

## **11. REGULACIÓN INTERMEDIA EN EL TRAMO CHERTA-TOUS**

### **11.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se procede a analizar las posibilidades de nuevas regulaciones intermedias en la transferencia Ebro-Júcar, en el tramo comprendido entre la estación de bombeo de Cherta y el embalse de Tous. Se pretende estudiar tanto la viabilidad de la construcción de nuevos embalses como el empleo para este fin de los ya existentes o previstos a lo largo de la traza de la conducción.

Estas determinaciones tienen, obviamente, un carácter complementario al de los análisis de los sistemas de explotación llevados a cabo en otros capítulos de este documento, y permiten formarse una mejor idea de las posibilidades de transporte y regulación de las alternativas de transferencia desde el bajo Ebro, que son, como se vió, las más complejas, desde este punto de vista, de todas las planteadas.

Para abordar el problema, y partiendo del trazado de conducción seleccionado en el documento de descripción de las transferencias, se ha pasado revista a todos los antecedentes disponibles, lo que ha conducido a considerar las nueve posibilidades que se exponen seguidamente ordenadas desde aguas arriba a aguas abajo. En todas ellas se consideran diferentes aspectos (topografía, capacidad de embalse, alturas de bombeo requeridas adicionales a las de la solución básica seleccionada, saltos de posible instalación, interferencias con espacios naturales protegidos, afecciones a las vías de comunicación, y aspectos geológicos), salvo que alguno de ellos descalifique por completo alguna de las posibilidades.

La fuente de información ha sido la cartografía a escala 1:50.000, tanto en lo relativo a topografía como en cuanto a geología, salvo en los embalses de Vall d'Infern y Alcalá, para los que se disponía de estudios más detallados, según se indica en los apartados correspondiente. Ello hace que estos resultados que se ofrecen deban considerarse como una primera aproximación, en virtud de la cual se pueden descartar algunos emplazamientos, y llamar la atención sobre cuestiones específicas que requerirán, en su caso, estudios más pormenorizados en el futuro.

En la figura siguiente se reflejan todos los embalses analizados, así como los espacios naturales protegidos y la traza de la conducción seleccionada entre Cherta y Tous.

