



DATOS BÁSICOS

Título de la actuación: PROYECTO EMBALSE DE VALDEPATAO DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL ALTO ARAGON (HU/CANDASNOS) CLAVE: 09.123.155/2111

En caso de ser un grupo de proyectos, título de los proyectos individuales que lo forman:

<i>Nombre y apellidos persona de contacto</i>	<i>Dirección</i>	<i>e-mail</i>	<i>Teléfono</i>	<i>Fax</i>
Oswaldo Zaera Borobia	Pº Sagasta, 24-26 ZARAGOZA	ozaera@chebro.es	976 71 11 15	976 71 19 16

El envío debe realizarse, tanto por correo ordinario como electrónico, a:

- ***En papel (copia firmada) a***

*Gabinete Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad
Despacho A-305
Ministerio de Medio Ambiente
Pza. de San Juan de la Cruz s/n
28071 MADRID*

- ***En formato electrónico (fichero .doc) a:***

sgtyb@mma.es



1. OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN.

Se describirá a continuación, de forma sucinta, la situación de partida, los problemas detectados y las necesidades que se pretenden satisfacer con la actuación, detallándose los principales objetivos a cumplir.

1. Problemas existentes (señalar los que justifiquen la actuación)

a. Se trata de la transformación de secano árido en riego por aspersión. Se realizó la concentración parcelaria de la zona. La actuación persigue como finalidad el desarrollo de una zona gravemente amenazada por la despoblación.

Estas obras forman parte de las obras competencia del Ministerio de Medio Ambiente, que figura en el Plan Coordinado de Obras de Monegros II, 3ª Parte, 1ª Fase.

2. Objetivos perseguidos (señalar los que se traten de conseguir con la actuación)

a. El Embalse de Valdepatao tiene por objeto la regulación en cola del Tramo V del Canal de Monegros y la puesta en riego de 6.199 Ha.



2. ADECUACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN A LO ESTABLECIDO POR LA LEGISLACIÓN Y LOS PLANES Y PROGRAMAS VIGENTES

Se realizará a continuación un análisis de la coherencia de los objetivos concretos de la actuación (descritos en 1) con los que establece la planificación hidrológica vigente.

En concreto, conteste a las cuestiones siguientes, justificando, en todo caso, la respuesta elegida:

1. ¿La actuación contribuye a la mejora del estado ecológico de las masas de agua superficiales, subterráneas, de transición o costeras?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación no incide en el estado ecológico de las aguas, pues se trata del almacenamiento de aguas transportadas por el Canal de Monegros, no de aguas que discurren naturalmente por esa cuenca.

2. ¿La actuación contribuye a la mejora del estado de la flora, fauna, hábitats y ecosistemas acuáticos, terrestres, humedales o marinos?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación no tiene por objeto la mejora del ecosistema, aunque alguno de los efectos de la actuación puede mejorar el estado de la flora y la fauna, ya que supone un aporte de agua a la zona.

3. ¿La actuación contribuye a la utilización más eficiente (reducción e los m³ de agua consumida por persona y día o de los m³ de agua consumida por euro producido de agua)?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación concreta no implica directamente reducción alguna en el consumo de agua, aunque sí en cuanto facilita la explotación del sistema y por lo tanto mejora la eficiencia en la utilización del agua al disminuir las pérdidas de ésta que se producirían necesariamente de no existir esta infraestructura. La actuación forma parte de un Plan Coordinado de Obras para la puesta en regadío de una zona, y las obras están diseñadas para un uso eficiente del agua.



4. ¿La actuación contribuye a promover una mejora de la disponibilidad de agua a largo plazo y de la sostenibilidad de su uso?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

El embalse de Valdepatao sirve para tener una reserva de agua, con lo que mejora su disponibilidad y su uso sostenible.

5. ¿La actuación reduce las afecciones negativas a la calidad de las aguas por reducción de vertidos o deterioro de la calidad del agua?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación no incide directamente en la disminución de vertidos ni en la calidad de las aguas, pues supone una reserva para un sistema de riego de agua transportada por un canal y una regulación de este.

6. ¿La actuación contribuye a la reducción de la explotación no sostenible de aguas subterráneas?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación no incide en la explotación de las aguas subterráneas por no existir ríos ni aguas subterráneas.

7. ¿La actuación contribuye a la mejora de la calidad de las aguas subterráneas?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación no incide en las aguas subterráneas por no existir ni ríos ni aguas subterráneas



8. ¿La actuación contribuye a la mejora de la claridad de las aguas costeras y al equilibrio de las costas?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

El ámbito de la actuación es Candasnos, provincia de Zaragoza

9. ¿La actuación disminuye los efectos asociados a las inundaciones?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

El embalse no afecta a la regulación de ningún río y su cuenca tiene escasas aportaciones naturales.

10. ¿La actuación colabora a la recuperación integral de los costes del servicio (costes de inversión, explotación, ambientales y externos)?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La inversión se recupera con las tarifas de Riegos del Alto Aragón

11. ¿La actuación contribuye a incrementar la disponibilidad y regulación de recursos hídricos en la cuenca?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:



Esta actuación no contribuye a incrementar recursos hídricos de la cuenca, pues se trata de una regulación interna de un sistema de riegos, que no aporta recursos hídricos nuevos aunque por ello facilita la disponibilidad del recuso.

12. ¿La actuación contribuye a la conservación y gestión sostenible de los dominios públicos terrestres hidráulicos y de los marítimo-terrestres?
- a) Mucho
 - b) Algo
 - c) Poco
 - d) Nada
 - e) Lo empeora algo
 - f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación no incide en esos dominios.

13. La actuación colabora en la asignación de las aguas de mejor calidad al abastecimiento de población?
- a) Mucho
 - b) Algo
 - c) Poco
 - d) Nada
 - e) Lo empeora algo
 - f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

No se abastece ninguna población, por lo que no mejora la actuación la calidad del agua de abastecimiento.

14. ¿La actuación contribuye a la mejora de la seguridad en el sistema (seguridad en presas, reducción de daños por catástrofe, etc)?
- a) Mucho
 - b) Algo
 - c) Poco
 - d) Nada
 - e) Lo empeora algo
 - f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación que se ejecuta empeora algo el riesgo de catástrofe por una posible rotura de la presa. Aspecto contemplado en el proyecto, clasificación de la presa y plan de Emergencia.

15. ¿La actuación contribuye al mantenimiento del caudal ecológico?
- a) Mucho
 - b) Algo
 - c) Poco
 - d) Nada
 - e) Lo empeora algo
 - f) Lo empeora mucho



Justificar la respuesta:

No existe caudal ecológico ya que no existe río alguno.

16. ¿Con cuál o cuáles de las siguientes normas o programas la actuación es coherente?
- | | |
|--|---|
| a) Texto Refundido de la Ley de Aguas | X |
| b) Ley 11/2005 por la que se modifica la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional | X |
| c) Programa AGUA | X |
| d) Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE) | X |

Justificar la respuesta:

En el caso de que se considere que la actuación no es coherente con este marco legal o de programación, se propondrá una posible adaptación de sus objetivos.

- a) La actuación está declarada de interés general en virtud de lo dispuesto en el artículo 36 y Anexo II de la Ley 10/2001, del Plan Hidrológico, siendo coherente con el Refundido de la Ley de Aguas que en su art. 46.1 a) establece que tendrán tal consideración las obras que sean necesarias para regulación y conducción del recurso hídrico, al objeto de garantizar la disponibilidad y aprovechamiento del agua en toda la cuenca.
- b) La actuación está incluida en el Anexo II de la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional y en la Ley 11/2005 que la modifica.
- c) Este proyecto es coherente con el programa AGUA en cuanto a que contribuye a la explicación y difusión de la actuación que pretende mejorar la gestión y utilización de los recursos hídricos.
- d) Es coherente con la Directiva Marco del Agua ya que contribuye a garantizar el suministro suficiente de agua en buen estado, tal como requiere un uso de agua sostenible, equilibrado y equitativo.



3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

Se sintetizará a continuación la información más relevante de forma clara y concisa. Incluirá, en todo caso, la localización de la actuación, un cuadro resumen de sus características más importantes y un esquema de su funcionalidad.

OBJETO DEL PROYECTO

El presente Proyecto tiene como objeto estudiar y definir el conjunto de obras necesarias para la construcción del Embalse de Valdepatao, que es el embalse de cola del tramo V del Canal de Monegros.

OBJETIVOS GENERALES DE LA ACTUACIÓN

La transformación en regadío de Monegros II, prevista en el Plan General de Transformación, aprobado por el Real Decreto 1616/1986 de 1 de agosto, se desarrolló en distintos Planes Coordinados de Obras, en los cuales está prevista esta actuación concreta.

El objetivo general de todas las actuaciones contempladas en esos planes coordinados es la transformación en regadío de Monegros II. Eso supone la transformación del secano árido en riego por aspersión, la concentración parcelaria con el fin de optimizar y racionalizar la transformación y como fin último el desarrollo de una zona gravemente amenazada por la despoblación como consecuencia de las dificultades de viabilidad de una agricultura de secano árido, siendo estos regadíos una aspiración histórica de la zona y de la región. La transformación en regadío supone la introducción en la zona de un concepto esencial para su propia supervivencia: la posibilidad de diversificar la producción agrícola.

En cuanto a la actuación concreta como parte de la actuación general, colabora a lo dicho anteriormente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

La superficie a transformar en riego, que se prevé realizar desde el Embalse de Valdepatao es de 6.199 Has. La distribución de superficie regable por términos municipales es la siguiente:

Ballobar: zona PN2: 43 Has.
zona PN3: 1.557 Has.

Fraga: zona PN2: 4.585 Has.
zona PN2: 14 Has.

TOTAL SUPERFICIE REGABLE: 6.199 Has.

En este proyecto sólo se contempla el Embalse de Valdepatao. Las tomas del Embalse darán servicio al Sifón de Cardiel, pero éste no es objeto del presente proyecto.

Dado que este embalse constituye una regulación en cola del Tramo V del Canal de Monegros; las aportaciones al embalse son estrictamente las procedentes del Canal, cuya capacidad de transporte es de 21,4 m³/seg. No obstante, y por razones de seguridad, se tienen en cuenta las aportaciones de la propia cuenca del embalse. La cota de máximo nivel de embalse se sitúa en la cota 361 m.n.m.. Se considera una



cota mínima de servicio de 345 m. Considerando que la presión de servicio en salida de hidrantes es de 40 m.c.d.a, se fija una cota máxima de riego de 305 m. La Tubería o Sifón de Cardiel es la infraestructura de transporte de interés general prevista por el Plan General de Transformación para explotación del embalse. Se consideran dos subzonas, ambas de riego por presión natural, que en conjunto suman un total de 6.199 has de riego. El consumo máximo diario al que debe hacerse frente es de $6.199 \text{ ha} \times 77,807 \text{ m}^3/\text{ha} = 482.325 \text{ m}^3/\text{día}$.

Las zonas que se abastecerán desde el Embalse son:

Presión natural PN2: corresponde a la zona regable incluida en el sector XVII (Fraga) y la parte del sector VI situada por debajo de la cota 305 (Fraga y Ballobar). La superficie total de riego es de 4.628 Has.

Presión natural PN3: Corresponde a la zona regable situada en el sector VII (Fraga y Ballobar).). La superficie total de riego es de 1.570 Has

DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS

La Presa se ubica en el Término Municipal de Candanos, provincia de Huesca, en las proximidades de los pueblos de Candanos, Ballobar y Ontiñena. Cierra el Barranco de Valdepatao, el cuál desemboca en el Val de Liberola, que a su vez, desemboca en el Embalse de Mequinzenza (Río Ebro).

Con el embalse al máximo nivel normal, cota 361,00 m., la superficie inundada es de 563.047,452 m², con un volumen de agua almacenada de 5,678 hm³.

El nivel de Avenida de Proyecto (T=1.000 años) alcanza la cota NAP=361,525 m., con un volumen de embalse de unos 5,98 hm³. Por último, el nivel de Avenida Extrema (T=10.000 años) se sitúa a la cota NAE=361,700 m con un volumen de agua de 6,08 hm³.

Se espera un volumen máximo de aportaciones sólidas al embalse a lo largo de 50 años de 0,275 hm³ (5.500 m³/año).

La presa es de categoría A, de acuerdo al Reglamento sobre Seguridad de Presas y Embalses.

Las obras proyectadas y que conforman el conjunto total del Embalse de Valdepatao, son:

- Cuerpo de la presa
- Accesos
- Edificio de control
- Ataguía
- Canal de aproximación
- Vertedero
- Canal de descarga
- Desagües de fondo y toma
- Auscultación

La presa, externamente, dispone de sección trapecial con camino de coronación de 8 m de ancho en la cota 364 y taludes 2,5H:1V en el espaldón de aguas arriba y 2,2H:1V en el espaldón de aguas abajo.

Internamente en la presa se han diferenciado las siguientes zonas:

- Núcleo (Zona 1)

Dispuesto centrado y simétrico, por consideraciones resistentes y constructivas, tiene un ancho de 6 m en



su coronación situado a la cota 362 m e inclinaciones 0,3H:1V, en ambos taludes, que le proporciona la siguiente ley de espesores $e(m)=6+0,6*h$ siendo h la altura en metros del núcleo entre la sección considerada y la cota de coronación del mismo.

El material previsto, para su construcción, son los suelos limo-arcillosos existentes en la zona de la cerrada y del vaso del embalse cuyas características han sido definidas en el anejo “Estudio Geológico-Geotécnico” y en el anejo de “Estudio de Materiales”.

Este material se dispondrá en capas cuyo espesor, una vez compactadas, no será superior a 25 cm; la compactación serán en todo caso superior al 98% PN y la humedad será dos puntos por encima de la humedad óptima. Se empleará rodillo de pata de cabra.

* Transición (Zona 2A)

Dispuesta entre el núcleo y el espaldón de aguas arriba, con un espesor de 3 m, se trata de una grava arenosa, bien graduada subredondeada o redondeada con indicios de finos. El material necesario para su elaboración se obtendrá de las plantas de áridos existentes en las localidades de Fraga o de Ontiñena, y con una granulometría igual a la exigida para el filtro-dren pero admitiendo hasta un 10% de material fino, no plástico. Para su puesta en obra se seguirán los criterios definidos para los filtros.

