

3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS TRANSFERENCIAS PLANTEADAS

3.1. INTRODUCCIÓN

Tras la consideración de los antecedentes existentes, y partiendo inicialmente de ellos, en este capítulo se presentan con detalle las transferencias entre diferentes ámbitos de planificación, planteadas para resolver los problemas de déficit detectados en el Libro Blanco del Agua en España, y cuya solución sea abordable mediante trasvases intercuenas de acuerdo con las conclusiones obtenidas al analizar la situación de los distintos sistemas hidráulicos.

En todas las soluciones se ha comprobado previamente, según consta en el análisis correspondiente, la existencia de recursos suficientes en los puntos de captación para no afectar a las demandas previstas en las cuencas cedentes en el segundo horizonte de sus planes.

Para cada una de las situaciones deficitarias a resolver se presentan asimismo diferentes soluciones, analizando las características de cada una en cuanto al trazado, las inversiones que implican y las afecciones de todo tipo que generan, fundamentalmente ambientales y energéticas. Como consecuencia de ese análisis se selecciona justificadamente la solución que se considera en principio más adecuada.

Las consideraciones ambientales, entendiéndose por tales tanto las relativas a la acción sobre el medio atravesado por el trasvase, como las que se refieren a la calidad del agua y otros efectos en origen y destino, quedan aquí simplemente esbozadas, remitiéndonos a su documento específico para un examen detallado. Así, en el presente análisis únicamente se tienen en cuenta consideraciones ambientales de tipo general, que actúan como grandes condicionantes para seleccionar una u otra solución o variante. En otro análisis posterior se analizará con mayor detalle, desde el punto de vista ambiental, la viabilidad de la solución aquí seleccionada, indicando las modificaciones que se estimen oportunas para mejorarla, en caso de ser necesario.

El procedimiento de determinación de las afecciones hidroeléctricas y su cuantificación también se detalla en otro documento específico de costes, por lo que únicamente se incluirán en éste indicaciones cualitativas suficientes para establecer comparaciones simples entre las diferentes soluciones. Las alturas que se indican, tanto para bombeos como para aprovechamientos hidroeléctricos son geométricas, no manométricas

Una vez seleccionado el recorrido más idóneo para cada transferencia, ésta se divide en una serie de tramos bien identificados a efectos de su integración en una red global de posibles circulaciones de agua a nivel nacional. Se construye así una red de tramos optimizados, que en adelante se denominará *grafo*, a la que se aplicará, a su vez, un algoritmo para optimizar la circulación de caudales entre el conjunto de fuentes o puntos de derivación de agua en todas las cuencas cedentes, y los destinos

o puntos de demanda en las receptoras. Formalmente, ello equivale a resolver un problema de flujo de coste mínimo en redes, con costes no lineales en los tramos de transporte. Obtenidas así las circulaciones óptimas del agua, se tienen las conducciones cuya ejecución resulta idónea, junto con su predimensionado, pudiendo prescindirse de las restantes.

El planteamiento de las distintas posibles opciones resulta, fundamentalmente, del análisis de la gran cantidad de información disponible en esta materia, cuyos primeros antecedente modernos se remontan al muy conocido Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933, ya comentado en epígrafes anteriores. Dentro de estos antecedentes, los más detallados son, generalmente, los contenidos en los estudios específicos ya aludidos, elaborados por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas con motivo del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional de 1993. Cuando los antecedentes son otros, se indica en el apartado correspondiente. En cualquier caso, en muchas ocasiones se han introducido cambios respecto a la información disponible, y en otras se han desarrollado por completo, ex novo, las soluciones presentadas. La concepción de las posibilidades planteadas en este Plan Hidrológico es pues la síntesis e integración de los muy numerosos antecedentes previos, que arrancan -como se ha visto- desde muy antiguo.

Los costes en que se basan las consideraciones económicas para la preselección han sido obtenidos de acuerdo con el esquema y las dimensiones planteados en esos estudios previos, que no necesariamente coincide con la configuración resultante del presente análisis. Todos los costes son homogéneos, habiéndose estimado siguiendo la misma metodología, que es la expuesta en el documento dedicado al análisis económico, salvo lo relativo a la componente energética.

Para esta componente, en este documento se ha mantenido en todas las soluciones consideradas el marco tarifario regulado, tanto en cuanto a costes por consumo de energía como beneficios por producción en nuevos saltos, en vez del correspondiente a la liberalización del mercado eléctrico, descrito y aplicado en el Documento de Costes a las soluciones preseleccionadas como consecuencia del análisis efectuado en los siguientes epígrafes.

Conviene tener presente que la solución seleccionada para cada tramo lo ha sido con la información disponible actualmente, que corresponde a un nivel de planificación, no de proyecto. Existen, sin duda, una serie de condicionantes específicos en cada caso, cuya determinación corresponde a un análisis de detalle propio del nivel de proyecto, que pueden obligar a introducir modificaciones en los trazados propuestos para cada tramo. Entre ellos, juega un papel destacado la evaluación de impacto ambiental que en cada caso concreto habrá que realizarse, sin perjuicio de que las afecciones más significativas ya han sido tenidas en cuenta en la concepción de las alternativas del presente estudio.

3.2. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LAS GRANDES TRANSFERENCIAS

A continuación se presentan de forma muy resumida, para situar al lector, los grandes bloques o grupos de trasvases, que fueron aludidos anteriormente, al comentar los antecedentes básicos, y que se describen con detalle en los siguientes epígrafes, reuniéndose en la figura adjunta.

En primer lugar se analizarán las transferencias entre ámbitos de planificación diferentes que pretenden resolver los déficit estructurales, no eliminables con recursos de la propia cuenca, que son los que corresponden al Levante y Sureste (áreas de las cuencas del Júcar, Segura y Sur).

A continuación se considerará un conjunto de conducciones, englobadas bajo la dominación de *Distribución al Sureste*, que permiten la transferencia de recursos entre distintos puntos de una misma cuenca en el Júcar, Segura y Sur, o bien entre dos de estas cuencas. En definitiva, se trata del conjunto de conducciones que permiten distribuir por las zonas deficitarias meridionales de la cuenca del Júcar, el Segura y la parte oriental de la cuenca del Sur, el volumen aportado por las grandes transferencias.

Por último se incluyen las transferencias que pretenden resolver mediante aporte externo el déficit de las Cuencas Internas de Cataluña.



Figura 21. Soluciones analizadas

Dentro del primer grupo está la transferencia que capta agua en el Bajo Ebro y la transporta hasta las cuencas del Júcar y Segura, entregándola en diversos puntos para satisfacer demandas, tanto agrícolas como de abastecimiento urbano. Dentro de la cuenca del Júcar, y sobre todo del Segura, permite enlazar con una gran cantidad de conducciones, unas solo planteadas y otras ya en funcionamiento, para su distribución interna y su comunicación con la cuenca del Sur. Todas ellas serán objeto de análisis detallado dentro del apartado ya mencionado, de Distribución al Sureste.

Otra posibilidad para colaborar en la resolución del déficit estructural del Levante y del Sureste es incrementar el volumen trasvasable por el ATS. Para ello se plantean conducciones que captan recursos en el Duero y los transportan hasta la cabecera del Tajo, al embalse de Bolarque. En definitiva, pretende aprovechar al máximo una infraestructura ya existente, que sólo requiere de modificaciones puntuales para aumentar su capacidad de transporte hasta el máximo requerido. Existen distintas posibilidades iniciales para la captación en la cuenca del Duero, que son el Alto Duero, el Bajo Duero, próximo a la frontera con Portugal, y el Duero Norte, es decir diferentes afluentes de la margen derecha desde el Órbigo hasta el Arlanza y el propio Duero.

Otra opción que pretende incrementar las disponibilidades de la cabecera del Tajo de manera que pueda utilizarse el existente ATS, es trasladar hasta Bolarque recursos del propio Tajo procedentes del Jarama o bien del Tajo medio. El objetivo es nuevamente aportar recursos hacia el Levante y Sureste. La opción del Tajo medio capta recursos en el Tiétar o en el Alberche y los conduce hasta el ATS, no a su cabecera, sino a un punto intermedio del recorrido, en la provincia de Albacete, desde donde son conducidos hacia el Segura (se trata del esquema denominado Tiétar-La Roda).

Por último, dentro del capítulo encaminado a resolver el déficit estructural del Sureste existe una transferencia entre las cuencas del Guadalquivir y del Sur. Deriva recursos del embalse del Negratín, en el Guadiana Menor -cabecera del Guadalquivir- al de Cuevas de Almanzora, en el río del mismo nombre, dentro de la cuenca del Sur. Esta transferencia ya está autorizada por lo que no procede su consideración detallada en este Plan Hidrológico Nacional.

El déficit de las Cuencas Internas de Cataluña puede resolverse aportando recursos de la cuenca del Ebro a la zona de Barcelona, captándolos bien directamente en la parte baja de este río o en la cuenca de su afluente más próximo, el Segre. Su objetivo es garantizar la satisfacción de la demanda de abastecimiento urbano e industrial de Barcelona y su área metropolitana. Otra posibilidad planteada, y que también se analiza, es un aporte externo desde el Ródano.

3.3. TRANSFERENCIA EBRO-JÚCAR-SEGURA

3.3.1. PLANTEAMIENTO GENERAL

El objetivo perseguido por esta alternativa, planteada ya desde antiguo, es resolver los déficit estructurales existentes en el Levante y Sureste con recursos procedentes del Ebro. Permite suministrar recursos a las cuencas del Júcar, Segura e incluso podría llegar hasta el Sur a través de la infraestructura ya construida del Postravase Tajo Segura y/o de nuevas conducciones englobadas todas dentro del apartado distribución del Sureste, que se incluye más adelante. Por ello se tratarán en ese apartado exclusivamente las transferencias que permiten comunicar el Ebro con el Júcar y Segura.

Esta materia ha sido objeto desde los años 30 de numerosos análisis, habiéndose planteado gran cantidad de alternativas de trazado. En la figura siguiente se recogen todas las soluciones analizadas.

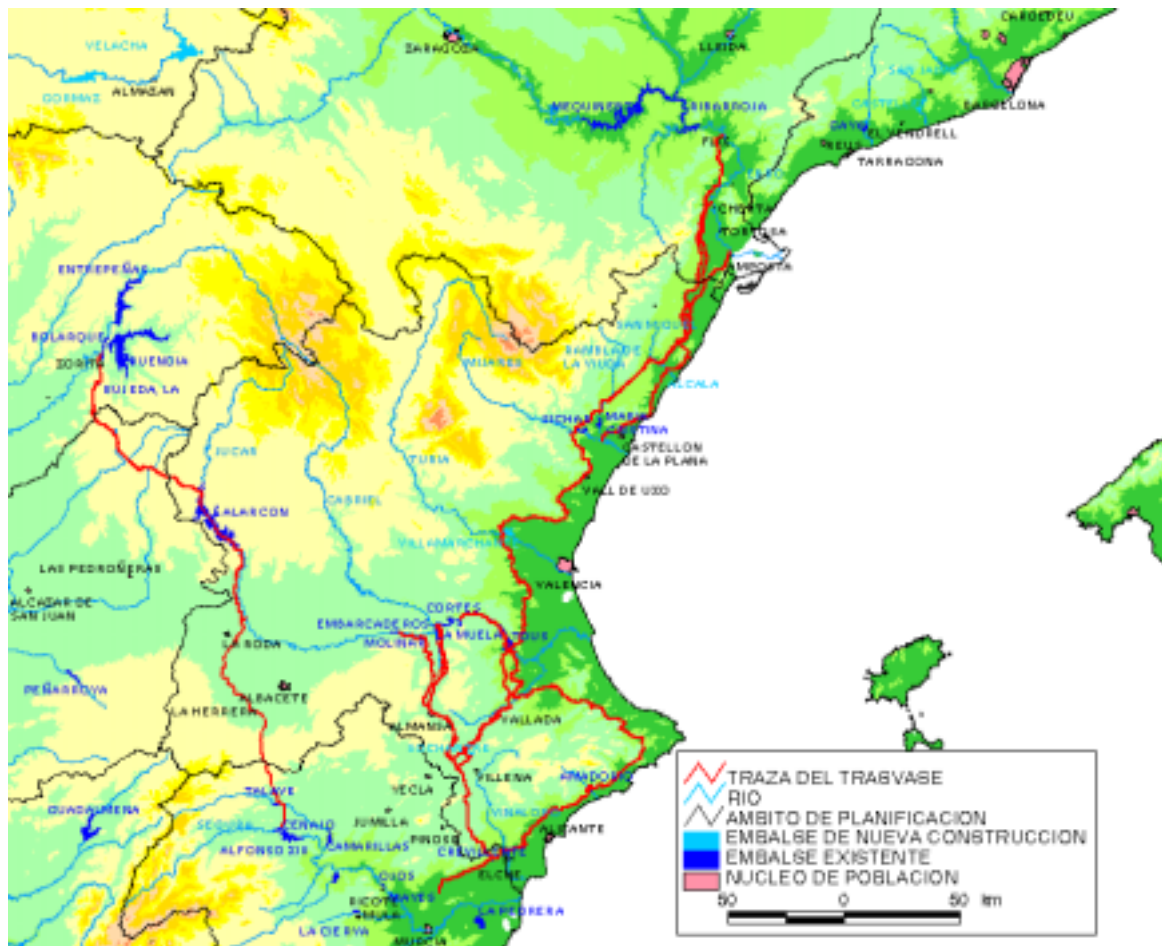


Figura 22. Plano de situación del trasvase Ebro-Júcar-Segura

La conducción va dejando el volumen correspondiente en un lugar apto para ser distribuido a las diferentes zonas de demanda. Debido al desfase temporal entre el momento en que se puede derivar el agua de la cuenca cedente y el momento en que

se consume en el punto receptor (puesto que una componente importante de la demanda es para garantía y redotación de riegos existentes), puede ser necesario disponer en cada punto de demanda cierta capacidad de regulación que permita corregir ese desfase o bien regular en origen. Para esto último se plantea utilizar parcialmente el embalse de Mequinenza, lo que permite reducir la capacidad de la conducción y la necesidad de regulación en destino.

Cuanto mayor sea la regulación en origen, menores dimensiones tendrá la conducción y los posibles embalses de regulación en destino, que incluso podrían llegar a suprimirse. Sin embargo, también es necesario afrontar un incremento de coste debido a la utilización del embalse hidroeléctrico de Mequinenza para otros fines. Se trata de buscar la relación óptima entre ambas componentes. En todo caso, siempre que sea posible, se aprovechan los embalses existentes para la regulación en destino. Igualmente se han estudiado las posibilidades de regulación intermedia para los volúmenes trasvasados, tal y como se indica en el correspondiente capítulo.

3.3.2. ANÁLISIS DE PUNTOS DE TOMA

Se analizan tres posibles ubicaciones de la captación: justo aguas abajo del embalse de Flix, en el azud de Cherta y, por último, a la altura de Amposta, aguas arriba del Delta. Con ello se pretende optimizar la relación altura de bombeo-longitud de conducción.

En todos los casos la afección hidroeléctrica es nula, puesto que actualmente el último salto existente es el de Flix. Por esta razón, así como por los condicionantes topográficos, no tiene sentido plantearse otros puntos de toma aguas arriba.

Derivar inmediatamente aguas abajo de Flix significa captar el agua a cota 33. La cota a la que se toma en Cherta es la 10. Debido a la topografía, la única salida desde Flix es discurrir paralelamente al cauce del río a cota más alta, al igual que sucede al tomar en Cherta. El recorrido de canal ente Flix y Cherta es de 52 km. Por consiguiente, con la pendiente de la conducción y teniendo en cuenta que debido a lo accidentado del terreno es necesario disponer obras singulares a lo largo de 13 km, la pérdida de cota entre ambos puntos es de 20 m. Es decir, puesto que desde Cherta se requiere una elevación de 190 m de altura geométrica, hasta la cota 200, el desnivel a salvar en Flix es de 187 m, solo 3 m inferior al correspondiente a Cherta.

A cambio de esos 3 m de ahorro energético, se incrementa la longitud de conducción en 52 km a lo largo de un terreno difícil tanto desde el punto de vista topográfico como geológico (atraviesa arcillas rojas yesíferas y margas yesíferas). Además, introduce una afección adicional con respecto al trazado desde Cherta, al interferir con la Sierra de Pandols Cavals, espacio protegido de acuerdo con la legislación catalana. Por todo ello, se desestima este punto de captación frente a la opción de Cherta.

La toma próxima al Delta, aguas arriba de Amposta, pretende reducir la longitud de la conducción a costa de aumentar la altura de bombeo. La cota de toma es prácticamente coincidente con el nivel del mar. Debido a la topografía existente, para llegar hasta el Júcar, salvo que se admitan túneles de tal magnitud que casi

harían inviable la solución, es necesario llegar hasta la cota 200. Por tanto, puesto que prácticamente se deriva a nivel del mar, se incrementa en 10 m la altura de bombeo frente a Cherta. Además, se requiere construir un azud de derivación en el Bajo Ebro, próximo al Delta, lo que podría plantear problemas ambientales. La reducción de longitud frente a derivar en Cherta es de 21 km. Sin embargo, incluso la inversión es mayor que la correspondiente a tomar en Cherta debido tanto a la construcción del azud, como a la mayor longitud de sifones necesaria. Se origina por tanto, un ligero incremento tanto de la inversión como del coste unitario.

Desde el punto de vista ambiental, cabe destacar, como se ha dicho, las posibles afecciones de la construcción de un azud de derivación prácticamente en desembocadura del Ebro, con las dificultades que puede ocasionar al aporte de sedimentos y a los desplazamientos de especies acuáticas en el entorno del Delta. Asimismo, la traza, antes de confluir con la que deriva de Cherta, discurre prácticamente superpuesta al contorno del espacio natural de la Sierra de Montsia a lo largo de 3,5 km aproximadamente, atravesándolo en algunas ocasiones. Podría evitarse esta afección curzando a la ladera opuesta del valle aguas arriba del espacio en vez de hacerlo aguas abajo. Ello requiere, sin embargo, modificar el trazado añadiendo un sifón de unos 4,5 km o bien varios más pequeños, en sustitución del inicialmente previsto de 2 km aproximadamente, lo que supondría un incremento mayor de la inversión frente a la derivación de Cherta que en la solución inicial.

La derivación en Cherta requiere salvar un desnivel de 190 m hasta la cota 200 m y en el primer tramo de su recorrido, hasta que confluye con la solución que parte del Delta, atraviesa dos espacios naturales, calificados como tales por la legislación catalana: los barrancos de San Antonio Lloret y La Galera. Se trata de una interferencia puntual, puesto que los atraviesa con un recorrido mínimo, perpendicularmente a su cauce. Tal como se señala en el Documento de análisis ambientales, la tipología estructural inicialmente prevista en el cruce, sifón y canal a cielo abierto, puede variar adoptando la de acueducto o aquella que los estudios detallados indiquen como más conveniente desde el punto de vista ambiental.

En cuanto a la calidad del agua, no existen grandes diferencias entre los tres puntos, si bien, cuanto más próximo se está a la confluencia del Segre y el Ebro, mejor es la calidad. En el documento correspondiente puede verse un análisis detallado de este importante aspecto.

En consecuencia, y ponderando los argumentos expuestos, el punto de toma finalmente propuesto es el azud de Cherta, por ser el que mejor combina la inversión y el consumo energético y no producir, en principio, afecciones ambientales que la invaliden. En el caso de que el estudio de impacto ambiental detallado de la solución determinara que es inviable atravesar los Barrancos con independencia de la tipología, cabría replantearse la solución que bombea desde un azud aguas arriba de Amposta, discurriendo por la ladera opuesta a la Sierra de Montsia, analizando con especial detalle los impactos de la construcción de un azud en desembocadura del Ebro.

A continuación se incluye una figura en la que se muestran los tres puntos de toma y el trazado correspondiente, hasta la confluencia de las conducciones que parten de los tres orígenes para dirigirse hacia del Júcar y el Segura.

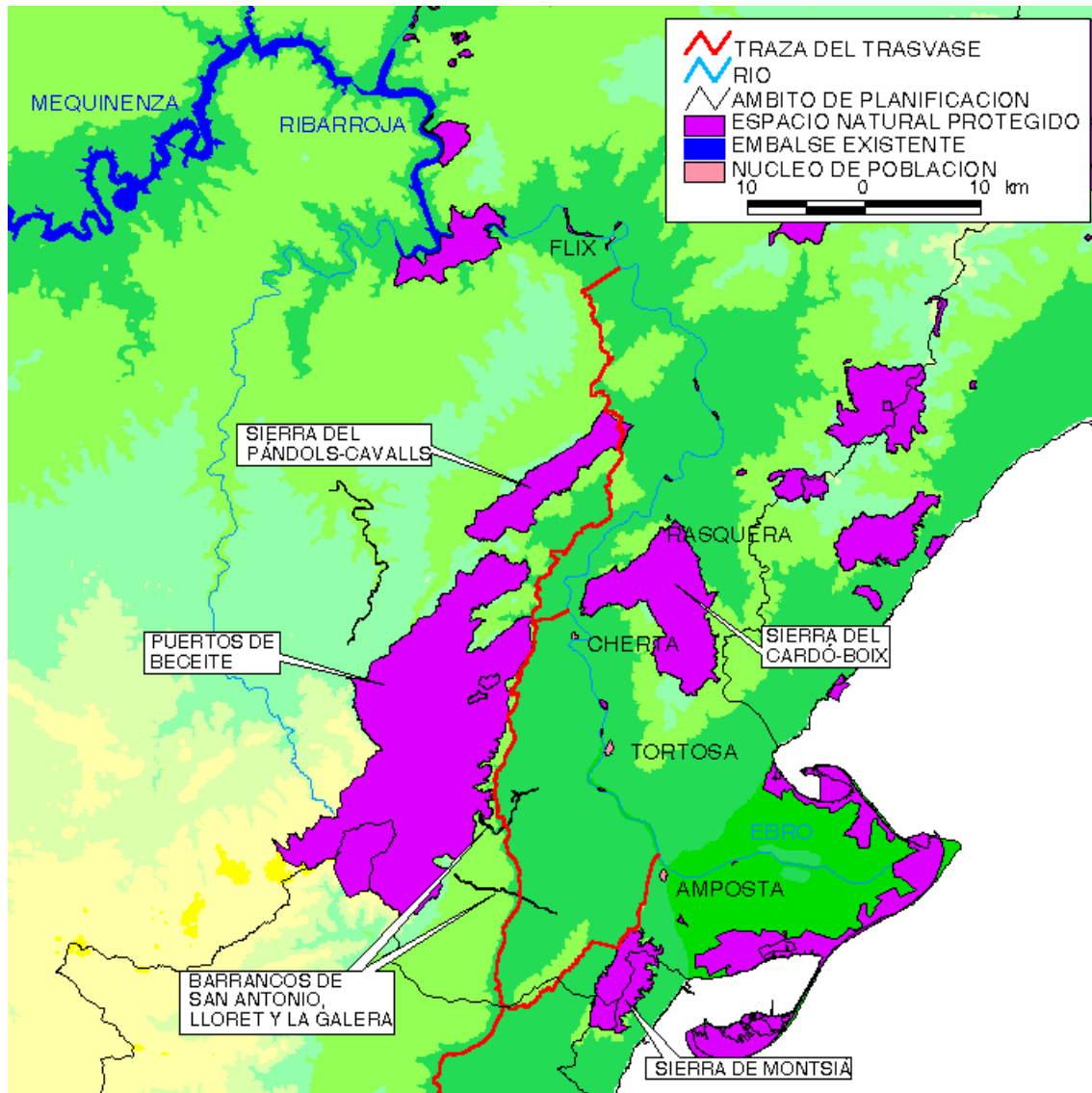


Figura 23. Puntos de toma en el Ebro

3.3.3. SOLUCIONES DE TRAZADO

Una vez que se ha optado por Cherta como punto de toma, el número de soluciones se reduce. Todas ellas comparten, básicamente, un primer tramo, entre el río Ebro y el embalse de Tous, en el Júcar. A continuación de éste existen tres grandes opciones. Se exponen primero las posibilidades barajadas para el tramo Cherta-Tous, para considerar después la continuación desde este embalse hacia la cuenca del Segura.

3.3.3.1. TRAMO CHERTA-TOUS

Puede construirse un único canal que enlace Cherta con Tous, a lo largo del cual se producirán las derivaciones que seguidamente se detallan, o bien construir dos canales, uno a cota alta que llegará hasta el Turia y el Júcar en Tous y otro a cota más baja, que sería la prolongación de los primeros 40 km ya existentes del canal Cherta-Calig, que permitiría atender las demandas de las provincia de Castellón exclusivamente.

La consideración de las dos soluciones, cuyo trazado puede verse en la figura siguiente, pretende comprobar si es interesante aprovechar los 40 km de canal ya construidos con capacidad para 20 m³/s.

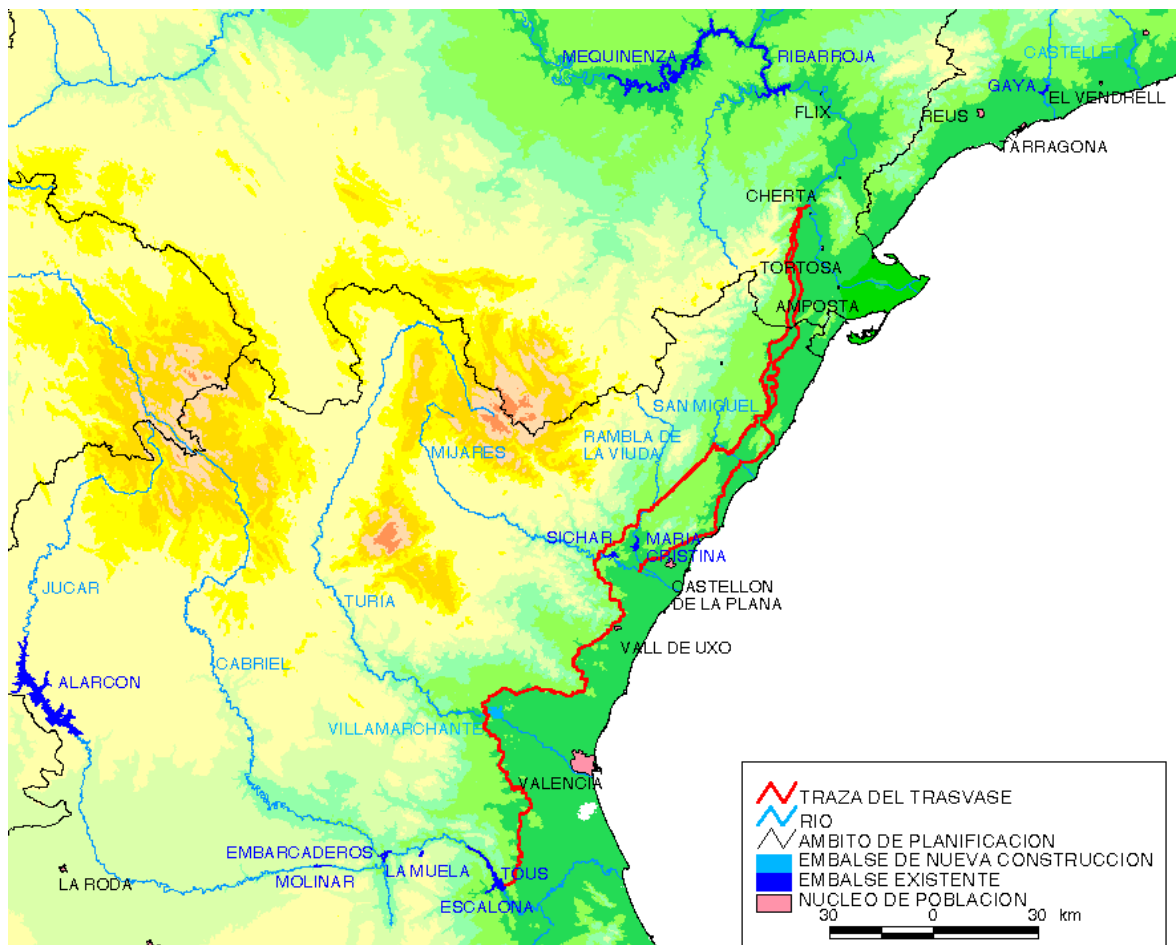


Figura 24. Plano de situación del tramo Cherta-Tous

3.3.3.1.1. CANAL ALTO DESDE CHERTA

El primer punto de demanda identificado en los análisis de los sistemas es la zona de Cenia Maestrazgo, al Norte de Castellón. En los estudios consultados se prevé la construcción del embalse de Alcalá en el río San Miguel, próximo a Alcalá de Chivert, para regular el volumen trasvasado. Sin embargo, en la actualidad, debido a la reconsideración de los objetivos de las transferencias, que son fundamentalmente el abastecimiento y la consolidación o redotación de regadíos

existentes, no se considera en principio imprescindible esta regulación adicional a la propia de las obras implicadas en el trasvase. No obstante, debería incluirse si estudios detallados posteriores así lo aconsejaran.

