha del Ebro, y a unos 2,7 km aguas arriba de la población de Tosos dentro de su término municipal, en la provincia de Zaragoza, a una distancia de 20 km de Cariñena y 68 km de Zaragoza.

El río Huerva desemboca en el Ebro, en la misma capital, a los 143 km de recorrido y después de pasar bajo el Canal Imperial.

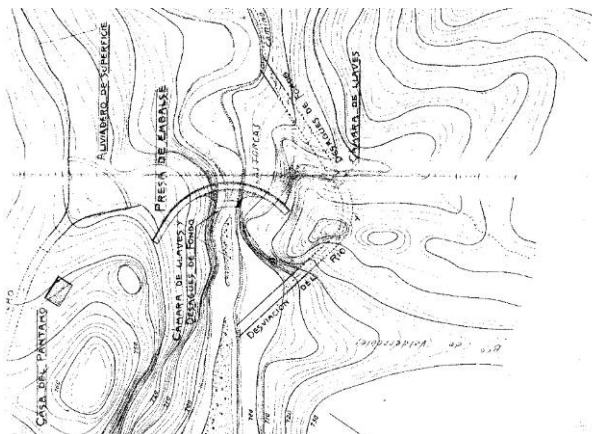


Figura 1.- Planta según proyecto de 1922

La cuenca vertiente al embalse, de 456 km², se desarrolla entre la cota 1300 en el nacimiento del río en la Sierra de Cucalón, en Fonfría, provincia de Teruel y la cota 600.

El proyecto primero de la presa data de 1922, si bien la solución inicialmente planteada en arco fue sustituida por la tipología definitiva en el proyecto reformado de 1935.

La presa, situada en el portillo de Las Torcas de Tosos, -aquí la palabra Torca tiene una acepción de meandro-, con una capacidad actual de embalse de 6,66 hm³, se inició en diciembre de 1940 y fue terminada en 1948, estando formada por un dique de gravedad de planta recta con una altura sobre el cauce de 32,50 m.

La longitud de coronación es de 100,50 m y el ancho de la misma es de 4,60 m.

La sección tipo de la presa es triangular con talud aguas arriba vertical y de 0,77 aguas abajo.

En la margen derecha de la presa está ubicada la antigua galería de desvío del río, con un tapón de hormigón que presenta una abundante filtración. En dicha margen e independiente del cuerpo de presa, se dispone también el aliviadero, inicialmente de labio fijo, en el que se han instalado en 1972 dos compuertas tipo vagón, que elevan la cota máxima del embalse hasta su

vértice teórico. Los caudales vertidos se desaguan aguas abajo de la presa a través de un túnel.



Figura 2.- Portillo de las Torcas, fotografía tomada en 1926



Figura 3.- Planta general de las obras según proyecto de 1940



Figura 4.- Paramento de aguas abajo

Para el Nivel Máximo Normal del embalse (624,35 m.s.n.m.) la capacidad de descarga del aliviadero de compuertas, con una altura de lámina vertiente de 5 metros, es de $190 \text{ m}^3/\text{s}$.

No dispone de ninguna galería de inspección y drenaje en el cuerpo de presa. En el centro de la presa y adosado al talud de aguas abajo se sitúa la cámara de llaves de los desagües de fondo, formados por dos conductos de 1000 mm de diámetro.

En relación con el hormigón de la presa actual hay que señalar que se encuentra en buen estado. De las probetas extraídas se deduce una densidad aparente media de $24,4 \text{ kN/m}^3$ ($2,44 \text{ Tn/m}^3$) con una porosidad del 10% (como comparación el hormigón de la presa de Mezalocha, con una altura sobre cimientos de 36 m y ejecutada a principios del siglo XX, tiene una densidad aparente media de $19,2 \text{ kN/m}^3$ ($1,92 \text{ Tn/m}^3$) con una porosidad del 28% - CEDEX, 2004-).

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia realizados se observa una resistencia a la compresión simple promedio de $19,8 \text{ N/mm}^2$ (198 Kp/cm^2).