* Filtro-dren y zanjas drenantes (Zona 2B)

Dispuesto en dos zonas, la zona casi vertical, entre el núcleo y el espaldón de aguas abajo, con un ancho uniforme de 3 m, y la zona dispuesta según un manto horizontal de drenaje bajo el espaldón de aguas abajo, con una longitud equivalente al 50% de la longitud total del espaldón en las zonas próximas a los estribos y con una longitud igual a la del espaldón de aguas abajo en el resto de la zona.

El material previsto para su construcción es granular, formado por gravillas y arenas limpias bien graduadas, subredondeadas o redondeadas, sin finos, procedentes de las plantas de áridos existentes en las localidades de Fraga y de Ontiñena. Se estudian las condiciones de filtro-dren mediante las recomendaciones propuestas por Sherard.

El material que constituye el suelo base (núcleo) quedaría clasificado (de acuerdo con los ensayos granulométricos realizados) dentro del grupo de suelos n°1 (pase por el tamiz 0,08 mm entre el 40% y 85% de la fracción inferior a 5 mm). En función de los límites de Attenberg los materiales se pueden caracterizar como una arcilla-limo de plasticidad baja-media.

Los ensayos de dispersividad indican que se trata de materiales dispersivos, y aunque esto no tiene, según Sherard, influencia a la hora de diseñar la granulometría del filtro crítico, si aconseja ser extremadamente escrupulosos en este asunto.

En cuanto la permeabilidad de estas arcillas, el coeficiente de permeabilidad media que se ha obtenido en ensayos de laboratorio es de $8,35 \cdot 10^{-8}$ cm/s.

El diseño del filtro se realiza para un suelo base tipo 1 (según Sherard); para este tipo de suelos el D15F debe ser igual o menor de $9 \times d_{85S}$, pero con un límite inferior de 0,2 mm. En este caso:

$$D_{15F} \leq 9 d_{85S} = 0,40 \text{ mm}$$

Se considera un valor de 0,25 mm a fin de quedar del lado de la seguridad. Esto nos obliga a obtener un filtro con un D15F comprendido entre 0,2 mm y 0,25 mm, y siendo un poco menos restrictivos, el propio



USSCS (1986) indica que una arena para filtro con un D15F entre 0,10mm y 0,3 mm, en la mayoría de los casos resultará un filtro adecuado para los suelos más finos y dispersivos.

Las partículas que forman estos materiales deberán ser equidimensionadas (buena cubicidad), duras tenaces y no alterables. Los finos (fracción inferior a la malla nº200) no serán cohesivos, las partículas cumplirán las siguientes condiciones de calidad:

- a) Peso específico real no será inferior a 2,5 t/m³
- b) La absorción máxima de agua no será superior al 5%
- c) La pérdida en peso, en el Ensayo de los Angeles, no será superior al 40%
- d) La pérdida en peso, en el ensayo de ataque por el sulfato sódico, no será superior al 10% en ciclos.

Se ha comprobado en un modelo de filtraciones realizado con el programa SEEP/W (versión 5), que con el diseño adoptado en la sección tipo la capacidad de descarga del filtro-dren dispuesto es suficiente, pues la línea de saturación en ningún momento rebasa la capa superior de este filtro-dren afectando al espaldón de aguas abajo.

Las permeabilidades a introducir en este modelo se han tomado del anejo “Estudio de Materiales”. Se han efectuado dos cálculos, el primero de ellos estacionario y el segundo de ellos transitorio.

El cálculo estacionario corresponde a cuando el embalse se encuentra lleno y permite comprobar, por un lado, como el filtro-dren vertical conduce las aguas hacia el filtro-dren dispuesto horizontalmente aguas abajo de la presa y de ahí alcanza el tación de escollera y, por otro, que el sistema de drenaje diseñado es adecuado. La sección tipo de la presa es la definida en los apartados anteriores con la única salvedad que en el espaldón de aguas arriba, dada la baja permeabilidad del mismo, se han dispuesto zanjas drenantes de 0,5 m de espesor cada 10 m en sentido longitudinal a fin de ayudar a disipar presiones intersticiales durante el proceso de desembalse.

En este caso, se han efectuado dos cálculos, el primero de ellos sin zanjas drenantes en el espaldón de aguas arriba y, el segundo, con zanjas drenantes en el mismo. Tal y como se observa en los gráficos de salida, en el caso de que no existan zanjas, las presiones intersticiales que se generan en el talud no acompañan al desembalse y el desfase existente entre el agua en el núcleo y el agua en el talud del paramento de aguas arriba es del orden de 8 m. En el caso de que se dispongan zanjas la línea de filtración del talud acompaña al desembalse se observa como las líneas de filtración se concentran, principalmente, en la escollera de protección y en las zanjas drenantes.

Adicionalmente se comprobó que el manto filtro-dren de la zona más baja de la presa en el cauce, en una longitud (según el eje de presa) del orden de 250 m, tiene con holgura capacidad suficiente para evaluar, además del agua de filtración que corresponde a esa longitud de presa, la que provendrá de las laderas, es decir, la que corresponde a la filtración de toda la longitud de presa, de estribo a estribo.

El tamaño máximo del filtro es de 25 mm y el mínimo contenido de arena 0 a 5 mm que permite el huso es de un 45%.

También recomienda el USSCS en la definición del huso del filtro, para cualquier porcentaje de material pasante igual o inferior al 60%, la relación del diámetro máximo al mínimo deber ser igual o inferior a 5.

Se ha comprobado la autoestabilidad del filtro a partir de la propuesta de Sherard en la cual un filtro será autoestable si satisface que el “coeficiente de estabilidad interna” sea inferior a 5, que no es otra cosa que aplicar el criterio de Terzagui (D15GRUESA / D85FINA < 5) a las dos fracciones gruesa y fina de la



curva granulométrica que resultan de dividir la original del filtro por un punto arbitrario a la vista de los resultados obtenidos se considera que este material es autoestable.

La puesta en obra de este material se ejecutará de la siguiente forma:

- Espesor de capa de 25 cm y 2 pasadas de compactador vibratorio de un solo tambor de 12 t de peso estático, previo riego abundante sobre la superficie.

El extendido se realizará con extendedora con objeto de no circular por encima del filtro y exponerlo a degradación y sobre-compactación. Asimismo se reduce el riesgo de segregación.

Es preferible que el filtro-dren no quede muy compactado, de forma que basta con un 70% de densidad relativa o algo superior.

* Espaldones (Zona 3)

Los materiales previstos para su construcción son los depósitos granulares procedentes del préstamo estudiado en la zona de “Los Llanos Altos” a poder ser seleccionados para el espaldón de aguas arriba con pocos finos. Las características geotécnicas de estos materiales se encuentran recogidas en el anejo “Estudio de Materiales” y permiten definir este material como una arena (media y fina) con bastante grava y fino (limo), de plasticidad media-alta y de permeabilidad media. La puesta en obra se ejecutará en tongadas cuyo espesor, una vez compactada, será de 50 cm con ayuda de un rodillo vibratorio con peso superior a 12 t.

* Tierra vegetal (Zona 4)

Se extraerá de la zona del vaso explotada para la obtención de material para núcleo y de la excavación del cimiento de la presa. Se dispone una capa de 0,3 m de espesor a fin de evitar posibles erosiones debidas a agentes atmosféricos que se desarrollen en la superficie del talud.

* Escollera – Rip Rap (Zona 5)

Se dispone en el paramento de aguas arriba de la presa con un espesor mínimo de 3.0 m en toda la presa y, en la parte inferior del espaldón de aguas abajo en la zona central del cauce (PK 0+106 al PK 0+375). Los materiales previstos a utilizar proceden de las canteras de caliza estudiadas o del caliche existente en la zona de los depósitos granulares, siempre y cuando existan en cantidad suficiente en este último caso. La justificación de las dimensiones adoptadas en el talud de aguas arriba de la sección tipo se exponen a continuación.

Bajo el punto de vista de la cimentación el criterio adoptado, tal y como se ha indicado anteriormente, ha sido garantizar que el núcleo se apoye en el zócalo terciario impermeable, empotrándole un mínimo de 2 m bajo el techo del mismo. En los espaldones el criterio seguido fue eliminar los suelos finos y apoyarlo en el sustrato terciario empotrando un mínimo de 2 m en este.

La disposición de la presa en planta es en línea recta. No se ha considerado conveniente plantearse desarrollos en planta curvos, puesto que para las longitudes de la misma, es muy dudoso su beneficio y por el contrario produce volúmenes de material superiores.

Los taludes de presa son 2,5H:1V, aguas arriba, y 2,2H:1V, aguas abajo, justificándose mediante un estudio de estabilidad, de acuerdo a la normativa vigente en el Reglamento de Seguridad de Presas y Embalses



A continuación y de acuerdo con la Instrucción Española de Grandes Presas, se desarrollan, en los apartados siguientes, las diferentes hipótesis que hay que considerar para garantizar la estabilidad del conjunto presa-cimiento que son las siguientes:

- Final de construcción
- Situación de embalse lleno
- Desembalse rápido parcial hasta la cota 351
- Desembalse rápido parcial extremo hasta la cota 345
- Desembalse rápido total (vaciado del embalse)

Todos estos casos se analizan con inclusión de esfuerzos sísmicos y sin ellos. Además se complementa el cálculo con la hipótesis de sollicitación extrema producida por situaciones de disminuciones anómalas y generalizadas de resistencia, conjuntamente con sismo, de acuerdo a lo que establece el artículo 16 del Reglamento.

Se ha realizado un estudio de estabilidad, teniendo en cuenta una serie de consideraciones, como es el peso propio del dique, la presión hidrostática con el máximo nivel de embalse y las presiones intersticiales. Para este análisis no es necesario tener en cuenta el empuje del hielo, ni de las heladas, ni tampoco los efectos de las variaciones de temperatura.

La Instrucción Española de Grandes Presas prescribe el cálculo de la estabilidad al deslizamiento de las presas de materiales sueltos, exigiendo, para distintas hipótesis, los valores del coeficiente de seguridad que figuran en la tabla adjunta.

CASO DE CÁLCULO	SIN EFECTO SÍSMICO	CON EFECTO SÍSMICO
Durante la construcción	1,2	1,0
Embalse lleno	1,4	1,3
Desembalse rápido	1,3	1,0

A través del método de Bishop aproximado se analiza la estabilidad del talud en una sección transversal de la presa. Aplicando este método de cálculo se observa que el conjunto presa-terreno potencialmente deslizante se divide en una serie de fajas verticales con el fin de estudiar el equilibrio – de forma bidimensional – de cada una de ellas.

Para realizar el análisis de estabilidad de la presa, se ha empleado el programa SLOPE a través del cual se estudia el problema con un grado razonable de exactitud, considerando la acción de presiones intersticiales (calculada a partir del programa de cálculo SEEP y exportada, al tratarse de programas elaborados por la misma casa, al programa SLOPE), la existencia de diferentes tipologías de materiales y adicionalmente la acción de un sismo.



La modelización de la presa y su cimiento a través de este programa, requiere de una definición geométrica detallada de la sección de tipo más desfavorable (altura máxima 35,0 m) a partir de los nudos que acotan cada uno de los segmentos que separan los distintos materiales que constituyen dicha sección.

Tanto los materiales que constituyen la presa como el terreno que sirve de apoyo han sido geotécnicamente definidos anteriormente y se resumen a continuación:

MATERIAL	γ (t/m ³)	γ_{sat} (t/m ³)	c (Mpa)	ϕ (°)	k (cm/s)
Espaldones	2,24	2,41	0,01	31	10 ⁻⁶
Núcleo	2,11	2,34	0,04	31	8x10 ⁻⁸
Filtro-Dren		2,35	0	36	10 ⁻¹
Escollera	2,3	2,45	0	40	10 ¹
Cimiento Muy Alterado			0,03	25	10 ⁻⁴
Cimiento Alterado	2,2	2,35	0,05	30	< 10 ⁻⁵

Las hipótesis planteadas han sido calculadas en primer lugar por el método normal en el que se suponen únicamente fuerzas verticales y por otro, se ha tenido en cuenta la acción de los esfuerzos horizontales proporcionales a los pesos de cada una de las rebanadas que representan la acción de un sismo y el Reglamento.

A continuación se estudian todos los casos anteriormente descritos siguiendo lo establecido por la Instrucción Española de Grandes Presas y el Reglamento, con y sin sismo:

Hipótesis		Sin Sismo	Con Sismo
Final de Construcción			
Aguas abajo		1,330 > 1,2	1,201 > 1,0
Aguas arriba		1,367 > 1,2	1,225 > 1,0
Embalse Lleno		1,678 > 1,4	1,521 > 1,3
Desembalse	Parcial hasta 351	1,623 > 1,3	1,401 > 1,0
	Parcial hasta 345	1,439 > 1,3	1,258 > 1,0
	Total	1,691 > 1,3	1,515 > 1,0

En todos los casos los factores de seguridad obtenidos son superiores a los establecidos por el Reglamento de Presas en cada una de las hipótesis.

Se ha supuesto que el sustrato muy alterado puede presentar, a largo plazo, una degradación de sus propiedades geotécnicas. Se ha considerado, en este caso, que la cohesión disminuye a 0,01 Mpa y el ángulo de rozamiento interno a 20°. Únicamente se han tanteado los casos más desfavorables que corresponde al vaciado total del embalse con sismo y en la hipótesis de embalse lleno con sismo; en el primer caso el factor de seguridad ha sido de 1,039 > 1,0 y, en el segundo, de 1,327 > 1,3.

A la vista de los resultados obtenidos se concluye que la presa, teniendo en cuenta la ley de filtraciones que presenta bajo el supuesto de embalse lleno y de desembalse, así como al final de la construcción de la



misma, es estable.

ACCESOS

El camino de acceso a la coronación de la presa se sitúa por el margen derecha de la misma, y es prolongación de un camino ya existente hasta llegar al edificio de control. Al llegar a este edificio, se prolonga hacía la coronación de presa, pasando por encima del vertedero del aliviadero.

Se incluye en este apartado la definición y descripción del camino que comunica la red existente de caminos con el edificio de control de la presa de Valdepatao, y posteriormente con la coronación de la misma.

El camino se inicia sobre un camino existente, coincidiendo con el mismo los 1.450 m iniciales. En este tramo el camino se adapta tanto en planta como en alzado al trazado del camino existente, con curvas que van desde un radio 60 m. hasta radio 1.000 m., y pendientes moderadas, con una máxima de 2,3 %.