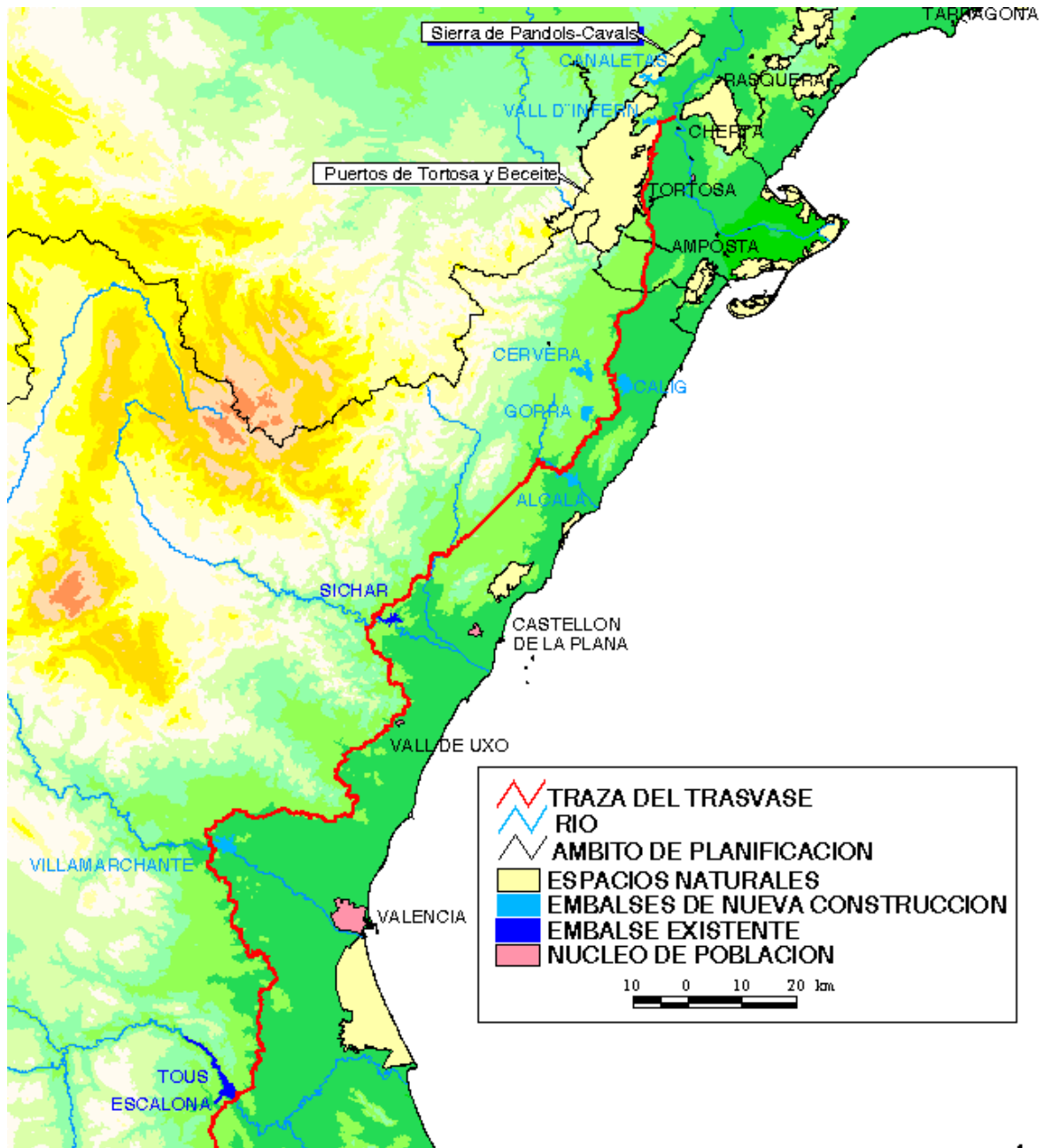


Figura 208. Plano de situación de los embalses analizados

## 11.2. EMBALSE DEL RÍO CANALETAS

El río Canaletas es afluente del Ebro por su margen derecha, confluyendo en un punto próximo aguas arriba del azud de Cherta. La posible presa se ubicaría sobre este río Canaletas, aguas abajo de Bot y aguas arriba del cruce con la carretera que enlaza Pinell de Bray con Pauls.

Su construcción no parece en principio viable debido a que interfiere con el espacio natural protegido de la Sierra de Pandolls Cavalls. Lo angosto del valle hace que sea necesario penetrar una longitud importante en este espacio hasta alcanzar con la

lámina de agua las inmediaciones del pueblo de Bot, tal como puede apreciarse en la figura anterior.

### 11.3. EMBALSE DE VALL D'INFERN

Esta cerrada, correspondiente al embalse de Valdeinfierno, sobre el barranco de Las Fuentes, es conocida desde antiguo, y aparece ya contemplada en el Plan de Aprovechamiento del Bajo Ebro, en los años 60. A raíz de esto, se redactó un proyecto en 1977 en el que se definía esta obra como depósito superior de un aprovechamiento reversible cuyo depósito inferior era el embalse de Cherta. Desde este embalse se suministraba también, a través de un aprovechamiento hidroeléctrico el canal bajo de Cherta a la cota 150. El máximo nivel previsto entonces estaba a la cota 188 siendo la altura máxima de 78 m, entre las cotas 190 y 112. La capacidad de embalse se evaluaba en 20 hm<sup>3</sup>.

Su emplazamiento es, topográficamente, muy adecuado. Se ubica sobre el barranco indicado, en un punto casi coincidente con el previsto para el depósito de regulación en el que finaliza la impulsión desde Cherta, y del que arranca el canal de trasvase seleccionado, a la cota 200.

La curva que define la capacidad de almacenamiento, obtenida a partir del plano 1:50.000, es la ofrecida en la tabla.

Cota (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (hm <sup>3</sup> )
100	0	0
120	125.000	1
140	225.000	5
160	375.000	11
180	825.000	23
200	1.250.000	44
220	1.875.000	75

Tabla 110. Capacidad del embalse de Vall d'inferrn

Como puede verse, y sin perjuicio de la relativa precisión de estas medidas, situando el MNN a la cota 220 se incrementa considerablemente la capacidad de almacenamiento. Al encontrarse en cabecera del canal, la única modificación que exigiría para su llenado es aumentar la altura de elevación desde Cherta en 20 m, de 190 a 210, para alcanzar la cota 220. La entrega de caudales desde el embalse a la conducción (cota 200) podría realizarse mediante un aprovechamiento con salto medio del orden de 10 m. Igualmente, sería necesario disponer un bombeo para poder aprovechar la capacidad total del embalse, pues el volumen almacenado por debajo de la cota 200 es de 62 hm<sup>3</sup>. La altura de bombeo sería de aproximadamente de 40 m si se admite un embalse muerto de 11 hm<sup>3</sup>. Se estaría añadiendo, por tanto, una altura total de bombeo de 60 m a los 293 previstos en la conducción entre Cherta y Tous en la solución seleccionada en el anejo de descripción de las transferencias, así como una presa de aproximadamente 115 m de altura y 600 m de longitud, y un salto de unos 10 m.

El resto de los elementos de la conducción se mantendrían prácticamente inalterados, puesto que la modificación se produce exclusivamente en cabecera. A cambio se dispondría de un volumen útil de regulación de 64 hm<sup>3</sup>. Podría prescindirse del bombeo de 60 m si bastara con una regulación de 31 hm<sup>3</sup>.

Cabe señalar, sin embargo, que el embalse estaría limitando con el espacio natural protegido de los Puertos de Tortosa y Beceite, por lo que sería necesario estudiar con mayor detalle la viabilidad de la actuación desde el punto de vista ambiental. Tal como se aprecia en la figura incluida en la introducción, una parte de la lámina de agua próxima a la margen izquierda del embalse se superpone con el perímetro disponible de ese espacio natural. Con la información disponible, cabe concluir que para que la interferencia desapareciera sería necesario limitar la cota de lámina por debajo de la 200, lo que supone limitar la capacidad de embalse como máximo, a 44 hm<sup>3</sup>. Este volumen es reducido, por lo que sería dudosa la utilidad de tal depósito y cabría quizá desechar el emplazamiento. Sin embargo, teniendo en cuenta la escasa entidad de la interferencia, y la escala a la que se está trabajando (topografía 1:50.000), conviene realizar un análisis más detallado que verifique la existencia real de la afección y su magnitud, antes de tomar cualquier decisión.