Respecto al Módulo de Young, el valor promedio de los ensayos realizados es del orden de $24.457,940 \text{ N/mm}^2$ ($244.579,40 \text{ Kg/cm}^2$).

En relación con la cimentación hay que señalar que la presa se apoya en el flanco izquierdo de un anticlinal sobre calizas jurásicas compactas algo estratificadas (margocalizas en la formación Calloviense, calizas tableadas en

la formación Kimmeridgense y masivas en la Portlandiense), con buzamiento favorable a la estabilidad de la presa.

Como consecuencia de la formación del anticlinal se aprecian en el terreno fallas, corrimientos en masa, resbalamientos y que las calizas se encuentren frecuentemente milonitizadas, produciendo el efecto de una geología muy complicada cuando la causa fue relativamente sencilla. En el “Estudio de las condiciones geológicas del emplazamiento y del vaso del Pantano de Las Torcas en el río Huerva” realizado por el Ingeniero de Caminos Clemente Sáenz en el año 1926, antecedente que hemos tenido el privilegio de analizar ⁽¹⁾, se hace un estudio detenido de las fallas y de “las dislocaciones que presenta el terreno” aconsejando desechar la solución arco inicial y su sustitución por la de tipología de gravedad, recogida en el proyecto reformado de 1935.

3. NECESIDAD Y PROPÓSITO DE LA AMPLIACIÓN DEL EMBALSE DE LAS TORCAS



Figura 5.- Vista general de embalse

El comportamiento irregular del río Huerva se observa claramente en la serie de aportaciones al embalse de Las Torcas, con un valor medio anual próximo a 30 hm³/año, se han registrado valores próximos a 100 hm³/año y mínimos del orden de 6 hm³/año.

El embalse pasa sucesivamente, año tras año, de estar lleno y vertiendo a quedarse vacío.

Los estudios realizados ponen en evidencia la falta de garantía de suministro aceptables para los usos actuales y futuros previstos para la cuenca del Huerva en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro, y, en consecuencia, la necesidad de proyectar su recrecimiento. Además, la reciente sucesión de años secos ha tenido gran repercusión en los regadíos, por lo que los usuarios a través del Sindicato Central del río Huerva han solicitado que se acometieran lo más urgentemente posible dichas obras de recrecimiento.

En el Plan Hidrológico del Ebro se recoge la ejecución, en el primer horizonte del mismo, de las obras de recrecimiento de la presa de Las Torcas, para conseguir una capacidad de almacenamiento de unos 14 hm³, requerida para garantizar las demandas de abastecimiento, regadío e industrial del sistema del río Huerva. Dicha capacidad de almacenamiento se consigue

⁽¹⁾ Se publicó en 1929 como Monografía por la CHE, prologada por M. Lorenzo Pardo. De dicho prólogo se extrae el siguiente párrafo “Sáenz se queja de que la rapidez con que inspeccionó el país sólo le permitiera recoger y poseer un ejemplar que atribuye al poly plocus Perispinates; pero nosotros que le hemos visto en casos semejantes cubrir en sus recorridos anchuras amplísimas haciendo uso del martillo, del bastón, de la navaja y hasta de las uñas propias; que hemos comprobado que los fósiles le acuden a la mano, como las buenas piezas a la escopeta del cazador de raza, no dudamos de tal rareza; aún añadiríamos que estamos dispuestos a asegurar que se trata de un ejemplar aislado, porque siempre hemos creído que Sáenz no encuentra casualmente los fósiles, sino que los tiene citados, dándose siempre, o casi siempre, el caso de acudir puntualmente los del correspondiente y anunciado tramo.”

situando el nuevo máximo nivel normal del embalse 8,65 m más alto que el actual.