A partir del P.K. 1+450, el trazado abandona el camino existente para dirigirse al edificio de control de la presa, al que accede por su cara sur. Este tramo de unos 500 m. presenta curvas de radios 150 y 300 m., ajustándose al terreno, con unas pendientes suaves del 1,5 y 2,0 %.

Desde el edificio de control, y para descender a la coronación de la presa, el camino describe una curva de radio 30 m., con la que se inicia un fuerte descenso (8 %) hacia la coronación. Posteriormente se enlaza con el puente sobre el aliviadero con una doble curva de radio 30 m.

Por lo que respecta a la sección tipo, se ha considerado la misma en todo el trazado, tanto en la zona sobre el camino existente, como en la de nuevo trazado. Está formada por una calzada de dos carriles de 2,50 m. y arcenes de 0,5 m. Desde el borde del arcén, en la sección en desmonte se inicia una cuneta triangular revestida de 1,71 m. de ancho y 0,78 m. de profundidad. Por el contrario, en la sección en terraplén, a partir del arcén se inicia una berma de 1,0 m., desde la que parte el talud de terraplén. Los taludes empleados son 2H:3V en desmonte, y el 3H:2V en terraplén. Finalmente, se ha considerado una cuneta de guarda en la zona de descenso hacia la coronación de la presa desde el edificio de control, entre los P.K. 1+960 y el final del camino. Esta cuneta es trapezoidal, con 1,30 m. de ancho en coronación, 0,30 de ancho en la base, y 0,3 m. de profundidad.

La sección tipo del camino es una capa de zahorra natural de 35 cm de espesor y sobre ella una capa de mezcla bituminosa de 5 cm.

OBRA DE DESVÍO

El Barranco de Valdepatao no tiene un caudal constante, sólo lleva agua tras una tormenta, así que no se estima necesario hacer un desvío del río como tal. Pero como previsión, se diseña una ataguía de tal forma que sea capaz de embalsar un cierto volumen de avenida.

El volumen máximo que ha de ser capaz de retener la ataguía ha de establecerse teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- Se trata de un desvío provisional.
- El período de servicio es de muy pocos años (de 2 a 5, normalmente).
- Un defecto de la capacidad de desvío se traduce en una mayor frecuencia de vertidos sobre la ataguía y en interrupciones y avería en la obra, perjudiciales, pero no catastróficos en general.



Si se trata de una presa de materiales sueltos, la inundación de la obra puede provocar daños irreparables en la estructura construida hasta el momento, además de los propios en la maquinaria y utillaje de obra dispuestos en el cauce.

Se diseña una ataguía de tal forma que sea capaz de embalsar el volumen de la tormenta de 5 años de periodo de retorno. En el Anejo de Máximas Avenidas se ha calculado dicho volumen:

PERÍODO DE RETORNO	CAUDAL (m3/s)	VOLUMEN (m3)
5	9,85	107.700

El volumen que es capaz de retener la ataguía es de 108.047 m3.

La ataguía tendrá una altura de unos 7 metros sobre el cauce, desde la cota 337,50 hasta la 344,50. Con lo que se garantiza un resguardo de 0,5 m. Las coordenadas de los extremos del eje en coronación de la coronación de la ataguía son:

X= 754838,190	X= 754787,410
Y= 4604975,480	Y= 4604782,670
Z= 344,50	Z= 344,50

Los materiales a utilizar en su construcción proceden de los préstamos granulares existentes en “Los Llanos Altos”, los cuales a su vez se emplean como material de espaldón para la presa.

ALIVIADERO

El aliviadero de presa se sitúa en el estribo derecho de la misma y está formado por un canal, el perfil del vertedero, un canal de descarga y un cuenco amortiguador.

El canal de alimentación se sitúa a la cota 356,00 m, y está formado por una explanada previa y de un canal propiamente dicho de unos 38 m de longitud, formado por 2 muros con cota de coronación la 363,300 m que van a dar al vertedero.

El vertedero tiene una anchura neta de 13,00 m repartida en dos vanos de 6,50 m, separados por un pilar de 1,50 m. de ancho. La cota de vertido es la 361,00 m. El perfil se define aguas abajo por la curva de ecuación

$$y = -0,3741 \cdot X^{1,865}$$

hasta el punto de tangencia, situado a 1,962 m. del eje de vertido en horizontal y a 1,315 m. abajo en vertical, con la recta de talud 0,8H:1V, que conforma el paramento aguas abajo del vertedero. Este tramo al final se suaviza con un acuerdo circular de radio 3,250 m para llegar en horizontal a la cota 354,00 m.

El canal está formado por cuatro tramos diferenciados. El primero es una transición desde una anchura de 14,50 m hasta los 8,00 m, tiene una pendiente del 18,683% y 20 metros de longitud. Hay un segundo tramo de una longitud de 35,50 metros, con una pendiente de 18,683 %. El tercer tramo tiene una pendiente del 7,409 % y una longitud de 70,00 m. El cuarto tramo va a parar al cuenco amortiguador, con una longitud de 40,00 metros y una pendiente de 18,865 %. La altura de muros es de 1,75 m, suficiente



para dejar el resguardo requerido para el máximo caudal desaguado. A lo largo de todo su desarrollo el canal está drenado mediante dos tubos drenes, uno situado bajo solera y otro en el trasdós de los muros.

El cuarto tramo acaba en un cuenco amortiguador que tiene una longitud total de 21,10 metros. La cota de la solera del cuenco es la 330,889 y dispone de 10 dados a la entrada de 0,40 m. de anchura, separados 0,40 m y otros 6 a la salida de 0,566 m de anchura separados 0,658 m. Posteriormente viene la restitución al Barranco de Valdepatao mediante una sección trapecial de escollera con una pendiente longitudinal del 2,0% que enlaza con el cauce a la cota 332,00 metros.

Los niveles definitivos del embalse son:

N.M.N.: 361,000 m.

N.A.P.: 361,525 m.

N.A.E.: 361,700 m.

Como la coronación de la presa se proyecta a la cota 364,000 m., se dispone de un resguardo normal de 1,595 m. y un resguardo mínimo de 1,254 m.

El canal de descarga funciona en lámina libre y es capaz de evacuar el caudal máximo desaguado por el vertedero para la avenida de proyecto con un resguardo de 1,22 m.

El cuenco amortiguador se ha diseñado para asegurar el resalto hidráulico de tal manera que el agua de vuelta al cauce circule en régimen lento. El cuenco se corresponde con el tipo II de Bureau of Reclamation.

DESAGÜES DE FONDO Y TOMAS

Las tuberías de toma que se han diseñado para este proyecto coinciden con las del desagüe de fondo, existiendo dos ramificaciones, de las que se hablará más adelante, al describir la cámara de válvulas.

Los desagües de fondo consisten en dos tuberías de sección rectangular, de 1,00x0,80 m, embebidas en una estructura de hormigón, que tras los mecanismos de control pasan a ser dos tuberías circulares de diámetro 1,00 m.

Las tuberías cuentan con tres tipos de tramos:

- en galería
- en túnel
- en zanja

La estructura de embocadura de los desagües tiene la parte superior a la cota 347,00 m, teniendo la solera a la cota 342,00 m. Se trata de una estructura formada por tres paneles de rejillas. En planta describe un semiexágono regular de 3,104 m de lado. Los paneles laterales de rejillas apoyan en el macizo de hormigón y en una pila con forma hidrodinámica; el panel central, entre las dos pilas. La embocadura de los conductos de desagüe es abocinada y tras ella, en cada uno de los conductos que componen el desagüe, se disponen nichos para el alojamiento de ataguías.



Los dos conductos rectangulares que componen el desagüe son metálicos, de 1,00x0,80 m y de espesor chapa de 8 mm. Se han dispuesto dos compuertas Bureau rectangulares en paralelo con una separación entre ejes de 2,30 m, y un by-pass que permitirá la apertura equilibrada de la misma.

Aguas abajo dispone también de dos compuertas Bureau circulares de 1,00 m de diámetro, para posteriormente morir en un cuenco amortiguador. A su vez antes de llegar a las compuertas, las tuberías sufren una ramificación a otras dos tuberías de 700 mm de diámetro, que son las tuberías de toma para el riego. Éstas están reguladas por dos válvulas Bureau circulares del mismo diámetro que la tubería. Posteriormente se unen en una pieza pantalón y de ahí partirá el futuro Sifón de Cardiel.

El sistema de desagüe previsto es capaz de desaguar un caudal máximo (con las 2 tuberías) de 11,28 m³/s, y un caudal mínimo (con las 2 tuberías) de 7,10 m³/s. El tiempo de vaciado de 162,78 horas. La cota de entrada de la rasante de las tuberías del desagüe es la 342,37 m y la de salida la 334,50 m. La longitud total es de unos 540 metros contando la obra de embocadura y el cuenco de salida.

El cuenco está formado por una estructura rectangular que alberga en su interior otra estructura de choque en forma de L invertida, cuya función es la de disipar la energía de salida del agua. La cota de solera es la 333,00 m, la longitud de 11,50 m, y al ancho del cuenco es de 8,50 m.

Al final del cuenco se dispone un vertedero de una altura de 1,50 m, con la parte superior redondeada y que baja hasta la cota 331,85 m. donde topa con la solera de escollera, que en sección trapecial con taludes 3H:2V, llega hasta el cauce del río.

SITUACION

– Provincia: Huesca

– Términos Municipales afectados por las obras:

- Presa y su vaso: Candasnos y Ballobar

– Finalidad del Embalse de Valdepatao:

- Éste constituye el embalse de cola del V Tramo del Canal de Monegros. Las aportaciones al embalse son estrictamente las procedentes del Canal, cuya capacidad de transporte es de 21,4 m³/seg. Del Embalse nacerá y se abastecerá el Sifón de Cardiel, que no es objeto del presente proyecto. La Tubería o Sifón de Cardiel es la infraestructura de transporte de interés general prevista por el Plan General de Transformación para Plan Coordinado de Obras Monegros II 3ª Parte – 1ª Fase explotación del embalse. Se consideran dos subzonas (PN2 y PN3), ambas de riego por presión natural, que en conjunto suman un total de 6.199 has de riego.



CUENCA HIDROGRÁFICA

– Cuenca hidrográfica: Ebro

– Superficie de la cuenca vertiente:

CUENCA	SUPERFICIE CUENCA (km ²)
Barranco de Valdepatao	6,755

– Aportación media anual:

CUENCA	APORTACIÓN MEDIA (hm ³ /año)
Barranco de Valdepatao	0,84

Las aportaciones naturales son despreciables frente a las procedentes del Canal de Monegros.

– Caudal máximas avenidas:

PERIODO DE RETORNO (Años)	DURACIÓN DEL AGUACERO (h)					
	Caudal Punta (m ³ /s.)			Volumen de Avenidas (m ³)		
	1	2	6	1	2	6
2	2,34	4,03	6,11	17.595,00	32.417,00	67.554,00
5	4,13	6,69	9,85	31.001,00	54.120,00	10.700,00
10	5,68	9,00	12,98	42.696,00	72.807,00	141.260,00
25	8,09	12,51	17,64	60.815,00	101.180,00	190.870,00
50	10,05	15,35	21,36	75.549,00	124.300,00	230.430,00
100	12,19	18,37	25,26	91.710,00	148.840,00	271.830,00
500	17,54	25,84	34,75	132.030,00	209.610,00	372.550,00
1.000	20,03	29,25	39,00	150.770,00	237.370,00	417.420,00
5.000	26,08	37,50	49,25	196.460,00	304.680,00	526.510,00
10.000	29,03	41,41	54,02	218.700,00	336.490,00	577.080,00

– Aportaciones sólidas:

- Barranco de Valdepatao (en cerrada de presa) 5.500 m³/año

EMBALSE DE VALDEPATAO

- Términos Municipales afectados Candasnos y Ballobar
- Máximo Nivel Normal..... 361,00 m.
- Superficie de embalse MNN 563.047,452 m².



- Volumen de embalse MNN5.678.232,168 m³
- Nivel Avenida de Proyecto (T = 1.000 años) 361,525 m.
- Nivel Avenida Extrema (T=10.000 años)..... 361,700 m.
- Volumen muerto (cota 342,370 m).....0,12 Hm³
- Aportaciones sólidas anuales (valor máx)5.500 m³/año
- Servicios afectados
 - ✧ Caminos rurales
 - ✧ Camino de servicio de la Acequia de Ontiñena

CURVA DE EMBALSE

COTA	SUPERFICIE	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	VOLUMEN ÚTIL (COTA>345)
(m)	(m²)	(m³)	(m³)	(m³)
364,00	643.347,108	318.085,100	7.487.469,637	
363,50	628.993,290	310.653,441	7.169.384,538	
363,00	613.620,474	304.044,177	6.858.731,097	
362,50	602.556,235	298.555,282	6.554.686,919	
362,00	591.664,894	292.526,915	6.256.131,637	
361,50	578.442,764	285.372,554	5.963.604,723	
361,00	563.047,452	278.356,066	5.678.232,169	5.306.983,067
360,50	550.376,811	271.448,282	5.399.876,103	5.028.627,002
360,00	535.416,318	264.073,312	5.128.427,821	4.757.178,719
359,50	520.876,928	256.978,843	4.864.354,509	4.493.105,408
359,00	507.038,444	249.763,172	4.607.375,666	4.236.126,565
358,50	492.014,242	241.983,349	4.357.612,495	3.986.363,393
358,00	475.919,154	234.531,799	4.115.629,146	3.744.380,044
357,50	462.208,042	226.982,294	3.881.097,347	3.509.848,245
357,00	445.721,132	219.703,417	3.654.115,053	3.282.865,952
356,50	433.092,534	213.051,348	3.434.411,637	3.063.162,535
356,00	419.112,857	205.888,910	3.221.360,289	2.850.111,188
355,50	404.442,783	199.124,053	3.015.471,379	2.644.222,278
355,00	392.053,427	192.352,022	2.816.347,326	2.445.098,225
354,50	377.354,659	184.487,974	2.623.995,305	2.252.746,204
354,00	360.597,235	177.078,190	2.439.507,331	2.068.258,230
353,50	347.715,526	168.960,743	2.262.429,141	1.891.180,040
353,00	328.127,445	160.663,272	2.093.468,398	1.722.219,297
352,50	314.525,644	153.468,319	1.932.805,126	1.561.556,025
352,00	299.347,632	145.306,095	1.779.336,807	1.408.087,706