A continuación se aportan recursos a la zona de Mijares-Palancia, vertiéndolos en el embalse de Sichar, ya existente, con una capacidad de 49 hm³ y cota de lámina 164 m. La conducción puede abastecer después la zona del Sur de Castellón (Vall de Uxó), esencialmente para corregir sobreexplotación de acuíferos. Sigue hacia la zona del Turia, que constituye otro posible punto de demanda, en cuyo cauce se construye el embalse de Villarmarchante, de unos 40 hm³ de capacidad de acuerdo con los estudios realizados por la Confederación Hidrográfica del Júcar, que recibe el volumen suministrado, y cuyo máximo nivel normal (MNN) estaría a la cota 130 aproximadamente. La construcción de esta presa es independiente del trasvase y está prevista por la Confederación del Júcar para regulación del Turia, tal como se señala en el capítulo sobre las posibilidades de regulación intermedia en el tramo Cherta-Tous, incluido en el documento de análisis de los sistemas.

Por último, se llega al embalse de Tous, ya existente, que puede ser un punto de demanda o un punto de compensación de caudales, como se verá más adelante en las denominadas soluciones Júcar. El MNN de este embalse está a la cota 130 (labio del aliviadero).

La entrega del volumen demandado se ha previsto siempre mediante ramales de derivación desde la conducción principal. Es decir, el canal principal no entra nunca en embalse alguno, salvo en el caso de Tous en las denominadas soluciones Júcar, como se verá en otro apartado posterior. Este efecto es importante de cara a la calidad del agua y a sus consecuencias ambientales. En todos los puntos abastecidos en este tramo se está introduciendo agua con las mismas características, las del Ebro en el punto de toma, sin mezclas intermedias. Únicamente se vería alterado este principio en el caso de utilizar alguno de los embalses mencionados para regulación intermedia del propio trasvase.

Si se construye un único canal, es necesaria una elevación en origen que salva un desnivel de 190 m, entre la cota 10 y la cota 200. Al final de la tubería de impulsión se dispone un depósito de regulación diaria para optimizar el número de horas de funcionamiento. Desde allí el agua discurre por un canal a cielo abierto, con numerosos tramos de sifón y tras entregar la demanda de Cenia-Maestrazgo mediante una derivación, tiene una reimpulsión de 103 m de altura geométrica, entre las cotas 161 y 264, denominada de Cuevas de Vinromá, que requiere depósitos de regulación diaria aguas arriba y aguas abajo.

La longitud del tramo comprendido entre Cherta y la derivación a Cenia-Maestrazgo asciende a 109 km, distribuidos en 3,5 km de impulsión, 10 km de sifón, 0,5 km de túnel y 95 km de canal.

Desde la impulsión de Cuevas de Vinromá la conducción discurre por gravedad hasta el embalse de Tous. Esta impulsión le permite salvar la cordillera litoral costera e interceptar al río Mijares a cota suficiente para que el volumen destinado a este río y a Castellón Sur (Vall de Uxó) pueda distribuirse por gravedad en el área de demanda. Para ello es necesario disponer un túnel de 15 km aproximadamente que atraviesa la divisoria entre la cuenca del río San Miguel y la del Mijares. Para

reducir su magnitud sería necesario incrementar la altura de bombeo en Cuevas de Vinromá. En principio, en cuanto al coste unitario, esta última opción es más desfavorable. Sin embargo, en el estudio detallado para el proyecto de la obra, debería analizarse qué sucedería si se incrementara ligeramente la altura para reducir esta longitud. La demanda se entrega a través de una derivación que conecta el canal principal con el embalse de Sichar, en la que se dispone un salto de 60 m de altura geométrica.

La longitud del tramo entre la derivación a Cenia-Maestrazgo (Castellón Norte) y la derivación a Mijares es de 63 km, de los que 1,5 km son de impulsión, 14,5 km de sifón, 15 km de túnel y 32 km de canal.

La cota de partida y la elevación de Vinromá hacen que la zona por la que discurre el trazado esté suficientemente alejada de la costa para que su interferencia con zonas densamente pobladas sea mínima. Por ejemplo, toda la zona de Castellón y de Valencia es atravesada a cota superior a 150 m.

Desde el embalse de Sichar la conducción cruza la divisoria entre Mijares y Palancia y permite suministrar la demanda de la zona de Vall de Uxó. La longitud de la conducción entre las derivaciones de Sichar y Vall de Uxó (Castellón Sur) es de 33 km, de los cuales 7 km corresponden a sifón, 3 km a acueducto, 3 km a túnel y 20 km a canal.

A continuación se cruza la divisoria con el Turia para alcanzar el embalse de Villamarchante, sobre este río, en el que se libera el volumen correspondiente mediante una derivación en la que se instala un nuevo salto de 30 m de altura geométrica. Este embalse puede utilizarse también como regulación intermedia del trasvase, tal como se indica en el apartado correspondiente. La longitud entre Vall de Uxó y Villamarchante es de 77 km, de los cuales 10 km discurren en sifón, 8 km en acueducto, 4 km en túnel y 55 km en canal.

Por fin, tras salvar la divisoria Turia-Júcar, el canal alcanza el embalse de Tous, dónde tanto si se trata de un punto de demanda como de compensación o simplemente de regulación intermedia del trasvase sin demanda asociada, el volumen liberado puede ser turbinado a través de un salto.

La cota a la que se alcanza la derivación a este embalse es la 147 aproximadamente. La cota de MNN en Tous es la 130, como ya se ha indicado. Por tanto, la altura máxima del salto es de 15 m aproximadamente. Ahora bien, la de coronación de presa es la 162, por lo que tanto el salto como la llegada del canal quedarían en zona de posible inundación en caso de crecida, dependiendo de las normas de explotación del embalse de la presa. Por ello, en función del nivel máximo de la lámina de agua fijado en ellas cuando se redacte, en su caso, el proyecto de las obras del trasvase, puede ser necesario revisar tanto la cota de llegada como la viabilidad del aprovechamiento hidroeléctrico. Asimismo, cabe estudiar, en este nivel de detalle, la posible intervención en el esquema del embalse de Escalona, ya construido.

Este último tramo entre Villamarchante y Tous tiene una longitud de 79 km, distribuidos en 9 km de sifón, 5 km de acueducto, 8 km de túnel y 57 km de canal.

Conviene destacar la complicada geología del terreno atravesado entre los ríos Mijares y Júcar, en especial entre el Mijares y el Turia, debido a la presencia del Keuper con abundancia de margas rojas yesíferas.

La longitud total del recorrido Cherta-Tous es, por tanto, de 362 km, de los cuales 4 km son de impulsión, 51 km de sifón, 16 km de acueducto, 31 km de túnel y 259 km de canal. La altura geométrica total de bombeo es de 293 m y la de turbinación de 105 m. Hay que tener en cuenta que en las impulsiones se bombea todo el caudal, mientras que en los saltos sólo se turбина el correspondiente a cada derivación.

Si se utilizan para regulación intermedia de la conducción principal los embalses en los que se ha previsto el suministro, sería necesario disponer en cada uno de ellos un bombeo que reintrodujera el agua en el trasvase. En el caso de Schar, la elevación adicional debería salvar un desnivel de 105 m aproximadamente; en el de Villamarchante, de 77 m y en el de Tous, de 66 m. Por tanto, por razones de coste, las posibilidades más adecuadas serían Villamarchante y Tous.

Estas alturas no se han considerado en las cifras de la tabla de características de las soluciones entre Cherta y Tous y tampoco se han valorado las inversiones ni los costes unitarios derivados en el documento correspondiente. Esto es razonable, pues hay que tener presente que la utilización de estos bombeos no sería permanente. Solo tendría lugar en aquellos momentos en que hay desfase entre la demanda y el volumen suministrado, pudiendo prescindirse de ellos el resto del tiempo, es decir, no tendrán que elevar todo el volumen trasvasado, sino una fracción del mismo, que no puede conocerse sin estudios detallados específicos. Por ello, no es comparable su consumo energético al del resto de las elevaciones de la conducción principal. Es claro, por tanto, que su definición y valoración requiere conocer el régimen de explotación de la transferencia con un detalle mayor que el correspondiente a la presente fase y que, en ningún caso, condicionará su viabilidad.

La conducción no interfiere con espacio natural protegido alguno actualmente, salvo con el ya mencionado de los Barrancos de San Antonio, Lloret y la Galera. Sin embargo, cabe destacar que puede afectar a la Sierra Calderona, cuya declaración se encuentra en trámite, desconociéndose aún cual será el perímetro finalmente adoptado, por lo que no pueden evaluarse las afecciones con certeza.

Evitar toda afección, con el perímetro provisional disponible, es complicado debido a la compleja geología de la zona, con abundante presencia de margas y arcillas rojas yesíferas. No obstante, podría minimizarse, una vez delimitada la zona definitivamente, bordeándola por el este hasta encontrar una zona geológicamente favorable (dolomías) para atravesarla en túnel. Ello supondría un túnel de unos 4 km aproximadamente no contemplado en el trazado actual y un ligero incremento de longitud debido a la necesidad de bordear parcialmente este espacio. No se trataría por tanto, de obstáculos insalvables, sino que supondrían un ligero incremento de la inversión. Todo ello se contempla más detalladamente en el documento de afecciones ambientales.

3.3.3.1.2. DOS CANALES DESDE CHERTA

La construcción de dos canales desde Cherta, uno alto con origen a la cota 200, ya descrito, y otro bajo con origen a cota 150, pretende, como ya se ha dicho, aprovechar el tramo de canal Cherta-Calig existente, de 35 km de longitud.

El canal bajo, con una longitud total de 163 km, suministraría la demanda correspondiente a Castellón Norte (Cenia-Maestrazgo) y Mijares exclusivamente, pues no dispone de cota, salvo que se disponga una elevación intermedia para dominar más puntos. El canal Alto encontraría su primer punto de demanda en Castellón Sur.

Esta solución permite reducir el volumen a elevar en Cherta hasta la cota 200 y en Cuevas de Vinromá a la 264, lo que permite disminuir la potencia de las instalaciones y, por tanto, su coste, así como las dimensiones del Canal Alto. A cambio se precisa construir una nueva elevación de 140 m de altura geométrica, y 128 km del canal bajo, que suministrará a Cenia-Maestrazgo (Castellón Norte) y a la zona de Mijares-Castellón.

El trazado de esta conducción es complejo. Aguas arriba del río San Miguel no dispone de cota para bordear por el Norte la Sierra de Hirta. Ello requiere atravesarla con un túnel de 5 km a añadir al del Canal Alto aguas abajo de la impulsión de Cuevas de Vinromá, obligando a discurrir desde este punto muy próximo a la costa, atravesando zonas de gran densidad de población y aprovechamiento turístico (Torreblanca, Oropesa, Benicasim, etc) en las que resulta francamente complicado introducir una conducción en canal. Es decir, el impacto sobre el medio socioeconómico sería considerable, comprometiendo la viabilidad de la solución. Esta circunstancia no se da en el Canal Alto.

Además, debido a que no dispone de cota, el volumen correspondiente a la demanda de Mijares-Castellón debería dejarlo prácticamente en desembocadura, aguas abajo de la ciudad de Castellón. El área de demanda, en cambio, se encuentra aguas arriba, lo que encarece sobremanera la distribución. También desaparecería el salto de Sichar.

Respecto al coste, la inversión es mayor, puesto que por economía de escala es siempre superior el coste correspondiente a fraccionar el caudal total entre dos canales que a construir uno más grande. Además implica sin duda mayores costes de distribución, que pueden llegar a ser importantes. El incremento de inversión, incluyendo la elevación adicional de cabecera, no se ve compensado por el ahorro que suponen los 35 km existentes.

Desde el punto de vista de afección al medio natural ambas soluciones tienen los mismos problemas, puesto que el canal alto es común a las dos y el canal bajo (el nuevo tramo) no interfiere con espacios naturales actualmente declarados como tales, si bien discurre muy próximo al espacio protegido del Desierto de las Palmas y atraviesa la Sierra de Hirta, espacio en vías de declaración, aunque la afección es mínima puesto que la mayor parte discurre en túnel.

Por todo lo expuesto, y teniendo en cuenta fundamentalmente consideraciones económicas, se desecha la solución de los dos canales y se opta en principio por un

solo canal entre Cherta y Tous como solución óptima, tal como se refleja en la figura siguiente.

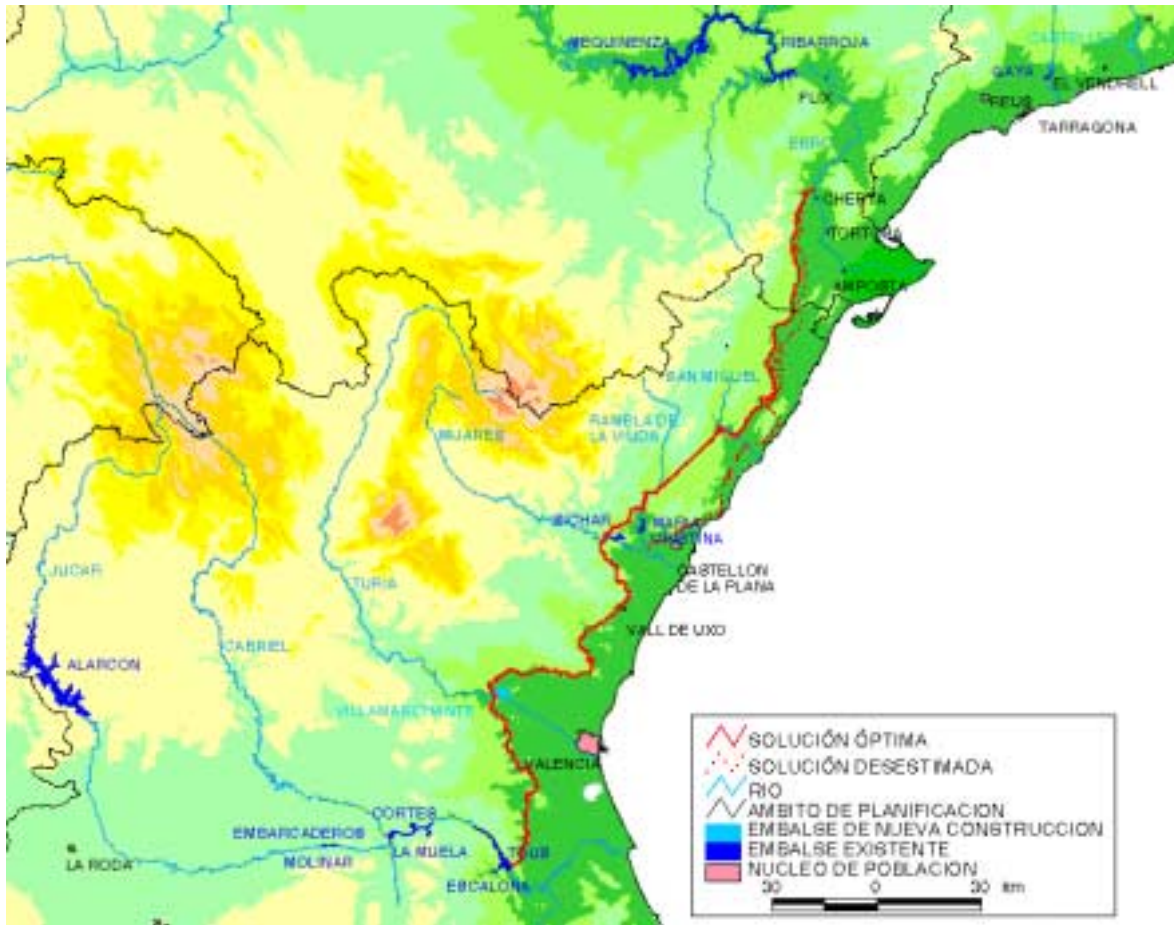


Figura 25. Solución óptima del tramo Cherta-Tous

En la figura siguiente pueden verse las características básicas de la solución elegida.

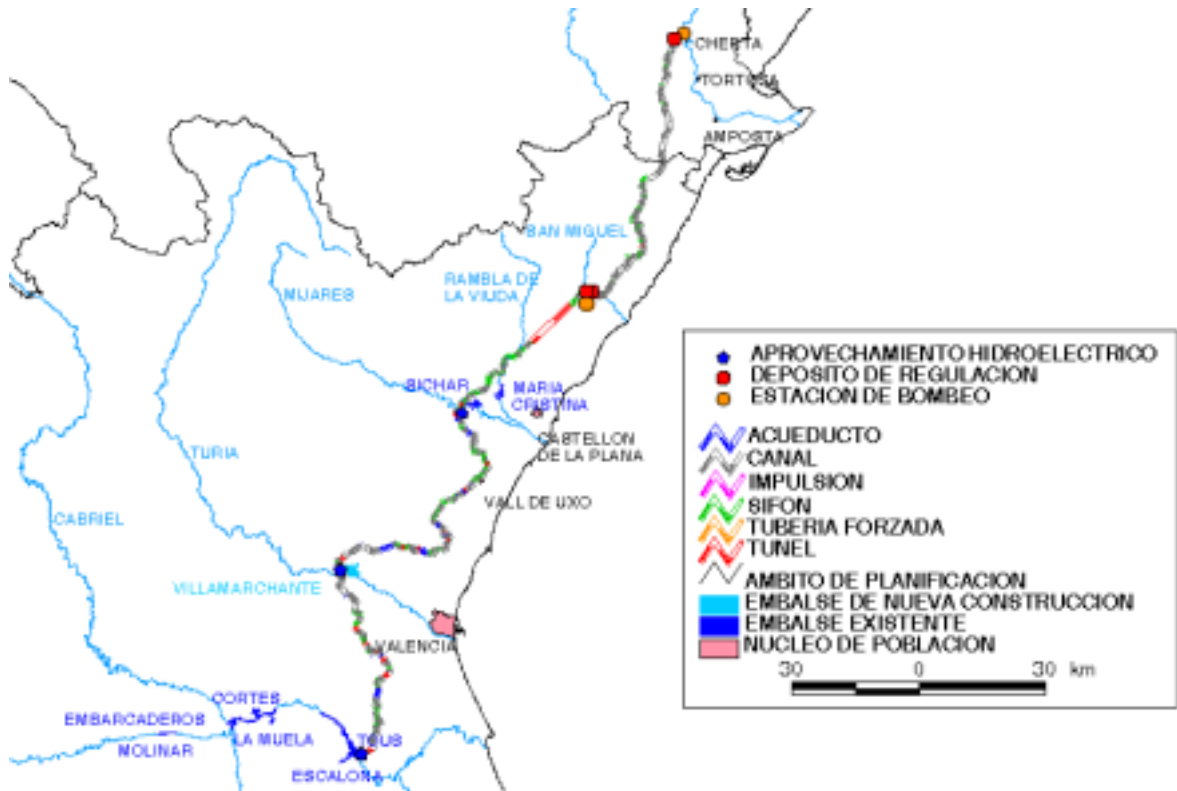


Figura 26. Características de la solución óptima entre Cherta y Tous

En la tabla siguiente pueden verse las características de las dos opciones.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M) ¹	NUEVOS EMBALSES
CANAL ALTO	362	293	105	VILLAMARCHANTE
DOS CANALES	525 ²	443 ³	45	VILLARMACHANTE

Tabla 11. Características de las soluciones entre Cherta y Tous

A efectos de su integración en el grafo de optimización global, esta solución se subdivide en los siguientes tramos, limitados por los puntos de posibles demandas:

- Ebro-Castellón Norte, cuyo origen está marcado por el bombeo de Cherta y cuyo final es la derivación al río San Miguel para suministrar a Cenia-Maestrazgo.
- Castellón Norte-Mijares Castellón: comienza en la derivación anterior y termina en la derivación a Siches.
- Mijares-Castellón hasta Castellón-Sur: comienza en la derivación al embalse de Siches y finaliza a la altura de Vall de Uxó.
- Castellón Sur- Turia: Se inicia en Vall de Uxó y concluye en la derivación al embalse de Villamarchante, en el río Turia.

¹ Todos los saltos son en derivación.

² Incluye Canal Alto y Canal Bajo.

³ Incluye Canal Alto y Canal Bajo

- Turia-Tous: su comienzo es la derivación al embalse de Villamarchante y su final, la derivación al embalse de Tous.

Las características detalladas de todos ellos pueden encontrarse en el documento de análisis económico.

Existe asimismo otra posibilidad, a considerar en una fase de detalle posterior, que incluso podría ser más interesante que la solución propuesta. Se trata de construir un solo canal que aproveche el trazado del canal Bajo ya existente y pase después a discurrir por el trazado previsto para el Canal Alto.

Esta nueva alternativa se compondría de los siguientes elementos: una elevación de 140 m de altura desde Cherta, que situaría el agua a cota 150 m en cabecera del Canal Bajo, por el que sería transportada, una vez recrecido o duplicado. Tendría la ventaja ambiental de discurrir más alejado del límite del espacio protegido de los Puertos de Tortosa y de Beceite que el Canal alto, así como de atravesar los barrancos de San Antonio Lloret y la Galera por un punto ya alterado por el canal bajo, por lo que cabría suponer, a falta de un análisis específico, que el impacto será menor.

Continuaría por el trazado previsto para el Canal bajo, atravesando la divisoria entre Ebro y Júcar por el túnel de Uldecona y siguiendo por un terreno topográficamente más favorable que el Canal alto, sin requerir prácticamente obra singular alguna, a diferencia del primero, que exige numerosos sifones. Tras 86 km de recorrido, en las inmediaciones de Santa Magdalena de Pulpis, se dispondría una elevación de 50 m (que sumados a los 140 de cabecera equivalen a los 190 de Cherta en el Canal alto) que enlazaría con el Canal alto y a partir de este punto la conducción continuaría por el trazado previsto para este último. Se evita así tener que atravesar la Sierra de Irta en túnel y luego ir bordeando por la costa, lo que implicaría un incremento de coste y una posible afección a un espacio en vías de declaración como protegido, que es lo que sucedía en la solución que contemplaba dos canales.

Es decir, se trata de combinar las partes más favorables del trazado bajo y el alto, dando lugar a una nueva solución que, a primera vista puede presentar ventajas ambientales e incluso económicas, que deberán ser estudiadas con detalle en fases posteriores. La solución inicialmente propuesta en este análisis resulta en todo caso conservadora con respecto a esta otra posibilidad sugerida.

3.3.3.2. TRAMO TOUS- SEGURA

A continuación se describen las posibilidades existentes a partir de Tous. La primera y más evidente es seguir el camino más directo desde Tous al Vinalopó y al Segura (solución interior). Las restantes tienen como objetivo intentar mejorar el balance energético de esta solución. Para ello se puede discurrir por la costa mediterránea entre Tous y el Segura (solución costa), constituyendo, al igual que la anterior, una conducción continua desde el Ebro, o bien hacer intervenir los recursos del Júcar captados a cota más alta desde los embalses de Alarcón (conduciéndolos después por el ATS hasta el Segura), El Molinar o Embarcaderos (cola del embalse de Cortes)

y compensando con un volumen equivalente procedente del Ebro en el embalse de Tous, de manera que el Júcar no vea mermadas en ningún caso sus disponibilidades hídricas totales, y tenga un saldo neto positivo (conjunto de soluciones Júcar).

3.3.3.2.1. SOLUCIONES CONTINUAS DESDE EL EBRO

Como ya se ha dicho constituyen una única conducción que comienza en la derivación a Tous del tramo anterior y discurren sin aportaciones intermedias de recursos hasta la cuenca del Segura, conectando con el canal principal de la margen izquierda del Postravase Tajo-Segura. En la figura siguiente se recogen las distintas posibilidades de trazado, denominadas solución interior, solución costa y una combinación de ambas, identificada como solución mixta.