Los beneficios adicionales del aumento del embalse son:

- Mayor capacidad de laminación de las avenidas del río Huerva, de carácter torrencial, que redundará en todas las poblaciones situadas aguas abajo, incluida Zaragoza, amortiguando los caudales punta, retrasándolos y reduciendo los daños aguas abajo.
- Creación de un embalse de nivel constante en una de las colas del embalse, con objeto de favorecer el establecimiento de la fauna.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Las diferentes soluciones de recrecimiento están condicionadas, principalmente, por los siguientes factores:

- Tipología actual de la presa: gravedad de hormigón en masa, con una longitud de coronación de 100 m y una altura desde cimientos de 37 m.
- Topografía: la cerrada aguas abajo desaparece bruscamente en la margen izquierda.
- Características geológico-geotécnicas de la cimentación: Sustrato rocoso competente.
- Altura de recrecimiento de la presa: 14,30 m.
- Necesidad de mantener en servicio un volumen mínimo de embalse durante las obras.
- La presa de Las Torcas, en su estado actual, tiene un perfil más bien estricto y un aliviadero de escasa capacidad. Aunque no se llegara a aumentar el volumen de explotación, deberían arbitrarse medidas para aumentar la seguridad de la presa (por ejemplo galería y drenajes, incremento de la capacidad de vertido por el aliviadero,...).

Centenares de presas se han recrecido en todo el mundo, una treintena de ellas en España. Las presas de tipología de gravedad -a la que corresponde la Presa de Las Torcas- han sido las más frecuentemente recrecidas.

Los procedimientos más comunes para llevar a cabo el recrecimiento son:

- Añadiendo masa en coronación. Es el procedimiento más sencillo por no afectar a los paramentos y no precisar la bajada del embalse. Es adecuado para recrecimientos de pequeña altura (hasta 4-5 metros). No se ha considerado la posibilidad de emplear cables postensados por falta de seguridad en el tiempo por relajamiento y corrosión. La altura de recrecimiento prevista está, por tanto, fuera del límite sancionado por la experiencia, por lo que se desecha por inviabilidad técnica.
- La ejecución de una nueva presa de gravedad aguas abajo de la actual e independiente de ésta. Se ha procedido a su anteproyecto y valoración.

- Recrecimiento por aguas arriba. Requiere vaciar completamente el embalse y realizar excavaciones junto al pie de aguas arriba, fuertemente solicitado a embalse vacío. Es adecuado en presas con paramento de aguas arriba deteriorado y alturas de recrecimiento hasta 8-10 m. Esta alternativa, al exigir dejar totalmente fuera de servicio el embalse durante las obras es inviable técnicamente y se desecha.
- Recrecimiento por aguas abajo. Requiere excavar la nueva cimentación por bataches y limitar el máximo nivel de embalse durante las obras. Es el procedimiento aconsejable para recrecimientos de cierta entidad. No tiene límite de altura de recrecimiento, salvo el que establezca la calidad de la cimentación para la presa en su dimensión final. Dentro de este procedimiento, cabe plantear dos alternativas tipológicamente diferenciadas:
 - Recrecimiento con un espaldón de escollera (tipología mixta). Este procedimiento exige conectar la presa antigua a la pantalla de hormigón armado que se requeriría situar sobre el paramento de aguas arriba del espaldón de escollera. La diferente deformabilidad en el apoyo de la pantalla, por una parte en la presa existente y por otra en los estribos de las márgenes sobre el terreno natural, podría provocar asentamientos diferenciales con la consiguiente rotura de la pantalla. Además esta tipología mixta, al impedir verter sobre el paramento de escollera, precisa la ejecución de un aliviadero lateral para un caudal de avenida de proyecto de 633 m³/s (y extrema de 859 m³/s) y la adaptación del actual aliviadero en túnel para alojar un desagüe intermedio.
 - Recrecimiento con un espaldón de hormigón. Este procedimiento, adoptado en España en las presas de Bolarque, Irabia y Torre de Abraham, es el elegido para el recrecimiento de la presa de Las Torcas. Es más ventajoso económicamente, presenta menos incertidumbres en cuanto a su comportamiento estructural y tiene menor incidencia paisajística y medioambiental. La altura prevista de recrecimiento es de unos 14 metros, existiendo experiencia de recrecimientos muy superiores.