COTA	SUPERFICIE	VOLUMEN PARCIAL	VOLUMEN ACUMULADO	VOLUMEN ÚTIL (COTA>345)
(m)	(m²)	(m³)	(m³)	(m³)
351,50	281.876,747	137.919,998	1.634.030,712	1.262.781,611
351,00	269.803,246	130.121,310	1.496.110,714	1.124.861,613
350,50	250.681,994	121.036,252	1.365.989,404	994.740,303
350,00	233.463,014	113.834,319	1.244.953,152	873.704,051
349,50	221.874,263	108.350,602	1.131.118,833	759.869,732
349,00	211.528,145	103.122,356	1.022.768,231	651.519,130

348,50	200.961,278	97.249,749	919.645,875	548.396,774
348,00	188.037,718	90.938,076	822.396,126	451.147,025
347,50	175.714,586	84.975,050	731.458,050	360.208,949
347,00	164.185,613	77.892,546	646.483,000	275.233,899
346,50	147.384,570	71.135,898	568.590,455	197.341,353
346,00	137.159,020	65.239,296	497.454,557	126.205,456
345,50	123.798,163	60.966,160	432.215,261	60.966,160
345,00	120.066,477	55.524,302	371.249,101	-
344,50	102.030,729	48.402,023	315.724,800	
344,00	91.577,364	43.767,797	267.322,777	
343,50	83.493,824	39.639,749	223.554,980	
343,00	75.065,173	35.208,043	183.915,230	
342,50	65.766,997	30.550,785	148.707,188	
342,00	56.436,142	25.946,146	118.156,403	
341,50	47.348,441	21.767,954	92.210,257	
341,00	39.723,373	18.191,987	70.442,304	
340,50	33.044,573	14.778,333	52.250,317	
340,00	26.068,758	11.575,443	37.471,985	
339,50	20.233,015	8.740,891	25.896,541	
339,00	14.730,550	6.358,194	17.155,650	
338,50	10.702,226	4.553,793	10.797,456	
338,00	7.512,945	3.090,918	6.243,663	
337,50	4.850,727	1.767,183	3.152,745	
337,00	2.218,003	849,896	1.385,563	
336,50	1.181,581	382,832	535,667	
336,00	349,747	120,136	152,835	
335,50	130,796	32,699	32,699	
335,00	-	-	-	



RESA DE VALDEPATAO

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Categoría	Gran presa. Categoría A.
Tipo	Materiales sueltos con núcleo impermeable
Altura máxima sobre cimientos	35,123 m.
Cota de coronación	364,000 m.
Cota de lecho de río	334,500 m.
Cota mínima de explotación	345,000 m.
Longitud de coronación	481,884 m.
Anchura de presa en coronación	8 m.

CUERPO DE PRESA

Impermeabilización	Núcleo impermeable
Material del núcleo	Limo - Arcilloso
Material en espaldón	Granular
Talud aguas arriba	2,5 H: 1,0 V
Talud aguas abajo	2,2 H: 1,0 V.
Número de filtros aguas abajo	1
Transiciones	1 aguas arriba
Volumen de excavación	357.291,09 m ³
Volumen de núcleo	188.415,49 m ³
Volumen de espaldones	629.758,43 m ³
Volumen de filtro-dren	56.885,80 m ³
Volumen de transiciones	33.759,52 m ³
Volumen de escollera	123.557,53 m ³
Volumen de tierra vegetal	8.585,90 m ³

ATAGUÍA

Tipo	Materiales sueltos
Altura máxima	10,248 m.
Cota de coronación	344,500 m.
Cota de lecho de río	337,254 m.
Longitud de coronación	199,385 m.
Anchura en coronación	3,0 m.
Taludes aguas arriba y aguas abajo	3 H: 2 V

ALIVIADERO

Canal de aproximación

Situación	Margen derecha
Cota de explanación	356,000 m.



Vertedero

Situación	Margen derecha
Tipo	Labio fijo, 2 vanos
Longitud de vertido	2 x 6,50 m.
Cota de labio de vertido	361,000 m.
Perfil vertedero	$y = - 0,3741 \cdot x^{1,865}$
Caudal máximo aliviado	Avenida de Proyecto 39,00 m ³ /s.

Canal de descarga

Situación	Margen derecha
Longitud horizontal desde final de vertedero	165,5 m.
Cota inicio canal	354,000 m.
Cota final canal	330,899 m.
Pendiente	18,683 %, 7,409 % y 18,865 %
Anchura	8,00 m. Salvo en los primeros 20 metros donde pasa de 20 a 8m.
Longitud total de cuenco	21,10 m.
Anchura de cuenco	8,0 m.
Cota de solera	330,899 m.
Tipo de cuenco	Tipo II Bureau of Reclamation
10 Dados de entrada	0,4 m. anchura 0,370 m. altura 0,4 m. separación
6 Dados de salida	0,566 m. anchura 0,750 m. altura 0,658 m. separación

DESAGÜES DE FONDO-TOMAS

Situación	Margen izquierda
Cota de toma	342,370 m.
Estructura de toma	3 Paneles de rejillas. Cierre de avería 3 Ataguías metálicas
Longitud en galería aguas arriba	153,74 m.
Longitud en túnel	135,00 m.

Longitud en galería aguas abajo	100,00 m.
Longitud en zanja	127,52 m.

Conducciones y válvulas

Tramo inicial	2 Rectangulares de 1,0 × 0,8 m.
Espesor	6,0 mm.
Longitud	10,5 m.
Válvulas	2 Bureau rectangulares de 1,0 × 0,8 m



Tramo siguiente 2 Circulares de Ø1.000 mm.
 Longitud 515 m.
 Válvulas 2 Bureau circulares Ø1.000 mm

Tomas para riego 2 Circulares de Ø700 mm.
 Válvulas 2 Bureau circulares Ø700 mm

Cámara de válvulas

Situación Margen izquierda
 aguas abajo de la presa
 Sección interior cámara 5,70 m. × 11,50 m.
 Válvulas desagüe-toma 2 Bureau de Ø1.000 mm.
 Válvulas derivación para riego 2 Bureau de Ø700 mm.
 Caudal máximo desagüe 11,28 m³/s (2 × 5,64 m³/s).
 Tiempo de vaciado 9.767 minutos
 Caudal máximo tomas 9,84 m³/s (2 × 4,92 m³/s).

Estructura de salida

Cuenca rectangular 11,5 x 8,5 m
 Cota solera 333,000 m
 Elemento disipador L invertida

ACCESOS

- Camino de acceso a la coronación por la margen derecha
- Camino de acceso a la caseta de válvulas ramal desde camino existente
- Camino de 2 carriles de 2,5 m de ancho cada uno
- Derrames de terraplén 3 H : 2 V
- Taludes de desmonte 2 H : 3 V
- Capa de 35 cm. de espesor de zahorra natural
- Capa de 5 cm. de espesor de mezcla bituminosa.

EDIFICIO DE CONTROL

Situación Margen derecha
 Carretera de acceso
 Superficie total construida 177,17 m²
 Dependencias edificio principal
 Sala de operaciones
 Instrumentación
 Sala de equipo
 Despacho
 Cocina
 Dormitorio
 Aseo
 Distribuidor
 Pasillo
 Porche cubierto
 Dependencias edificio secundario



Garaje
Almacén

PRESUPUESTOS EMBALSE

EJECUCION MATERIAL

CUERPO DE PRESA	7.110.212,87.- €
CORONACIÓN	164.988,18.- €
DRENAJE PIE DE PRESA	6.020,70.- €
OBRA DE DESVÍO.....	171.534,38.- €
ALIVIADERO	1.335.590,94.- €
DESAGÜE DE FONDO – TOMAS	3.273.227,46.- €
AUSCULTACIÓN.....	265.094,33.- €
ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN	179.647,55.- €
ACCESOS.....	354.132,93.- €
EDIFICIO DE CONTROL	266.713,65.- €
MEDIDAS AMBIENTALES CORRECTORAS	716.637,80.- €
VARIOS.....	690.154,01.- €
SEGURIDAD Y SALUD	179.413,58.- €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	14.713.361,98.- €

BASE DE LICITACIÓN

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	20.993.024,88.- €
---	--------------------------



4. EFICACIA DE LA PROPUESTA TÉCNICA PARA LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS¹

Se expondrán aquí las razones que han llevado, de todas las alternativas posibles, a proponer la actuación descrita en 3 para la consecución de los objetivos descritos en 1 y 2..

Esta justificación debe ser coherente con los contenidos de los capítulos de viabilidad técnica, ambiental, económica y social que se exponen a continuación y, en ese sentido, puede considerarse como una síntesis de los mismos. En la medida de lo posible, se cuantificará el grado de cumplimiento de los objetivos que se prevé alcanzar con la alternativa seleccionada para lo que se propondrán los indicadores que se consideren más oportunos.

1. Alternativas posibles para un análisis comparado de coste eficacia (Posibles actuaciones que llevarían a una consecución de objetivos similares en particular en el campo de la gestión de recursos hídricos).

En la redacción del proyecto de presa de Valdepatao se hizo un análisis de las diferentes alternativas, introduciendo además de los criterios técnicos, factores medioambientales en el proceso de selección, así como económicos.

El embalse de Valdepatao tiene por objeto la regulación en cola del tramo V del Canal de Monegros. La cerrada se localiza en el barranco que da nombre al embalse, debiendo ser la capacidad de este cuanto mayor posible, compatiblemente con la topografía, con la cota rasante del canal, con la cota superior de pila del acueducto de la acequia de Ontiñena ubicada en la cola del vaso y con las características geológicas e hidrogeológicas del emplazamiento.

Tal y como se justifica en el anejo "Estudio de Regulación" la capacidad mínima necesaria que debe presentar el embalse de Valdepatao, es de unos 3,5 Hm³ de forma que pueda recoger los caudales excedentes que proceden del sistema acequia de Ontiñena, en eventos de emergencia, y pueda dar servicio al sifón de Cardiel (riego a presión por encima de la cota 345).

Respecto a la cota de Máximo Nivel Normal que debe alcanzar la presa se encuentra limitada por la cota superior de las pilas del acueducto de la acequia de Ontiñena, la cual es de 361.

En cuanto a la tipología de presa a adoptar parece claro, a la vista de que el cimiento no presenta la capacidad portante adecuada como para poder soportar una presa de hormigón, que será necesario recurrir a la construcción de una presa de materiales sueltos. El hecho de decidir, dentro de esta tipología, un tipo de presa u otro depende, primordialmente, de los materiales disponibles en el entorno de la obra. Referente a la ubicación de la presa se han estudiado dos posibles cerradas, la primera de ellas se sitúa a una distancia de unos 800 m de la acequia de Ontiñena, y la segunda, a una distancia de unos 1250 m de la misma.

Teniendo en cuenta estos condicionantes se procede a justificar el estudio sobre el tipo de presa a construir y su ubicación desde todos los puntos de vista medioambientales, técnicos y económicos.

Las características GEOLOGICAS-GEOTECNICAS en la zona de estudio del proyecto no se ha detectado ningún accidente tectónico y la estructura es subhorizontal.

Desde el punto de vista hidrogeológico, tanto el vaso como la cerrada se proyectan sobre materiales impermeables. En la zona de estudio no discurre agua.

Los materiales los conforman una serie de sedimentos horizontales en los que aparecen arenas y arcillas, con tramos de calizas.

¹ Originales o adaptados , en su caso, según lo descrito en 2.



Los depósitos coluviales existentes al pie del estribo derecho de la cerrada 2ª están constituidos por arcillas con bastantes gravas e caliza que presentan una consistencia firme y un reducido espesor.

Los depósitos cuaternarios finos no constituyen, por problemas de colapsabilidad, un buen apoyo para la presa, por lo que deben de ser retirados. Los depósitos cuaternarios granulares no presentan continuidad por lo que su eliminación puntual no presenta problemas.

El sustrato muy alterado constituye un buen apoyo, tanto desde un punto de vista resistente como deformacional, para una presa de materiales sueltos. Para una presa de hormigón se puede decir que el sustrato, hasta las profundidades estudiadas, no presenta las características adecuadas como para servir de apoyo a esta tipología de presa.

Respecto a las cerradas estudiadas, y descartada la primera de ellas por cuestiones de capacidad, merece la pena indicar que ambas se ubican en materiales análogos por lo que la elección de una u otra, desde este punto de vista, no es relevante. Únicamente en el caso de la segunda cerrada el estribo derecho afecta a unos depósitos coluviales cuyo espesor es reducido por lo que se pueden retirar a fin de que no se produzcan problemas.

MATERIALES DISPONIBLES EN LA ZONA

Del estudio de materiales realizado para el proyecto se han obtenido las características y procedencia de los materiales que se necesitan para construir las presas. No se ha considerado como material apto para la construcción de la presa las arcillas terciarias que se podrían obtener de la excavación del cimiento de esta, o de algunas zonas, ya que los ensayos realizados indican que se trata de materiales de expansividad media que pueden presentar problemas de puesta en obra.

A continuación se indica, para cada uno de los materiales necesarios para la construcción de la presa, la procedencia de los mismos.

Áridos para hormigones

El árido para hormigones se extraería de las graveras que se explotan en las terrazas del Cinca en las localidades de Zaidín “Áridos Fraga” y Alcolea del Cinca “Áridos Quibus” y, concretamente y aprovechando que estas suministran a plantas de hormigonado, de “Hormigones Fraga” y “Hormigones Quibus” respectivamente; ambas se encuentran a 40 y 30 km de distancia a la zona de la obra.

Material impermeable para núcleo

Se han estudiado los materiales limo-arcillosos procedentes del aluvial del barranco de Valdepatao, y aledaños, que conforman el vaso del embalse. Los estudios realizados demuestran la idoneidad de estos materiales presentando la granulometría, densidad, humedad, permeabilidad y demás características geotécnicas que confirman su empleo apto como material para núcleo.

Se dispone de material suficiente para satisfacer las necesidades de la obra y, en caso de que sea necesario se puede obtener más material aguas abajo de la presa.

Material granular para constitución de filtro-dren

Los materiales filtro-dren para la presa se obtendrán de las graveras indicadas anteriormente para el árido de hormigón. Estos materiales son adecuados tal y como se obtienen de la planta de tratamiento de hormigón, es decir, libres de suelos finos plásticos. En caso contrario y si se cogen de la zona suministradora de material granular será necesario proceder a su clasificación y lavado a fin de que



presenten las características granulométricas adecuadas para su empleo. Se dispone de material suficiente para satisfacer las necesidades de la obra, tanto en la zona de préstamo granular como en las plantas.