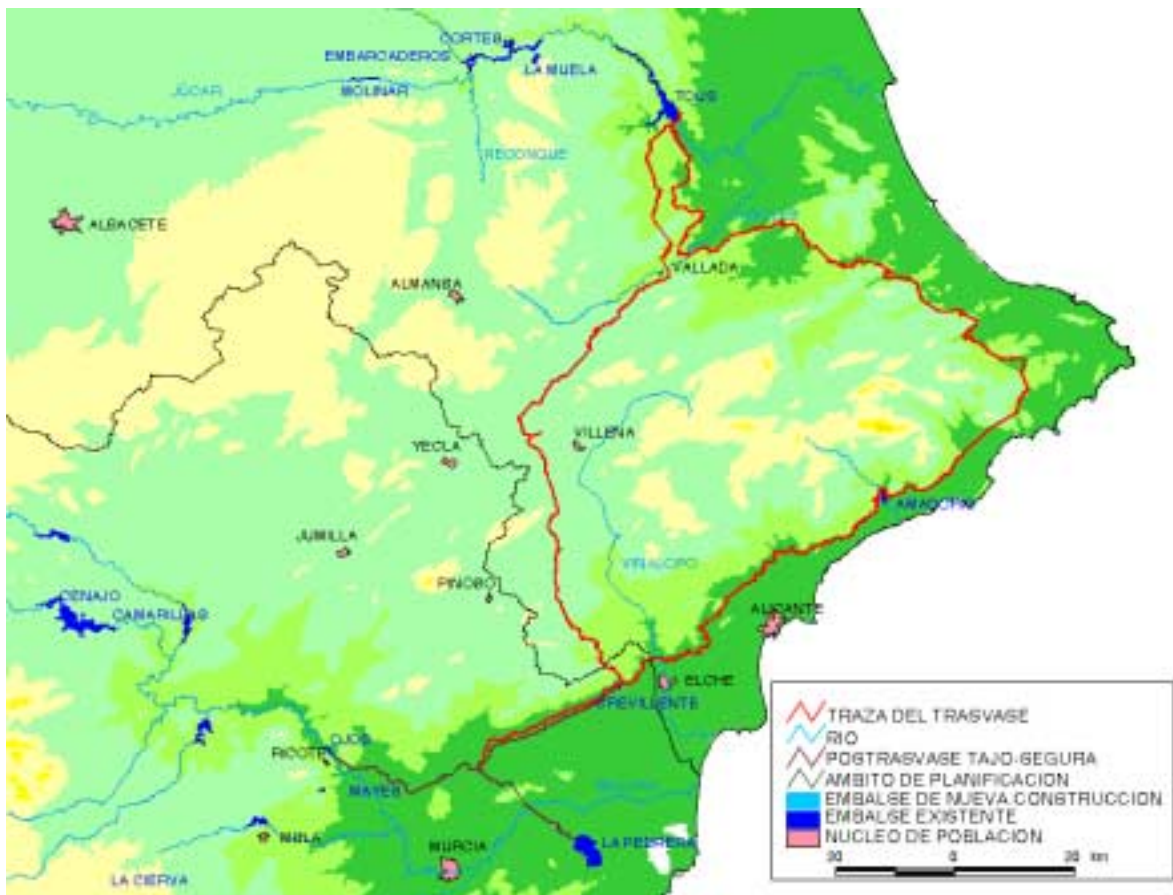


Figura 27. Plano de situación el tramo Tous-Postravase Tajo Segura en las soluciones continuas desde el Ebro

3.3.3.2.1.1. Solución interior

Consiste en seguir el camino más recto posible desde Tous hasta la cuenca del Segura. Los puntos de demanda que debe abastecer son la zona del Vinalopó y de la Marina Baja y la cuenca del Segura, desde la que, como se ha dicho ya, se puede llegar a la del Sur.

Pasa por el Vinalopó a la altura de Villena, cabecera de esta zona de demanda, desde donde se puede distribuir todo el volumen suministrado con la infraestructura ya

existente, tanto el destinado a regadío en el valle como el correspondiente a la Marina Baja, situada aguas abajo, próxima a la costa.

Para ello es necesario salvar la divisoria Júcar-Vinalopó, lo que requiere elevar el agua una altura de 400 m aproximadamente, con costes energéticos considerables. Esta altura se alcanzaría mediante dos elevaciones. La primera se ubica en la margen izquierda del río Júcar, justo aguas abajo de la presa de Tous. Tras derivar el volumen correspondiente a dicho embalse, caso de ser necesario, mediante un ramal en el que se dispone un salto de 15 m, la conducción principal continua y una vez cruzado con un sifón elevado el cauce del río Júcar aguas abajo de la presa, se dispone una elevación de 153 m de altura geométrica, que permite alcanzar la cota 300. Se precisa disponer un depósito de regulación aguas arriba y otro aguas abajo para optimizar el tiempo de bombeo.

Tras un recorrido de 36 km en los que el canal atraviesa un terreno que exige numerosas obras singulares, entre las que cabe señalar los 7 km de sifones entre los que destacan los de Navarrés y el río Cañoles, así como diversos túneles que suman unos 10 km, se llega a la elevación de Vallada, justo aguas abajo del sifón del río Cañoles. En ella el agua adquiere la cota necesaria para poder atravesar la divisoria entre el Júcar y el Vinalopó y continuar hacia la cuenca del Segura con una longitud razonable de túneles. Se requiere atravesar divisorias que alcanzan los 800 m (entre Júcar y Vinalopó en la Sierra Grossa, y entre Vinalopó y Segura en la Sierra de Crevillente). En esta elevación, con sus dos depósitos de regulación diaria, el agua pasa de la cota 279 a la 540, con un desnivel de 261 m.

Aguas abajo de la elevación, tras 44 km, se alcanzan las inmediaciones de Villena, donde se suministra la demanda correspondiente a todo el Vinalopó mediante la correspondiente derivación.

El tramo comprendido entre la derivación a Tous, en su caso, y la derivación a Villena es de 80 km, compuestos por 3 km de impulsión, 13 km de sifón, 0,5 km de acueducto, 16 km de túnel y 47,5 km de canal.

Desde Villena continúa hasta las cercanías del embalse de Crevillente, ya en la cuenca del Segura, donde puede dejar, caso de ser necesario, parte del volumen previsto para esta cuenca. A continuación prosigue el recorrido hasta conectar con el partididor del canal de la margen izquierda del postravase Tajo-Segura, punto funcionalmente adecuado pues conduce hasta la Pedrera, domina Crevillente, domina parcialmente la propia vega baja del Segura, y permite, en definitiva, enlazar correctamente con la red de distribución al Sureste. Entre Crevillente y el partididor el trazado sería paralelo al ramal del postravase de la margen izquierda que abastece el embalse de Crevillente, pero con pendiente contraria. Una posible variante, a estudiar en el futuro, es ir directamente a entregar a la Pedrera, aunque se perdería parte de la funcionalidad del punto previsto.

El desnivel existente entre Villena y Crevillente permite disponer 3 importantes saltos hidroeléctricos, con una altura total de 348 m, a lo largo de los cuales se turbinan el total del volumen transportado hacia el Segura. El mayor de los tres, de 149 m, se encuentra justo aguas arriba de la posible derivación al embalse de Crevillente, y aprovecha el desnivel existente una vez cruzada la Sierra del mismo nombre.

La conducción comprendida entre la derivación a Villena y la conexión con el canal de la margen izquierda del Postrasvase es de 87 km, integrados por 3 km de sifón, 1 km de acueducto, 9 km de túnel, 69,5 km de canal y 3,5 km de tubería forzada para turbinación.

Por consiguiente, la longitud total entre la derivación a Tous y la conexión con el postrasvase Tajo-Segura es de 167 km, de los cuales 3 km corresponden a impulsiones, 16 km a sifones, 1,5 km a acueductos, 25 km a túneles, 118 km a canal y 3,5 a tuberías forzadas de aprovechamientos hidroeléctricos intercalados en la propia conducción general. La altura geométrica total de bombeo es de 414m y la de turbinación de 348 m.

A lo largo de su recorrido no interfiere con espacio protegido alguno actualmente declarado como tal. Las afecciones ambientales se analizan con detalle en el documento correspondiente.

En la figura que se incluye en el epígrafe siguiente pueden verse las características básicas de esta solución.

3.3.3.2.1.2. Solución costa

Su objetivo es reducir la altura de bombeo necesaria a partir de Tous para alcanzar la zona del Vinalopó y la cuenca del Segura, disminuyendo así el consumo energético. Para ello el canal discurre próximo a la costa, a alturas mucho menores, de manera que sólo se requiere una elevación de 106 m en el embalse de Tous. Es decir, se reduce la altura de bombeo en 308 m frente a la solución interior antes descrita.

La demanda correspondiente al Vinalopó debe en este caso suministrarse en cola, siendo necesario elevarla hasta Villena, desde dónde puede efectuarse la distribución a través de la infraestructura ya existente. Esta demanda requiere, por tanto, una altura de bombeo equivalente a la que se precisaba en la solución interior desde Tous.

El trazado entre Tous y el postrasvase Tajo-Segura, se diferencia del anterior en el recorrido entre la derivación al embalse de Tous y el embalse de Crevillente. Cruza el cauce del río Jucar, aguas abajo de la presa de Tous, mediante un sifón elevado, a continuación del cual se dispone una elevación de sólo 106 m de altura, que sitúa el agua a cota 253. Desde el depósito de regulación aguas abajo de la impulsión, el agua discurre por gravedad hasta el embalse de Crevillente, donde llega a cota 150 aproximadamente. Desde allí sigue el mismo trazado que la solución interior hasta enlazar con el partidor del canal de la margen izquierda del Postrasvase Tajo-Segura.

La traza va paralela a la costa, si bien a cota suficientemente elevada para no interferir con zonas turísticas densamente pobladas. Atraviesa el río Amadorio aguas arriba del embalse del mismo nombre, por lo que podría dejar en él la demanda correspondiente a la Marina Baja, con un aprovechamiento hidroeléctrico de 45 m de altura geométrica.

La longitud total entre Tous y el Postrasvase es de 289 km. Por tanto, se incrementa mucho con respecto a la solución interior (en 122 km) y el terreno atravesado tiene

mayores complicaciones geológicas y topográficas. Prueba de ello es que en todo el tramo la longitud de túnel es de 36 km frente a los 25 km de la solución interior. La suma de sifones y acueductos es, asimismo, de 33 km frente a los 17,5 km de la solución antes descrita. Además, no sólo se aumenta la longitud total, sino la longitud con mayores dimensiones del canal (más del doble en la solución costa). La altura de bombeo resultante en este tramo por la costa asciende a 106 m y la de turbinación, a 45 m correspondientes al salto de Amadorio.

La longitud total de la solución costa entre Tous y el Postrasvase es de 289 km, de los cuales 0,5 km son de impulsión, 33 km de sifón y acueducto, 36 km de túnel y 219,5 km de canal.

No interfiere con espacios naturales protegidos actualmente, si bien podría afectar a otros cuya protección está prevista por la comunidad valenciana. Con las mismas salvedades efectuadas al hablar de la Sierra Calderona, cabe señalar que con los perímetros provisionales disponibles no es sencillo minimizar las interferencias. Exigiría o bien recurrir a túneles de gran longitud para atravesarlas en un terreno geológicamente complicado, o bien incrementar considerablemente la longitud de obras singulares -sobre todo sifones y acueductos- para bordearlas.

El canal llega al embalse de Crevillente, al igual que en el trazado de la solución interior y a partir de aquí coincide con ella.

En la figura siguiente se reflejan las características de las dos soluciones, interior y costa.

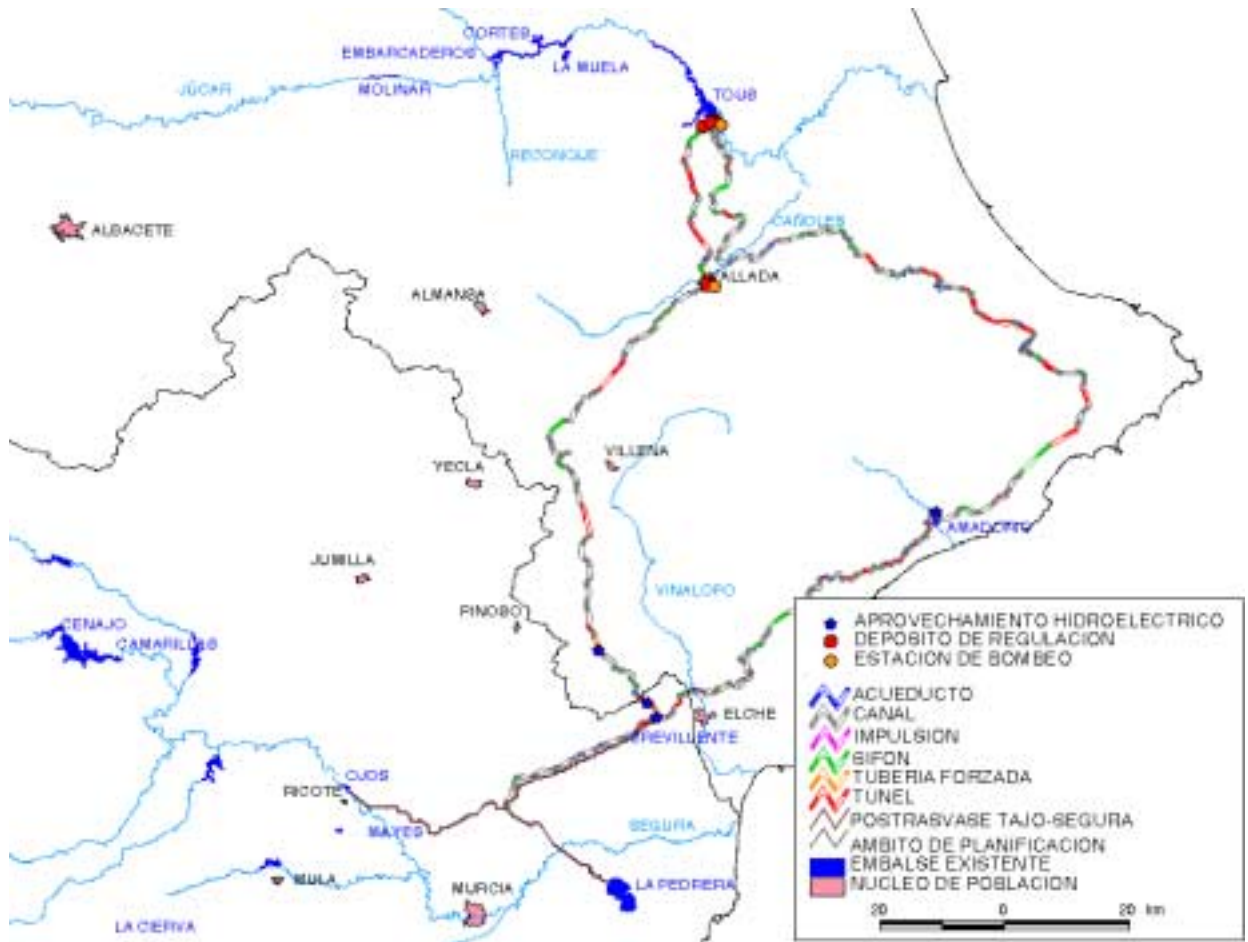


Figura 28. Características de las soluciones continuas del tramo Tous-Postrasvase Tajo Segura

3.3.3.2.1.3. Solución mixta

Una nueva posibilidad surge intentando combinar las ventajas de las dos anteriores. Consiste en construir dos ramales a partir de Tous: uno hasta Villena, por el trazado descrito en la solución interior, que transporta solo el caudal correspondiente al Vinalopó, dejándolo en cabecera de la zona. Otro por la costa que transporta exclusivamente la demanda correspondiente al Segura-Almería y llega hasta Crevillente. En este caso se minimiza el consumo en bombeo manteniendo la ubicación óptima de los puntos de entrega. Son de aplicación las mismas consideraciones efectuadas en cuanto al trazado por la costa y a la recuperación de energía mediante saltos hidroeléctricos, que se reduce al salto de 45 m en la derivación a Amadorio. En la figura siguiente puede verse el trazado correspondiente a esta solución mixta.

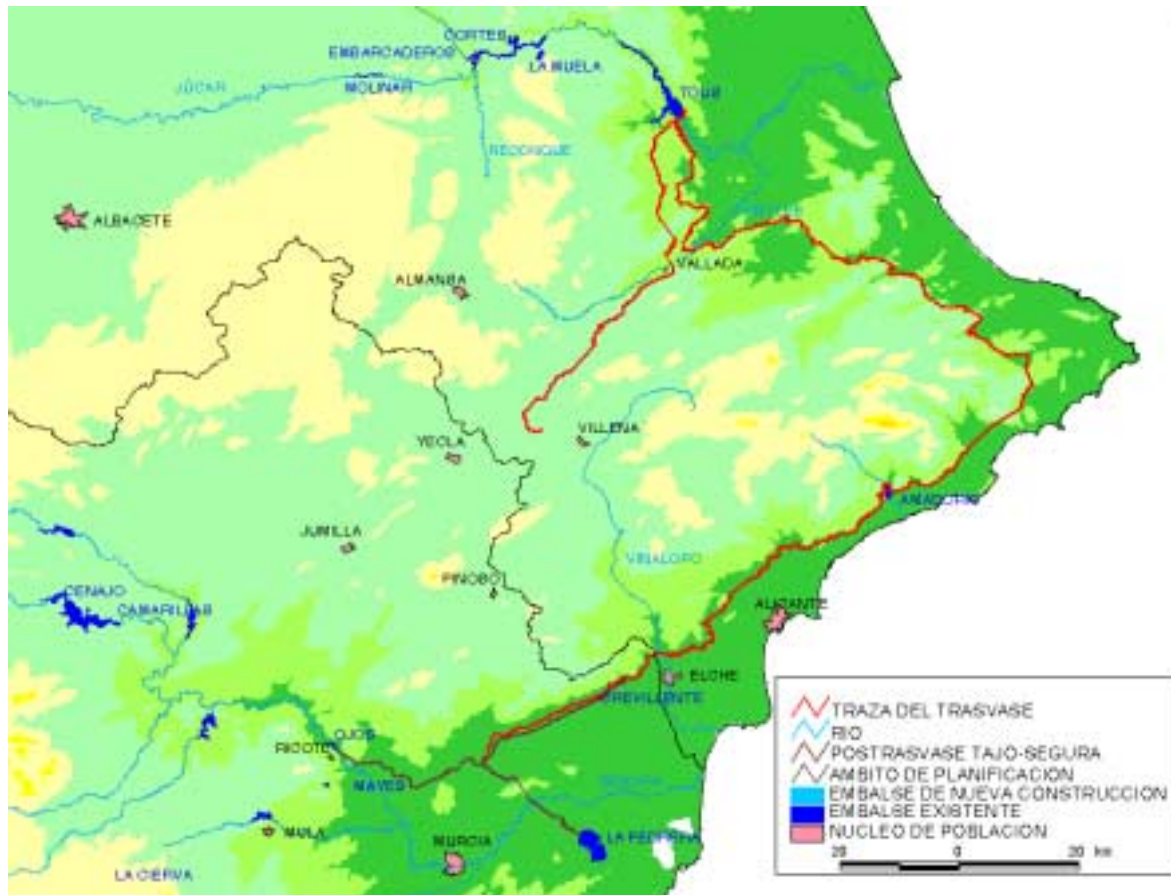


Figura 29. Plano de situación de la solución mixta entre Tous y el Postrasvase Tajo-Segura

La longitud de todos los ramales es de 369 km. Requiere una altura de bombeo total de 520 m (414 m para el volumen destinado al Vinalopó y la Marina Baja y 106 m para el destinado al Segura-Almería) y permite la recuperación de energía con una altura de 45 m en Amadorio. Atendiendo a consideraciones exclusivamente económicas, se comprueba que es más favorable la solución interior en solitario, tanto en cuanto a inversión como en cuanto a coste unitario.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto y atendiendo fundamentalmente a consideraciones económicas, tanto en cuanto a la construcción como a la facilidad de distribución posterior, y ambientales tratando de minimizar la afección a espacios protegidos actuales así como a los previsiblemente declarables, se opta por la solución interior entre Tous y el canal de la margen izquierda del postrasvase Tajo-Segura. En la figura adjunta se recogen las posibilidades analizadas, señalando la óptima.

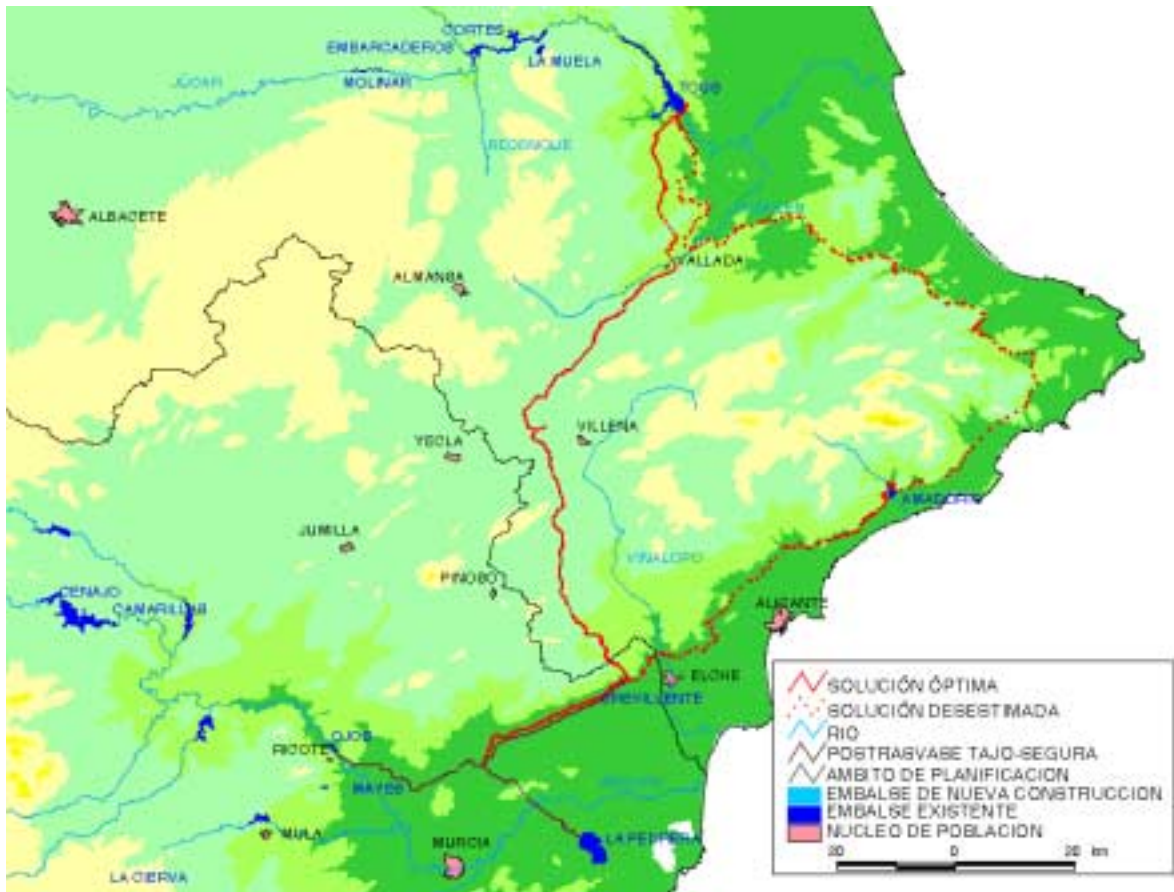


Figura 30. Solución óptima del tramo Tous-Postrasvase Tajo Segura en las soluciones continuas desde el Ebro

En la tabla adjunta se indican las características de las tres soluciones consideradas.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
INTERIOR	167	414	372 ¹	NINGUNO
COSTA	289	106	45 ²	NINGUNO
MIXTA	369	520	45 ³	NINGUNO

Tabla 12. Características de las soluciones continuas desde el Ebro entre Tous y el Segura

A efectos de su integración en el grafo, el recorrido seleccionado entre el embalse de Tous y el canal de la margen izquierda del Postrasvase Tajo-Segura se supone dividido en los dos tramos siguientes:

- Tramo Tous-Villena: arranca de la derivación al embalse de Tous y siguiendo la conducción principal termina en el ramal de derivación al Vinalopó en Villena.
- Tramo Villena-Bajo Segura: comienza tras la derivación al Vinalopó y termina en la conexión con el postrasvase en el partidor de Crevillente.

¹ Todos los saltos están en la conducción principal

² El salto está en la derivación a Amadorio

³ El salto está en la derivación a Amadorio

Las características detalladas de cada uno pueden encontrarse en el documento de costes básicos.

3.3.3.2.2. SOLUCIONES JÚCAR

Pretenden mejorar el balance energético a partir de Tous. Para ello hacen intervenir los recursos del río Júcar, captándolos aguas arriba de Tous, a una cota superior a la que llegan las aguas por el trasvase del Ebro a dicho embalse. Ello permite bien reducir la altura de bombeo a partir de Tous o bien una combinación bombeo-turbinación que permita optimizar la recuperación de energía.

Siguiendo el principio general enunciado en el análisis del ámbito del Júcar, de independencia de subsistemas equilibrados, el Júcar no sería en ningún caso cedente de agua a otras cuencas. Todo el volumen que se derive del río Júcar hacia el Vinalopó y el Segura aguas arriba de Tous es compensado en este embalse por un volumen equivalente aportado desde el Bajo Ebro. En definitiva, el Júcar conserva intactas sus disponibilidades actuales de agua en cuanto a cantidad, experimentando un cambio de origen en cuanto al agua que llega a Tous, que en vez de proceder en su totalidad del Júcar, procedería de este río y del Ebro. Sólo se produciría una reducción del volumen circulante anual en el tramo comprendido entre el punto de derivación del Júcar y el embalse de Tous.

Otra posibilidad es que el volumen derivado aguas arriba de Tous no proceda realmente del Júcar, sino de otras fuentes exteriores que se lo aportarían a través de la infraestructura del ATS. En este caso no se vería reducido el volumen circulante en ningún tramo del Júcar ni sería necesario compensar volumen alguno en Tous.

Los posibles puntos de toma considerados en el Júcar son los embalses de Molinar, Embarcaderos (cola del embalse de Cortes) y Cortes. Todos tienen el inconveniente, exclusivamente en el caso de que se opte por la compensación en Tous, de introducir un nuevo componente del coste unitario del m³ debido a la afección hidroeléctrica que se produciría en los saltos existentes entre el punto de derivación y el embalse de Tous.

Desde los diferentes puntos de toma los distintos trazados confluyen en el entorno de Villena, y a partir de aquí siguen el trazado correspondiente a la solución interior antes descrita. En la figura siguiente se reflejan las cuatro opciones consideradas entre el Júcar aguas arriba de Tous y Villena.