De acuerdo con el Dr. B. Gilg (Suiza) -Ponente General en el Congreso

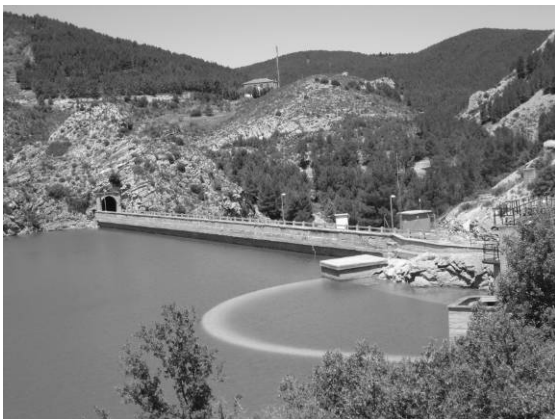


Figura 6.- Embalse desde aguas arriba

Internacional de Grandes Presas (Durban, 1994)- “Es aconsejable, siempre que sea posible, recrecer por el paramento de aguas abajo, que evita el vaciado total del embalse y las excavaciones al pie del paramento de aguas arriba”.

Se ha elegido, por tanto, para el recrecimiento de la presa de Las Torcas una solución convencional, contrastada, de la que se tiene multitud de ejemplos en todo el mundo, con objeto de reducir los imprevistos y eliminar los riesgos.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Cuerpo de presa:

Se ha proyectado el recrecimiento de la presa existente en una altura de 14,30 m, incrementando la sección de hormigón por el paramento de aguas abajo. La nueva sección tipo es la correspondiente a una presa de gravedad de aproximadamente 52,0 metros de altura total sobre cimientos, con el paramento de aguas arriba vertical y talud 0,84H/1V en el paramento de aguas abajo. Para el recrecimiento de la sección será preciso demoler la presa existente hasta alcanzar las formas y las cotas que se señalan en los Planos.

El vértice triangular de la presa se sitúa a la cota 639,00 m, por encima del máximo nivel normal del embalse. El talud del paramento de aguas abajo es 0,84(H)/1(V), y vertical el de aguas arriba. En planta se define con dos centros, si bien la curvatura tiene por único objeto el encaje en la topografía ya que no se ha previsto la inyección de los bloques y por consiguiente el funcionamiento como arco.

El NMM (Nivel Máximo Normal) se encuentra a la cota 633,00 m y el NAP (Nivel de Avenida de Proyecto) a la 637,60 m. La longitud de la coronación (situada a la 639,00 m) es de 180 m y tiene un ancho total de 9 m; la calzada central tiene 6 m de anchura y está limitada por dos aceras de 1,5 m de ancho dispuestas en voladizo.

La presa está proyectada para su ejecución en bloques. En total se disponen 13 bloques con separación entre juntas de 12 metros, a excepción del bloque central de 15 m de anchura y los extremos. La impermeabilización de las juntas de contracción se realiza mediante dos bandas de PVC de 0,50 m de anchura, cercanas al paramento frontal. Una de estas bandas se prolongará por el paramento de aguas abajo en todas las juntas que quedan sobre la zona del aliviadero. El hormigón de la presa tendrá una resistencia característica a los 90 días de 175 Kg/cm².

El aliviadero se encuentra centrado en el cuerpo de presa (en los bloques 0, 1 y 2) y pertenece a la tipología de labio fijo, dimensionado para la avenida de proyecto (T=1.000 años) de 625,9 m³/s. El aliviadero se encuentra dividido en tres vanos de 10,00 m cada uno. Para ello se han dispuesto dos pilas intermedias de 1,50 m de ancho; los estribos están rematados con otras dos pilas de 3,00 m de ancho, que en su prolongación a lo largo del canal de descarga constituyen los cajeros del aliviadero, los cuales tienen 3,00 m de altura.