Otra posibilidad sería desplazar hacia aguas arriba la presa. Así se evitaría la afección a los Puertos de Tortosa y Beceite en 1,5 km aproximadamente. Ello exigiría, para mantener el mismo volumen de embalse que con el otro emplazamiento a cota 220, elevar la lámina entre las cotas 240 y 260. La altura de presa sería del mismo orden que en el primer caso.

Inundaría, en ambos casos, la carretera que comunica Pauls con Cherta a lo largo de 3 km, si bien ya existe otra vía alternativa, y este problema sería fácilmente subsanable.

En cuanto a la geología, la cerrada se encuentra sobre materiales jurásicos. La margen derecha es de brechas dolomíticas de gran permeabilidad y la izquierda de dolomías y calizas. La cimentación estaría afectada por una falla que corta oblicuamente al cauce.

El vaso está ocupado en las inmediaciones de la cerrada por brechas dolomíticas y por dolomías tableadas del Jurásico superior. El resto está ocupado por materiales triásicos fundamentalmente, entre los que se encuentran arcillas rojas con yesos del muschelkalk, calizas y dolomías con daonela y arcillas rojas y verdes con yesos.

En el mencionado proyecto del aprovechamiento reversible se concluye con respecto a la geología del emplazamiento que los terrenos triásicos del vaso no presentan peligros de fuga para cotas inferiores a la 200. Señala, sin embargo, la necesidad de cubrir con un tapiz impermeable las calizas y dolomías del Infralías próximas a la cerrada en la margen derecha. Respecto a la cerrada se indica que es viable la construcción de la presa siempre que se evite el contacto con el agua de las calizas acarnioladas del infralías disponiendo para ello un elemento impermeable intermedio, dudándose de la eficacia de las inyecciones.

En definitiva, existen algunos problemas geológicos que no son irresolubles pero que requieren tratamientos específicos de impermeabilización, y que permitirían la realización del proyecto siempre que se mantenga por debajo de la cota 200. Sin embargo, hasta esta altura sólo se embalsan 44 hm<sup>3</sup>.

Entre las cotas 200 y 220, los únicos materiales nuevos mojados por el embalse son unas calizas y dolomías grises del muschelkalk en la margen izquierda del embalse y en muy pequeña extensión. Por ello, caso de plantearse problemas podría recurrirse de nuevo a la impermeabilización superficial.

El desplazamiento de la presa hacia aguas arriba para evitar la interferencia con los Puertos de Tortosa y Beceite requeriría estudios geológicos más detallados, puesto que la superficie mojada de calizas y dolomías grises del mucshellkalk sería mayor y la presa pasaría cimentarse sobre arcillas rojas con yesos, circunstancia, en principio, poco favorable.

Por todo lo expuesto, parece viable desde el punto de vista geológico la construcción de una presa en el primer emplazamiento, si bien se requieren estudios más detallados por encima de la cota 200, y presumiblemente se requerirán tratamientos del terreno adicionales a los habitualmente empleados en una cerrada más convencional. Desde el punto de vista ambiental no parece haber en principio graves dificultades, pero debe estudiarse con mayor detalle la afección al espacio natural de los Puertos de Tortosa y de Beceite.

#### 11.4. EMBALSE DE CERVERA

Se encuentra en el río Seco, rambla que desagua al Mediterráneo a la altura de Benicarló, en la provincia de Castellón. La presa se ubicaría muy próxima a la población de Cervera del Maestre.

En algún estudio disponible se menciona la posibilidad de este emplazamiento. Sin embargo, con la ubicación propuesta se inundaría el núcleo mencionado, que se desarrolla a partir de la cota 280, lo que solo permitiría, de acuerdo con las curvas de capacidad allí presentadas, almacenar un volumen de 9 hm<sup>3</sup>. En consecuencia, se considera más favorable modificar ligeramente el emplazamiento, desplazando la posible presa hasta aguas arriba del pueblo, y desapareciendo así toda posibilidad de inundación. La cota del cauce sería entonces la 220. La cota de lámina del embalse se limitaría hasta la 280, pues por encima de ella sería necesario disponer diques de cierre en collados de la margen izquierda para evitar el desbordamiento hacia Cervera. El volumen almacenado puede estimarse inicialmente, de acuerdo con la tabla siguiente obtenida a partir del mapa 1:50.000, en unos 76 hm<sup>3</sup>.

Cota (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (hm <sup>3</sup> )
220	0	0
240	450.000	5
260	1.375.000	23
280	3.925.000	76

Tabla 111. Capacidad del embalse de Cervera

En el punto en que tendría lugar la derivación, la cota del canal procedente de Cherta es de 187 m, por lo que sería necesario salvar un desnivel de 93 m para llenar el embalse. El agua almacenada se incorporaría al canal vertiéndola por pie de presa a través del cauce del río Seco, que es cruzado en sifón por la conducción. Por tanto, se

dispondría de un salto equivalente a la altura de la presa, de 60 m, lo que puede traducirse en un salto medio de 50 m aproximadamente, o bien, mediante una tubería a presión, hasta la cota en la que se incorpora al canal, lo que supone 20 m más de carga, es decir, unos 70 m aproximadamente. En resumen, se estaría añadiendo 93 m de bombeo a los 293 m correspondientes a la elevación de Cherta y Cuevas de Vinromá. Igualmente se estaría posibilitando la existencia de un salto de aproximadamente 70 m de altura máxima. Se requiere construir una presa de unos 60 m de altura y 500 m de longitud.