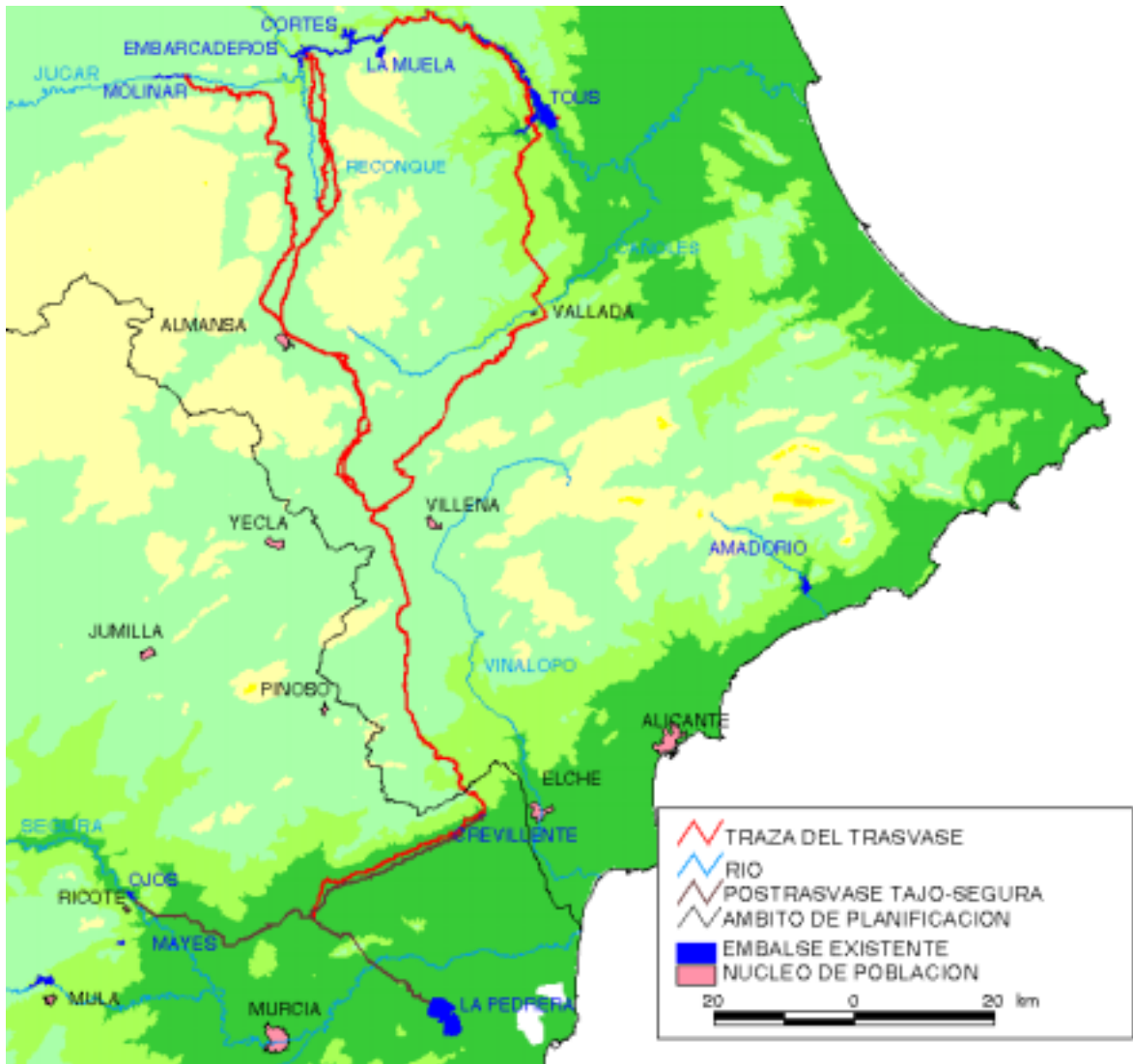


Figura 31. Plano de situación de las soluciones Júcar

La solución del Molinar comienza con una elevación que toma el agua en dicho azud a la cota 465 y la sitúa a la 718, salvando un desnivel de 253 m. Desde el depósito de regulación diaria situado al final de la impulsión el agua es conducida por gravedad hasta Villena, donde enlaza con la solución interior. A partir del depósito el canal sigue paralelo al cauce del río Júcar hasta alcanzar el curso del Reconque, afluente por la margen derecha. En ese momento se desvía y pasa a seguir el cauce de este río en dirección Sur, hacia Almansa, discurriendo a media ladera por un terreno complicado geológicamente, con afloramientos frecuentes del keuper yesífero. Una vez superada Almansa, se dispone un salto de 80 m de altura, al que sigue, antes de llegar a Villena, un nuevo salto de 90 m, aguas abajo del cual confluye con la solución interior. En la primera parte del recorrido a media ladera sobre el Júcar o el Reconque, las fuertes pendientes transversales en algún tramo podrían exigir la construcción de túneles.

El tramo Molinar-Villena tiene una longitud de 101 km, distribuidos de la siguiente forma: 0,5 km de impulsión, 9 km de sifón, 2 km de acueducto, 87 km de canal y 2 km de tubería forzada para turbinación. La altura de bombeo es de 253 m y la de

turbinación, de 170 m. Por tanto, el tramo Molinar- Postrasvase tendría la siguiente composición: longitud total de 188 km, compuestos por 0,5 km de impulsión, 12 km de sifón, 3 km de acueducto, 9 km de túnel, 157 km de canal y 6 km de tubería forzada. La altura total de bombeo sería de 253 m y la de turbinación, de 518 m. En la figura siguiente se reflejan las características mencionadas.

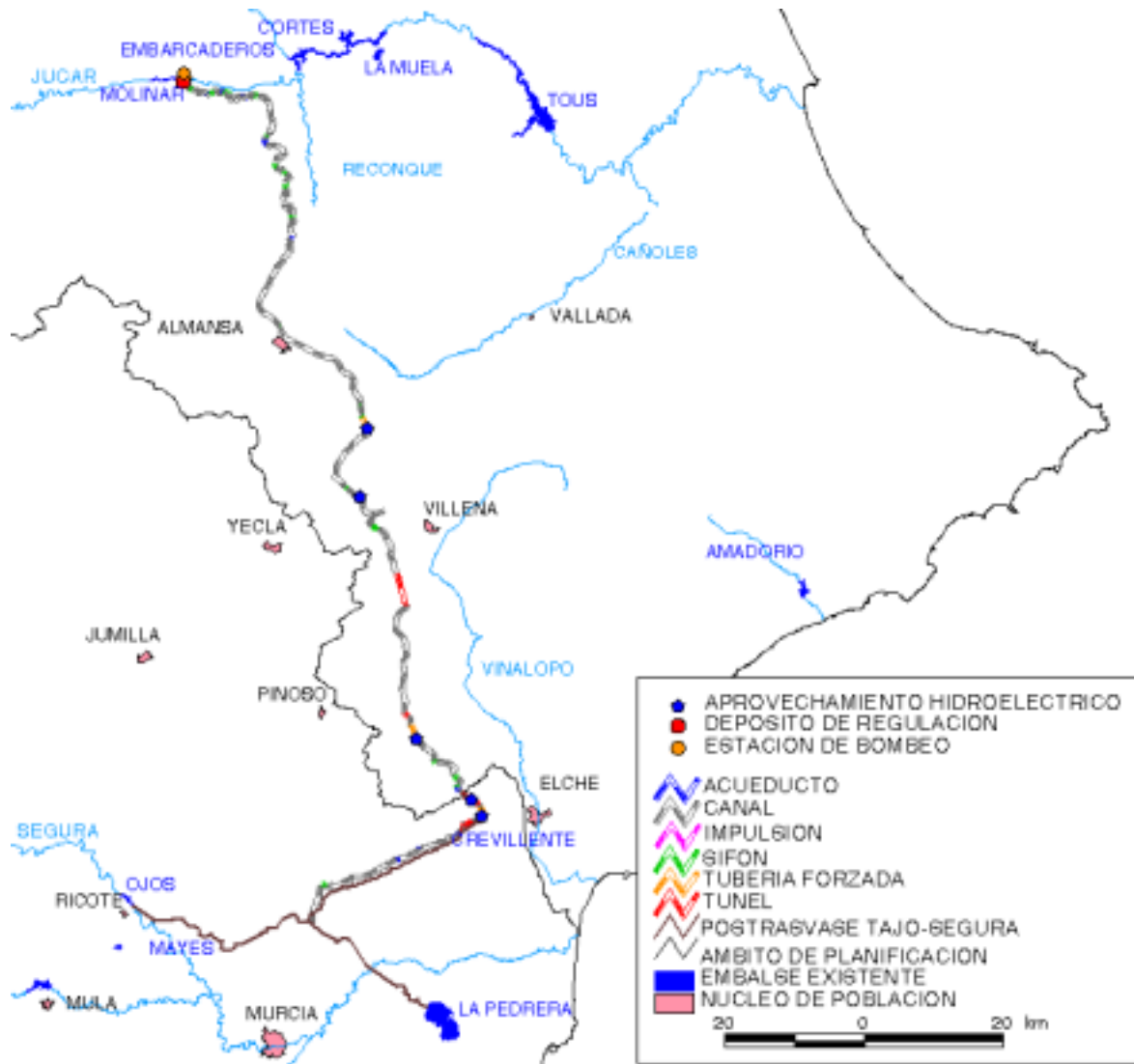


Figura 32. Características de la solución entre el Molinar y el Postrasvase Tajo-Segura

En un análisis de viabilidad de la transferencia de recursos hídricos del Júcar al Vinalopó estudiado por la Dirección General de Obras Hidráulicas y concluido en 1994, se estudió la posibilidad de conectar el embalse de El Molinar con la comarca del Vinalopó, Alacantí y Marina Baja para transferir un total de 100 hm³/año. La transferencia propuesta terminaba enlazando con un colector distribuidor cuya construcción se preveía en otro estudio. Dicho colector comunicaba el embalse de Crevillente con el de Amadorio, permitiendo aportar a este último recursos procedentes del ATS. La cota de este colector en el punto de posible conexión, a la

altura de Elda aguas abajo de Villena, es la 416. Igualmente se preveía la construcción de un distribuidor en el Vinalopó.

Esta solución, anterior a la aprobación del Plan de cuenca, no parece tener visos de llevarse a la práctica, planteándose otros esquemas generales de trasvase. No obstante, la primera parte del trazado hasta Almansa es casi coincidente con el descrito en párrafos anteriores, si bien discurre a cota más alta, aumentando la elevación hasta la cota 790 (342 m de altura geométrica). Ello es debido a que el trazado resulta así más sencillo, al ser menos abrupto el terreno a esa cota.

Propone una conducción en tubería de 42 km en la zona más complicada topográficamente (valles del Júcar y del Reconque) y después un canal a cielo abierto. A partir de Almansa el trazado se separa del antes descrito, acercándose más al cauce del Vinalopó para conectar con el colector mencionado. Desde Almansa se disponen tres saltos, puesto que en vez de llegar al Valle del Vinalopó a cota 500 debe hacerlo a cota 400 para enlazar con el hipotético colector ya indicado. La diferencia esencial con la solución descrita es la forma de atravesar la Sierra de Salinas, al Sureste de Villena. En la solución ya descrita y recogida en la figura siguiente se salva mediante un túnel, evitando interferir con los terrenos yesíferos del Keuper, mientras que en el estudio de 1994 se rodea con un canal que atraviesa estos materiales.

Para el tramo Embarcaderos Villena se han contemplado tres posibilidades. La primera consiste en una única elevación que toma en el embalse a la cota 310 y eleva hasta la 715, lo que supone una altura geométrica de 405 m. La presa de Embarcaderos ha quedado inundada por el embalse creado por la presa de Cortes, recientemente construida, cuyo MNN está a la cota 326. Embarcaderos ha pasado así a constituir la cola del nuevo embalse. En consecuencia debe tomarse en consideración el régimen de explotación de éste para determinar la cota de la toma y su ubicación.

La cota de toma se ha fijado en el nivel mínimo extraordinario de explotación del embalse, que está a la 310. La ubicación deberá ser fijada definitivamente en el proyecto de la obra, en el cauce del Júcar o del Reconque, como se ha supuesto aquí, en función de que la probabilidad de que quede en seco o enlodada sea mínima. La altura de elevación es la misma en cualquier caso y la longitud de la impulsión totalmente comparable, de manera que la variación de presupuesto causada por un cambio de ubicación sería mínima.

Desde el depósito de regulación en el que termina la impulsión, el agua discurre por gravedad hasta la derivación al Vinalopó en Villena, a partir de la cual confluye con la solución interior. El trazado es paralelo al cauce del Reconque, que remonta hacia Almansa, siguiendo un trazado muy similar al del Molinar, pero por la margen opuesta, que es mucho más favorable geológicamente. Entre Almansa y Villena se disponen dos saltos, en ubicaciones muy próximas a los de la solución del Molinar, con un desnivel total de 170 m.

Con esta opción, la longitud del tramo Embarcaderos-Villena es de 85 km, de los cuales 2 km son de impulsión, 10 km de sifón, 2 km de acueducto, 69 km de canal y 2 km de turbinación. Por consiguiente, la longitud de conducción entre Embarcaderos y el Postrasvase asciende a 172 km. De ellos, 13 km son de sifón, 4 km

de acueducto, 9 km, de túnel, 140 km de canal y 6 km de turbinación. La altura total de bombeo es de 405 m y la de turbinación de 518 m.

La siguiente opción consiste en salvar el desnivel entre el embalse de Embarcaderos y la cabecera del Reconque mediante tres elevaciones en vez de disponer una sola. Se pretende así analizar si puede economizarse en las instalaciones e impulsiones, que trabajarán a una presión menor. También se varía la distribución de saltos antes de Villena, disponiendo tres con una altura geométrica total prácticamente coincidente con la anterior. Se produce una ligera reducción de la inversión, pero no suficientemente significativa para compensar el incremento de consumo que supone tener tres instalaciones en vez de una. Por ello, no es interesante desde el punto de vista del coste unitario frente a la alternativa de disponer una sola elevación. Esta solución se desecha en favor de la anterior, con una sola elevación.

La tercera opción analizada es tomar en la presa de Cortes, aguas abajo de Embarcaderos a cota 310 y seguir por gravedad paralelo al cauce del río Júcar hasta llegar al embalse de Tous. A partir de éste se adopta el trazado correspondiente a la solución interior, pero a cota ligeramente más baja, debido a que la pérdida de carga en el tramo Cortes-Tous, de 43 km de los cuales 7 km discurren en sifón y acueducto, solo permite alcanzar el embalse a cota 296 aproximadamente. Es decir, 4 m inferior a la cota 300 de salida de la elevación de Tous en la solución interior. Se habría ahorrado casi en su totalidad la elevación de la presa de Tous de 153 m. Hay que tener en cuenta que la gran pendiente transversal existente a lo largo del cauce del Júcar puede requerir la ejecución de túneles. Por ello, se aumenta la altura de bombeo en Vallada para llegar hasta la cota 600 con el fin de incrementar la altura de los saltos aguas abajo. Se dispone un salto de 65 m antes de la derivación al Vinalopó, a partir de la cual confluye con la solución interior. El único bombeo existente es el de Vallada, con un altura de 325 m.

En esta tercera opción, el tramo Embarcaderos-Postrasvase tiene una longitud total de 210 km, distribuidos en 1 km de impulsión, 23 km de sifón, 7 km de acueducto, 21 km de túnel, 153 km de canal y 5 km de turbinación. La altura de bombeo es de 325 m y la de turbinación de 413 m.

En la figura siguiente se recogen las características de todas las soluciones que parten de Embarcaderos y Cortes.

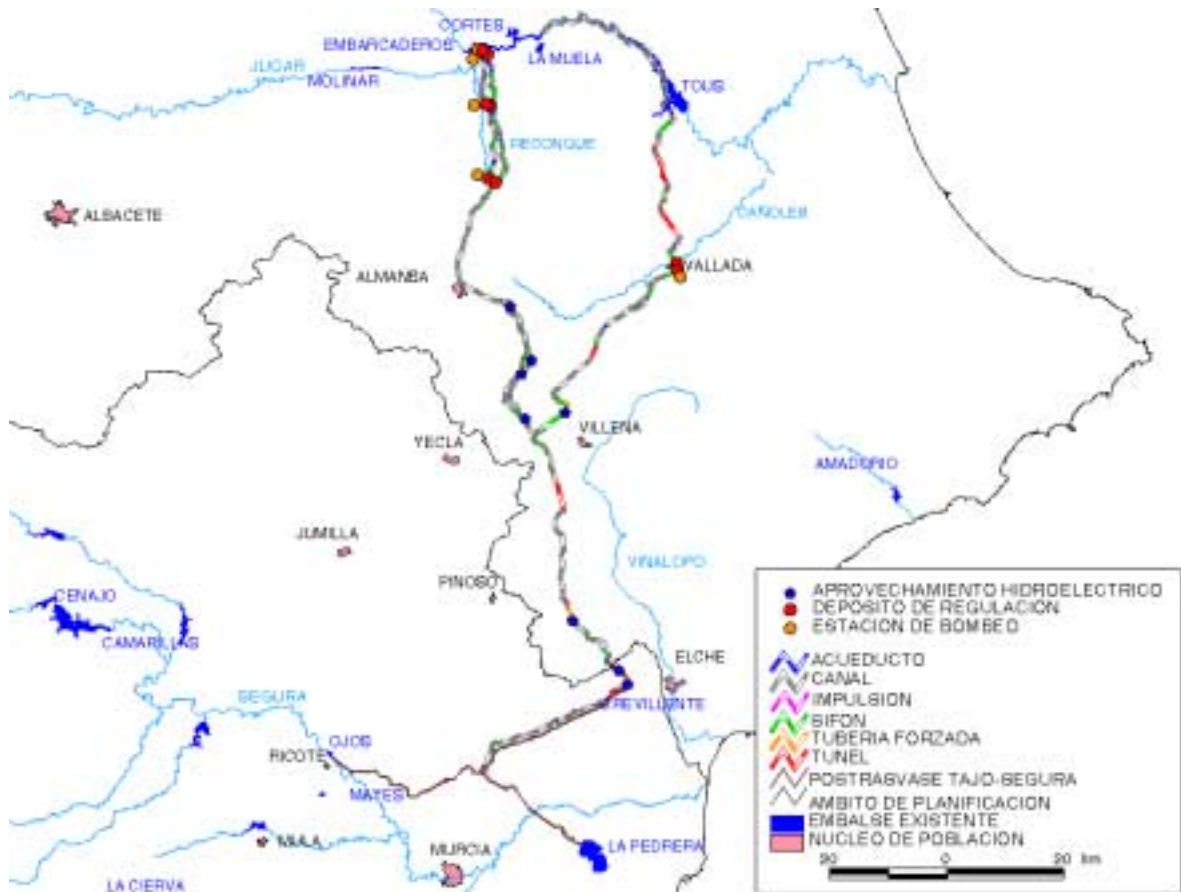


Figura 33. Características de las soluciones entre Embarcaderos y el Postravase Tajo-Segura

Todas las soluciones, con independencia de su origen, son equiparables en cuanto a impacto ambiental en lo relativo a espacios naturales actualmente declarados como tales, puesto que no los afectan.

Dentro de las dos soluciones de Embarcaderos, el mejor balance energético corresponde a la solución con una sola elevación de 405 m. Lo mismo sucede con la inversión inicial, debido a la mayor longitud de la que deriva por gravedad. Por ello se selecciona la de menor coste inicial, que es la opción descrita en primer lugar.

Comparando esta solución con la de Molinar, esta última se desecha, debido a su posible mayor coste inicial, derivado de su mayor longitud, de la mayor complicación geológica del terreno atravesado y de la mayor dificultad que presenta la topografía, con un recorrido más largo a media ladera, lo que podría incrementar el número de obras singulares inicialmente previstas. Estas dificultades añaden incertidumbre a la estimación de la inversión necesaria, incertidumbre mucho menor en el caso de Embarcaderos, pudiendo compensar o incluso superar el ahorro que representa la reducción de la altura de elevación.

Por otra parte, en el caso de que se opte por la compensación en Tous, se aumenta muy notablemente la afección hidroeléctrica, ya que se resulta afectado otro salto de 130 m. En el caso de que no existan afecciones hidroeléctricas el balance energético sería claramente favorable a la solución desde Molinar, por lo que cabría replantearse la selección.

Queda por tanto como solución óptima de las alternativas que toman recursos en el Júcar aguas arriba de Tous, compensándolos en dicho embalse con aportaciones del Ebro, la primera opción desde Embarcaderos, cuyas características se han indicado ya. Enlaza Embarcaderos con Villena utilizando una sola elevación y desde aquí sigue el trazado de la solución interior hasta el postravase Tajo Segura.

Todas estas soluciones incrementan la longitud total de conducción con respecto a la solución interior entre Tous y el postravase margen izquierda entre 5 y 43 km. Todas son, en cualquier caso, más cortas que la conducción de la costa. Todas mejoran el balance bombeo turbinación de la solución interior. Además los saltos son más favorables, puesto que es mayor la altura de aquellos en los que se turбина todo el volumen demandado aguas abajo de Tous.

En la figura siguiente pueden verse los trazados correspondientes a todas las soluciones “Júcar”, destacando el óptimo seleccionado.

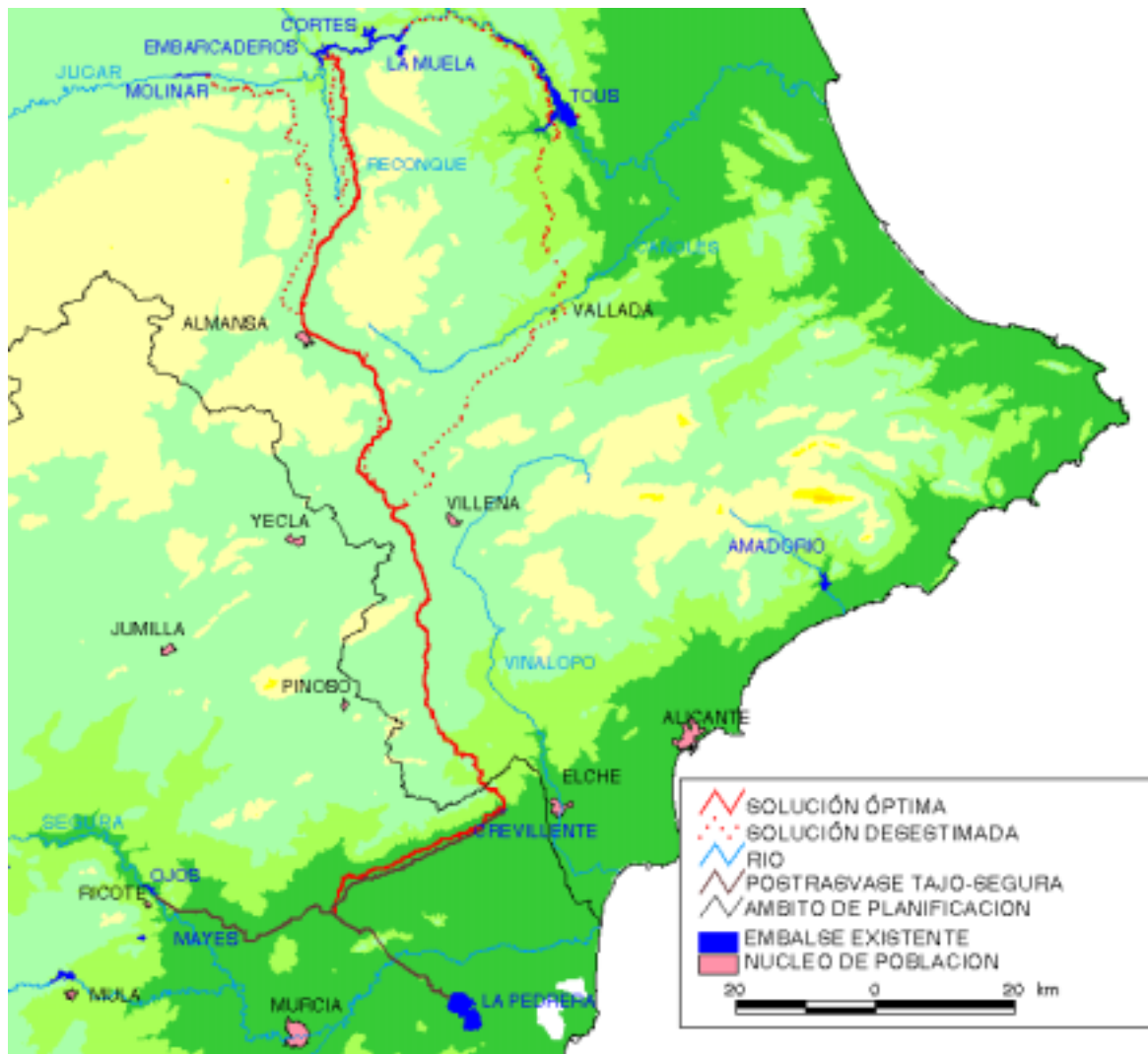


Figura 34. Solución óptima de las soluciones Júcar entre Tous y el Postravase Tajo-Segura

En la tabla adjunta se resumen las características de las soluciones desde El Molinar y Embarcaderos.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
MOLINAR	188	253	518	NINGUNO
EMBARCADEROS-1 ELEVACIÓN	172	405	518	NINGUNO
EMBARCADEROS-3 ELEVACIONES	171	405	518	NINGUNO
EMBARCADEROS-GRAVEDAD	210	325	413	NINGUNO

Tabla 13. Características de las soluciones Júcar

Esta solución se compone de dos tramos a efectos de su integración en el grafo de circulación, que son los siguientes:

- Tramo Embarcaderos-Villena: comprendido entre el embalse de Embarcaderos y la derivación al Vinalopó (Villena).
- Tramo Villena-Bajo Segura: coincide con el segundo de la solución interior. Está delimitado por la derivación al Vinalopó y la conexión con el canal de la margen izquierda del Postravase Tajo-Segura aguas abajo del partidore de Crevillente.

Cabe destacar que también podría derivarse el agua desde el embalse de Alarcón y transportarse hasta la cuenca del Segura por el ATS. Esta solución puede combinarse con cualquiera de los trazados indicados entre Cherta y el Postravase, mejorando el balance energético puesto que se reduce el volumen a elevar hacia el Segura aguas abajo de Tous.

También se considerará la opción de utilizar para el tramo Júcar-Villena una conducción que parta de la presa de Cortes y siga un trazado directo hacia el Sur hasta Villena. Estas posibilidades han sido estudiadas por la Sociedad Aguas del Júcar S.A. para materializar el transporte de 80 hm³ desde el Júcar al Vinalopó, previsto en el Plan Hidrológico del Júcar. Dado que la conducción está planteada como intracuenca, se describirá al hablar de la red de distribución al Sureste, máxime si se tiene en cuenta que posiblemente, su ejecución sea rápida al estar ya aprobado el Plan de cuenca y autorizada la conducción

En definitiva, la suma de recorridos óptimos para enlazar el Ebro con el Segura da dos posibles combinaciones cuyo trazado entre Cherta y Tous es común. La primera continua a partir de Tous por Villena hasta el embalse de Crevillente y el partidore del canal de la margen izquierda del Postravase Tajo-Segura, y la segunda finaliza su primer tramo en Tous, para derivar después desde Embarcaderos y confluir con la anterior en Villena. En la figura y tabla adjunta se recogen la planta y las principales características de ambas soluciones.