Material para la formación de espaldones

El material que se propone utilizar procede de préstamos granulares existentes en las proximidades de la obra (a 12 km) ubicados en la zona conocida como “Llanos Altos”. Este material se presenta en cantidad suficiente y los ensayos realizados confirman la idoneidad de los mismos para el fin perseguido. Únicamente merece la pena destacar la baja permeabilidad que presentan debido al alto contenido en finos (ver anejo de Materiales) lo cual obliga a disponer medidas que faciliten la disipación de las presiones intersticiales en el interior de la presa, en el espaldón de aguas arriba, pero no impide su empleo.

Material para escollera

Se han estudiado varias zonas de préstamos calizos próximas a la obra, el caliche que recubre los depósitos granulares propuestos como material para espaldón de presa y dos canteras en explotación que se encuentran a 30 km y 50 Km de la obra. Todas ellas explotan calizas de diferentes edades, salvo el caliche que son gravas cementadas.

Los ensayos de laboratorio realizados sobre muestras calizas tomadas en las zonas de préstamos demuestran que estos materiales no presentan las características adecuadas como para proceder a su empleo (muy blandas, de baja densidad y alta absorción) y más aún teniendo en cuenta que existe material, cercano en zonas ya explotadas, donde se podrían obtener y con características adecuadas. Estas zonas son la del “caliche” (ubicada a 12 km de la obra) y la de caliza de “Áridos Lorente” (a 30 km de la obra); los ensayos realizados demuestran la validez de estos materiales a pesar de que la densidad que presenten tampoco es muy elevada.

Por motivos de impacto ambiental se propone el empleo del caliche y de la cantera de caliza. La ventaja que presenta el empleo del caliche es que para poder obtener las gravas para cuerpo de presa es necesario proceder a su retirada ya que los recubren en algunas zonas; la principal desventaja es que no se conoce la continuidad de este nivel, y su estudio es muy complicado (tal y como se muestra en las calicatas excavadas en donde en algunas zonas si que ha aparecido mientras que en otras directamente se encontraban las gravas), por lo que no se puede asegurar que exista la cantidad necesaria para el rip-rap de la presa. Por ello se propone su empleo siempre y cuando durante la obra se confirme que se presentan en cantidad suficiente, en caso contrario se propone el empleo de las calizas de “Áridos Lorente”.

ANÁLISIS PREVIO

Se va a realizar a continuación un análisis previo, evaluando datos básicos tanto de cerradas como de presas, para ver la posibilidad de descartar algunas de las muchas opciones que se presentan. El análisis previo se va a centrar en primer término en las posibles cerradas y en segundo término en las posibles tipologías, en función de las características geotécnicas del cimiento.

UBICACIÓN DE LA CERRADA

Dentro del barranco se localizan dos posibles cerradas que podrían ser utilizadas para la ubicación del embalse. La primera de ellas se sitúa aproximadamente a 850 m de la acequia de Ontiñena (cerrada 1) y coincide con la propuesta en el plano de situación del “Pliego de bases para la contratación de asistencia técnica para la redacción del proyecto del embalse de Valdepatao y de su colector-desagüe del sistema de riegos del Alto Aragón (Candasnos)”, mientras que la segunda se sitúan aproximadamente a 400 m de la



misma (cerrada 2). En el plano nº 1 se reflejan ambas cerradas así como la posible situación del eje de la presa en ellas.

Suponiendo la coronación de la presa situada a la cota 361, en ambos casos, las características topográficas más relevantes asociadas a ambas cerradas serían:

a) Cerrada 1

- Cota cauce: 340 m
- Altura de presa: 21 m
- Longitud en coronación: 350 m
- Relación cota- Superficie de embalse – Volúmenes de embalse

Cota (m)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	V. acumulado (m ³)
340	800		
345	40.946	104.365	104.365
350	125.010	414.890	519.255
355	243.392	921.005	1.440.260
360	363.252	1.516.610	2.956.870
361	397.295	380.274	3.337.144

- Volumen útil para el riego por presión (por encima de la cota 345): 3,23 Hm³.

b) Cerrada 2

- Cota cauce: 335 m
- Altura de presa: 26 m
- Longitud en coronación: 500 m
- Relación cota- Superficie de embalse – Volúmenes de embalse

Cota (m)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	V. acumulado (m ³)
335			
340	26.068	11.575	37.472
345	120.066	55.524	371.249
350	233.463	113.834	1.244.953
355	392.053	192.352	2.816.347
360	535.416	264.073	5.128.427
361	563.047	278.356	5.678.232

- Volumen útil para el riego por presión (por encima de la cota 345): 5,3 Hm³.

Desde el punto de vista geológico-geotécnico las dos cerradas se apoyan sobre materiales análogos, por lo que el hecho de adoptar una u otra no implica ninguna ventaja. Estos materiales son arcillas terciarias con intercalaciones de cuerpos de areniscas recubiertos en el fondo de valle por depósitos cuaternarios.

Respecto a los niveles margo-calcáreos que afloran por encima de los niveles arcillosos, de alta permeabilidad, no llegan a afectar en ninguno de los dos casos al embalse.

Desde el punto de vista de la función asignada al embalse, la primera cerrada no presenta la capacidad



mínima necesaria exigible al embalse ($3,5 \text{ Hm}^3$) siendo ligeramente inferior ($3,3 \text{ Hm}^3$), mientras que la segunda cerrada presenta un volumen útil de regulación suficiente a la cota 357,5. Ello condujo a desechar la opción de adoptar la cerrada 1 y proceder a efectuar el estudio centrándose en la cerrada 2, para la cual se plantearon dos hipótesis; en la primera de ellas se adoptó como cota de MNN la correspondiente a la necesaria para hacer frente a las necesidades del embalse, esto es, la 357,5, mientras que en la segunda hipótesis se adoptó como cota de MNN la correspondiente a la mayor cantidad de agua que se puede embalsar, es decir, la 361 la cual, a su vez, viene impuesta por la cota superior de las pilas de la acequia de Ontiñena. De esta forma se propone considerar en este estudio de soluciones dos presas, en principio y dadas las características que presenta el cimiento, de materiales sueltos cuya diferencia es, únicamente, la altura que presentan y que en el segundo caso es de 3,5 m superior a la del primero.

El hecho de aumentar la cota de embalse 3,5 m supone aumentar la capacidad del mismo un 65% lo cual justifica, por otro lado, la idoneidad de adoptar como cota de MNN la 361.

Desde un punto de vista económico se va a valorar, por un lado, el coste que supone construir una presa cuya cota de embalse sea la 357,5 y, por otro, construir una presa cuya cota de embalse sea la 361. Para estimar el coste de cada una de estas presas se ha revisado el artículo realizado por Arteaga Serrano y Malmcrona “Inversión en Infraestructura Hidráulica: Presas” recogido en la VII Jornadas Españolas de Presas. En dicho artículo se define un coste total de presa (incluidos todas las obras que hacen de la presa una obra completa susceptible de funcionar, como son: accesos, edificios de control, ataguías, desvíos, tomas, desagües de fondo e intermedios, aliviadero, iluminación, etc) por m^3 de material de 4 € además de proponer adoptar un factor multiplicativo de 4 que refleja el verdadero coste total de la presa, correspondiente al presupuesto de ejecución por contrata.

Se considera, tal y como se ha indicado anteriormente, que el tipo de presa a adoptar es de materiales sueltos. Para efectuar una valoración económica relativa al coste de las presas se ha supuesto que la sección tipo a adoptar presenta unos taludes, aguas arriba de 2,5H:1V y aguas abajo de la presa de 2,2H:1V.

Se ha cubicado el volumen de tierras necesario para la construcción de ambas presas. Para el primer caso se ha obtenido un volumen de 663.784 m^3 y para el segundo de 465.526 m^3 . El coste total para la primera de ellas es de 10.620.544 € y, para la segunda de 7.448.418 €

Aunque el coste total de la presa mayor sea un 40% superior al de la pequeña, la capacidad de aquella es más del doble (concretamente el 65%) por lo que se puede justificar la ejecución de una presa de la mayor altura posible a fin de reservar una capacidad de embalse adicional que pueda hacer frente a futuros imprevistos (sobre todo si se tiene en cuenta que esta presa puede funcionar como aliviadero de la acequia de Ontiñena y de la balsa de San Gregorio).

En el apéndice 1 se han incluido varios planos de planta en los que se han reflejado por este orden:

- Zona de situación de posibles cerradas.
- Ubicación de la cerrada definitiva.
- Perfil longitudinal de la cerrada.

TIPOLOGÍAS DE POSIBLES PRESAS

Se van a analizar una por una todas las tipologías de presa que podrían disponerse, a fin de descartar aquellas que constituyan a simple vista soluciones inviables desde el punto de vista técnico y/o



económico.

Presas bóveda o arco - gravedad

Estas tipologías de presas pueden resultar competitivas en valles claramente en V o U, con relaciones cuerda/altura de presa entre 6 y 8 m. En el caso de la Presa de Valdepatao, se trata de un valle claramente abierto, donde el efecto arco en estribos sería difícil, por no decir imposible, conseguirlo.

Esta tipología de presas suele resultar competitiva frente a una de gravedad clásica para alturas de presa superiores a 70 m. constituyendo en general un pequeño porcentaje con respecto al total de presas existentes. Así a nivel mundial constituyen apenas el 5% del total, y sin embargo superan a las de gravedad a partir de los 100 metros de altura, siendo a partir de los 200 metros la mitad de las presas de todos los tipos, debido a que es a partir de los 100 metros de altura cuando los ahorros en volumen de hormigón compensan claramente el mayor costo de ejecución de esta tipología especial.

Por otro lado, las condiciones geotécnicas que exige el macizo para soportar los esfuerzos transmitidos por este tipo de presas (alta resistencia y baja deformabilidad), parecen a priori difíciles de alcanzar para los materiales del cemento presentes en la cerrada. Diversos expertos mundiales en este tipo de estructuras aconsejan como muy conveniente que el sustrato rocoso sobre el que se cimiente una bóveda disponga de un modulo de deformabilidad superior a los 6.000 MPa (hay que tener en cuenta que estas estructuras son muy sensibles a deformaciones del cemento), valor este muy difícil de asegurar en el sustrato existente.

En resumen dadas las características geotécnicas de la cerrada y la orografía del valle en la zona de cierre, se descarta cualquier solución de este tipo, por considerar que existen alternativas claramente más económicas y probablemente con mayor nivel de seguridad.

Presas de gravedad de Hormigón

Dentro de ellas se incluyen tanto las de gravedad de hormigón convencional, como las de hormigón compactado con rodillo. A pesar de que esta tipología de presa no exige condiciones geotécnicas singulares en la cerrada como las presas arco, si exige unos mínimos.

Atendiendo a las características geotécnicas del cierre el cemento de una presa de fábrica debería alcanzar un nivel de calidad media-buena con modulo de deformación entre 250 y 400 Mpa, en cualquier caso valores muy superiores a los obtenidos en el sustrato a existente en la zona de estudio.

Pero no solo eso, sino que dadas las características hidrológicas del cauce, en cuanto a avenidas, las dimensiones de los órganos de desagüe a disponer no parece que tengan un peso económico relevante sobre el total de la estructura para hacer competitiva esta solución.

Por tanto la solución de presa de gravedad de fábrica, se desecha fundamentalmente por razones económicas aunque razones técnicas también aconsejen ir a otra tipología de presa.

Presas de materiales sueltos



Se distinguen dentro de las mismas tres tipologías:

- Presas de material uniforme impermeable, o presas homogéneas.
- Presas de materiales heterogéneos.
- Presas con pantallas o diafragma.

En cuanto a las primeras, todo el material que forma parte del cuerpo de presa es impermeable. En este caso, y a la vista de lo expuesto en el epígrafe anterior, no parece que haya material suficiente en la zona como para poder constituir un relleno impermeable ya que los depósitos de fondo de valle no se encuentran en cantidad suficiente como para pensar en este tipo de solución.

En las presas heterogéneas, la labor de impermeabilización se reserva al núcleo con lo que disminuye sensiblemente el volumen de material impermeable que se ha de disponer. Aunque el problema enunciado para la primera tipología de materiales sueltos persiste, disminuye sensiblemente el volumen de material impermeable, por tanto será una de las soluciones a estudiar. El resto de los materiales se van a obtener en zonas aledañas al lugar de ubicación.

Por último dentro de las presas con pantalla o diafragma, existen varias posibilidades atendiendo a los materiales que formarían la pantalla.

- Hormigón armado: son las más habituales por ser dentro de esta tipología las más económicas.
- Material bituminoso: la constitución de una pantalla de material bituminoso es considerablemente más costosa que la pantalla de hormigón. Pero sobre aquella ofrece una clara ventaja técnica, al poder absorber con mayor facilidad los asientos diferenciales, que sin duda se producirán, sin fisurarse.
- Materiales poliméricos: a pesar de que técnicamente no hay nada que impida disponer como elementos impermeable una lamina, las pocas referencias existentes a nivel mundial, junto con que la categoría de esta presa es A, hacen que se desestime esta solución.

Entre las soluciones de pantalla de hormigón y bituminosa, existen como se ha dicho razones económicas que inclinan la balanza a favor de la primera y técnicas que podrían hacerlo a favor de la segunda.

Sin embargo, existen ciertos aspectos que hacen muy relativas las ventajas técnicas que se enuncian de la presa de pantalla bituminosa sobre la presa de pantalla de hormigón. Efectivamente el cambio introducido en la década de los 60, pasando a compactarse la escollera con rodillo liso vibratorio crea unas condiciones en la tongadas más próximas a las que se producirán posteriormente con la carga total. El rodillo vibrante actúa de manera distinta según la resistencia de la escollera, con material duro produce el acuñaado entre los elementos, que es importante para lograr la resistencia; con piedras blandas o débiles la compactación las fragmenta y al final se produce una escollera más densa y con ello se mejora la resistencia. Por tanto las posibles ventajas técnicas de la pantalla bituminosa, respecto a la rígida de hormigón quedan totalmente anuladas con un buen proceso de ejecución en esta última que debe quedar claramente reflejado en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

Resumen

Después de estas disquisiciones sobre la tipología de presa a estudiar, se resumen a continuación las conclusiones:

- Las presas bóvedas o arco-gravedad se descartan por las condiciones geotécnicas y orográficas del valle.