De acuerdo con la información disponible, no se producen interferencias con espacios naturales protegidos, y únicamente se inunda a lo largo de unos 2 km la carretera que comunica los núcleos de San Mateo y Cervera del Maestre.

En cuanto a la geología, tanto la cerrada como el vaso se asientan sobre materiales mayoritariamente cretácicos. La cerrada no se encuentra afectada por fallas ni tampoco existen fracturas cartografiadas en el vaso del embalse.

En el vaso, como ya se ha indicado, predominan las calizas y margas del cretácico inferior (hauteriviense y barremiense). Se inundaría el cauce de la rambla, de materiales cuaternarios de pequeño espesor asentados sobre los materiales cretácicos y también, en la cola del embalse, a partir de la cota 260, algunas terrazas cuaternarias depositadas sobre conglomerados del plioceno, así como estos últimos. En ningún caso se entra en contacto directo con las calizas microcristalinas del aptiense de la margen izquierda, que cabe suponer de gran permeabilidad. Sin embargo, si se entrase en contacto con ellas a través de los conglomerados y estos no resultasen suficientemente impermeables, dado que su extensión es relativamente reducida, podría resolverse el problema con algún tratamiento local, como un tapiz de impermeabilización o, en último caso, en la construcción de un dique de contraembalse de 20 m de altura máxima, ya que si se limita la cota a la 260 el volumen almacenado se reduce a 23 hm<sup>3</sup>.

En síntesis, y a falta de estudios más detallados sobre la impermeabilidad de las calizas y margas del embalse, así como de los conglomerados sobre los que apoyan las terrazas cuaternarias, este emplazamiento parece viable y satisfactorio.

### **11.5. EMBALSE DE CALIG**

Se encuentra sobre el barranco de Panduls, muy cerca de Calig, en la zona ya próxima a la costa mediterránea. En estudios previos disponibles se contemplaba un emplazamiento que permitía una cota máxima de embalse de 120 m, siendo la cota del cauce la 85 aproximadamente. De acuerdo con las curvas de capacidad incluidas en esos estudios, el volumen máximo almacenable era de 36 hm<sup>3</sup>. Se trata, por tanto, de una capacidad muy reducida, si bien podría ser suficiente para regular parcial o totalmente la demanda de Castellón.

Aumentar la capacidad requiere desplazar hacia aguas arriba la presa, para disponer de estribos que alcancen la cota 140. En este caso es necesario aumentar considerablemente la longitud de la presa (del orden del doble) y construir además varios diques de cierre. Se trataría de una presa de 1,5 km de longitud y 45 m de altura

aproximadamente (entre las cotas 95 y 140) y varios diques laterales de cierre, uno del orden de 20 m de altura y 600 m de longitud. Si se construye este embalse la capacidad alcanza, de acuerdo con la tabla que se incluye a continuación, unos 89 hm<sup>3</sup>. No es posible sobrepasar tal cota porque a través de un collado se desbordaría el agua hacia Calig, salvo que se construyera otro dique lateral.

Cota (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (hm <sup>3</sup> )
100	0	0
120	1.725.000	17
140	5.450.000	89

Tabla 112. Capacidad del embalse de Calig

Cabe destacar que la topografía no es favorable, tanto por la excesiva anchura de la cerrada como por la necesidad de apoyar parte de la presa sobre pequeños cerros para los diques laterales, así como la gran superficie de la lámina de agua, la mayor con diferencia de todos los emplazamientos considerados, lo que implica pérdidas por evaporación también elevadas, que pueden suponer un volumen no despreciable del total elevado.

La derivación al embalse de Calig desde el canal procedente de Cherta en la solución seleccionada en el anejo de descripción de las transferencias, se ubicaría aproximadamente en el mismo punto que la derivación al embalse de Cervera, es decir, en el PK 70,6 y a la cota 187. Por tanto sería posible disponer un aprovechamiento de 45 m de salto bruto aproximadamente. Por otra parte, para introducir el agua en el canal nuevamente sería necesario un bombeo entre la cota 110 y la 187, admitiendo un embalse muerto de 8 hm<sup>3</sup>. En definitiva, se añaden 77 m de bombeo a los 293 correspondientes a Cherta y Cuevas de Vinromá, y un salto de 45 m. Es necesario construir una presa de las dimensiones ya indicadas, que permitiría contar con un volumen útil de regulación de 81 hm<sup>3</sup>.

En el caso de optarse por este emplazamiento, podría adoptarse otro esquema para la conducción desde Cherta que mejore el consumo energético con respecto a la solución comentada en el párrafo anterior. Se trataría de sustituir el canal que enlaza Cherta a la cota 200 con cuevas de Vinromá a la 161, por otro que parte de Cherta a la cota 150, el denominado Canal Bajo en la solución que contemplaba dos canales desde Cherta, que llega a Calig a la cota 140 aproximadamente, vertiendo al embalse de Calig.