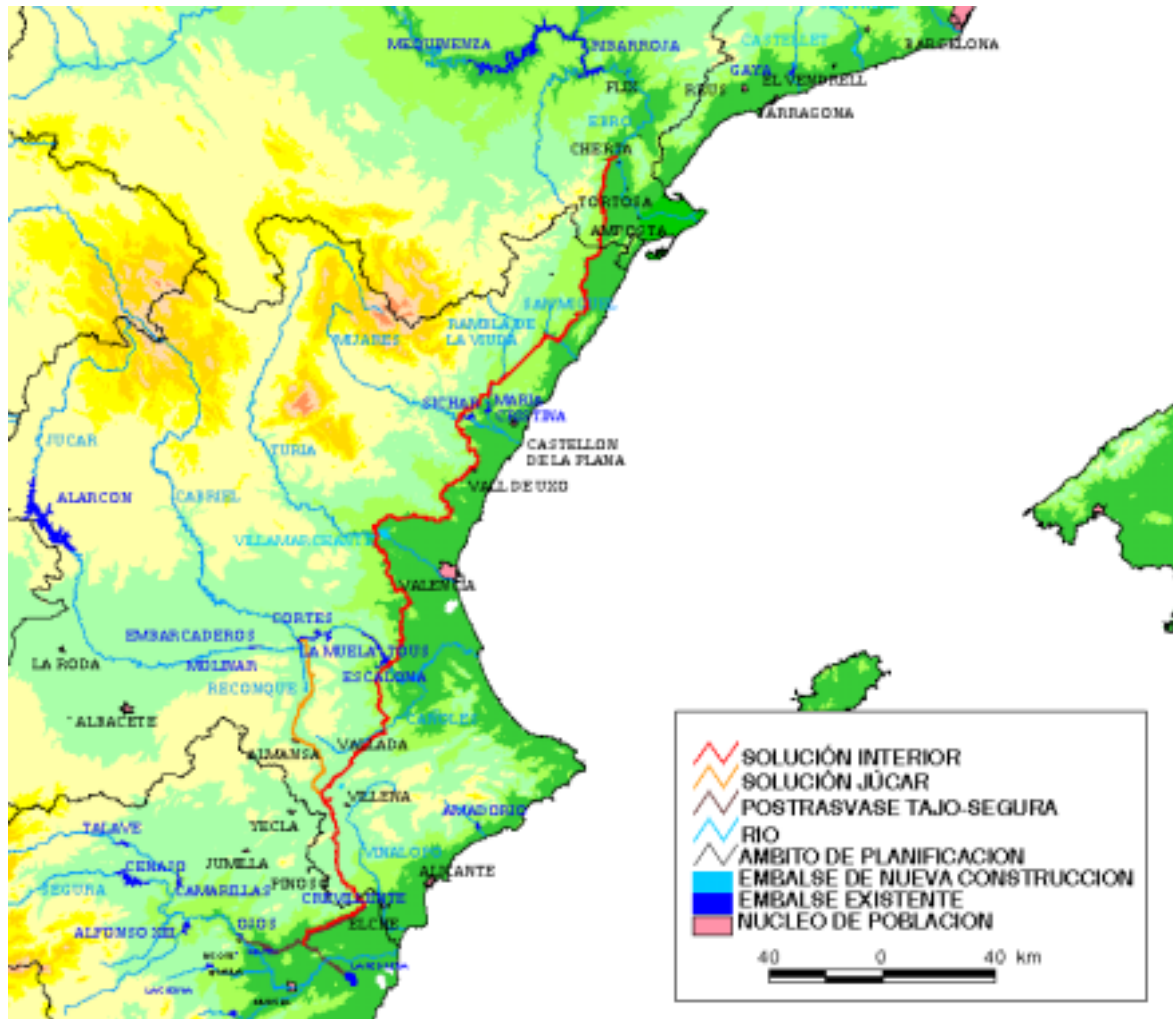


Figura 35. Soluciones óptimas entre Cherta y el Postravase Tajo-Segura

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
EBRO-SEGURA (SOLUCIÓN INTERIOR)	529	707	348	VILLAMARCHANTE
EBRO-SEGURA (SOLUCIÓN EMBARCADEROS)	534	698	518	VILLAMARCHANTE

Tabla 14. Características de las combinaciones de tramos óptimos entre Cherta y el Postravase Tajo-Segura

3.4. TRANSFERENCIAS DUERO-TAJO

El objetivo de estas transferencias es colaborar en la resolución del déficit estructural de las cuencas del Júcar, Segura y Sur, pues, a diferencia de la opción Ebro, no pueden por si mismas resolverlo plenamente. Lo que persiguen en todos los casos es incrementar las disponibilidades de agua en Bolarque, cabecera del ATS, para que éste pueda transportar el máximo de su capacidad de proyecto, que es del orden de 1000 hm³/año. Como se comentará al hablar del ATS, ello requiere algunas actuaciones puntuales en esta conducción, cuyo coste ha sido evaluado en el epígrafe correspondiente. Para aportar recursos existen las tres posibilidades que se desarrollan a continuación: el Alto Duero, los afluentes del Duero por su margen derecha (Duero Norte) y el Bajo Duero.

En todas ellas es preciso considerar una componente nueva con respecto a las transferencias hasta ahora expuestas, y es la de las afecciones que puedan producirse a Portugal, siendo necesario garantizar que se respetan las exigencias establecidas en el convenio de Albufeira, y cumplir los requisitos en él establecidos en cuanto a procedimientos de tramitación.

3.4.1. ALTO DUERO-BOLARQUE

Su objetivo es transferir agua desde la cabecera del Duero hasta la del Tajo, en los embalses de Entrepeñas y Buendía. La traza del trasvase aparece en la figura siguiente. Sólo se contempla una alternativa debido a que su trazado ya ha sido optimizado como consecuencia del estudio de la opción desde el Bajo Duero.

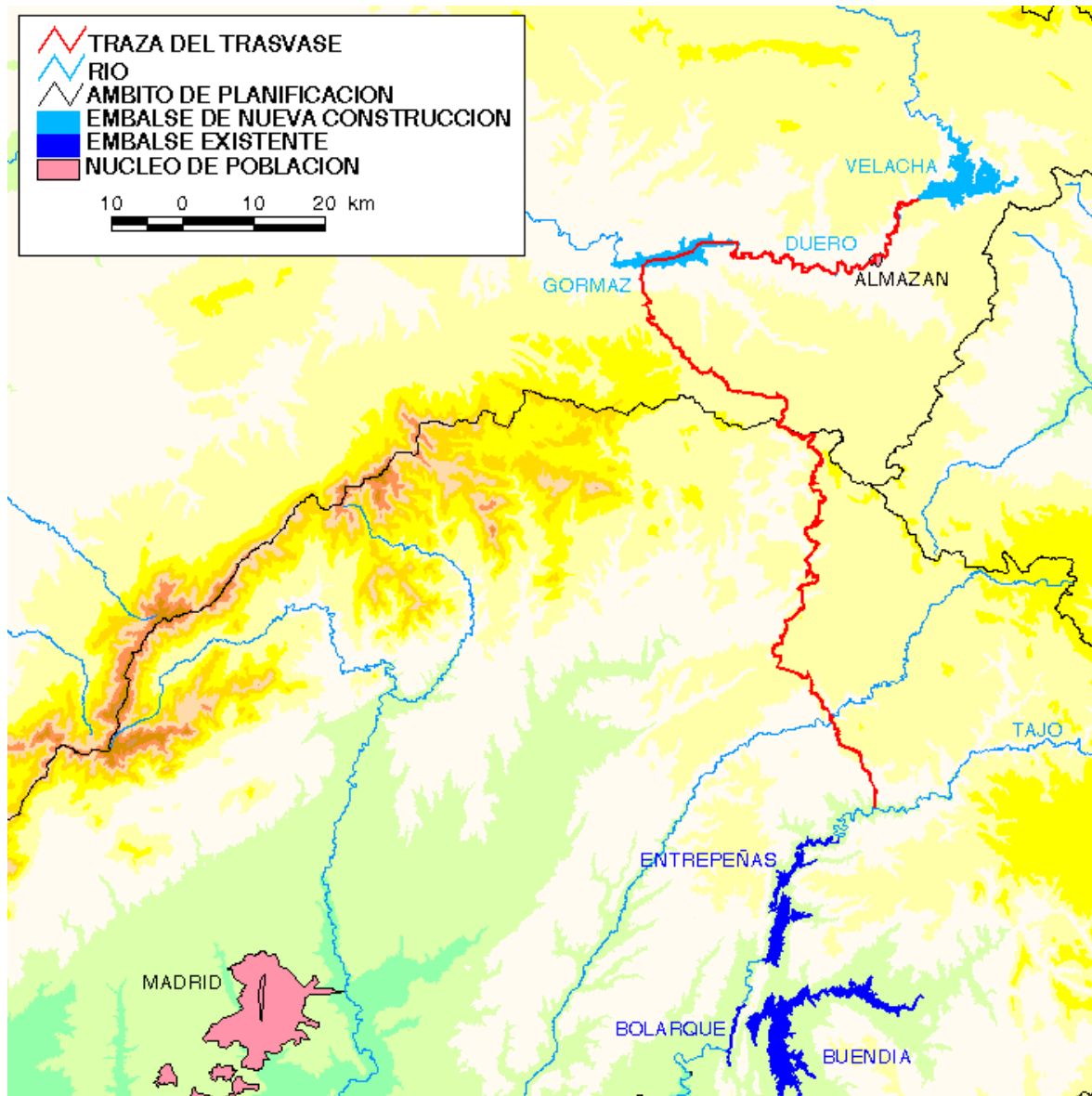


Figura 36. Plano de situación del trasvase Alto Duero-Bolarque

Para ello sería necesario construir un nuevo embalse en el Alto Duero, el de Gormaz a la altura del pueblo del mismo nombre, con una capacidad del orden de 115 hm^3 , destinado exclusivamente al trasvase, y que no está previsto en el Plan de cuenca. Existe otro embalse previsto aguas arriba, el de Velacha, con 340 hm^3 de capacidad, contemplado en el Plan Hidrológico de la cuenca del Duero por necesidades propias de regulación. Si se construyen los dos y éste último se destina parcialmente al trasvase, podría aumentarse el volumen derivable. Por ello, con objeto de quedar del lado de la seguridad, se ha incluido en el coste de esta alternativa, recogido en el epígrafe correspondiente, la construcción de Velacha. Como es obvio, tales estimaciones se realizan a efectos del análisis técnico-económico de las posibles transferencias, y sin perjuicio de la viabilidad final que pudieran tener estas actuaciones.

La derivación tendría lugar desde el embalse de Gormaz, en el Duero, cuyo MNN está a la cota 890. La cota de entrega en el Tajo es la 745. La conducción comienza

con una estación de bombeo donde las aguas son elevadas una altura geométrica de 251 m hasta un canal a cielo abierto que cruza la divisoria Duero-Tajo por los Altos de Barahona mediante un túnel a la cota 1100 aproximadamente. Tras atravesar el túnel se vierte a través de cuatro saltos hidroeléctricos al embalse de la Ermita, justo aguas arriba del Embalse de Entrepeñas, con un salto total de 319m. Por tanto, el balance energético es positivo. La longitud total de conducción es de 144 km (prescindiendo del tramo de río ente los embalses de Velacha y Gormaz).

El trazado desde el embalse de Gormaz es coincidente con el de la conducción desde el Bajo Duero que se describirá más adelante, diferenciándose exclusivamente en el tramo de 6 km que enlaza el embalse con la conducción indicada.

Los 144 km de longitud se componen de 2 km de impulsión, 6 km de sifón, 8 km de acueducto, 11 km de túnel, 114 km de canal y 3 km de tubería forzada para turbinación. Cabe destacar que se aprovechan para el transporte 53 km de río Duero entre Velacha y Gormaz. A continuación se incluye una figura en la que se reflejan estas características.

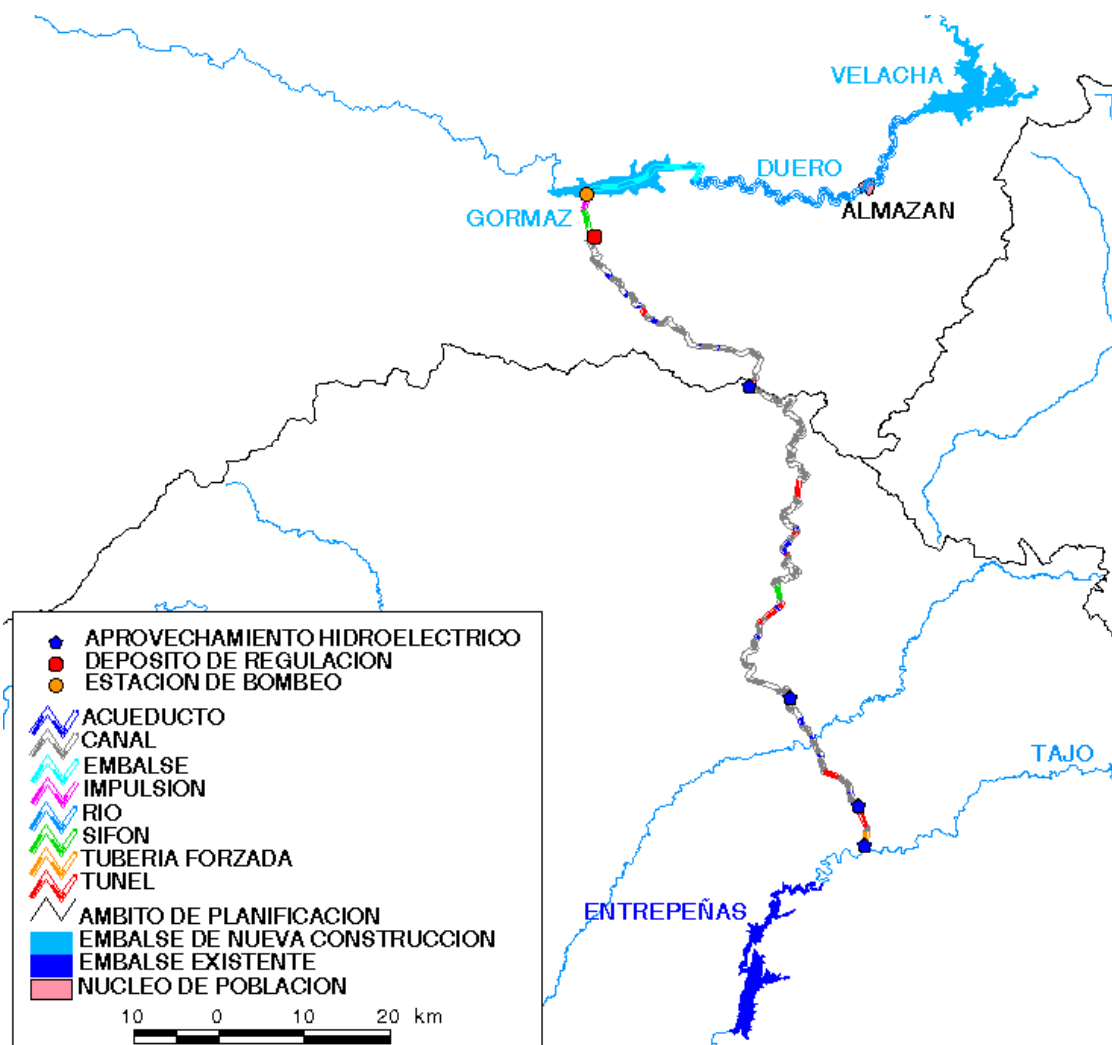


Figura 37. Características del trasvase Alto Duero-Bolarque

Esta solución produce afecciones hidroeléctricas muy significativas, puesto que la detracción tiene lugar aguas arriba de los grandes saltos del Duero. Ocasionaría, en cambio, un beneficio por incremento de las aportaciones en los aprovechamientos de Entrepeñas y Bolarque. La cuantificación de ambos puede encontrarse en el documento de costes básicos.

Asimismo, interacciona muy fuertemente con el medio socioeconómico, puesto que la construcción del embalse de Gormaz inundaría un núcleo urbano, además de 22 km de carreteras de diferente importancia. Velacha tendría también impactos significativos.

Solo se ha identificado una afección a espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales, la Zona de especial protección para las aves del Barranco del Dulce. Esta interferencia, así como otros posibles impactos, se analizan con detalle en el Documento correspondiente. Cabe señalar que el embalse de Gormaz inunda un tramo significativo de bosque de ribera.

En cuanto a la calidad del agua, según se recoge en el documento específicamente dedicado a ella, puede concluirse que es suficientemente buena en el punto de captación, Gormaz.

A efectos de su inclusión en el grafo se considera como un único tramo, Alto Duero-Bolarque, que comienza en el embalse de Velacha y termina justo aguas arriba del embalse de Entrepeñas en el Tajo.

3.4.2. DUERO NORTE-BOLARQUE

Esta alternativa va captando excedentes en cabecera de los afluentes del Duero por la margen izquierda de Oeste a Este, empezando en el Órbigo, en el embalse de Barrios de Luna, ya existente y concluyendo en el propio Duero en Gormaz. A lo largo de este recorrido puede tomar también en el río Esla mediante la construcción del embalse del Torío (no previsto en el Plan de cuenca); en el Porma, desde el embalse del mismo nombre, ya existente; en el Cea, lo que requiere la construcción de un nuevo embalse no previsto en el Plan de cuenca; en el Pisuerga, aprovechando los recursos del embalse de Requejada ya existente y, por último, en el Arlanza, utilizando el embalse de Castrovido, de futura construcción de acuerdo con lo previsto en el Plan de cuenca. La derivación del Pisuerga y del Arlanza requiere la construcción de sendos azudes, uno aguas abajo de Requejada y otro de Castrovido.

Cuanto menor sea el volumen requerido menor será el número de afluentes afectado, si bien hay que tener en cuenta que los que presentan mayores disponibilidades son los más occidentales, Esla y Porma. En la figura siguiente puede verse la traza de la conducción principal, a la que se conectan los ramales procedentes de los diferentes embalses de captación.

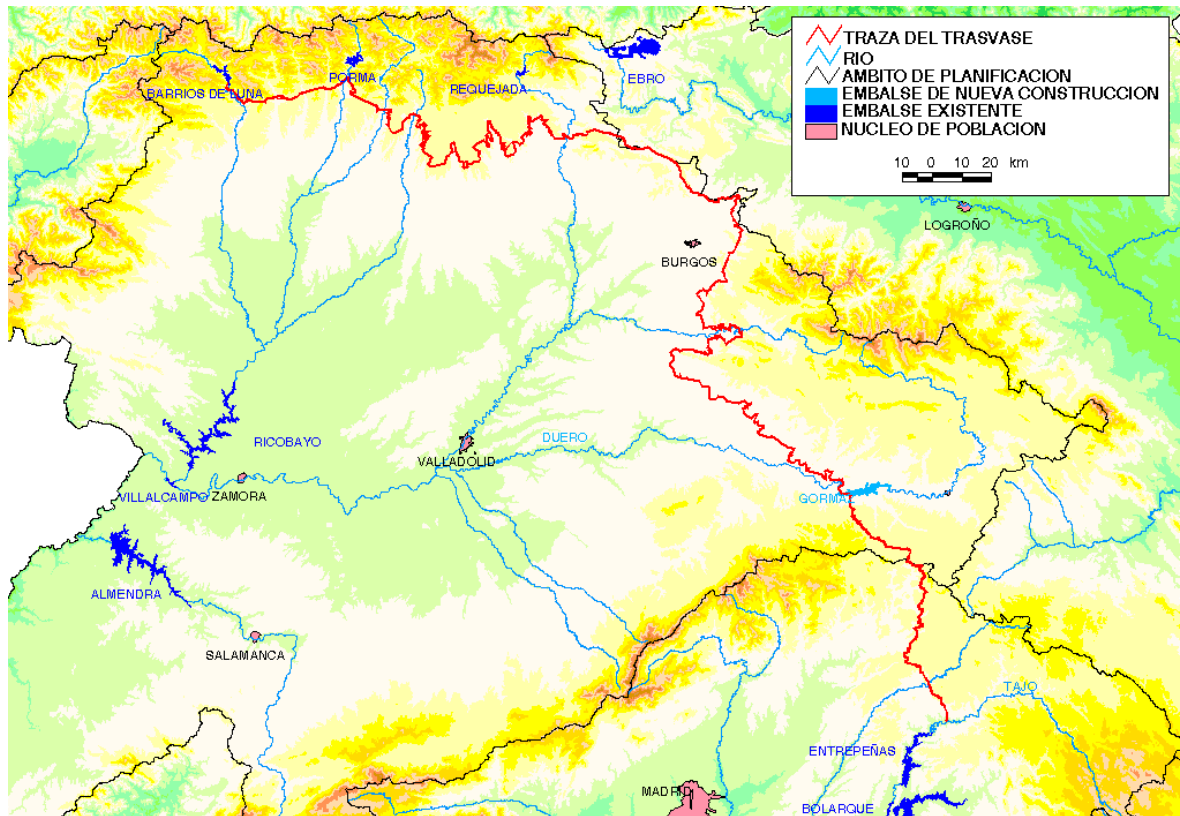


Figura 38. Plano de situación del trasvase Duero Norte-Bolarque

El motivo de plantear esta solución es que deriva recursos a cota elevada, por lo que la necesidad de bombeo es mínima, prácticamente inexistente hasta el embalse de Gormaz. A partir de éste sigue un trazado común al trasvase desde el Alto Duero al Tajo, cruzando la divisoria de ambas cuencas por los Altos de Barahona y vertiendo en el embalse de la Ermita, justo aguas arriba de Entrepeñas, mediante cuatro saltos hidroeléctricos. La cuantía y garantía de disponibilidad del recurso es evidentemente mayor que en el caso del Alto Duero.

De todos los embalses va derivando por gravedad, comenzando en el de Barrios de Luna a la cota 1100 aproximadamente. La cota de los Altos de Barahona es la 1060, por lo que puede apreciarse que la necesidad de bombeo es reducida, y motivada fundamentalmente por la gran longitud de la conducción, que llega al embalse de Gormaz a la cota 890.

Las dos únicas elevaciones son la del embalse del Cea, de 115 m de altura geométrica, necesaria para introducir en la conducción principal el volumen derivado del embalse, que se encuentra a cota más baja que ella, por no existir un emplazamiento adecuado a mayor altitud, y la de Gormaz, de 250 m de desnivel, que debe elevar el total del volumen transferido.

Hasta el río Arlanza fundamentalmente el terreno es complicado, tanto desde el punto de vista topográfico, por lo que requiere una gran cantidad de obras singulares, en especial túneles, como geológico, con alto grado de tectonización y longitudes comparativamente mayores en zona no ripable que las soluciones desde el Alto o Bajo Duero. Hay que tener presente que buena parte del recorrido bordea por el Sur a cota elevada (1100) la Cordillera Cantábrica. Especial dificultad tienen

los ramales de conexión de los embalses con la conducción principal, puesto que discurren por un terreno aún más movido. La longitud total, considerando que el origen sea el embalse de Barrios de Luna e incluyendo los ramales de conexión, es de 850 km (783 km de conducción principal y 67 km de ramales). La inversión es muy elevada, sensiblemente mayor que en cualquiera de las otras alternativas con origen en el Duero.

Desde el embalse de Gormaz el recorrido es el mismo que desde el Alto Duero, disponiéndose los mismos saltos (cuatro) con un desnivel total de 319 m. El balance energético es favorable, debido a que todo el volumen transferido se turбина a lo largo de los 319 m, mientras que ese mismo volumen se eleva solo 251 en Gormaz. La elevación de 115 m en el Cea moviliza una fracción pequeña del conjunto, sólo la correspondiente a ese río. Por ello, el coste unitario del m³ es ligeramente menor que en la solución desde el Bajo Duero.

Es la opción, dentro de las que captan recursos en el Duero, que origina mayores afecciones hidroeléctricas, puesto que la detracción se produce aguas arriba de todos los saltos significativos del Bajo Duero, incluyendo los del Esla, que no se ven afectados en ninguna otra. Permite por contra un incremento de producción en los saltos de Entrepeñas y Bolarque.

Desde el punto de vista de la interferencia con el medio natural, esta solución no interseca espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales, si bien conviene señalar que discurre por la vertiente Sur de la Cordillera Cantábrica, atravesando parajes prácticamente inalterados, muy próximo al parque de Picos de Europa, interfiere con el Valle de San Emiliano e intercepta totalmente lugares como el desfiladero de la Yecla (estos dos últimos son espacios naturales en protección preventiva), discurriendo 14 km a media ladera. Puede requerir la construcción de tres embalses no previstos en el plan de cuenca, uno de los cuales (Gormaz) inunda además, un núcleo de población y otro se ubica en las estribaciones de la Cordillera Cantábrica. Las restantes soluciones que derivan del Duero atraviesan parajes mucho más antropizados. Todo ello sugiere en principio la no idoneidad de esta solución frente a las otras alternativas planteadas.

En cuanto a la calidad del agua no es previsible que presente problema alguno, debido a los lugares en que se captan los recursos. El punto de peor calidad sería el del embalse de Gormaz y, según se ha comentado ya y se expone en el documento correspondiente, no presenta circunstancia alguna digna de mención.

3.4.3. BAJO DUERO-BOLARQUE

Esta solución capta el volumen total a derivar en el Bajo Duero y lo conduce hasta el mismo punto de cruce de la divisoria Duero-Tajo que las soluciones anteriores, los Altos de Barahona. Su trazado coincide con ellas desde aguas abajo del embalse de Gormaz, disponiendo los mismos aprovechamientos hidroeléctricos, un total de cuatro, finalizando justo aguas arriba del embalse de Entrepeñas.

Esta alternativa presenta una garantía de disponibilidad del recurso superior a las dos anteriores y permite analizar el interés que puede tener la combinación de una

altura de bombeo considerable, puesto que los recursos se captan a cota baja (del orden de 550 m) con un trazado mucho más sencillo desde el punto de vista de la obra civil que el de la solución Duero Norte.

3.4.3.1. POSIBLES PUNTOS DE TOMA

Los posibles puntos de toma en el Bajo Duero son el embalse de Almendra en el Tormes, el de Villalcampo en el Duero, aguas abajo de la desembocadura del Esla y el de Ricobayo en el propio Esla. De acuerdo con las consideraciones efectuadas en los estudios realizados con motivo del Anteproyecto de Ley del PHN de 1993, se selecciona Villalcampo.

En efecto, el punto geográficamente más favorable sería el embalse de Ricobayo o la cola del de Almendra, puesto que se acortaría la longitud de la conducción entre 15 y 20 km respecto a Villalcampo. Sin embargo, tomar en Ricobayo exige una obra compleja para cruzar el río Duero, un sifón elevado de unos 5 km de longitud. Por tanto, la ventaja en distancia es eliminada prácticamente por el coste derivado de las características del trazado, frente a Villalcampo, de cuya presa se parte ya por la margen izquierda del Duero, sin necesidad de atravesarlo en todo su recorrido.

En Almendra la captación puede realizarse en cola o en presa. Captar en cola tiene la ventaja de reducir la longitud. Sin embargo, como ya se ha comentado, la reducción frente a tomar en Villalcampo es escasa, 20 km como máximo. En cambio, se introduce una restricción muy importante a la explotación hidroeléctrica de Almendra, que funciona como un bombeo reversible entre el Duero y el Tormes. Sería necesario limitar la carrera de embalse entre la cota 730 (MNN) y la 700. La indemnización de esta afección podría anular la economía consecuencia del acortamiento de la longitud y de la reducción de la altura de bombeo.

Captar en Almendra en presa para no afectar a la explotación hidroeléctrica es a todas luces desfavorable, debido a que la cota sería inferior a cualquiera de los otros dos orígenes (la cota de captación sería la 500 aproximadamente) y prolongaría la conducción en 60 km, contorneado el embalse de Almendra por una zona complicada y de valor ambiental como son los Arribes del Duero.

Por tanto, se desestima Almendra -en cola o en presa- como punto de toma.