- Las presas de gravedad de fábrica se descartan por condiciones geotécnicas del cimiento que las encarecen y por problemas medioambientales en cuanto a productos sobrantes
- Dentro de las presas de materiales sueltos se desechan:
 - Las homogéneas, por no disponer, en cantidad suficiente, de materiales impermeables en la zona.
 - Las de pantalla formada con material plástico por no tener suficiente experiencia en este tipo de presas y además tratarse de una presa de categoría A.
 - Las de pantalla bituminosa por ser sensiblemente más caras que otras presas con otra tipología de pantalla.

Por tanto se van a estudiar con detalle dos tipologías de presa en la cerrada seleccionada.

- Presas heterogénea, con núcleo formado por material impermeable.
- Presas con pantalla de hormigón.

METODOLOGÍA

Según el análisis previo realizado en el punto anterior se ha llegado a dos tipologías, ambas de materiales sueltos.

A lo largo del punto que sigue se va a realizar un prediseño de las características principales de las presas a disponer en la única cerrada, determinando lo más aproximadamente posible:

- Cota de coronación
- Cota de máximo nivel normal
- Ancho en coronación de presa
- Sección tipo
- Dimensiones básicas de los órganos de desagüe (aliviadero, desagüe de fondo).

Una vez se tengan estos datos se procederá a dibujar los planos básicos de cada una de las soluciones y posteriormente se estudiará económicamente cada una de ellas.

Como datos de partida se cuenta con las avenidas calculadas en el Estudio Hidrológico, la capacidad necesaria del embalse, extraída del Estudio de Regulación y, fundamentalmente, los datos previos geológico-geotécnicos del vaso y cerrada.

Conviene aclarar que al tratarse de dos presas de materiales sueltos, constituidas por espaldones de los mismos materiales, ambas van a tener los mismos taludes y los órganos de desagüe van a ser prácticamente idénticos:

- En cuanto a desagües de fondo y tomas, se van a disponer en galería ambas soluciones, de tal forma que apenas va haber diferencia presupuestaria entre la que se va a realizar para una u otra tipología.
- El aliviadero en una u otra solución se va a situar en el estribo derecho con un canal de descarga de la misma longitud en un caso u otro.

Por tanto los órganos de desagüe no van a tener peso a la hora de elegir la solución idónea y no será necesario realizar un predimensionamiento.



NIVELES CARACTERÍSTICOS DEL EMBALSE

Se van a determinar los niveles característicos del embalse siguiendo las recomendaciones de la Instrucción de Grandes Presas y el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses, para posteriormente calcular la cota de coronación de cada solución.

Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses

El Artículo 3º del citado Reglamento clasifica las presas en función de su tipología, de sus dimensiones y en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su posible rotura o funcionamiento incorrecto.

En cuanto a la tipología, se trata de una presa de materiales sueltos, a sus dimensiones, de una gran presa y en cuanto a su riesgo potencial, el punto 3.2. de dicho Reglamento dice textualmente: "En función del riesgo potencial que pueda derivarse de la posible rotura o funcionamiento incorrecto de cada presa, todas las presas deberán clasificarse, de acuerdo con la Directriz de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones, en alguna de las siguientes categorías:

- **Categoría A.** Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto pueda afectar gravemente a núcleos urbanos o a servicios esenciales, o producir daños materiales o medioambientales muy importantes.
- **Categoría B.** Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas.
- **Categoría C.** Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y sólo incidentalmente pérdida de vidas humanas. En todo caso, a esta categoría pertenecerán todas las presas no incluidas en las Categorías A o B."

En cuanto a las avenidas a considerar, el Artículo 11 establece:

"En el proyecto y en la explotación se definirán razonadamente, en función de la clasificación de la presa, dos tipos de avenidas afluentes al embalse:

La Instrucción de Grandes Presas en sus Artículos 18.1 y 18.2, dice textualmente:

18.1.- "Conocida la avenida máxima se deberá definir, con criterio de actuación coordinada, los medios de evacuación o laminación convenientes, como son los desagües controlados por compuertas, de fondo, intermedios o de superficie; los desagües de sección acotada pero sin compuertas; los aliviaderos de lámina libre y el resguardo del embalse. Se exceptúa el caudal evacuado por la central de pie de presa si existiera y por las diversas tomas de agua con fines industriales o de regadío, salvo casos muy especiales que se justificarán debidamente.

18.2.- En todo caso, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- La suma de los caudales que puedan ser evacuados por los dispositivos sujetos a control, con el embalse a su nivel normal, no será nunca superior al caudal de la avenida normal.
- La altura de la presa asegurará un resguardo que permita la laminación del caudal de la avenida máxima y su evacuación con los desagües de que se disponga."

En cuanto a los niveles de embalse, puntualiza:



- **Máximo Nivel Normal de embalse.** Es el máximo que la superficie del agua puede alcanzar en circunstancias normales de explotación, cuando éstas no exijan el vertido por los aliviaderos.
- **Máximo Nivel de embalse en crecidas.** Es el que la superficie del agua puede alcanzar cuando ocurre la mayor crecida prevista, funcionando el aliviadero sin limitar su capacidad por compuerta.

Clasificación del embalse y avenidas máximas a considerar

CATEGORÍA	AVENIDA DE PROYECTO AÑOS	AVENIDA EXTREMA AÑOS
A	1.000	5.000 a 10.000
B	500	1.000 a 5.000
C	100	100 a 500

En el caso del embalse de Valdepatao su rotura como ha quedado demostrado en el correspondiente estudio, afectará gravemente al Tren de Alta Velocidad Zaragoza-Lérida con riesgo cierto de vidas humanas. Por tanto se ha clasificado dentro de la Categoría A y a efectos de cálculo se toma como avenida de proyecto la correspondiente a 1000 años de periodo de retorno y como valor para la avenida extrema se toma el correspondiente a 10.000 años.

Avenida de Proyecto $Q=39,00 \text{ m}^3/\text{s}$
Avenida Extrema $Q=54,02 \text{ m}^3/\text{s}$

Determinación de Niveles

La cota de coronación de la presa está fijada por los resguardos definidos y exigidos por el Reglamento Sobre Seguridad de Presas y Embalses:

13.2.- Para la avenida extrema se tolerará un agotamiento parcial o total del resguardo con las siguientes condiciones:

- En las presas de materiales sueltos, salvo que estén proyectadas específicamente para ello, no se admitirán vertidos por coronación teniendo en cuenta el oleaje producido por los vientos.
- En las presas de hormigón de categoría A sólo se admitirán vertidos accidentales por oleaje. En las de categoría B y C se podrá justificar la posibilidad de vertidos superiores.

El embalse de Valdepatao, por tanto, debe coronar por encima del Nivel de Avenida Extrema más la altura de ola.

Se van a tantear una serie de longitudes de aliviadero



LONGITUD	SOBREELEVACIÓN (m)	
	AVENIDA DE PROYECTO	AVENIDA EXTREMA
11.0	1.571	1.953
11.5	1.525	1.895
12.0	1.483	1.842
12.5	1.443	1.793
13.0	1.406	1.747
13.5	1.371	1.703
14.0	1.338	1.663

A priori la longitud del aliviadero que cumple con las premisas enunciadas están entre 12,5 y 13,0 m,

DEFINICIÓN DE SECCIONES TIPO DE PRESA

Presa de materiales sueltos con núcleo arcilloso.

- La coronación de presa tiene una anchura de 8 m.
- El talud aguas arriba es de 2,5H:1V y aguas abajo es de 2,2H:1V. El material que constituye los espaldones son arenas y gravas con algo de finos procedentes de los préstamos granulares pertenecientes a los “Llanos Altos”.
- El núcleo corona a la cota 698,500 m. con una anchura de 5,0 m. Los taludes aguas arriba y aguas abajo del núcleo son 0,3H:1V. El material a emplear son los depósitos de fondo de valle (aluviales).
- Como material de protección (rip-rap) de la presa se emplea el caliche procedente de los préstamos granulares (siempre y cuando se presente en un espesor y cantidad adecuada) o la caliza procedente de la cantera “Áridos Lorente”.
- Aguas arriba se dispone un material de transición entre el núcleo y el espaldón de talud. El material procederá de las graveras existentes en la terraza del Cinca y presentará un porcentaje de finos no plásticos de hasta un 5 %.
- Aguas abajo se dispone una capa de filtro-dren de 3 m de anchura. Esta capa se prolonga horizontalmente con un espesor de 1 m. Este material proviene de las graveras existentes en la terraza del Cinca y deberá estar exento de material fino.
- La altura máxima de la presa sobre cimientos es de aproximadamente 35 m. Es necesario excavar hasta 6 m (en algunas zonas) en el sustrato muy alterado para apoyar el núcleo sobre el sustrato alterado (empotrándose en el mismo del orden de 2 m) el cual constituye un cimiento impermeable. En los espaldones bastaría retirar los depósitos de fondo de valle (los cuales se emplean como material de núcleo) y empotrar 2 m en el sustrato muy alterado.

Presa de materiales sueltos con pantalla de hormigón.

- El talud aguas arriba es de 2,5H:1V y aguas abajo de 2,2H:1V
- El zócalo es de 1 m de espesor y de 5 m de anchura.
- El cuerpo de presa se constituye con las arenas y gravas con algo de finos procedentes de los depósitos granulares de los “Llanos Altos”. La zona superficial de estos, denominada “caliche” se puede utilizar como material de presa, en las zonas más resistentes.
- La pantalla tiene un espesor de 0,5 m.
- La pantalla apoya sobre un material granular, con características de filtro, que procederá de las graveras existentes en la terraza del río Cinca.

VALORACIÓN ECONÓMICA



INTRODUCCIÓN

Se ha realizado un análisis de coste de cada una de las soluciones de presa viables técnicamente, valorando las principales unidades de obra que además marquen sensibles diferencias entre unas y otras.

Las unidades de obra que marcan la diferencia entre una y otra tipología son, como se ha comentado anteriormente, las que forman el cuerpo de presa siendo estas:

- Desbroce
- Excavación en tierras
- Material para formación de espaldones
- Material para filtro-dren
- Material para formación de núcleo.
- Pantalla de hormigón

Para poder medir ambas soluciones se han obtenido perfiles transversales cada 20 m a lo largo del eje de presa, dichos perfiles transversales se han recogido en el Apéndice nº2 “Planos de tipología de presa”.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados del estudio efectuado la solución óptima de presa es, por motivos económicos y medioambientales:

Presa de materiales sueltos con núcleo impermeable

Desde un punto de vista económico la solución de presa de materiales sueltos con núcleo impermeable es más baja que la solución de presa de materiales sueltos con pantalla.

Desde un punto de vista ambiental, la excavación del cimiento de la presa conlleva un excedente de materiales cuaternarios (limos) y de materiales terciarios (fundamentalmente arcillosos) que obligaría a buscar vertederos de capacidad importante, por lo que si se emplean los materiales limosos cuaternarios se disminuye la cantidad de material a enviar a vertedero lo cual implica una mejora importante desde un punto ambiental.

Puesto que por un lado es prácticamente un millón de euros más barata y por otro lado produce un menor impacto durante la construcción, la solución con núcleo impermeable es la más adecuada.



5. VIABILIDAD TÉCNICA

Deberá describir, a continuación, de forma concisa, los factores técnicos que han llevado a la elección de una tipología concreta para la actuación, incluyéndose concretamente información relativa a su idoneidad al tenerse en cuenta su fiabilidad en la consecución de los objetivos (por ejemplo, si supone una novedad o ya ha sido experimentada), su seguridad (por ejemplo, ante sucesos hidrológicos extremos) y su flexibilidad ante modificaciones de los datos de partida (por ejemplo, debidos al cambio climático).

Si se dispone del documento de supervisión técnica del proyecto se podrá realizar una síntesis del mismo.

Atendiendo a los objetivos buscados con la ejecución de esta obra, cuyos fines primordiales son la regulación en cola del tramo V del Canal de Monegros y una regulación interna del sistema de riegos, las soluciones alternativas son las siguientes:

De las dos soluciones a tomar con respecto a la ubicación de la cerrada, se escoge la 2, que presenta una capacidad mínima necesaria de embalse (3,5 Hm³).

Con respecto a la tipología de la presa, la solución adoptada es la de materiales sueltos, ya que el cimiento no presenta capacidad portante adecuada para poder soportar una presa de hormigón.

El hecho de decidir dentro de esta tipología un tipo de presa u otro depende primordialmente de los materiales disponibles en el entorno de la presa, resultando una presa de núcleo impermeable.



6. VIABILIDAD AMBIENTAL

Se analizarán aquí las posibles afecciones de la actuación a la Red Natura 2000 o a otros espacios protegidos, incluyéndose información relativa a si la afección se produce según normativas locales, autonómicas, estatales o europeas e indicándose la intensidad de la afección y los riesgos de impacto crítico (de incumplimiento de la legislación ambiental).

1. ¿Afecta la actuación a algún LIC o espacio natural protegido directamente (por ocupación de suelo protegido, ruptura de cauce, etc, o indirectamente (por afección a su flora, fauna, hábitats o ecosistemas durante la construcción o explotación por reducción de apuntes hídricos, barreras, ruidos, etc.)?

La RESOLUCIÓN de 14 de noviembre de 2003, de la Secretaría General de Medio Ambiente, sobre la evaluación de impacto ambiental del proyecto “Plan Coordinado del Modificado de la 1ª Parte, 2ª Fase y de la 2ª Parte, 1ª Fase, y de la 3ª Parte, 1ª Fase (Provincias de Huesca y Zaragoza), formuló la Declaración de Impacto Ambiental de esos planes coordinados de obras. Esta actuación está incluida en el segundo de esos planes coordinados y específicamente contemplada entre las obras a realizar en esa Declaración de Impacto Ambiental. En ella se declara “*que no se observan potenciales impactos adversos residuales significativos sobre el medio ambiente por la ejecución del proyecto con el diseño, controles y medidas correctoras propuestas por el promotor*”.

Por ello, en el presente proyecto se han incorporado unos estudios de integración medioambiental y una serie de propuestas de medidas correctoras de acuerdo a lo prescrito en la mencionada Declaración de Impacto Ambiental.

2. Describir los efectos sobre el caudal ecológico del río y las medidas consideradas para su mantenimiento así como la estimación realizada para el volumen de caudal ecológico en el conjunto del área de afección.

No existe efectos del caudal ecológico ni para mantenerlo ya que no existe río alguno, puesto que la presa se construye en un barranco.