En el embalse se construiría una elevación que captando a la cota 110 elevase el agua hasta la 280, desde donde discurriría por gravedad llegando al punto de ubicación del depósito de salida de la elevación de Cuevas de Vinromá a la misma cota que lo hacía el canal Alto. De esta manera, la altura de bombeo en Cherta es de 140 m y la Calig, de 170 m, es decir, un total de 310, sin posibilidad de disponer salto alguno, y evitando la construcción de la estación de bombeo entre el embalse y el canal alto. Se trata, en definitiva, de mantener aproximadamente la misma altura de elevación que en la solución inicial, contando además con regulación intermedia para todo el volumen trasvasado, así como de regulación en destino para la zona de Castellón Norte, cuya demanda podría modularse en el embalse de Calig.

Hay que señalar que el terreno atravesado acota 280 entre Calig y Cuevas de Vinromá es bastante más accidentado que a cota 190 a la que discurre el canal alto inicial, por lo que el coste de construcción será también mayor. Sin embargo se ahorraría el coste de una elevación adicional entre el embalse de Calig y el canal Alto.

De acuerdo con la información disponible, este embalse no interfiere con espacios protegidos ni tampoco afecta a vías de comunicación.

En cuanto a la geología, ni la cerrada ni el vaso se encuentran afectados por fallas o fractura cartografiadas. Los materiales de cimentación de la presa serían conglomerados cuaternarios y pliocenos de gravas, arcillas y arenas y la parte superior estaría ocupada por calizas y margas del cretácico. El vaso está ocupado por conglomerados pliocenos fundamentalmente, que presentan interés hidrogeológico debido a la falta de clasificación de los cantos que componen el conglomerado y a su posterior karstificación, lo que les confiere una porosidad significativa. Por tanto, no parecen favorables para contener el agua de un embalse, máxime si se tiene en cuenta que su afloramiento se prolonga aguas abajo de la presa.

A falta de estudios más detallados sobre la permeabilidad de los conglomerados, no parece idóneo este emplazamiento. Caso de resultar permeables, no sería posible un tratamiento de impermeabilización local, puesto que los conglomerados se extienden por todo el vaso.

Teniendo en cuenta todos los condicionantes indicados parece conveniente prescindir de este emplazamiento.

## 11.6. EMBALSE DEL BARRANCO DE GORRA

Se ubica sobre el barranco indicado, que acaba confluyendo con la rambla del Mas, cuyo cauce discurre muy próximo a Santa Magdalena de Pulpis, en la provincia de Castellón.

La presa a construir en esta cerrada se ubicaba en los estudios previos disponibles entre las cotas 240 y 320. De acuerdo con la curva de capacidad elaborada a partir del plano 1:50.000, que se incluye a continuación, el volumen máximo almacenado sería de unos 83 hm<sup>3</sup>. Como puede verse, la mayor parte (73 hm<sup>3</sup>) queda por encima de la cota 280.

Cota (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volumen (hm <sup>3</sup> )
240	0	0
260	225.000	2
280	575.000	10
300	1.625.000	32
320	3.500.000	83

Tabla 113. Capacidad del embalse de Gorra



Hasta la cota 300 bastaría con un solo dique de cierre de 400 m de longitud y 60 m de altura aproximadamente. Para alcanzar la cota 320 son necesarios además diques de cierre laterales en tres collados. La presa principal alcanzaría una longitud de 550 m y una altura de 80 m aproximadamente, mientras que los diques laterales tendrían alturas del orden de 20 m y sumarían una longitud de 800 m.

El canal procedente desde Cherta en la solución seleccionada en el Anejo de descripción de las transferencias tendría la derivación hacia el embalse aguas abajo del sifón de Santa Magdalena de Pulpis, en el PK 89,3 donde tiene una cota de 174 m. Por tanto, sería necesaria una elevación de 146 m para llenar el embalse. Desde la presa se incorporaría el agua al canal mediante un salto que aprovecharía prácticamente el mismo desnivel salvado con el bombeo disponiendo una tubería forzada. El salto medio puede estimarse en 125 m. Por tanto, en el caso de mantener inalterados el resto de los elementos del canal propuesto entre Cherta y Cuevas de Vinromá se estaría añadiendo a los 293 m de bombeo previstos, 146 m para llenar el embalse, junto con un salto de 125 m. Para ello se requiere una presa de las características indicadas, cuyo volumen de regulación de 83 hm<sup>3</sup> puede aprovecharse en su totalidad.

En definitiva se requeriría una altura de bombeo de 439 m y se contaría con una altura de generación de 125 m.

Sin embargo, puede analizarse una modificación del esquema propuesto. La elevación de Cuevas de Vinromá se encuentra en el PK 110 aproximadamente del canal y bombea hasta la cota 264. El embalse de Gorra tiene 73 hm<sup>3</sup> por encima de la cota 280. El recorrido entre el embalse y el depósito de salida de Cuevas de Vinromá es aproximadamente del mismo orden que en el caso del canal existente, por lo que las pérdidas serán similares. Es decir, puede llegarse por gravedad desde la cota 280 del embalse de Gorra hasta la salida de Cuevas de Vinromá y desde allí continuar por la traza del canal alto. Así, la altura total de elevación en el tramo Cherta-Cuevas de Vinromá sería de 336 m, lo que supone un incremento de 43 a cambio de disponer de una regulación de 73 hm<sup>3</sup>. El trazado del canal entre el embalse y Cuevas de Vinromá es más accidentado que el existente, por lo que aumentará el coste.