Para elegir entre Ricobayo y Villalcampo, se analiza a continuación la altura de bombeo y la afección hidroeléctrica en cada caso. El primer bombeo, en ambos casos, eleva el agua hasta la cota 760 aproximadamente. Bombear desde Ricobayo supone una altura menor que desde Villalcampo. En Villalcampo la cota de origen prevista es la correspondiente al salto medio (20 m aproximadamente), que es la 580. Sin embargo, este embalse habitualmente se encuentra lleno, por lo que la cota de lámina será habitualmente superior a la 590. El desnivel a salvar resulta entonces del orden de 180 m aproximadamente.

El MEE de Ricobayo está a la cota 684. Sin embargo, la oscilación de lámina es mayor que en Villalcampo, por lo que previsiblemente la altura de bombeo puede ser mayor (el salto bruto oscila entre 88 y 43 m). Tomando como cota de partida el nivel correspondiente a la semisuma de los saltos brutos anteriores, 65'5 m, el desnivel a

salvar entre la cota de toma (618'5) y de destino (760) es de 141'5 m. A este coste hay que añadirle la afección a Villalcampo y la propia de Ricobayo, al no poder turbinar el volumen trasvasado. Considerando los equivalentes energéticos el coste energético es comparable en ambos casos (1% más reducido en Villalcampo).

Puesto que el trazado es más sencillo desde Villalcampo y los costes energéticos son comparables, se opta por este punto como origen de la posible transferencia.

3.4.3.2. SOLUCIONES DE TRAZADO

Como se ha indicado, la transferencia comienza en Villalcampo, desde donde el primer bombeo eleva el agua 180 m entre las cotas 580 y 760. Desde aquí se suceden nuevas elevaciones, hasta alcanzar un total de siete, que permiten cruzar la divisoria Duero-Tajo por los Altos de Barahona a cota 1116.

A grandes rasgos, el trazado es como sigue: desde Villalcampo atraviesa la Meseta, discurriendo por la comarca de Sáyago, continuando al Sur de Zamora y Medina del Campo por los materiales terciarios de la Cuenca del Duero, para llegar a las cercanías del Sistema Central, que bordea por el Norte, atravesando los ríos Eresma y Pirón, siguiendo después por una banda encajada de materiales terciarios al Norte del Sistema Central. Finalmente alcanza los Altos de Barahona y cruza la divisoria entre las cuencas para verter en el río Tajo, justo aguas arriba de Entrepeñas. Todas las estaciones de bombeo disponen de dos depósitos de regulación diaria, aguas arriba y aguas abajo, para optimizar las horas de funcionamiento, salvo la elevación de cabecera, que solo cuenta con el de aguas abajo. No requiere la construcción de nuevos embalses. Se trata de una conducción planteada sin derivaciones intermedias hasta la cabecera del ATS.

Se han barajado tres trazados básicamente entre la comarca de Sayago y el Sistema Central. Se diferencian tanto en la longitud y altura de bombeo como en la geología del terreno atravesado. Una primera opción discurre a cota baja, prácticamente en su totalidad a través de los materiales terciarios de la cuenca del Duero hasta alcanzar la divisoria por los Altos de Barahona.

La segunda, a cota algo más alta por la Meseta, acorta la longitud de la primera en 20 km aproximadamente. Las características geológicas del terreno atravesado son más desfavorables, pues se aproxima más al Sistema Central, si bien se trata de tramo de escasa longitud en la zona del río Eresma. Después pasa a discurrir por una banda de materiales terciarios encajada entre rocas metamórficas. La altura de elevación es ligeramente inferior a la opción anterior. Tiene la ventaja de que permite dominar fácilmente los futuros embalses previstos de Bernardos, en el Eresma, y de Torreiglesias, en el Pirón, desde los cuales se abastecerán zonas regables cuyo desarrollo está previsto en el Plan de cuenca.

La tercera opción discurre a cota más alta que las dos anteriores e interfiere significativamente con el Sistema Central, lo que por una parte dificulta la obra civil, tanto por la geología como por la topografía del terreno y por otra aumenta significativamente el impacto ambiental. Además la longitud crece unos 40 km con

respecto a la primera opción, así como la altura de bombeo. También permite dominar los embalses indicados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se elige la segunda opción para el recorrido entre la comarca de Sayago, al Sur de Zamora y la vertiente Norte del Sistema Central. El siguiente obstáculo a salvar es el Sistema Central. Para ello se contemplan dos posibilidades: por los Altos de Barahona, bordeándolo por el Norte, o bien seguir el camino más directo cruzando por el puerto de Somosierra. Esta última se desestima tanto por su elevado impacto ambiental, puesto que requeriría atravesar los valles del Lozoya y Jarama, como por su dificultad topográfica, ya que supone atravesar una sucesión de valles (con las obras singulares asociadas) hasta alcanzar el cauce del Tajo aguas arriba de Entrepeñas. Igualmente también es más complicado desde el punto de vista geológico y requiere una mayor altura de elevación para acortar razonablemente la longitud del túnel de Somosierra. A continuación se incluye una figura en la que se refleja la traza finalmente adoptada.

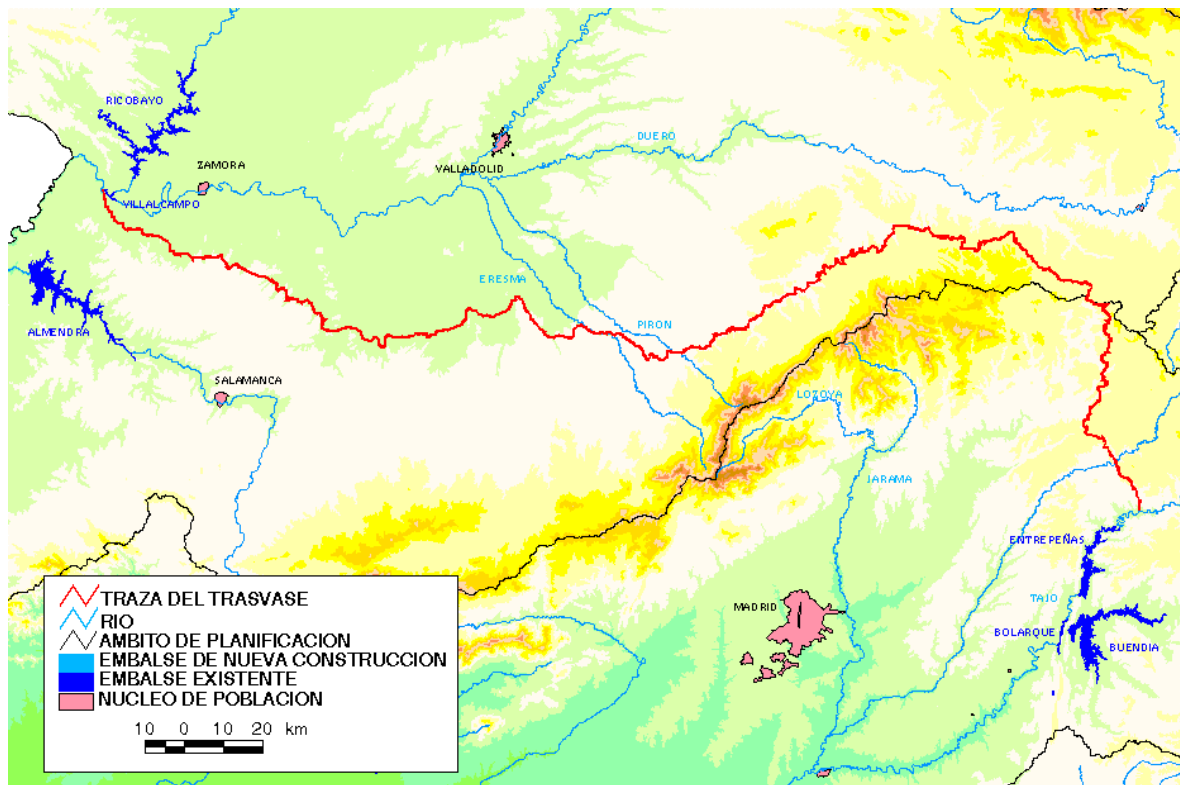


Figura 39. Plano de situación del trasvase Bajo Duero-Bolarque

La longitud total de la solución es de 538 km, de los cuales 7 km son de impulsión, 20 km de sifón, 27 km de acueducto, 42 km de túnel, 439 km de canal y 3 de turbinación. La altura geométrica total de bombeo es de 669 m. La altura total de turbinación es de 319 m, con los mismos saltos que las soluciones desde el Alto Duero y Duero Norte. Estas características se recogen en la figura adjunta.

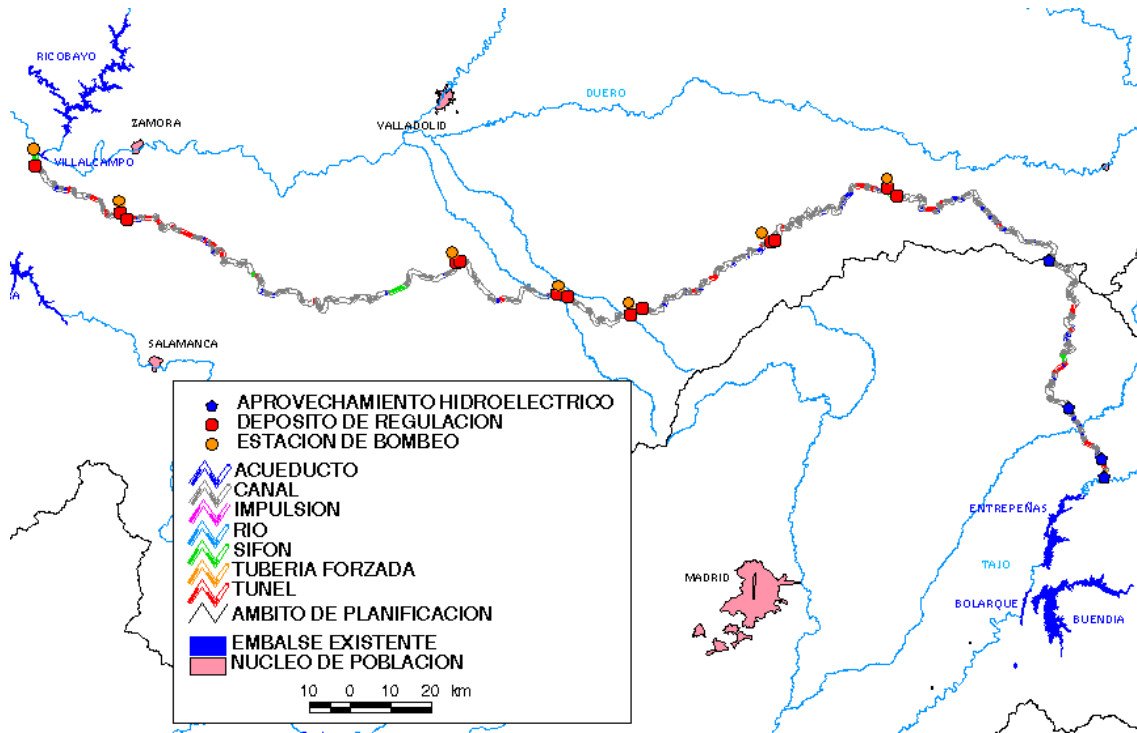


Figura 40. Características del trasvase Bajo Duero-Bolarque

La inversión inicial es inferior a la solución Norte, pero el coste unitario, debido al peor balance energético, es superior, aunque solo ligeramente.

Las afecciones hidroeléctricas que induce coinciden básicamente con la solución del Alto Duero, puesto que se ven afectados los mismo saltos importantes en el Bajo Duero y son inferiores a las de la solución Duero Norte, puesto que no se interfiere en la turbinación de Ricobayo. Da lugar a un incremento de producción en los saltos de Entrepeñas y Bolarque, al aumentar su aportación. Ambos componentes, afección y beneficio, se encuentran cuantificadas en el documento de costes básicos.

El impacto sobre el medio natural en lo que a espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales coincide con las soluciones del Alto Duero y del Duero Norte, pues intersecta exclusivamente al Barranco del Dulce. Sin embargo, cabría estimar la afección al medio natural como inferior a la de la Solución Norte, puesto que la traza con origen en el Bajo Duero discurre por un terreno mucho más antropizado y, con frecuencia, a través de zonas cultivadas en secano. Cabe señalar que afecta significativamente al valle del río Riaza a lo largo de 14 km. Las afecciones ambientales de esta solución se analizan con detalle en el documento correspondiente.

La calidad del agua es inferior a la de la opción Norte, pero no es obstáculo para la viabilidad de la transferencia. Estos aspectos pueden verse con más detalle en el documento específico sobre esta materia.

Respecto al impacto sobre el medio socioeconómico conviene indicar que sobredimensionándose adecuadamente respecto a la necesidad de trasvase a la

cabecera del ATS, puede utilizarse para resolver déficits hídricos locales en la cuenca en un futuro. Esto es debido a que, como se indicó, el canal pasa próximo a los futuros embalses de Bernardos y Torreiglesias, desde los que se suministrará a dos zonas regables a desarrollar, que no pueden autoabastecerse con sus embalses reguladores. Esta solución, por tanto, puede presentar una utilidad futura para la propia cuenca.

Las soluciones Duero Norte y Bajo Duero son alternativas para conseguir un mismo objetivo: aportar recursos de la cuenca del Duero a la cabecera del ATS en mayor cuantía y con mayor garantía que desde el Alto Duero. Por tanto, de acuerdo con todo lo expuesto y atendiendo fundamentalmente a consideraciones medioambientales y económicas, se selecciona, entre la solución Duero Norte y el Bajo Duero, esta última. En la figura siguiente pueden verse las dos, destacándose la seleccionada. Se adjunta también una tabla resumen con las características de ambas.

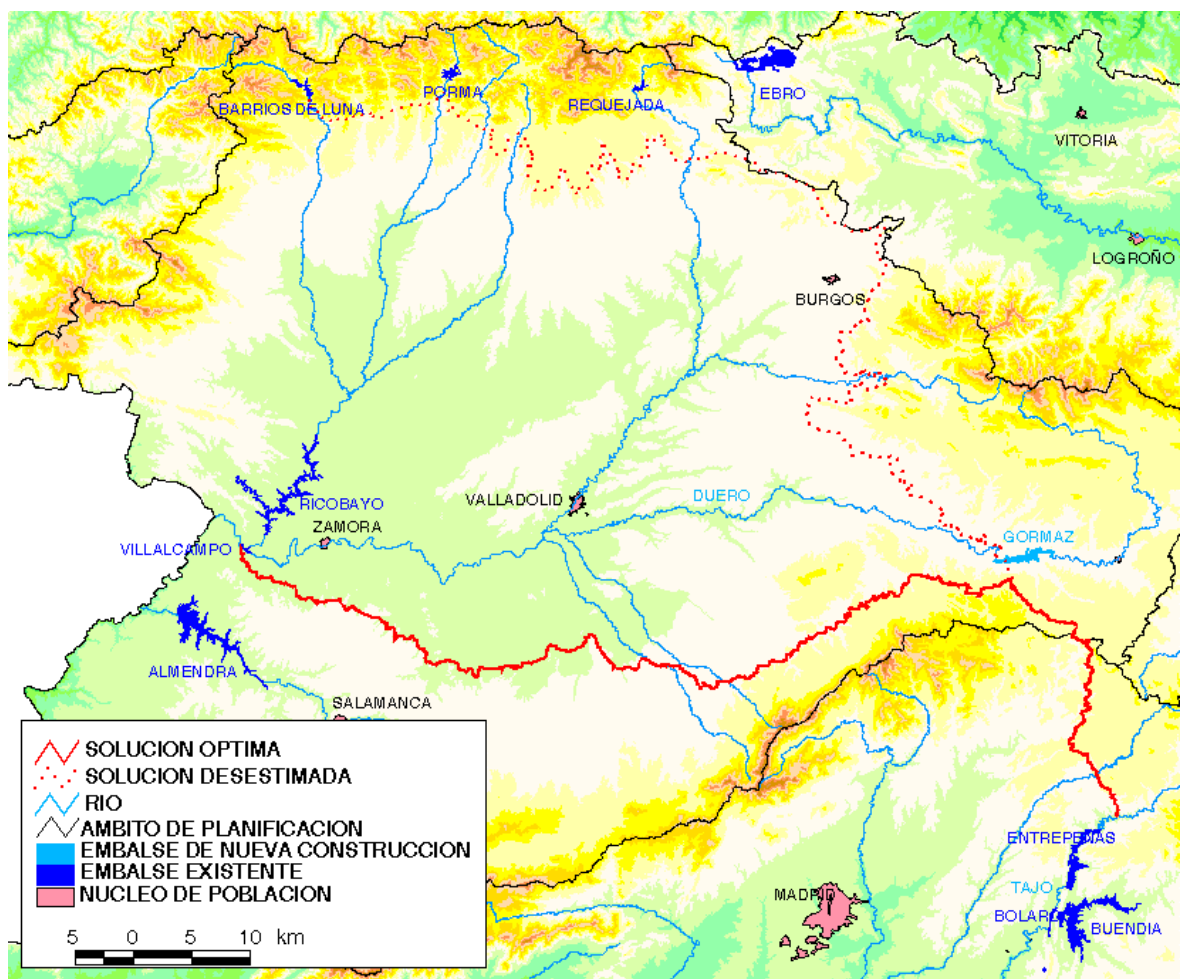


Figura 41. Solución óptima del trasvase Duero-Bolarque

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
DUERO-NORTE	850	366	319	TORÍO, CEA, CASTROVIDO,
BAJO DUERO	538	669	319	GORMAZ NINGUNO

Tabla 15. Características de las soluciones del Trasvase Duero-Bolarque

A efectos de su inclusión en el grafo global de circulación de agua, se considera como un único tramo, que comienza en el embalse de Villalcampo (nudo Bajo Duero) y termina justo aguas arriba del embalse de Entrepeñas, desde el cual llega a Bolarque (nudo Bolarque).

3.5. TRANSFERENCIAS TAJO-ATS

Al igual que las transferencias Duero-Tajo, el objetivo de las transferencias Tajo-ATS es colaborar a la resolución del déficit estructural del Levante y Sureste aportando recursos complementarios al ATS para que este pueda alcanzar su máxima capacidad de proyecto, incrementando el volumen enviado hacia el Júcar, Segura y Sur. Incluso podría recrecerse ampliando su capacidad más allá de la de proyecto si esta opción fuese económicamente conveniente de acuerdo con los análisis de optimización descritos en el documento correspondiente.

En este caso los recursos pueden proceder del río Jarama, o bien de la cuenca media, en cuyo caso cabe diferenciar un posible origen en el Tiétar afluente del Tajo medio, o dos orígenes en el propio río Tajo, que son los de Toledo y Azután. En el caso del Jarama, la incorporación de recursos se produce en Bolarque o La Bujeda, mientras que en los otros casos la incorporación se produce en el ATS, a la altura de La Roda.

3.5.1. JARAMA-ATS

Su finalidad es aportar recursos del Jarama a la cabecera del ATS. Se plantean dos alternativas de trazado con el mismo origen pero destino diferente, el embalse de Bolarque en un caso y el de La Bujeda en el otro.

Los recursos se captan en el Jarama, aguas arriba de Aranjuez. En el punto de toma es seguro, en principio, que existirán caudales circulantes, debido a que se ubica aguas abajo de la incorporación al Jarama de las aguas residuales de Madrid. Diferente cuestión es la existencia de sobrantes derivables, tal y como se estudia en el correspondiente documento de análisis hidrológicos. A continuación se muestran las dos posibilidades mencionadas.

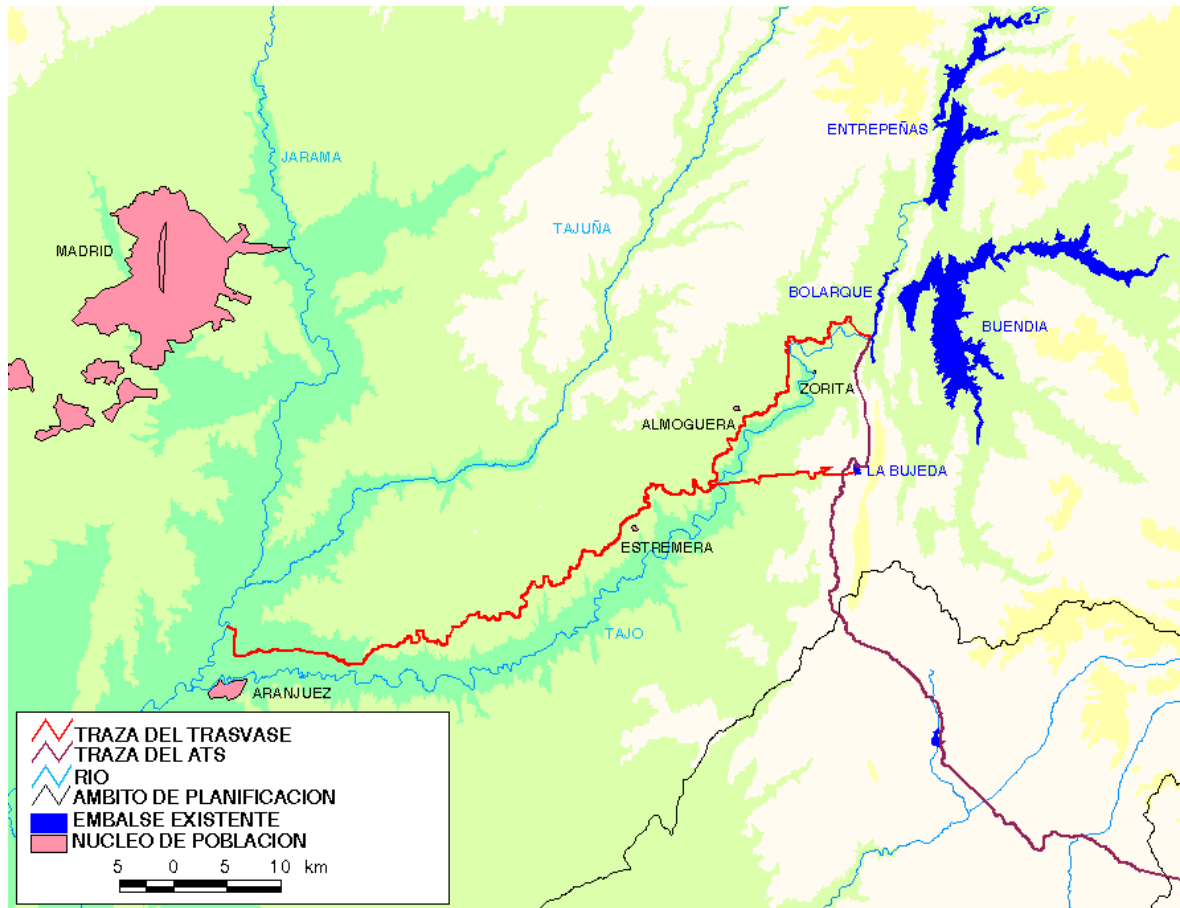


Figura 42. Plano de situación del trasvase Jarama-ATS

3.5.1.1. CONSIDERACIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA

Merece especial comentario, común a las dos opciones puesto que comparten el origen, la calidad del agua. Se incluye una breve referencia, remitiendo al documento específico sobre esta materia para un análisis más detallado. La cuestión básica es que las aguas, aunque depuradas, requieren un tratamiento adicional en origen para mejorar su calidad. Ello representa un coste adicional tanto de primera inversión (exige la construcción de una planta de tratamiento) como, sobre todo, de explotación. Es de destacar también el efecto psicológico que esto puede suponer, considerando que una parte apreciable del agua se destinaría al abastecimiento de población. La calidad de este agua no tratada podría comprometer incluso la viabilidad de su empleo directo para riego.

Gráficamente el aspecto de la calidad puede resumirse diciendo que en el punto de derivación realmente no se tiene un río, sino un efluente de depuradora, que, pese a los muy importantes esfuerzos realizados en materia de depuración, acusa necesariamente en sus características las incidencias que ocurren en la explotación de las plantas que tiene aguas arriba.

La cabecera del Tajo, en cambio, dispone de agua de muy buena calidad, por lo que se estaría produciendo un empeoramiento considerable con la mezcla con el agua

trasvasada. Basta decir aquí que se trata, con diferencia, del origen más deficiente en cuanto a calidad de todos los considerados para las distintas transferencias, y que requeriría un tratamiento muy enérgico.

Se han barajado distintas soluciones consistentes en una sustitución de recursos, de manera que no se llegue a introducir agua de mala calidad en Bolarque. Esta interesante idea pretende básicamente liberar recursos de la cabecera del Tajo asociados al tramo de este río comprendido entre Bolarque y el Jarama, para que puedan ser derivados por el ATS, según se ha comentado ya en el capítulo de antecedentes.

En una primera fase propone suministrar con aguas del Bajo Jarama la demanda de refrigeración de la central nuclear de Zorita, en circuito abierto, que representa un volumen de 225 hm³/año, servido actualmente desde Bolarque. Ello permitiría garantizar también el caudal de 6 m³/s legalmente establecido para el Tajo a su paso por Aranjuez (equivalente a 190 hm³/año). Así es posible incrementar el volumen disponible para trasvasar por el ATS hacia el Sureste en 225 hm³/año. Los nuevos recursos serían de la misma calidad que los actuales, empeorándose a cambio la calidad del tramo de río Tajo comprendido entre Zorita y la desembocadura del Jarama, puesto que se estarían introduciendo parte de los retornos de las aguas residuales de Madrid en este tramo.

En definitiva el problema de la calidad persiste, pues así se evita trasladarlo a los usuarios del ATS, pero pasan a soportarlo los usuarios que antes disponían de buena calidad y que no reciben beneficio alguno, como es el caso de los riegos que derivan del Tajo en ese tramo, como por ejemplo, los regadíos de Estremera o Almoguera y el caudal legalmente establecido que debe mantenerse en Aranjuez.

Para materializar esta primera fase se requiere una elevación que tome aguas arriba de Aranjuez y que mediante el canal correspondiente vierta aguas arriba de Zorita. Aunque se apunta esta opción, no se desarrolla, pues no se considera aceptable que usuarios no beneficiados en principio por el trasvase vean empeorada la calidad de su recurso como consecuencia de él. En el caso de que se retomase esta solución sería conveniente arbitrar algún sistema de compensación para los usuarios del tramo Bolarque-Aranjuez.

3.5.1.2. JARAMA-BOLARQUE

El punto de derivación es un azud de nueva construcción en el Jarama, próximo a su desembocadura en el Tajo y aguas abajo de la incorporación del Tajuña. Se capta a la cota 483 y es necesario llegar hasta la 642 de Bolarque.

Debido a la topografía y geología del terreno es preciso disponer dos elevaciones para ganar cota. Se evita así tanto una impulsión excesivamente larga como discurrir a lo largo del primer tramo por una zona de yesos terciarios. Tras derivar del azud se dispone una primera elevación que salva un desnivel de 47 m, cuya impulsión termina en un depósito de regulación.