Se especificará, además, si se han analizado diversas alternativas que minimicen los impactos ambientales y si se prevén medidas o actuaciones compensatorias. En este último caso, se describirán sus principales efectos y se hará una estimación de sus costes.

3. Alternativas analizadas

Las alternativas se estudiadas son fundamentalmente la situación de la cerrada teniendo en cuenta el terreno y la capacidad del embalse, tipología de la presa, estudio de los materiales a emplear, valoración económica, etc.

En la elección de la solución se ha tenido en cuenta las limitaciones correspondientes establecidas en la Declaración de Impacto Ambiental. Se consideran medidas correctoras recogidas en el capítulo 11 del presupuesto de la obra, que suponen 716.631,80 € de ejecución material.

4. Impactos ambientales previstos y medidas de corrección proponibles (*Describir*).

En el presente proyecto se han incorporado unos estudios de integración medioambiental y una serie de medidas correctoras, de acuerdo a lo prescrito en le Declaración de Impacto Ambiental.



El Embalse de Valdepatao, está recogido entre las principales obras a ejecutar dentro del Plan Coordinado de Obras de la Zona Regable de Monegros II: Plan Coordinado del Modificado de la 1ª Parte, 2ª Fase y de la 2ª Parte, 1ª Fase, y de la 3ª Parte, 1ª Fase (Provincias de Huesca y Zaragoza).

Dado que el mencionado Plan Coordinado ha sido sometido al procedimiento de evaluación ambiental legalmente vigente, las prescripciones medioambientales a tener en cuenta se concretan en:

- Medidas de prevención, corrección y compensación de impactos definidas en el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental.
- Medidas de prevención, corrección y compensación de impacto complementarias impuestas en las respectivas Declaraciones de Impacto Ambiental.

La Declaración de Impacto Ambiental del Plan Coordinado de Obras de la Zona Regable de Monegros II: Plan Coordinado del Modificado de la 1ª Parte, 2ª Fase y de la 2ª Parte, 1ª Fase, y de la 3ª Parte, 1ª Fase (Provincias de Huesca y Zaragoza) se reduce a validar las medidas de prevención, corrección y compensación de impactos establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental del Plan Coordinado de Obras (Apéndice 1).

Por ello se han tenido en cuenta las medidas correctoras definidas en el documento citado.

MARCO NORMATIVO

Además de la Ley de Reforma y Desarrollo Agrario, el Plan General de Transformación y la normativa específica en materia de obras e infraestructuras, corresponde considerar el siguiente marco normativo específico en materia ambiental:

- Directiva 79/409/CEE de Conservación de Aves Silvestres
- Directiva 92/43/CEE de Hábitat y R.D. 1997/1995 de transposición
- Directiva 97/11/CE del Consejo de 3 de marzo por el que se modifica la Directiva 85/337/CEE de 27 de junio relativa a la Evaluación de las Repercusiones de Determinados Proyectos Públicos y Privados sobre el Medio Ambiente
- Directiva 60/2000 CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Directiva de aguas)
- Directiva 2001/42/CEE, de 27 de junio relativa a la evaluación de los efectos de determinados Planes y Programas sobre el medio ambiente.
- Real Decreto 1302/86 de Impacto Ambiental y R.D. 1131/88 de 30 de septiembre, donde se especifica Reglamento de Ejecución
- Ley 6/2001 sobre Evaluación de Impacto Ambiental que modifica el Real Decreto 1302/86 en transposición de la Directiva Europea
- DECRETO 45/1994, de 4 de marzo, de la Diputación General de Aragón, de evaluación de impacto ambiental
- Decreto 109/2000 del Gobierno de Aragón sobre protección para la conservación del Cernícalo primilla y planes de conservación de su hábitat
- Decreto 147/2000 por el que se inicia el procedimiento de ampliación del PORN de las zonas esteparias de Monegros Sur
- Acuerdos del Consejo de Gobierno de Aragón relativas al establecimiento de ZEPA's en las zonas esteparias de Monegros; en particular las de Valcuerna, Serreta Negra y Liberola así como las de El Basal, Las Menorcas y Llanos de Cardiel.
- Informe compilatorio relativo a respuesta a la carta de emplazamiento de 14 de julio de 1999 en



relación con la infracción A 1993/4787, por no - designación de zonas de especial protección para las aves en Los Monegros

- Ley 3/1995 de 3 de marzo, de Vías Pecuarias

En función de la situación descrita en los apartados anteriores, el objetivo del presente Anejo de Propuesta de Medidas Correctoras es describir con detalle las medidas de prevención, corrección y compensación de impactos necesarias para la completa integración de las obras previstas teniendo en cuenta tanto las afecciones directas como las indirectas así como todos los condicionantes derivados de la ejecución de los trabajos durante la construcción del embalse y durante su explotación.

Como bases de partida se tomarán los estudios ambientales ya realizados en la zona, la normativa vigente así como el Estudio de Impacto Ambiental del Plan Coordinado de Obras de la 3ª Parte – 1ª Fase (Sectores VI, VII, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI y XXII) de la Zona Regable de Monegros II.

En la construcción de la presa serán necesarios diferentes tipos de materiales, cuya procedencia varía:

- Aridos. Procederán de plantas que ya están en explotación, por lo que no cabe sugerir en ellos medidas integradoras ya que es responsabilidad de los propietarios o adjudicatarios.
- Escollera. Se extraen de la propia excavación o de cantera de explotación, por lo que por las causas antes apuntadas no es necesario tomar medidas integradoras.
- Material fino y grueso. Se recoge del vaso de la presa, con lo que no es necesario integración ambiental.
- Infraestructuras viarias. Las que resultan afectadas se reemplazan por un trazado alternativo.

Uno de los efectos analizados es el producido sobre la geología y geomorfología como consecuencia de los elevados volúmenes de tierra que se manejan en la actuación por los materiales procedentes de la excavación.

La zona de estudio se caracteriza por la precariedad en los cauces de agua. La mayoría de los barrancos y vales que caracterizan el relieve solo presentan ocasionalmente un flujo de agua, coincidiendo con las precipitaciones. Estos barrancos drenan directamente hacia el Ebro a través del Val de Liberola que presenta, sin embargo, cierta continuidad en su flujo de agua. Parte de su caudal se relaciona con los drenajes de las tierras de cultivo en regadío que se extienden sobre su cuenca al norte y este del núcleo urbano de Candanos.

Más concretamente, el Barranco de Valdepatao desagua a modo de cono de deyección en la llanura situada al norte de la localidad de Candanos, quedando en el dominio de la margen derecha del Val de Liberola que recoge sus aguas.

En relación con la **hidrología subterránea**, destaca que tanto el embalse como la presa proyectada se encuentran sobre materiales impermeables aunque hay que mencionar la permeabilidad que han mostrado las calizas y margas de la formación “Calizas y Margas con intercalaciones arcillosas” por su proximidad a ambos. Por otro lado, los cuerpos de arenisca pertenecientes al grupo T2 (ar-1) presentan igualmente cierto grado de permeabilidad ya que se trata de materiales poco cementados que presentan una pequeña porosidad inter-granular aunque, generalmente, no generan ningún tipo de acuífero.

Así los acuíferos presentes en las inmediaciones de la actuación proyectada pueden clasificarse en los



siguientes tipos:

Acuíferos terciarios:

- Areniscas de la unidad de Bujaraloz-Sariñena. De ellos se dice que pueden presentar cierta permeabilidad, siempre de grado bajo, y que esta disminuye hacia el sur. Estos son los materiales que forman parte del sustrato, en muchos casos aflorante, sobre los que se apoya el embalse y la cerrada proyectados.
- Materiales carbonatados de T3 (ca-marg). Estos materiales presentan una permeabilidad importante, como consecuencia de la capacidad de absorción agua de los episodios más margosos que separan los calizas. Estos materiales no afectan ni al vaso ni a la cerrada.

Acuíferos cuaternarios:

En este grupo se engloban depósitos de fondos de valle, los coluviales y piedemontes. En general, se trata de materiales poco permeables debido a su pequeña extensión y a su alto contenido en fracción arcillosa. En el Barranco de Valdepatao, como se ha podido observar durante la campaña de campo realizada (diciembre y enero), no se ha detectado el nivel freático en ninguno de los materiales descritos como posibles acuíferos. Todo ello parece indicar que, durante la ejecución de las obras, no se producirán surgencias de agua u otros problemas relacionados con la afección a un nivel freático.

En cuanto a la vegetación, la actuación provoca su pérdida irreversible de la que ocupa todo el vaso.

El impacto sobre la fauna se ha valorado de forma diferente para el entorno del tramo V del canal, la del propio embalse en cuanto a la población piscícola. Aludir a la ictiofauna de la zona puede resultar inapropiado, por cuanto las aguas superficiales naturales que concurren en el ámbito de la actuación.

Por lo que respecta a las aves, se ha considerado las molestias que les ocasionarán como consecuencia de la realización de las obras.

En cuanto a la fauna en el entorno del embalse, se ha previsto efectos positivos y negativos ya que se crearán nuevos hábitats que pueden favorecer el desarrollo de aves acuáticas mientras que los segundos provocarían la destrucción de ecosistemas producidos por el embalse.

En cuanto al impacto paisajístico se ha valorado teniendo en cuenta la magnitud del impacto producido de forma diferenciada por las distintas actuaciones en la obra.

En cuanto al patrimonio cultural, no se manifiesta alteración alguna, ya que los obras no afectan a ninguno de los yacimientos identificados, ni elementos etnológicos y arquitectónicos.

5. Medidas compensatorias tenidas en cuenta (*Describir*)

Los efectos previstos se pueden corregir con la aplicación de las medidas protectoras y correctoras propuestas. La magnitud de la afección a los espacios Red Natura 2000 no requiere la aplicación de medidas de compensación

6. Efectos esperables sobre los impactos de las medidas compensatorias (*Describir*).

La actuación no contempla medidas compensatorias



7. Costes de las medidas compensatorias. (*Estimar*) _____ millones de euros

No se proponen medidas compensatorias

8. Si el proyecto ha sido sometido a un proceso reglado de evaluación ambiental se determinarán los trámites seguidos, fecha de los mismos y dictámenes. (*Describir*):

El proyecto ha sido sometido al procedimiento reglado de Evaluación de Impacto Ambiental, siendo el proceso seguido el siguiente:

El proceso se inició con la remisión en fecha 12 de abril de 2002 de la Memoria Resumen por parte de la Dirección General de Obras Hidráulicas la Dirección General de Política Ambiental, para el inicio del período de consultas previas.

El 23 de septiembre de 2002 la Dirección General de Política Ambiental dio traslado a la D.G.O.H. de las respuestas recibidas.

El 18 de septiembre de 2003 se inicia el proceso de Información Pública, al que se someten de forma conjunta el proyecto y el Estudio de Impacto Ambiental.

La Declaración de Impacto Ambiental se formula mediante resolución de 30 de septiembre de 2003, cumpliendo lo dispuesto en el artículo 22 del R.D. 113/1988.

Adicionalmente a lo anterior se incluirá información relativa al cumplimiento de los requisitos que para la realización de nuevas actuaciones establece la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE). Para ello se cumplimentarán los apartados siguientes:

9. Cumplimiento de los requisitos que para la realización de nuevas actuaciones según establece la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE)

Para la actuación considerada se señalará una de las dos siguientes opciones.

- a. La actuación no afecta al buen estado de las masas de agua de la Demarcación a la que pertenece ni da lugar a su deterioro
- b. La actuación afecta al buen estado de alguna de las masas de agua de la Demarcación a la que pertenece o produce su deterioro

Al tratarse de la construcción de un embalse que no afecta a las características del cauce, la masa de agua no se modifica.

En el caso de haberse señalado la segunda de las opciones anteriores, se cumplimentarán los dos apartados siguientes (A y B), aportándose la información que se solicita.

A. Las principales causas de afección a las masas de agua son (*Señalar una o varias de las siguientes tres opciones*).



- a. Modificación de las características físicas de las masas de agua superficiales.
- b. Alteraciones del nivel de las masas de agua subterráneas
- c. Otros (*Especificar*): _____

B. Se verifican las siguientes condiciones (I y II) y la actuación se justifica por las siguientes razones (III, IV) que hacen que sea compatible con lo previsto en el Artículo 4 de la Directiva Marco del agua:

I. Se adoptarán todas las medidas factibles para paliar los efectos adversos en el estado de las masas de agua afectadas

Descripción²:

La actuación contempla la construcción de un embalse, por lo que supone una modificación evidente de la masa de agua

II La actuación está incluida o se justificará su inclusión en el Plan de Cuenca.

- a. La actuación está incluida
- b. Ya justificada en su momento
- c. En fase de justificación
- d. Todavía no justificada

III. La actuación se realiza ya que (*Señalar una o las dos opciones siguientes*):

- a. Es de interés público superior
- b. Los perjuicios derivados de que no se logre el buen estado de las aguas o su deterioro se ven compensados por los beneficios que se producen sobre (*Señalar una o varias de las tres opciones siguientes*):

- a. La salud humana
- b. El mantenimiento de la seguridad humana
- c. El desarrollo sostenible

IV Los motivos a los que se debe el que la actuación propuesta no se sustituya por una opción medioambientalmente mejor son (*Señalar una o las dos opciones siguientes*):

- a. De viabilidad técnica
- b. Derivados de unos costes desproporcionados



7. ANALISIS FINANCIERO Y DE RECUPERACION DE COSTES

El análisis financiero tiene como objetivo determinar la viabilidad financiera de la actuación, considerando el flujo de todos los ingresos y costes (incluidos los ambientales recogidos en las medidas de corrección y compensación establecidas) durante el periodo de vida útil del proyecto. Se analizan asimismo las fuentes de financiación previstas de la actuación y la medida en la que se espera recuperar los costes a través de ingresos por tarifas y cánones; si estos existen y son aplicables, de acuerdo con lo dispuesto en la Directiva Marco del Agua (Artículo 9).

Para su realización se deberán cumplimentar los cuadros que se exponen a continuación, suministrándose además la información complementaria que se indica.