Esta última configuración es más favorable en cuanto a coste energético, pero la mejora no es excesivamente significativa. La reducción de la inversión inicial al desaparecer la central hidroeléctrica y la tubería forzada puede verse parcialmente compensada por el incremento de coste del canal entre el embalse de Gorra y el depósito de salida de Cuevas de Vinromá, debido a que al discurrir a cota 100 m superior atraviesa un terreno más accidentado. Por tanto no existen argumentos económicos definitivos para optar, requiriéndose un análisis más detallado.

Este embalse no interfiere con espacio protegido alguno según la información disponible. Tampoco afecta a carreteras ni vías de comunicación significativas.

Respecto a la geología, la cerrada se ubica sobre calizas microcristalinas y dolomías jurásicas del Malm. Se trata de una zona de dolomitización. La cerrada no se encuentra afectada directamente por fallas, si bien existen numerosas fracturas próximas cartografiadas.

Los materiales del vaso son del jurásico, bien coincidentes con los de la cerrada o bien calizas microcristalinas del kimmerdigiense, parte de las cuales quedarían dentro del área mojada. Existen además abundantes fracturas que atraviesan el vaso, intersectándose incluso entre sí.

Los materiales tanto de la cerrada como del vaso se consideran de gran interés hidrogeológico, sobre todo en las zonas donde la dolomitización es más intensa, como en la cerrada, dando una mayor permeabilidad y porosidad, que también se ve aumentada por la intensa fracturación existente en el vaso. Por ello, en principio, parece descartable por motivos geológicos, no siendo razonablemente previsible, si bien no imposible, que a raíz de estudios geológicos más detallados, el emplazamiento resultara aceptable. No parece prudente confiar en tratamientos locales puntuales, dado que toda la zona es geológicamente muy complicada a escala regional.

### **11.7. EMBALSE DE ALCALÁ**

Este embalse es conocido desde antiguo, y se ha considerado desde los primeros esquemas de aprovechamiento del bajo Ebro y del Trasvase Ebro-Júcar. Ubicado en el río San Miguel, se han barajado diferentes posibilidades en cuanto a su emplazamiento, según se pretendiera regular el canal Bajo procedente de Cherta o el canal Alto. Incluso se analizaron opciones en otros cauces próximos, como el de Torreblanca. Por ello, se dispone de más estudios que en las anteriores ocasiones.

Con la información disponible, ho hay afección a espacios naturales protegidos, ni a vías de comunicación.

En este caso son determinantes los estudios geológicos, siendo el principal condicionante la estanqueidad del vaso. En las posibles ubicaciones contempladas, todas ellas aguas abajo de Cuevas de Vinromá, una vez que el río San Miguel ha tomado la orientación perpendicular a la costa, abundan las calizas cristalinas del aptiense superior y los conglomerados terciarios con cantos calizos. Incluso en determinados niveles que parecen arenosos los granos son también predominantemente calizos, con escasa proporción de cuarzo.

Las calizas cristalinas del aptiense superior pueden tener una permeabilidad relativamente elevada e incluso muy elevada, puesto que son muy favorables a la karstificación, debido tanto a su textura, como a su intensa fisuración o a la presencia de numerosas fracturas. En cuanto a los conglomerados terciarios es difícil determinar a priori su permeabilidad, pudiendo existir zonas de gran porosidad eficaz que los harían muy permeables. No parecen encontrarse muy fisurados, por lo que el factor más determinante de cara a la estanqueidad sería la porosidad antes indicada, dependiente de su composición.

La geología de la zona es compleja, siendo difícil cuantificar, a falta de análisis de detalle, las posibilidades de infiltración y circulación del agua a través de acuíferos existentes.

Dentro de los diferentes emplazamientos analizados, el único viable en cuanto a cota que minimiza la zona afectada del aptiense superior corresponde a una cerrada denominada en estudios anteriores como Fosa de Alcalá, que entre las cotas 48 y 102 embalse un volumen de 75 hm<sup>3</sup>. La curva de capacidad elaborada en estudios anteriores, es la incluida en la tabla.

Cota (m)	Volumen (hm <sup>3</sup> )
48	0
60	2
70	8
80	19
90	40
100	73
110	120

Tabla 114. Capacidad del embalse de Alcalá

Una considerable extensión del vaso está ocupada por los conglomerados terciarios, por lo que si estos resultaran permeables en estudios más detallados, no sería viable la aplicación de tratamientos de corrección locales. Sería necesario limitar el embalse a la cota 75, reduciéndose entonces la capacidad a 15 hm<sup>3</sup>. Para no mojar las calizas del aptiense superior, la cota debe limitarse también a la 75. Sin embargo, manteniendo la cota 100 la superficie afectada de estos materiales es reducida, lo que animaría a emprender algún tratamiento local. Superar la cota 100 se considera altamente desfavorable, puesto que se incrementa muy considerablemente el área mojada de calizas aptienses.

A los datos anteriores se añade que la corriente superficial del río Cuevas desaparece precisamente en la zona de aguas arriba de la cola del embalse a cota 100, coincidiendo con la masa caliza del bloque correspondiente al cerro de Murs.

Por todo lo expuesto, no parece un lugar idóneo para el emplazamiento del embalse, si bien para descartarlo totalmente serían necesarios estudios complementarios de detalle. En cualquier caso serían imprescindibles tratamientos del terreno cuyo resultado nunca puede garantizarse por completo y cuyo coste puede ser elevado y difícilmente evaluable a priori.