A continuación sigue un tramo de canal que conduce a la elevación de Chirra, en la cual el agua es reimpulsada una altura geométrica de 147 m. Cuenta con depósito de

regulación a la entrada y a la salida para optimizar sus horas de funcionamiento. Desde ella se discurre por gravedad hasta el embalse de Bolarque, al que vierte a la salida de un túnel. El trazado discurre prácticamente paralelo al Tajo, a cota más elevada. No se requiere la construcción de embalse alguno.

La longitud de la solución es 117 km, de los cuales 3,5 km corresponden a impulsiones, 3 km a sifón, 2 km a acueducto, 1 km a túnel y 107,5 km a canal. La altura de bombeo hasta Bolarque es de 194 m y la de turbinación es nula, puesto que no es posible disponer salto alguno. Estas características se reflejan en la figura que se incluye en la primera figura del siguiente epígrafe.

A efectos comparativos con la solución que incorpora el agua a la Bujeda habría que considerar también la utilización del bombeo de Altomira, ya existente, en cabecera del ATS, lo que supondría aproximadamente salvar un desnivel adicional desde la llegada a Bolarque de 267 m.

Las afecciones hidroeléctricas no serían muy significativas siempre que no se superen un total de 600 hm³/año trasvasados aguas arriba de los saltos del Bajo Tajo, puesto que hasta esa cantidad ya fueron modificadas las concesiones por la construcción del ATS. No existe posibilidad de recuperación de energía. Si se supera esta cantidad, las afecciones, cuantificadas en el documento de costes básicos, tendría una repercusión apreciable, puesto que la detracción se produce aguas arriba de todos los saltos significativos del Tajo Medio y Bajo.

No interfiere sustancialmente con espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales. Únicamente podría darse una afección mínima al Parque regional del Sureste de Madrid en el punto de ubicación del azud. Basta con desplazarlo ligeramente hacia aguas abajo para no caer dentro de los límites del Parque. Igualmente, parte del tramo final en túnel que vierte al embalse de Bolarque discurre bajo la ZEPA de la Sierra de Altomira. Las afecciones ambientales se analizan con detalle en el documento correspondiente.

Las consideraciones básicas sobre la calidad del agua ya se han efectuado en el apartado anterior. Cabe reiterar que los usuarios del tramo comprendido entre Bolarque y Aranjuez se verían perjudicados en mayor o menor medida sin recibir beneficio alguno. Ello es debido a que al incorporarse agua del Jarama a este embalse desde el que se suministran las demandas del tramo, inevitablemente se producirá un cierto grado de mezcla en función del tiempo de retención del agua en el embalse, reduciéndose la calidad del agua que reciben estos usuarios.

3.5.1.3. JARAMA-LA BUJEDA

Esta opción comparte con la anterior los primeros 80 km. A partir de este punto acorta camino, cruzando el Tajo mediante un sifón elevado y vertiendo a La Bujeda. La longitud en este caso es de 99 km y la altura de elevación, de 460 m (en la solución anterior no se contabiliza la elevación de Altomira para llegar desde Bolarque a La Bujeda). Se parte de la cota 483 en Aranjuez y es necesario llegar a la 905 en La Bujeda.

Para ello, una vez cruzado el Tajo mediante acueducto o sifón elevado de 2.300 m de longitud, aguas arriba del azud de Estremera, en un punto en que la afección a los regadíos de la Vega es mínima, se disponen dos impulsiones de 149 m y 117 m respectivamente, que totalizan una altura adicional a la de la solución de Bolarque de 266 m. Es decir, el equivalente a la elevación de Altomira, con la diferencia de que aquella ya existe. En la primera de los dos nuevas elevaciones no se dispone depósito de regulación a la salida debido a que el tramo que la separa de la última estación de bombeo es muy corto y no compensa el coste de construcción de la balsa con el de sobredimensionamiento del canal respecto al caudal diario continuo.

La longitud total es de 98 km, reduciendo en 19 km la de la solución anterior. Está compuesta por 4 km de impulsión, 6 km de sifón, 5 km de acueducto, 1 km de túnel y 82 km de canal. La altura geométrica total de elevación es de 460 m y la de turbinación nula. En la figura adjunta pueden verse las características de las dos soluciones.

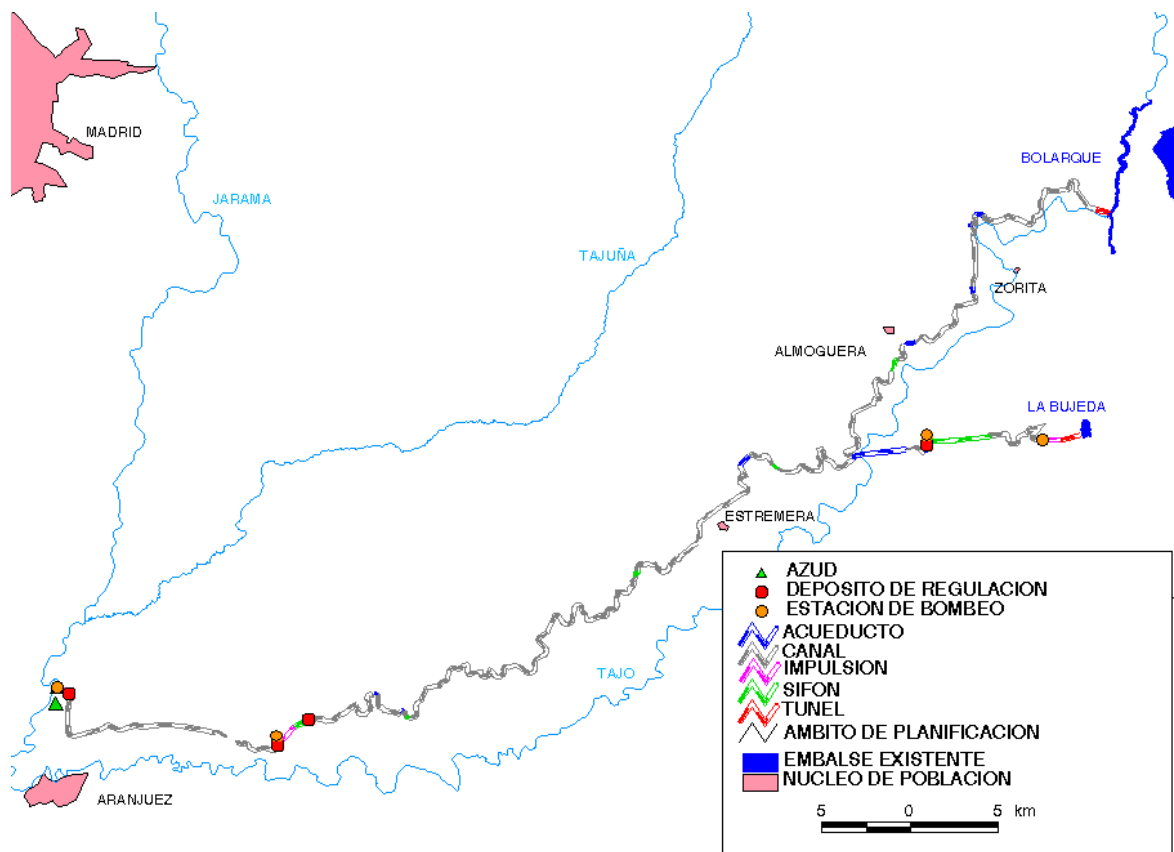


Figura 43. Características de las soluciones de trasvase Jarama-ATS

A pesar de ser mas corta, debido a la magnitud de las dos elevaciones adicionales necesarias, la inversión inicial es más elevada que en la solución anterior.

Las afecciones hidroeléctricas son coincidentes con las de la solución anterior. En cuanto a las interferencias con espacios naturales protegidos actualmente declarados com tales, una vez cruzado el Tajo, la traza penetra una longitud considerable dentro de la ZEPA de la Sierra de Altomira, discurriendo tanto en tubería y túnel

com en canal a cielo abierto. Dentro del espacio se ubicaría también la cuarta elevación. Por tanto, la afección directa a este espacio sería mayor que con la opción anterior.

En cuanto a la calidad del agua, cabe destacar que esta solución es inocua para los usuarios del tramo del Tajo entre Bolarque y Aranjuez, puesto que las aguas del Jarama no tendrían contacto alguno con las de Bolarque si se cuida la explotación de la central reversible de Altomira. El detrimento de la calidad lo sufrirían los beneficiarios del trasvase y, en alguna medida, los usuarios del Júcar aguas abajo de Alarcón, embalse en el que nuevamente se produciría mezcla de aguas.

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas y atendiendo sobre todo a razones económicas se estima que la solución óptima entre ambas es la de Jarama-Bolarque. En la figura siguiente puede verse el trazado de las dos soluciones, con el primer tramo común, destacándose la óptima. En la tabla adjunta se resumen las principales características de ambas soluciones.

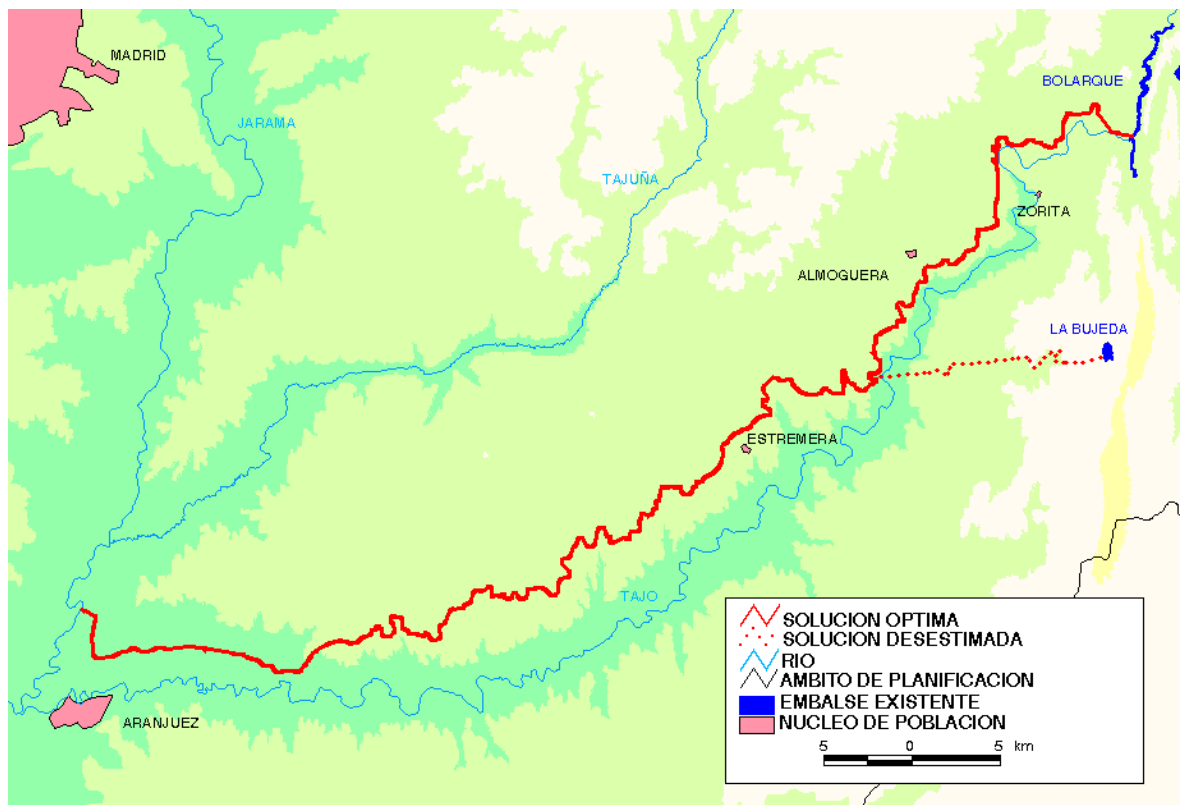


Figura 44. Solución óptima del trasvase Jarama-ATS

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
JARAMA-BOLARQUE	117	194	0	NINGUNO
JARAMA-BUJEDA	98	460	0	NINGUNO

Tabla 16. Características de las soluciones de trasvase Jarama-ATS

La solución óptima se considera integrada por un solo tramo a efectos de su inclusión en el grafo global de circulación de agua. Comienza en un azud en el río Jarama, aguas abajo de su confluencia con el Tajuña y termina en el embalse de Bolarque.

3.5.2. TRANSFERENCIAS DESDE EL TAJO MEDIO

En este epígrafe se analizan las transferencias que tienen su origen en la zona media de la cuenca del Tajo, incluyendo dentro de ella tanto el sistema Tiétar, como los subsistemas Alberche y Tajo medio, de acuerdo con la terminología establecida en el Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo.

El objetivo de todas ellas es incorporar recursos al ATS. A diferencia de las analizadas en el epígrafe anterior, el punto de entrega más favorable en este caso, teniendo en cuenta la topografía, no es la cabecera del canal sino el entorno de La Roda.

Las posibles puntos de derivación son el Tiétar o el Alberche, que dan lugar a la alternativa Tiétar-la Roda que se analiza en primer lugar, o bien el propio Tajo aguas abajo de Toledo o en el embalse de Azután. Estas dos posibilidades, que derivan del cauce principal, se analizan en segundo lugar.

3.5.2.1. TIÉTAR-LA RODA

Como se indicó en los antecedentes, esta alternativa ha sido sugerida por la Comunidad Autónoma de Murcia. Su objetivo esencial inicial es garantizar el abastecimiento de las poblaciones del Sureste con agua de calidad, procedente de los ríos Tiétar o Alberche, afluentes del Tajo medio por la margen derecha. Se propone una conducción que transporte este agua hasta el ATS, al que se incorpora a la altura de La Roda.

En su concepción original, y tal y como se apuntó en los antecedentes, también permitía aportar caudales para la recuperación de las Tablas de Daimiel y para el abastecimiento de poblaciones de la llanura manchega, en la cabecera del Guadiana. Contribuía así a reducir la sobreexplotación del acuífero de la Mancha Occidental, fuente actual de suministro de estos núcleos. Estos usos representaban una pequeña parte del volumen trasvasado, proponiéndose destinar la mayoría al Sureste.

Sin embargo, de acuerdo con las conclusiones obtenidas al analizar el sistema del Alto Guadiana en el documento correspondiente, no se plantea ahora la ejecución de un trasvase desde el Tajo Medio con este fin, máxime teniendo en cuenta que está ya en desarrollo un proyecto para resolver el abastecimiento de los núcleos de la cabecera de esta cuenca con aguas derivadas del ATS. Por consiguiente, la única finalidad de esta transferencia pasaría a ser la aportación de recursos adicionales al ATS a la altura de La Roda para ser conducidos al Sureste.

La Comunidad Autónoma de Murcia concluyó en enero de 1997 un estudio del que, por su interés, se recogen a continuación las consideraciones más significativas en cuanto a trazado.

3.5.2.1.1. POSIBLES PUNTOS DE TOMA

El punto de derivación propuesto es un azud de nueva construcción en el río Tiétar, aguas arriba del embalse de Rosarito, a la cota 375. En la elección del trazado juega un papel esencial no afectar directamente al Parque Nacional de Cabañeros, que se bordea por el Sur, como se verá después.

Se ha considerado también la captación en el embalse de Cazalegas en el río Alberche, a la cota 381, de manera que la conducción correspondiente confluiría con la del Tiétar justo antes de cruzar el Tajo a la altura del embalse de Azután, llegándose a la conclusión de que lo más ventajoso es derivar del Tiétar, debido tanto a las mayores disponibilidades como a la menor afección hidroeléctrica. Derivando del Alberche se detrae aguas arriba de los saltos de Azután, Valdecañas y Torrejón-Tajo, que no se ven perjudicados por la transferencia desde el Tiétar. Ello supone incrementar la afección en un 83%, lo que repercute negativamente en el coste unitario resultante.

3.5.2.1.2. SOLUCIONES DE TRAZADO

Una vez fijado el punto de toma se han analizado tres posibilidades de trazado, que comparten los tramos inicial (hasta el embalse de Uso, de nueva construcción en el río del mismo nombre afluente del Tajo por su margen izquierda que desemboca en el embalse de Azután) y final (desde las Tablas de Daimiel a La Roda), diferenciándose en el tramo intermedio, que es el que puede afectar al Parque de Cabañeros.

La que discurre más al Norte es la de menor longitud. Desde el embalse de Uso se dirige hacia el río Bullaque, alcanzando a través de él el embalse de Torre de Abraham, que utiliza como elemento de regulación de todo el trasvase. Aguas abajo de este embalse continua hacia Ciudad Real y las Tablas de Daimiel. El tramo comprendido entre el embalse de Uso y el río Bullaque atraviesa Cabañeros a lo largo de 10 km. Es la alternativa de menor longitud, 444 km, pero de mayor altura geométrica de bombeo, 547 m, debido a que es preciso dominar la Torre de Abraham. Desde este embalse puede comunicarse con el de Gasset mediante una tubería ya construida y garantizar el suministro de Ciudad Real.

Otra posibilidad es discurrir algo más al Sur, prescindiendo de utilizar la Torre de Abraham como elemento de regulación de la conducción. Esto implica un aumento de la longitud de 68 km y una reducción de la altura de bombeo de 98 m frente a solución anterior, ya que la conducción principal no precisa dominar el embalse de Torre de Abraham. Por tanto, la primera inversión será superior, pero el coste unitario ligeramente inferior a la solución anterior. Sin embargo, se considera descartable por motivos ambientales, ya que supone atravesar Cabañeros a lo largo de 23,1 km.

Por último, se considera una alternativa que discurre aún más al Sur, bordeando por completo el Parque de Cabañeros. Esta solución prescinde por completo del Embalse de Torre de Abraham. El trazado resultante es 30 km más corto que el de la segunda opción, pero aumenta la altura de bombeo en 31 m. El trazado es más sencillo y no es necesario recurrir a tramos enterrados puesto que no se atraviesa Cabañeros, por lo que la reducción de inversión es considerable y, a pesar del pequeño aumento de la altura de bombeo, el coste unitario es ligeramente menor que el de la segunda opción. Con respecto a la primera opción, se produce un incremento de longitud de 38 km y una reducción de la altura de bombeo de 67m. Al igual que antes, el trazado es más sencillo, por lo que la primera inversión, a pesar del incremento de longitud es ligeramente inferior a la de la primera opción y el coste unitario, por tanto, también.

Por consiguiente, atendiendo a consideraciones ambientales y también económicas se elige la solución de trazado que bordea por completo el Parque de Cabañeros en el tramo intermedio de la conducción. A continuación se describe el trazado seleccionado, que se recoge en la figura siguiente.

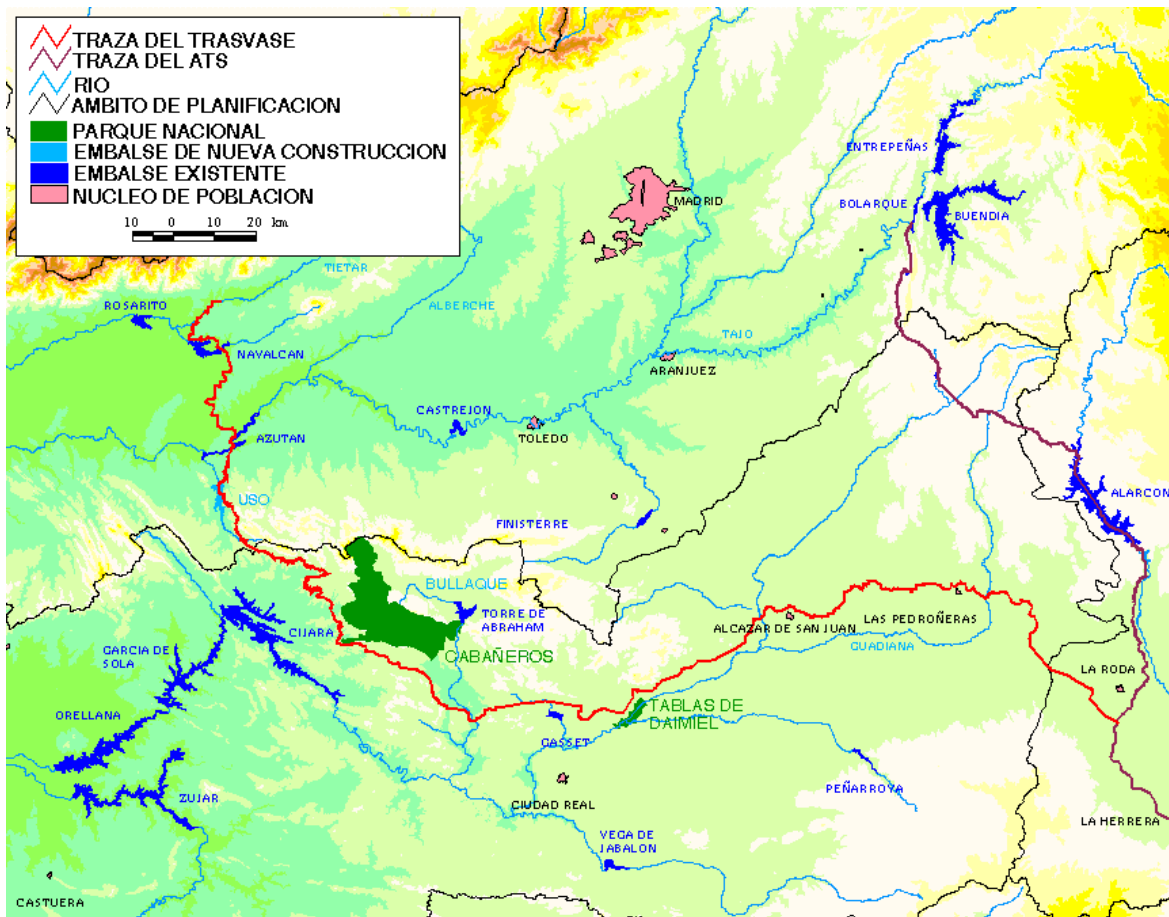


Figura 45. Plano de situación del trasvase Tiétar-La Roda

Una vez derivadas las aguas del Tiétar, son conducidas por gravedad hasta la elevación de Navalcán, primera de las ocho estaciones de bombeo, que distribuidas a lo largo de los 485 km de la conducción permiten la llegada de las aguas hasta el

ATS a la altura de La Roda, con una altura de elevación de 512 m y desde allí hasta el Sureste. La cota de captación es la 375 y la de llegada al ATS, la 710.

La conducción, en canal a cielo abierto, cruza el río Tajo a la altura del embalse de Azután, desembocando después en el embalse de Uso, de nueva construcción, en el río del mismo nombre, afluente del Tajo por la margen derecha. Nada más cruzar el Tajo el agua es bombeada en una elevación próxima al núcleo de Aldeanueva de Barbarroya. El cruce del embalse de Azután se realiza aprovechando un acueducto ya existente de la plataforma del ferrocarril Talavera-Villanueva de la Serena, sobre la que nunca llegaron a tenderse las vías.

Es importante aprovechar esta infraestructura por tratarse de un entorno protegido, minimizando así la afección ambiental. Ello implica cruzar a una cota más baja que con la que puede alcanzarse el embalse, impuesta por el cruce de la divisoria entre el Tiétar y el Guayervas. Así, a la margen derecha de Azután se llega a la cota 388 aproximadamente y el acueducto está a la cota 372,3. Por tanto, caso de ser finalmente elegida esta transferencia cabría analizar el interés de disponer un pequeño salto hidroeléctrico del orden de 10 m. Otra posibilidad es que el acueducto se sustituyera por un sifón elevado soportado por la estructura existente, de manera que la elevación que se encuentra una vez salvado el embalse pudiera tomar en carga, ahorrándose así unos 15 m de altura manométrica. En el trazado valorado se ha dispuesto una rápida para la disipación de la energía, tal como figura en el estudio preliminar indicado.

Desde el embalse de Uso, rodeando Cabañeros por el Sur, la traza continua atravesando la llanura manchega por el Norte del embalse de Gasset, Las Tablas de Daimiel, Alcázar de San Juan y Las Pedroñeras, para enlazar con el ATS a la altura de la Roda. Los puntos señalados corresponden aproximadamente con la ubicación de las estaciones elevadoras.

La capacidad del embalse de Uso, concebido como regulación de la derivación desde el Tiétar, depende del volumen que se derive. Tal como se indica en el documento donde se analiza la Cuenca del Tajo, para volúmenes transferidos iguales o inferiores a 100 hm³/año podría llegar a prescindirse de toda regulación, si bien ello implica un sobredimensionamiento de la conducción de varios órdenes de magnitud del caudal continuo correspondiente al volumen derivado. Por tanto, teniendo en cuenta que la longitud de la transferencia Tiétar-La Roda a partir del embalse de Uso es de 400 km aproximadamente -con lo que el coste de tal sobredimensionamiento superaría con creces el de la construcción de la presa-, se mantiene el embalse de Uso tal como se indica en el estudio anteriormente indicado. De este modo solo debe sobredimensionarse el tramo entre el Tiétar y dicho embalse.

Por otra parte, contar con esta presa permitiría regular recursos adicionales, los del propio río Uso. Así se reduciría el volumen que sería necesario derivar desde el Tiétar, siempre que la calidad del agua fuera comparable. En principio no parece probable que aguas arriba de la presa de Uso existan vertidos que alteren las condiciones naturales, puesto que los núcleos de población existentes en la cuenca vertiente son escasos y con poca población. Sería posible entonces disminuir el coste energético, puesto que parte del volumen conducido hasta el ATS prescindiría de las

elevaciones de Navalcán y Aldeanueva, que representan 186 m de altura geométrica. Cuantificar la repercusión económica de este ahorro requiere conocer con detalle la explotación de la transferencia (períodos y volúmenes de derivación), por lo que cae fuera del alcance de este Plan Hidrológico nacional y debe ser considerado en fases posteriores. Por ello, no se ha tenido en cuenta en la valoración económica efectuada en el documento correspondiente.

La longitud total de esta solución es de 484 km, de los cuales, 11 km corresponden a impulsiones, 10 km a sifones, 16 km a acueductos, 6 km a túneles y 441 km a canal. La altura total de elevación es de 512 m a lo largo de ocho elevaciones y la de turbinación, nula. La figura que se incluye a continuación refleja las características básicas de la conducción.