1. Costes de inversión, y explotación y mantenimiento en el año en que alcanza su pleno funcionamiento. Cálculo del precio (en €/m³) que hace que el "VAN del flujo de los ingresos menos el flujo de gastos se iguale a 0" en el periodo de vida útil del proyecto

VAN

*El método de cálculo/evaluación del análisis financiero normalmente estará basado en el cálculo del **VAN (Valor Actual Neto)** de la inversión.*

*El **VAN** es la diferencia entre el valor actual de todos los flujos positivos y el valor actual de todos los flujos negativos, descontados a una tasa de descuento determinada (del 4%), y situando el año base del cálculo aquel año en que finaliza la construcción de la obra y comienza su fase de explotación.*

La expresión matemática del VAN es:

$$\text{VAN} = \sum_{i=0}^t \frac{B_i - C_i}{(1 + r)^t}$$

Donde:

B_i = beneficios

C_i = costes

r = tasa de descuento = 0'04

t = tiempo

Nota: Para el cálculo del VAN se puede utilizar la tabla siguiente. Para introducir un dato, comenzar haciendo doble "clic" en la casilla correspondiente.



Miles de Euros

FINANCIACIÓN DE LA INVERSIÓN	1	2	3	4	5	6	Total
Aportaciones Privadas (Usuarios)							
Presupuestos del Estado	23.640						23.640
Fondos Propios (Sociedades Estatales)							
Prestamos							
Fondos de la UE							
Aportaciones de otras administraciones							
Otras fuentes							
Total	23.640						23.640

3. Si la actuación genera ingresos (*si no los genera ir directamente a 4*)
Análisis de recuperación de costes

Miles de Euros

Ingresos previstos por canon y tarifas (según legislación aplicable)	1	2	...	50	...	99	Total
Amortización según Ley 1915 (99 años)							
Uso Agrario	148,35	148,35	148,35	148,35	148,35	148,35	14.687
Uso Urbano	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	315
Uso Industrial	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18	315
Uso Hidroeléctrico	8,35	8,35	8,35	8,35	8,35	8,35	827
Otros usos	66,90	66,90	66,90	66,90	66,90	66,90	6.623
Conservación y mantenimiento (vida útil 50 años)							
	248,5	248,5	248,5	248,5	-	-	12.425
Total INGRESOS	478	478	478	478	230	230	35.191

Miles de Euros

	Ingresos Totales previstos por canon y tarifas	Amortizaciones (según legislación aplicable)	Costes de conservación y explotación (directos e indirectos)	Descuentos por laminación de avenidas	% de Recuperación de costes Ingresos/costes explotación amortizaciones
TOTAL	35.191	22.766	12.425		100 %

A continuación describa el sistema tarifario o de cánones vigentes de los beneficiarios de los servicios, en el área donde se ejecuta el proyecto. Se debe indicar si se dedican a cubrir los costes del suministro de dichos servicios, así como acuerdos a los que se haya llegado en su caso.

En un año *normal*, la capacidad de producción del Sistema es de unos 775.000.000 m³, para 120.000 Has. En las Tarifas de Riegos del Alto Aragón, se recuperan, en concepto de explotación y mantenimiento unos 4.500.000 €.

A nivel global, las actuaciones que se contemplan en el conjunto de obras mencionadas, suponen



un 5 %, en gastos de conservación y mantenimiento, puesto que la actuación es para 6.200 Has. del Sistema.

La inversión se recupera en las Tarifas de Riegos del Alto Aragón, según la Ley específica de 1915 (Gaceta de Madrid nº 77, 18 de marzo de 1915). La anualidad correspondiente a estas obras es el 50% de la inversión, repartida en 99 años al 1,5 % de interés. La fórmula a aplicar es la siguiente:

$$A = \frac{I}{2} \times \frac{1,015^{99} \times 0,015}{1,015^{99} - 1}$$

Según esta Ley de 1915, no hay subvención de los costes de inversión.

La amortización y los costes de conservación y mantenimiento repercuten a todos los usuarios del Sistema, tanto de riegos como de abastecimientos, hidroeléctricos y otros usos. Las equivalencias de los usuarios se determinan según las tablas aprobadas, en su día, por el M.O.P.U.



4. Si no se recuperan los costes totales, incluidos los ambientales de la actuación con los ingresos derivados de tarifas **justifique a continuación** la necesidad de subvenciones públicas y su importe asociados a los objetivos siguientes:

1. Importe de la subvención en valor actual neto (Se entiende que el VAN total negativo es el reflejo de la subvención actual neta necesaria):

_____ millones de euros

2. Importe anual del capital no amortizado con tarifas (subvencionado):

_____ millones de euros

3. Importe anual de los gastos de explotación no cubiertos con tarifas (subvencionados):

_____ millones de euros

4. Importe de los costes ambientales (medidas de corrección y compensación) no cubiertos con tarifas (subvencionados):

_____ millones de euros

5. ¿La no recuperación de costes afecta a los objetivos ambientales de la DMA al incrementar el consumo de agua?

- a. Si, mucho
- b. Si, algo
- c. Prácticamente no
- d. Es indiferente
- e. Reduce el consumo

Justificar:

Se recuperan los gastos totales, por lo que no es necesaria la subvención.

6. Razones que justifican la subvención

A. La cohesión territorial. La actuación beneficia la generación de una cifra importante de empleo y renta en un área deprimida, ayudando a su convergencia hacia la renta media europea:

- a. De una forma eficiente en relación a la subvención total necesaria
- b. De una forma aceptable en relación a la subvención total necesaria
- c. La subvención es elevada en relación a la mejora de cohesión esperada
- d. La subvención es muy elevada en relación a la mejora de cohesión esperada

Justificar la contestación:

Se recuperan los gastos totales, por lo que no es necesaria la subvención



B. Mejora de la calidad ambiental del entorno

- a. La actuación favorece una mejora de los hábitats y ecosistemas naturales de su área de influencia
 - b. La actuación favorece significativamente la mejora del estado ecológico de las masas de agua
 - c. La actuación favorece el mantenimiento del dominio público terrestre hidráulico o del dominio público marítimo terrestre
 - d. En cualquiera de los casos anteriores ¿se considera equilibrado el beneficio ambiental producido respecto al importe de la subvención total?
- a. Si
 - b. Parcialmente si
 - c. Parcialmente no
 - d. No

Justificar las respuestas:

La actuación mejorará la calidad ambiental de la zona ya que mantendrá un volumen de masa de agua constante dentro del embalse.

C. Mejora de la competitividad de la actividad agrícola

- a. La actuación mejora la competitividad de la actividad agrícola existente que es claramente sostenible y eficiente a largo plazo en el marco de la política agrícola europea
 - b. La actuación mejora la competitividad pero la actividad agrícola puede tener problemas de sostenibilidad hacia el futuro
 - c. La actuación mejora la competitividad pero la actividad agrícola no es sostenible a largo plazo en el marco anterior
 - d. La actuación no incide en la mejora de la competitividad agraria
 - e. En cualquiera de los casos anteriores, ¿se considera equilibrado el beneficio producido sobre el sector agrario respecto al importe de la subvención total?
- a. Si
 - b. Parcialmente si
 - c. Parcialmente no
 - d. No

Justificar las respuestas:

Los cultivos de los cereales se abastecen del embalse asegurando la cosecha y se aumenta la zona de regadío.



D. Mejora de la seguridad de la población, por disminución del riesgo de inundaciones o de rotura de presas, etc.

- a. Número aproximado de personas beneficiadas: _____
- b. Valor aproximado del patrimonio afectable beneficiado: _____
- c. Nivel de probabilidad utilizado: avenida de periodo de retorno de _____ años
- d. ¿Se considera equilibrado el beneficio producido respecto al importe de la subvención total?

- a. Si
- b. Parcialmente si
- c. Parcialmente no
- d. No

Justificar las respuestas:

No existe regulación de ningún río, por lo que no se presume ninguna inundación ni existe riesgo de que se produzca.

E. Otros posibles motivos que, en su caso, justifiquen la subvención (*Detallar y explicar*)

- a) Aumenta la garantía de riego de la zona y otros usos
- b) Aumenta la zona de regadío
- c) La actuación mejora la competitividad de la zona agrícola al tener un suministro asegurado

A continuación explique como se prevé que se cubran los costes de explotación y mantenimiento para asegurar la viabilidad del proyecto.



8. ANÁLISIS SOCIO ECONÓMICO

El análisis socio económico de una actuación determina los efectos sociales y económicos esperados del proyecto que en último término lo justifican. Sintéticelo a continuación y, en la medida de lo posible, realícelo a partir de la información y estudios elaborados para la preparación de los informes del Artículo 5 de la Directiva Marco del Agua basándolo en:

1. Necesidades de nuevas aportaciones hídricas para abastecer a la población

a. Población del área de influencia en:

1991: 1.674 habitantes

1996: 1.700 habitantes

2001: 2.000 habitantes

Padrón de 31 de diciembre de 2004: _____ habitantes

b. Población prevista para el año 2015: 3.000 habitantes

c. Dotación media actual de la población abastecida:

d. Dotación prevista tras la actuación con la población esperada en el 2015:

Observaciones:

La zona sufre un pequeño incremento de población.

2. Incidencia sobre la agricultura:

a. Superficie de regadío o a poner en regadío afectada: 6.199 ha.

b. Dotaciones medias y su adecuación al proyecto.

1. Dotación actual: _____ 0 m3/ha.

2. Dotación tras la actuación: 2.169 m3/ha.

Observaciones: Las aportaciones de caudales para el riego se hacen a través del Sifón de Cardiel que es la infraestructura de transporte de interés general prevista por el Plan General de transformación para la explotación del embalse

3. Efectos directos sobre la producción, empleo, productividad y renta

1. Incremento total previsible sobre la producción estimada en el área de influencia del proyecto

A. DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

a. Muy elevado

b. elevado

c. medio

d. bajo

e. nulo

f. negativo

g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?

1. primario

2. construcción

3. industria

4. servicios

Justificar las respuestas:

B. DURANTE LA EXPLOTACIÓN

a. Muy elevado

b. elevado

c. medio

d. bajo

e. nulo

f. negativo

g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?

1. primario

2. construcción

3. industria

4. servicios

La construcción de la presa va a necesitar mano de obra, que en gran parte va a ser trabajadores de la zona. Así mismo los servicios existentes registrarán un aumento. Durante la explotación de la infraestructura será el



sector primario el que se verá influenciado puesto que se aumenta la garantía de riego sobre la superficie actual y sobre las nuevas ha. que pueden ser transformadas

4. Incremento previsible en el empleo total actual en el área de influencia del proyecto.

A. DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo
- f. negativo
- g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?
 - 1. primario
 - 2. construcción
 - 3. industria
 - 4. servicios

B. DURANTE LA EXPLOTACIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo
- f. negativo
- g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?
 - 1. primario
 - 2. construcción
 - 3. industria
 - 4. servicios

Justificar las respuestas:

La construcción de la presa va a necesitar mano de obra, que en gran parte va a ser trabajadores de la zona. Así mismo los servicios existentes registrarán un aumento. Durante la explotación de la infraestructura será el sector primario el que se verá influenciado puesto que se aumenta la garantía de riego sobre la superficie actual y sobre las nuevas ha. que pueden ser transformadas.

5. La actuación, al entrar en explotación, ¿mejorará la productividad de la economía en su área de influencia?

- a. si, mucho
- b. si, algo
- c. si, poco
- d. será indiferente
- e. la reducirá
- f. ¿a qué sector o sectores afectará de forma significativa?
 - 1. agricultura
 - 2. construcción
 - 3. industria
 - 4. servicios

Justificar la respuesta

Es evidente que al aumentarse la zona regable y asegurar la producción total de la misma, la economía de la zona se verá influenciada positivamente



6.. Otras afecciones socioeconómicas que se consideren significativas (*Describir y justificar*).

La transformación en regadío, favorece el asentamiento de una población que de lo contrario se vera abocada al abandono de la actividad agrícola, ante su escasa rentabilidad.

7.. ¿Existe afección a bienes del patrimonio histórico-cultural?

- 1. Si, muy importantes y negativas
- 2. Si, importantes y negativas
- 3. Si, pequeñas y negativas
- 4. No
- 5. Si, pero positivas

Justificar la respuesta:

No hay afecciones al patrimonio histórico-cultural.



9. CONCLUSIONES

Incluya, a continuación, un pronunciamiento expreso sobre la viabilidad del proyecto y, en su caso, las condiciones necesarias para que sea efectiva, en las fases de proyecto o de ejecución.

El proyecto es:

1. Viable X

2. Viable con las siguientes condiciones:

a) En fase de proyecto

Especificar: _____

b) En fase de ejecución

Especificar: _____

3. No viable

Fdo.:

Nombre: Oswaldo Zaera Borobia

Cargo: Jefe del Servicio de Obras 2

Institución: Confederación Hidrográfica del Ebro



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE, Y
MEDIO RURAL Y MARINO

SECRETARIA DE ESTADO
DE MEDIO RURAL Y AGUA

Informe de viabilidad correspondiente a:

Título de la Actuación: **Proyecto embalse de Valdepatao del sistema de Riegos del alto Aragón (HU/Candasnos)**
Clave:09.123.155/2111

Informe emitido por: **Confederación Hidrográfica del Ebro**

En fecha: **Diciembre 2007**

El informe se pronuncia de la siguiente manera sobre la viabilidad del proyecto:

Favorable

No favorable:

¿Se han incluido en el informe condiciones para que la viabilidad sea efectiva, en fase de proyecto o de ejecución?

No

Sí. (Especificar):

Resultado de la supervisión del informe de viabilidad

El informe de viabilidad arriba indicado

Se aprueba por esta Secretaría de Estado de Medio Rural y Agua, autorizándose su difusión pública sin condicionantes

Se aprueba por esta Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad, autorizándose su difusión pública, con los siguientes condicionantes:

- De acuerdo con lo establecido en el artículo 4.7 de la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE), el futuro Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro incluirá información sobre esta actuación que justifique la conveniencia de su realización en el marco de la propuesta de una mejora de la sostenibilidad del desarrollo. Igualmente deberán justificarse las subvenciones implícitas que la realización del embalse implica para sus usuarios.
- En el caso de que esta actuación se presente a cofinanciación con fondos europeos para el periodo 2007-2013, deberá atenerse a las normas que se establezcan, especialmente en lo que se refiere a la creación de nuevos regadíos.

No se aprueba por esta Secretaría de Estado de Medio Rural y Agua. El órgano que emitió el informe deberá proceder a replantear la actuación y emitir un nuevo informe de viabilidad

Madrid, a **20** de **Junio** de **2008**

El Secretario de Estado de Medio Rural y Agua

Fdo. Josep Puxeu Rocamora

Pza. San Juan de La Cruz, s/n
28071 Madrid