Una opción a considerar sería la construcción de una contrapresa en cola, que evitase el contacto con las calizas microcristalinas. Con un dique de 20 m de altura aproximadamente podría alcanzarse la cota 100. Si esta altura se incrementa en cinco metros puede compensarse o incluso superarse la pérdida de capacidad que supone prescindir de la cola del embalse.

Caso de optarse por este embalse, desde el punto de vista energético podría ser más favorable modificar la configuración propuesta desde Cherta, construyendo el denominado Canal Bajo, que arranca de la cota 150, a la que terminaría la impulsión que toma en Cherta. Discurriría por gravedad hasta la cota 100 del embalse de Alcalá, pudiendo instalarse incluso un pequeño salto, del orden de 10 m en la entrega y desde el embalse, se bombearía, tomando a la cota 65 (embalse útil de 71 hm<sup>3</sup>) hasta la cota a la que actualmente termina la impulsión de Cuevas de Vinromá, es decir, la 264. A

partir de aquí se seguiría el trazado ya seleccionado. Así se requeriría una altura total de elevación de 339 m, frente a los 293 de la solución inicial, es decir, se incrementaría en 46 m. Las dimensiones de la presa serían aproximadamente de 52 m de altura y 500 m de longitud. Podría disponerse un salto del orden de 10 m en la entrega al embalse.

### **11.8. EMBALSE DE SICCHAR**

Este embalse, ya existente, es utilizado por la solución seleccionada en el documento de descripción de las transferencias para entregar la demanda correspondiente a la zona de Mijares-Castellón. Se encuentra sobre el río Mijares y su capacidad es de 49 hm<sup>3</sup>, volumen comprendido entre las cotas 120 y 164.

El canal procedente de Cherta discurre a la cota 228, por lo que el desnivel hasta el embalse se salvaría mediante un salto de 60 m. Utilizar este embalse para regulación de la transferencia implica efectuar un bombeo de 105 m aproximadamente. Optar por tal posibilidad requeriría de análisis económicos más detallados, y considerar en el análisis las pérdidas por filtraciones producidas en su vaso.

### **11.9. EMBALSE DE VILLAMARCHANTE**

Se trataría de utilizar este embalse, de unos 40 hm<sup>3</sup> y cuya construcción está prevista y en proyecto, para regular no solo el volumen de trasvase que pudiera entregarse a la zona del Turia, sino también como regulación intermedia de la conducción principal de trasvase.

Cuando alcanza la derivación a Villamarchante, la cota del canal procedente de Cherta es la 181. La lámina del futuro embalse se ha supuesto a la 135. La demanda correspondiente a esta zona se sirve mediante un salto de 30 m de altura. La cota de cauce es la 100. Por ello, para reintroducir el agua en el canal el desnivel a salvar sería del orden de 77 m. En consecuencia, se añadiría una altura de bombeo de 77 m a los 293 previstos en Cherta y Cuevas de Vinromá.

### **11.10. EMBALSE DE TOUS**

Se trata de un embalse ya existente, al que el canal procedente de Cherta llega a cota 148. Puede ser empleado como lugar de entrega de agua para sus demandas aguas abajo, como regulación intermedia de la conducción, lo se haría a través de un salto de 15 m., o incluso no emplearse.

Si se utiliza como regulador es necesario incorporar agua del embalse al canal. Para ello se requiere una elevación que, debido a lo variable del nivel de embalse en función de la época del año, deberá tener una carrera considerable. En efecto, la cota máxima admisible en Tous en septiembre (mes de máximo resguardo) es de 88 m, mientras que la máxima es la 130. El cauce se encuentra a la cota 61. Por ello, se estaría

incrementando la altura de bombeo en 66 m en el peor de los casos, tomando como cota de toma la del dintel del desagüe de fondo. El volumen bombeado habría sido turbinado previamente en un salto de 15 m.

### 11.11. EMBALSE DE ESCALONA

Este embalse, ya existente, se ubica sobre un afluente por la margen derecha del río Júcar, aguas arriba de la presa de Tous. Su finalidad esencial es la laminación de avenidas, y su capacidad es de 108 hm<sup>3</sup>.

La coronación se encuentra a la cota 191 y el umbral del aliviadero, de labio fijo, a la 182,5. Podría utilizarse para la regulación de las transferencias de forma complementaria o en sustitución de Tous. Para ello sería necesario alcanzar una cota que permitiera verter en el embalse desde la cota 148 de llegada a Tous. Ello puede conseguirse de dos formas, tal y como se comenta seguidamente.

La primera es disponer una elevación del orden de 47 m, entre (las cotas 148 y 195) entre Tous y Escalona. Sería imprescindible entonces una nueva elevación para continuar por el trazado de la solución seleccionada entre las cotas 143 (desagüe intermedio de Escalona) y la 300, que es la del depósito de salida de la impulsión de Tous inicialmente prevista. Por tanto, se requeriría una altura total en este punto de 204 m, es decir, 51 m superior a la altura prevista en la solución seleccionada. No existiría posibilidad de disponer un salto para recuperar energía. Entre las obras singulares necesarias cabe destacar un túnel de unos 2,5 km de longitud.

La segunda es mantener la configuración prevista con una elevación hasta la cota 300 en la conducción principal, desde la cual se dispone una derivación al embalse de Escalona. En él se construiría un bombeo reversible que permitiera turbinar el caudal derivado desde la conducción principal (salto de 105 m) y bombear para reintroducir el agua en el depósito a cota 300 m (desnivel a salvar en el bombeo de 157 m).