Las aguas vertidas por el aliviadero se restituyen al cauce mediante un trampolín que tiene dispuestos dientes deflectores en el extremo del mismo. El cuenco dissipador se forma mediante un azud situado unos 70 m aguas abajo de la presa. El azud, construido con el mismo hormigón que la presa, tiene 3 vanos de 10 m de largo constituidos por muros de 3,50 m de ancho con vertedero de labio fijo a la cota 596,00, salvo el central que está 0,20 m más bajo.

La presa existente no dispone de galerías de inspección y drenaje. En las obras objeto del presente Proyecto se han previsto, además de la perforación de una galería sensiblemente horizontal en la presa antigua, otros dos niveles

de galerías en el contacto del paramento antiguo de aguas abajo y el nuevo hormigón de recrecimiento, la superior a cota de demolición de la coronación existente y la inferior a cota de la cámara de válvulas. La sección de todas las galerías es de tipo “baúl” de 2,50 x 1,50 m.

El acceso a las mismas, comunicadas entre sí, se efectúa por sendas galerías transversales, que parten del paramento de aguas abajo de la presa, una de ellas prolongación de la galería de desvío existente. También se puede acceder a las mismas a través de la galería superior con salida a un vial existente en la margen izquierda.

Se ha previsto, para conseguir un monolitismo estructural, la limpieza del paramento actual con chorro de arena, saneo y cepillado mecánico de zonas deterioradas y su drenaje.

La cámara de los desagües de fondo se encuentra ubicada en el interior del cuerpo de presa y está constituida como un ensanchamiento de la galería longitudinal. La cámara de los desagües de medio fondo se integra con el paramento de aguas abajo, sobresaliendo del mismo con obra de hormigón para mejor integración con la presa.

Desagües y tomas

Se prolongan las dos conducciones circulares de 1000 mm de diámetro de la presa existente, que constituirán el desagüe de fondo, mediante dos conductos rectangulares de 1000 x 800 mm de acero inoxidable.

Estos conductos desaguan a través del paramento vertical al pie del aliviadero, en el cuenco amortiguador. La cota del eje de los desagües es la 595,00 m con inclinación de 20° a la salida. El sistema de cierre de los mismos está constituido por dos válvulas tipo Bureau de 1,00 x 0,80 m, por conducto. Una hará la función de cierre de seguridad (la de aguas arriba) y normalmente estará abierta, mientras que la otra será la que se maniobrará en las labores de regulación.

Los dos desagües de medio fondo están constituidos por una embocadura con rejilla a la cota 626,50, una compuerta mural de 2,20x2,00 m con cámara de accionamiento bajo coronación, una conducción circular paralela al paramento de aguas abajo de la presa de 1300 mm de diámetro en acero inoxidable, una válvula Bureau de 1300x1100 mm y salida mediante una válvula Howell-Bunger de 1300 mm de diámetro al cuenco amortiguador.

Auscultación

Se ha previsto el control de las siguientes variables, con los equipos indicados:

- Temperaturas (tanto interiores como ambientales): termómetros.
- Subpresiones y filtraciones: piezómetros hidráulicos y de cuerda vibrante, y aforadores de filtraciones con lectura automatizada en cada salida de drenaje.
- Movimientos: medidores de juntas, bases de nivelación, péndulos directos y péndulos invertidos, y extensómetros de varilla.

- Aportaciones y de caudales desalojados: un limnómetro para registro de los niveles de embalse, y una escala adosada a las pilas del vertedero para estimar los caudales desaguados.

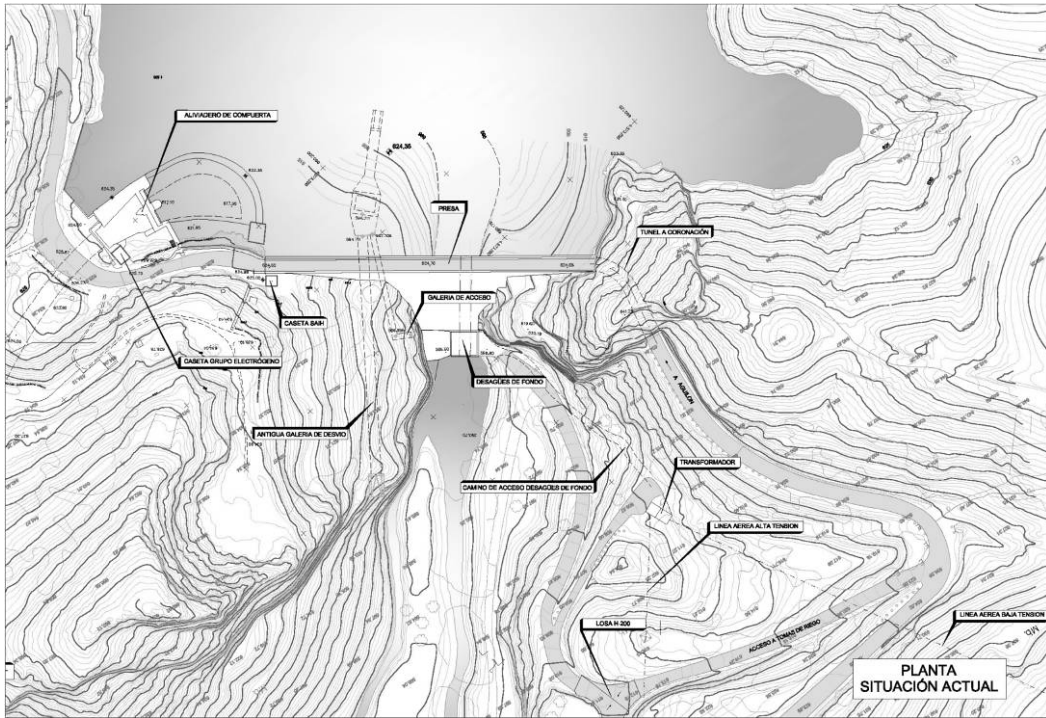


Figura 8.- Planta situación actual

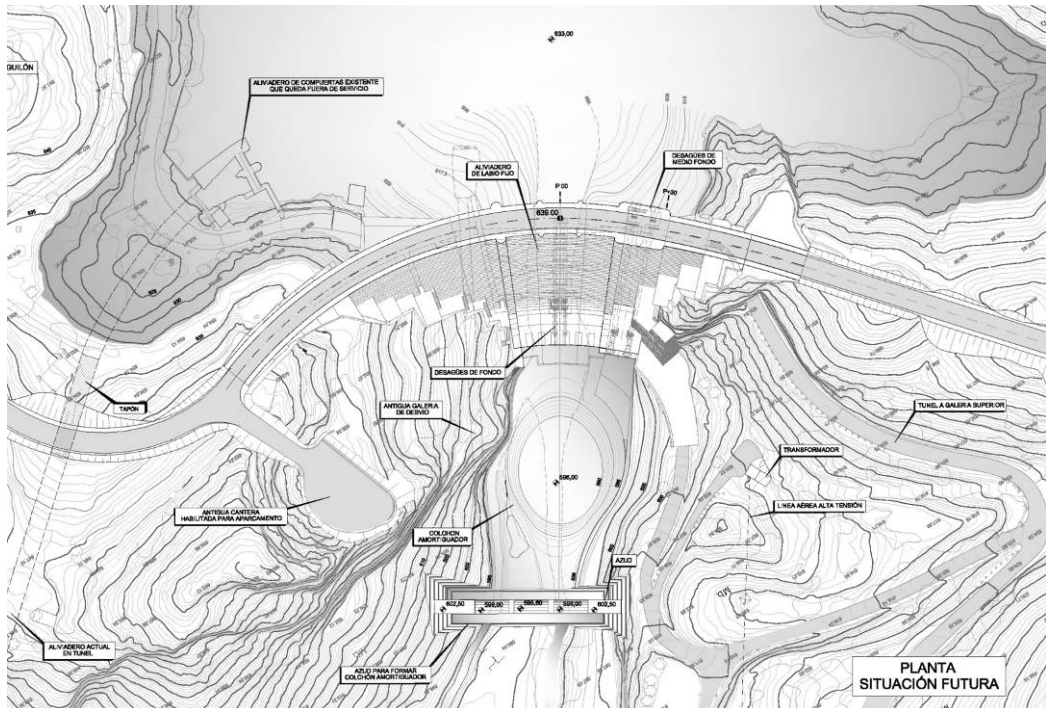


Figura 9.- Planta situación futura

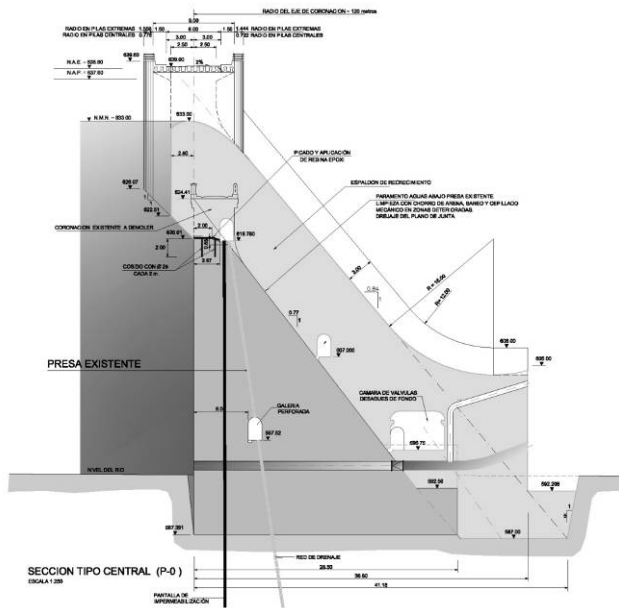


Figura 10.- Sección tipo central

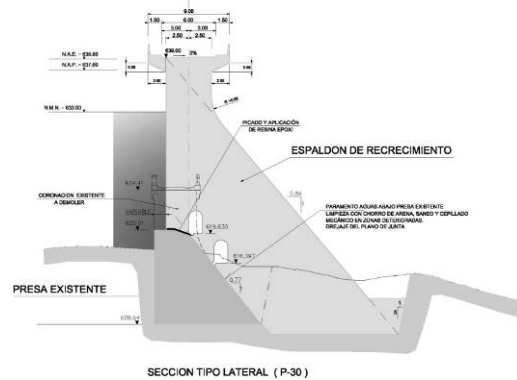


Figura 11.- Sección tipo lateral

Medidas correctoras y compensatorias de carácter medioambiental.

En el Estudio de Impacto Ambiental realizado se recogen las limitaciones que el entorno impone a la construcción de las obras y las medidas correctoras y paliativas propuestas. En particular, en el estribo de la margen izquierda se ha detectado la existencia de avifauna protegida, concretamente de águila perdicera, que impedirá la realización de actividades que pudieran derivar en molestias a las mismas durante su periodo de reproducción, comprendiendo esta parada biológica los meses primaverales. En relación con las medidas compensatorias se ha propuesto, entre otras: estudios de evolución de la población de águila perdicera dentro de la ZEPA de la zona de estudio (parámetros reproductivos, dispersión e instalación de nuevas parejas fuera de territorios conocidos), colaboración con las autoridades ambientales autonómicas para la elaboración del Plan de Recuperación del águila perdicera en Aragón y la realización de un inventario, seguimiento y localización de parejas reproductoras de otras rapaces protegidas en las inmediaciones del embalse de las Torcas.

REFERENCIAS

- Proyecto de Pantano de Las Torcas sobre el río Huerva (1922)
- Proyecto reformado del Pantano de Las Torcas (1935)
- Proyecto de las obras que quedan por ejecutar en el Pantano de Las Torcas (1940)
- Proyecto complementario de inyecciones (1941)
- Estudio de la Seguridad de la Presa de Las Torcas (1984)
- Proyecto de recrecimiento del embalse de Las Torcas sobre el río Huerva (1988)
- Documento XYZT de la presa de Las Torcas (2003).