Ambas opciones presentan un balance energético similar a priori, y del mismo orden, aunque ligeramente más favorable, que el de utilizar Tous. La elección entre las tres requeriría un análisis más detallado, fuera del alcance de este Plan Nacional, que considere además otras circunstancias singulares como posibles pérdidas por filtraciones, compatibilidad con el fin principal de defensa contra avenidas, etc.

Cabe señalar que utilizar Escalona podría permitir independizar las mezclas de aguas procedentes del Ebro con aguas del Júcar en Tous. Aunque como se vió en el correspondiente capítulo la mezcla de aguas no resulta desfavorable, disponer de esta posibilidad resulta en todo caso conveniente.

## 11.12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En la tabla siguiente se resumen las características de cada uno de los embalses analizados. Los incrementos de altura de bombeo y turbinación se evalúan con respecto a la solución seleccionada entre Cherta y Tous en el anejo de descripción de las transferencias.

Embalse	Estado	Cuenca	Volumen útil para regulac. (hm <sup>3</sup> )	Incr. bombeo (m)	Incr. turb. (m)	Alt. presa sobre cauce (m)	Long. de presa (m)	Diagnóstico preliminar
Canaletas	Nuevo	Ebro						Desechable por afecc. ambiental
Val d'Infern	Nuevo	Ebro	64	60	10	115	600	Viable con limits.geol. y ambient.
Cervera	Nuevo	Ebro	76	93	50-70	60	500	Viable
Calig	Nuevo	Júcar	81	17	0	45 <sup>1</sup>	1500	Desfavorable por topogr. y geología
Gorra	Nuevo	Júcar	83	146	125	80 <sup>2</sup>	550	Desfavorable por geología del vaso
Alcalá <sup>3</sup>	Nuevo	Júcar	71	46	10	54	500	No idóneo, pero no descartable
Sichar	Existente	Júcar	45	105	60			-
Villamarchante	Nuevo	Júcar	40	77	30	35		Viable
Tous	Existente	Júcar		66	15			-
Escalona	Existente	Júcar						-

Tabla 115. Características básicas de los embalses analizados

De todo lo expuesto, en cuanto a la viabilidad de la construcción de nuevos embalses reguladores en el tramo Cherta-Tous, cabe concluir lo siguiente:

- Todos los emplazamientos propuestos presentan mayores o menores problemas en función de la compleja geología de la zona, previéndose en todos los casos tratamientos de impermeabilización tanto en las cerradas como en los vasos.
- En todos los casos es complicado superar los 85 hm<sup>3</sup> de capacidad, salvo que o bien se acometan obras civiles de gran envergadura o tratamientos del terreno de dudosos resultados.
- A falta de estudios más detallados, los emplazamientos que se consideran más favorables corresponden a los embalses de Vall d'Infern, Cervera del Maestre, y Villamarchante, siendo el de Cervera el que presenta mejor balance energético y menores complicaciones ambientales. El primero, en virtud de los estudios realizados requiere tratamientos especiales del terreno en el vaso y cerrada, pero puede garantizarse la estanqueidad con ellos hasta la cota 200, de acuerdo con el proyecto ya existente. Por encima de esta cota y hasta la 220 son necesarios estudios adicionales, pero a primera vista parece que la impermeabilización podría lograrse con alguna medida adicional no excesivamente costosa. Su viabilidad queda condicionada a la comprobación de la afección ambiental de la lámina de agua sobre el perímetro del espacio natural de los Puertos de Tortosa y Beceite. En

<sup>1</sup> Además de la presa principal requiere varios diques laterales, uno de los cuales es de 20 m de altura y 600 m de longitud

<sup>2</sup> Además de la presa principal requiere diques laterales de 20 m de altura y 800 m de longitud total.

<sup>3</sup> Se ha supuesto que se sustituye el canal desde Cherta a la cota 200 por otro a la cota 150 que parte de Cherta y termina en el embalse de Alcalá. De este toma una elevación que sustituye a la de Cuevas de Vinromá y enlaza con el trazado inicialmente seleccionado

Cervera sería necesario efectuar estudios adicionales que definan las características de las calizas y margas que ocupan la mayor parte del vaso.

Los tres embalses indicados podrían proporcionar un nuevo volumen de embalse para la regulación de la transferencia Ebro-Almería de unos 180 hm<sup>3</sup>. El resto de los emplazamientos se consideran, en principio, desaconsejables.

- En caso de construirse el embalse de Alcalá (en principio no idóneo pero no claramente descartable) con funciones de regulación intermedia de la conducción, podría ser conveniente replantearse la solución seleccionada entre Cherta y Cuevas de Vinromá, sustituyendo el canal Alto por el canal Bajo, y la elevación de Cuevas de Vinromá por otra desde el embalse de Alcalá. La misma consideración es aplicable a los embalses de Gorra y Calig, si bien lo accidentado del terreno a cota 280 entre estas presas y Cuevas de Vinromá requeriría un estudio más detallado para poder pronunciarse con mayor fundamento.
- El empleo de los embalses existentes resulta, en todo caso, aconsejable. El grado de tal empleo dependerá básicamente de sus posibilidades de regulación complementaria, tras satisfacer prioritariamente las necesidades propias de la cuenca del Júcar.