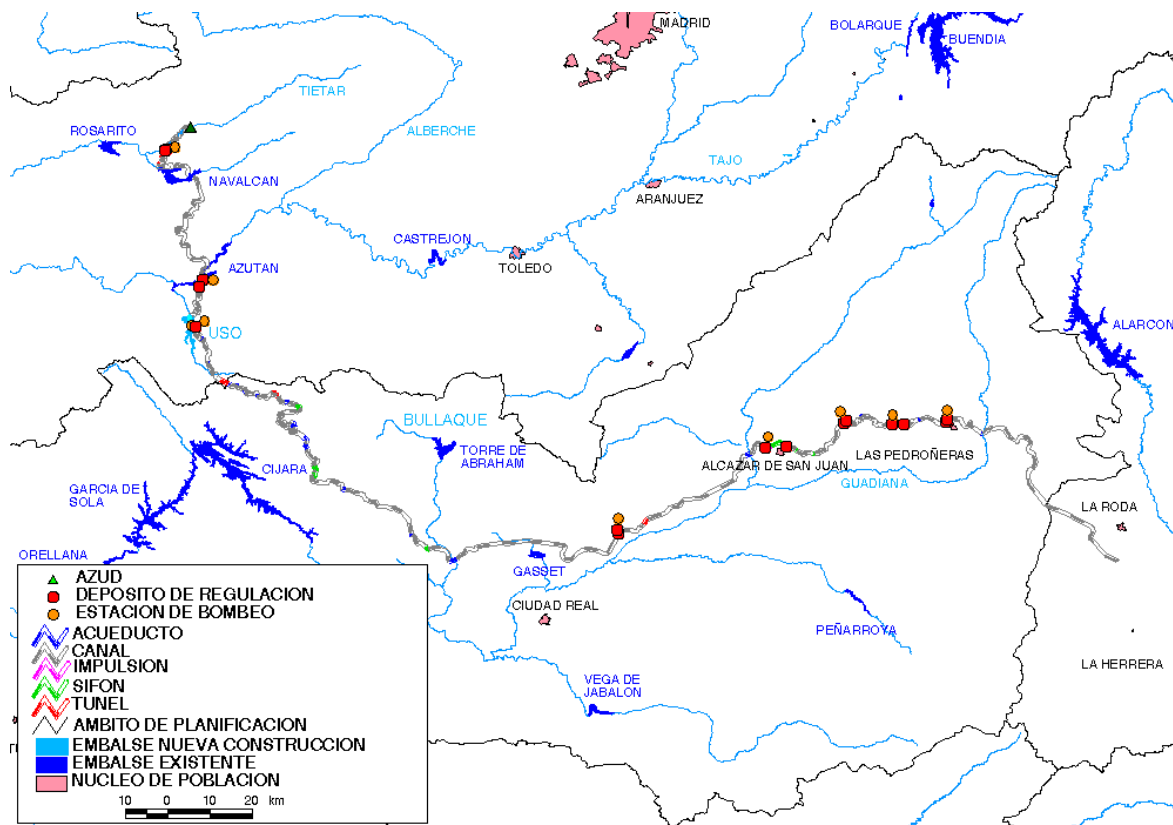


Figura 46. Características del trasvase Tiétar-La Roda

Las afecciones hidroeléctricas son menores que en las restantes derivaciones de la cuenca del Tago, puesto que aunque introducen nuevos puntos afectados, como son el embalse de Rosarito y el de Torrejón Tiétar, no se ven perjudicados otros saltos importantes, como los de Castrejón, Azután o Torrejón-Tago. Están cuantificadas en el documento de costes básicos. No existe posibilidad de recuperación de energía.

En cuanto a las afecciones al medio natural, la interferencia con espacios naturales protegidos se recoge en el documento correspondiente. Únicamente se señala aquí que se afecta a los espacios de Navalcán y Azután, al atravesarlos perpendicularmente en acueducto, así como la ZEPA del Valle del Tiétar, embalse de Rosarito y Navalcán, que se contornea a lo largo de 11 km y se atraviesa a los largo de 21 aproximadamente. Esta afección es, en principio, inevitable manteniendo

el punto de captación. Igualmente se atraviesa a lo largo de 7 km las Llanuras de Oropesa, Lagartera, Calera y Chozas, que constituyen otro espacio protegido. Estas dos interferencias se producen antes de atravesar en acueducto el embalse de Azután. Asimismo, como ya se ha señalado, se discurre muy próximo al Parque de Cabañeros (350 m desde su perímetro), aunque sin atravesarlo.

Para su integración en el grafo de flujos globales, esta solución se ha dividido en cuatro tramos (los tres últimos coincidentes con las derivaciones previstas en el proyecto inicialmente elaborado por la Comunidad Autónoma de Murcia), que son los siguientes y cuyas características detalladas pueden encontrarse en el documento de costes básicos:

- Tiétar-Aldeanueva: comienza en el azud de derivación en el Tiétar y termina en la elevación aguas abajo del acueducto mediante el que se cruza el embalse de Azután.
- Aldeanueva-Daimiel: comienza en la elevación aguas abajo del acueducto de Azután y termina en la elevación de las Tablas de Daimiel. Incluye como regulación intermedia el embalse de Uso.
- Daimiel-Mancha Occidental: se inicia en la elevación de las Tablas de Daimiel y concluye en la de Alcázar de San Juan.
- Mancha Occidental- La Roda:: parte de la elevación de Alcázar de San Juan para terminar en la incorporación al ATS en La Roda.

3.5.2.2. TRANSFERENCIAS CON ORIGEN EN EL PROPIO RÍO TAJO

Existen dos puntos posibles de derivación, como ya se ha señalado anteriormente, el embalse de Azután y el río Tajo a la altura de Toledo.

3.5.2.2.1. EMBALSE DE AZUTÁN

Como se ha descrito en los Antecedentes, este embalse, situado en el Tajo aguas abajo de la confluencia del Alberche, ha sido propuesto como origen de transferencias destinadas al Guadalquivir y al Guadiana. Sin embargo, presenta interés igualmente, una vez abandonados estos destinos, como fuente de una transferencia destinada a completar los recursos del ATS, al que podría incorporarse a la altura de la Roda, siguiendo el trazado Tiétar-La Roda antes descrito.

También podría estudiarse un recorrido alternativo, puesto que se abandona la idea de suministrar agua a Ciudad Real y a las Tablas de Daimiel, que en vez de atravesar la divisoria Tajo-Guadiana remontado el río Uso, siguiera primero paralela al cauce del Tajo por la falda Norte de los Montes de Toledo, para atravesarlos después a cota algo más baja que al traza Tiétar-La Roda y por un terreno menos movido en el entorno del municipio de Turleque.

La alternativa que se plantea aquí derivando desde Azután consiste en aprovechar el trazado Tiétar-La Roda antes descrito. Dicha traza atraviesa el embalse de Azután

en acueducto a la cota 372 y nada más hacerlo dispone una elevación de 150 m de altura geométrica desde la cual se llega al embalse de Uso.

Por tanto, lo único que es necesario añadir es una elevación que tenga en cuenta la carrera del embalse y la altura del acueducto sobre el máximo nivel normal del embalse (cota 354). La cota de toma del bombeo sería la 343, por debajo de la cual el volumen almacenado es muy reducido. Esto supone incrementar la altura de bombeo en 29 m.

Por tanto, las únicas modificaciones que implica derivar directamente desde Azután frente a hacerlo desde el Tiétar son la supresión de la conducción entre el Tiétar y este embalse (tramo Tiétar-Aldeanueva de 76 km de longitud), así como la incorporación de un pequeño tramo constituido por la estación de bombeo y la impulsión que salva el desnivel de 29 m entre la cota de captación del embalse de Azután y la de entrada a la elevación de Aldeanueva, en la que comienza el tramo siguiente Aldeanueva-Daimiel. Esta tramificación se realiza a efectos de coste y de esquema de optimización. En caso de resultar elegida esta alternativa, se dispondría una sola elevación de 180 m de altura geométrica desde el embalse de Azután.

Al igual que en la derivación desde el Tiétar es necesario contar con el embalse de Uso para regular la derivación, de manera que el sobredimensionamiento corresponda exclusivamente a la conducción entre el embalse de Azután y el de Uso. La capacidad necesaria de esta conducción es del orden del triple del caudal continuo, al igual que en el caso de derivar desde el Tiétar, según se indica en el documento dedicado al análisis del sistema de explotación de la cuenca del Tajo.

Captar el agua en Azután tiene sustanciales ventajas desde el punto de vista de las afecciones a espacios naturales protegidos frente a derivar del Tiétar. Ello obedece a que se evita intersectar tanto la ZEPA del Valle del Tiétar y embalses de Rosarito y Navalcán, como las Llanuras de Oropesa, Lagartera, Calera y Chozas. Se mantiene el resto de afecciones, que no son tan directas como las mencionadas. Estos aspectos se analizan con más detalle en el documento específico dedicado a esta materia.

En cambio, en lo que a la calidad del agua se refiere, derivar desde Azután es claramente más desfavorable, hasta el punto que, según se indica en el documento específico, sería necesario un tratamiento en origen para, como mínimo, reducir el contenido de fósforo, lo que aumenta considerablemente el coste unitario.

Al igual que en el caso del Tiétar-La Roda, contar con el embalse de Uso permite reducir el coste energético, puesto que podría contarse con sus aportaciones propias, prescindiendo de 180 m de elevación desde Azután. En esta ocasión, a esta ventaja se le añade que la mezcla del agua derivada desde Azután con la del río Uso en el embalse puede suponer una mejora que reduzca la intensidad del tratamiento necesario en origen (según se justifica en el documento específico sobre esta materia), abaratando el coste del proceso. Esta mejora debe ser objeto de estudio en fases posteriores, puesto que requiere conocer con detalle la forma de explotación de la transferencias (períodos y volúmenes de derivación). Por ello, no se ha tenido en cuenta en la valoración económica de la alternativa.

Las afecciones hidroeléctricas también son mayores que en el caso de derivar desde el Tiétar, aunque menores que en el caso de captar desde el Jarama o desde el Tajo en

Toledo, puesto que el volumen derivado no podría turbinarse en la central de Azután. La valoración correspondiente se encuentra en el Documento de costes.

Para su integración en el grafo global, esta solución se ha dividido en los cuatro tramos siguientes, que, salvo el primero coinciden con los de la alternativa Tiétar-La Roda:

- Azután-Aldeanueva: corresponde a la elevación de 29 m de altura geométrica que toma del embalse de Azután y conecta con la elevación del Tajo de la alternativa Tiétar-La Roda (situada nada más cruzar el embalse en acueducto), para seguir a partir de aquí el mismo trazado que ésta.
- Aldeanueva-Daimiel: comienza en la elevación aguas abajo del acueducto de Azután y termina en la elevación situada a la altura de Las Tablas de Daimiel. Incluye el embalse de Uso como elemento de regulación intermedia.
- Daimiel-Mancha Occidental: se inicia en la elevación de las Tablas de Daimiel y concluye en la de Alcázar de San Juan.
- Mancha Occidental- La Roda: parte de la elevación de Alcázar de San Juan para terminar en la incorporación al ATS en La Roda.

3.5.2.2.2. RÍO TAJO EN TOLEDO

El Tajo aguas abajo de Toledo fue propuesto como origen de una transferencia destinada a la cabecera del Guadiana, tal como se expuso en los Antecedentes. Una de las posibilidades presentadas por Marín, contemplaba el transporte de los recursos captados hasta la zona de Alcázar de San Juan para ser empleados para riego, sustituyendo así a los extraídos del Acuífero de la Mancha Occidental y contribuyendo de esta manera a su recuperación. El volumen derivado se regulaba en el embalse de Finisterre, sobre el Algodor, ya existente y con capacidad disponible, dando mayor flexibilidad al funcionamiento del trasvase.

De acuerdo con lo indicado en el análisis del Alto Guadiana ahora no se estima necesario un trasvase con la finalidad anterior. Sin embargo, puesto que existen recursos disponibles, la idea propuesta mantiene su interés, pero siendo ahora el destino del volumen derivado aportar recursos adicionales al ATS a la altura de La Roda.

Para ello, se construiría un trasvase entre el Tajo aguas abajo de Toledo y Alcázar de San Juan, prolongando la traza propuesta por Marín hasta enlazar con la alternativa Tiétar-La Roda en la balsa de regulación de salida del bombeo de la elevación de Alcázar de San Juan prevista en este último trazado. A continuación se describe el recorrido desde la derivación del Tajo, que puede verse en la figura siguiente.

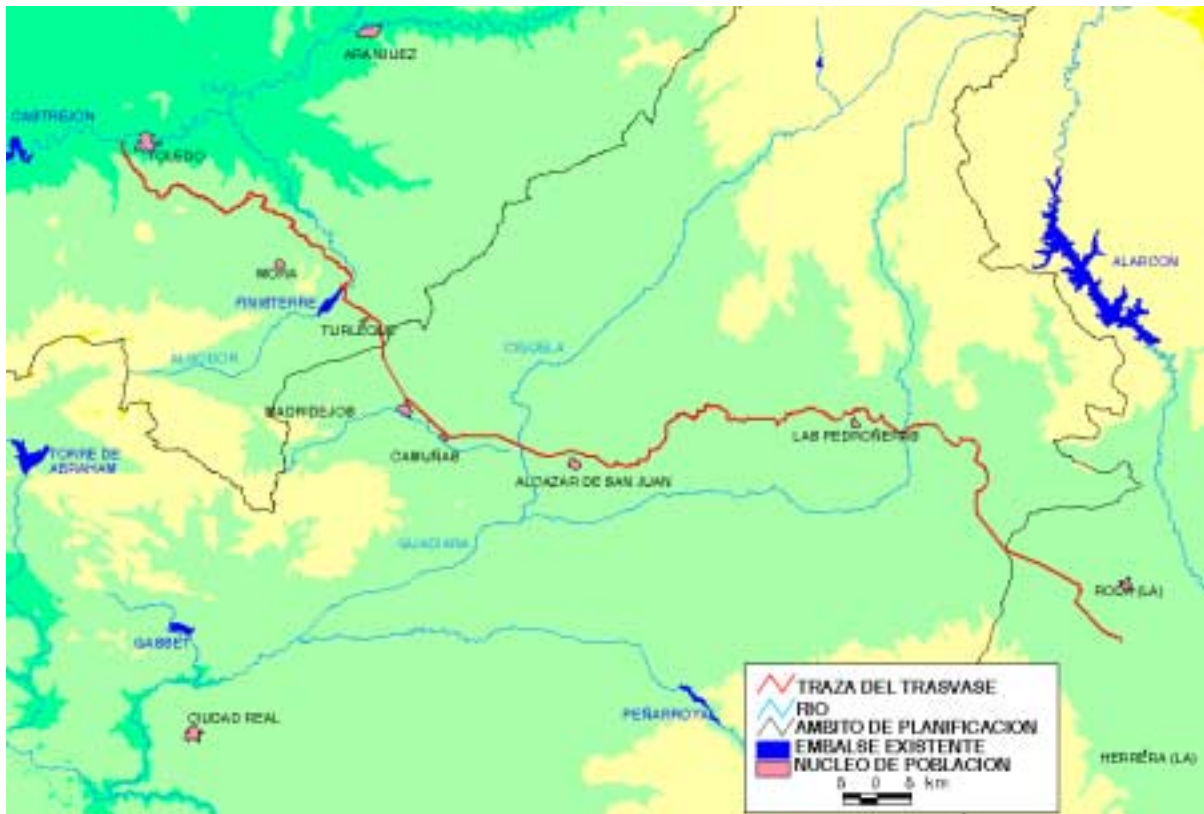


Figura 47. Plano de situación del trasvase Tajo en Toledo-La Roda

La captación tiene lugar desde un azud existente en el Tajo, unos 5 km aguas abajo de su paso por Toledo. Tras el azud, a la cota 437, la altura inicial de elevación total se consigue con dos bombeos dispuestos uno a continuación del otro. Se fracciona la elevación para reducir a límites razonables la longitud de la impulsión que sería necesaria si se dispusiera un solo bombeo debido a la topografía del terreno. Puesto que ambas están muy próximas, no se ha previsto un depósito de regulación aguas arriba de la segunda, construyéndose una balsa de modulación diaria a la salida.

La primera elevación salva un desnivel de 183 m y la segunda, dispuesta casi inmediatamente aguas abajo, de 67 m, alcanzando la cota 687, desde donde discurre por gravedad hasta el embalse de Finisterre, al que vierte el volumen trasvasado a la cota 679. La utilización de este embalse es factible sin interferir con la regulación de sus propias aportaciones porque estas son muy reducidas en comparación con su capacidad (133 hm³). La longitud de la conducción hasta el embalse de Finisterre es de 62 km. Este embalse permite regular la derivación en Toledo, de manera que el sobredimensionamiento de capacidad de transporte frente al caudal continuo correspondiente al volumen derivado que puede exigir la irregularidad del Tajo en Toledo, según se indica en el Documento dedicado al análisis de la cuenca del Tajo, desaparece a partir de él.

El volumen regulado en este embalse continua hacia aguas abajo mediante un bombeo que salva un desnivel de 41 m, entre la cota 662 y la 703, necesaria para cruzar la divisoria Tajo-Guadiana. La cota 662 se elige por ser muy reducido el volumen embalsado por debajo de ella.

Desde la elevación se sigue el trazado propuesto por Marín hasta el PK 90 aproximadamente. Allí, justo aguas arriba del sifón que cruza el río Amarguillo, se abandona, dirigiéndose hacia Alcázar de San Juan siguiendo prácticamente el trazado de la carretera entre este núcleo y Madridejos.

Primero discurre en canal a cielo abierto 6 km, sobrepasando el pueblo de Camuñas, transformándose después en un sifón de 20 km que enlaza con la traza de la transferencia Tiétar-La Roda a la altura de la balsa de salida de la elevación de Alcázar de San Juan prevista en este última. El tramo comprendido entre Finisterre y la conexión con el trazado Tiétar-La Roda tiene una longitud de 56 km.

La longitud total entre Toledo y Alcázar de San Juan es de 117 km, de los cuales 4 km son de impulsión, 85 km de canal a cielo abierto y 28 km de sifón. La altura total de bombeo en este tramo es de 291 m. No existe posibilidad de recuperar energía mediante aprovechamientos hidroeléctricos.

El resto de la conducción hasta enlazar con el ATS en La Roda coincide con el tramo Mancha Occidental-La Roda de la alternativa que partiendo del Tiétar enlaza con el ATS. Esta coincidencia no es completa, puesto que en la alternativa que parte del Tiétar, el tramo Mancha Occidental-La Roda empieza en la toma de la elevación de Alcázar de San Juan y termina en La Roda. En cambio, en el presente caso, la elevación de Alcázar no es necesaria, disponiéndose de cota suficiente desde el bombeo de Finisterre para enlazar directamente con la balsa de salida de Alcázar (cota 681,5).

La altura geométrica de la elevación de Alcázar es de 41 m, que coincide con la del bombeo de Finisterre. El caudal también es el mismo en ambos casos. Por ello, exclusivamente a efectos de la valoración incluida en el Documento de Costes y con la finalidad de mantener un único tramo Mancha Occidental-La Roda, no se considera la elevación de Finisterre en el tramo Toledo-Alcázar de San Juan. Esta elevación, a efectos de coste exclusivamente es sustituida por la de Alcázar, con la misma altura geométrica y el mismo caudal. En toda caso así se está del lado de la seguridad en cuanto a costes, puesto que la impulsión de Alcázar es más larga que la de Finisterre y requiera balsa a la entrada y a la salida, mientras que la de Finisterre solo lo hace a la salida.

Desde la balsa de salida de Alcázar de San Juan hasta la conexión con el ATS, la longitud total es de 134 km, de los cuales 5 km corresponden a impulsiones, 1 km a sifones, 1 km a acueductos y 127 km a canal. La altura total de elevación es de 68m, distribuida en la tres elevaciones siguientes: el Toboso, Mota del Cuervo y Las Pedroñeras, cuyas características detalladas pueden encontrarse en el documento de costes.

Por tanto, la longitud total entre Toledo y La Roda asciende a 251 km, de los cuales 9 km corresponden a impulsión, 29 km a sifón, 1 km a acueducto y 212 a sifón. La altura geométrica total de elevación es de 359 m.

La detracción de caudales afecta a todos los saltos del Tajo Medio y Bajo, al igual que la transferencia Jarama-Bolarque, ocasionando las mismas afecciones hidroeléctricas que ella, cuantificadas en el documento correspondiente.

El trazado entre Toledo y Alcázar de San Juan no interfiere con espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales. Desde Alcázar de San Juan presenta los mismos problemas ambientales que la alternativa Tiétar-La Roda, puesto que coincide con ella. Este extremo se analiza con detalle en el Documento correspondiente. Cabe destacar que elimina todos los problemas ambientales originados por esta alternativa relativos a la ZEPA del Valle del Tiétar y embalses de Rosarito y Navalcán, al espacio protegido de las Llanuras de Oropesa, Lagartera, Calera y Chozas, así como a los Parque Nacionales de Cabañeros y Las Tablas deDaimiel.

La calidad en origen es deficiente, puesto que aún está muy próxima la incorporación del Jarama con los vertidos de las aguas residuales de Madrid y más próxima aún la incorporación de los vertidos de Toledo. La contaminación orgánica es por tanto elevada por lo que es necesario estudiar con detalle el riesgo de contaminación de los medios que atraviese y disponer el tratamiento adecuado en origen, que, como mínimo, deberá eliminar fósforo. Este aspecto se analiza con más detalle en el Documento dedicado a la calidad del agua.

Para su integración en el grafo de circulación general se supondrá que está constituida por los dos tramos siguientes:

- Toledo-Mancha Occidental: realmente discurre entre el azud de derivación en el Tajo en Toledo y la balsa de salida de la elevación de Alcázar de San Juan de la alternativa Tiétar la Roda y requiere tres elevaciones, dos en origen y una en el embalse de Finisterre. Como ya se ha indicado, a efectos de su integración en el grafo y de análisis de costes, se prescinde de la elevación de Finisterre, sustituyéndola por la de Alcázar de San Juan en el tramo siguiente. Se considerará que termina en la balsa de toma de la elevación de Alcázar del tramo Mancha Occidental-La Roda.
- Mancha Occidental- La Roda: coincidente con el mismo tramo de la transferencia Tiétar-La Roda, entre la elevación de Alcázar de San Juan y el ATS.

3.6. MODIFICACIONES DEL ATS

En este apartado se describen las modificaciones que se considera conveniente introducir en el ATS, tanto con la necesidad de transporte máximo actual como en el caso de la ampliación hasta el máximo de proyecto, que asciende a unos 900 hm³/año, suponiendo siempre que se dejan libres 1'5 meses para labores de mantenimiento y conservación. Algunas de las modificaciones son imprescindibles si se pretende que se alcance dicha capacidad máxima.

Dentro de las modificaciones posibles, en el documento correspondiente se ha analizado el coste que supondría incrementar la capacidad del ATS por encima del máximo de proyecto, bien recreciendo la conducción existente o incluso haciendo una nueva, de acuerdo con los criterios allí expuestos.

La actuación imprescindible para superar los límites actuales es la eliminación del estrangulamiento del túnel del Picazo (modificando su régimen o procediendo a su expropiación), o la construcción del nuevo túnel de Tébar.

Asimismo, con vistas a una mejora en las posibilidades de regulación en el Segura se ha propuesto como conveniente la ejecución del túnel de conexión entre los embalses de Talave y Cenajo, lo que puede considerarse una extensión del ATS o una obra propia de la cuenca del Segura. Sin perjuicio de su posible utilidad en este sentido se podría además generar energía con un salto en la entrega, y mejorar la calidad del agua impidiendo su paso por terrenos salinos en el río Mundo, muy ricos en sulfatos. Esta obra ha sido objeto de numerosos estudios y se encuentra programada entre las actuaciones a desarrollar por la Sociedad de aguas de la cuenca del Segura.

Dentro de las obras convenientes, aunque no imprescindibles, se incluyen también las centrales hidroeléctricas, cuya ejecución ya se previó en su día, pero que no llegó a materializarse. Se trata de cinco saltos. En los apartados que siguen se detallan cada una de las actuaciones mencionadas. A continuación se incluyen dos figuras en las que puede verse la situación actual del ATS, y una vez realizadas las modificaciones indicadas.

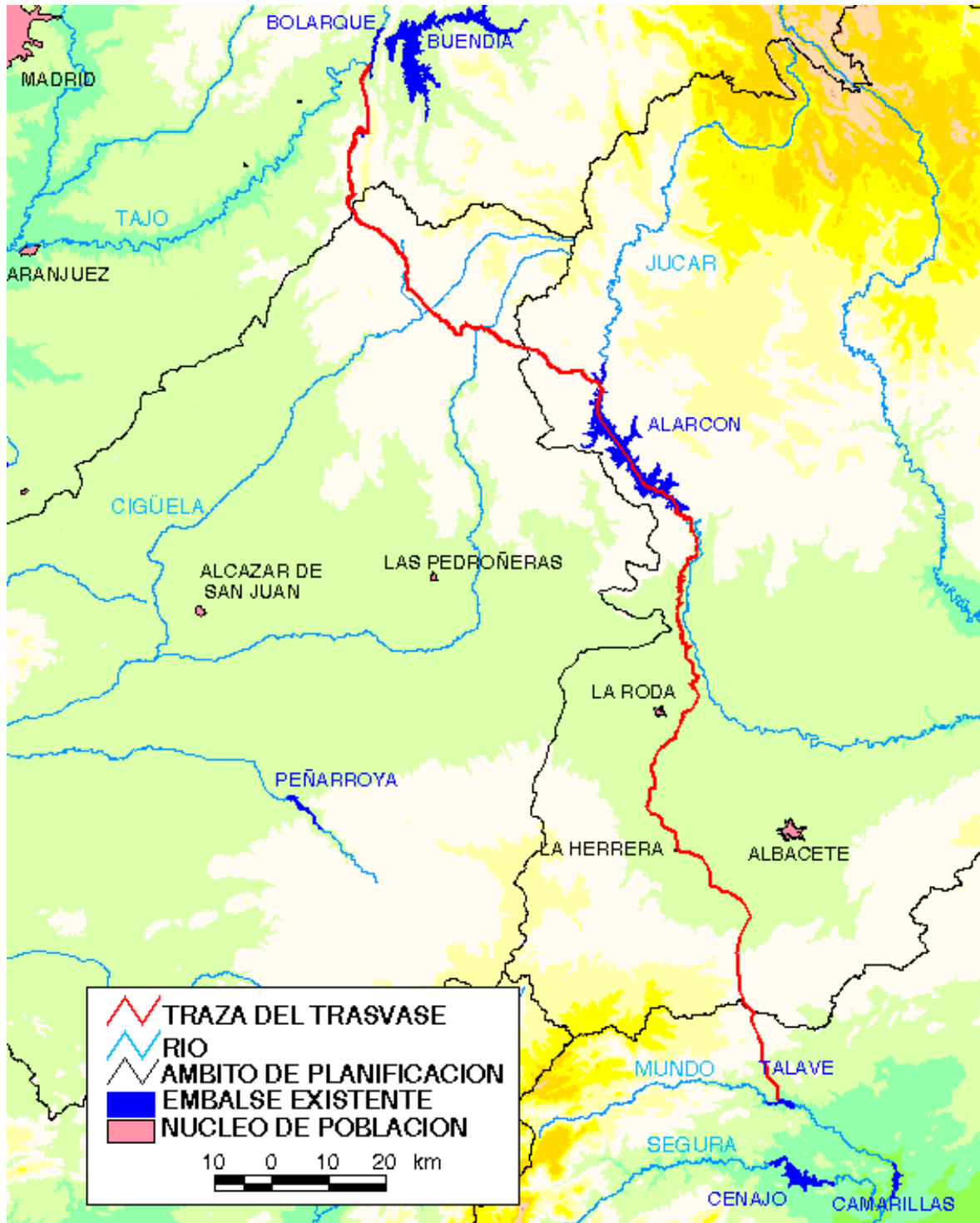


Figura 48. ATS en la situación actual

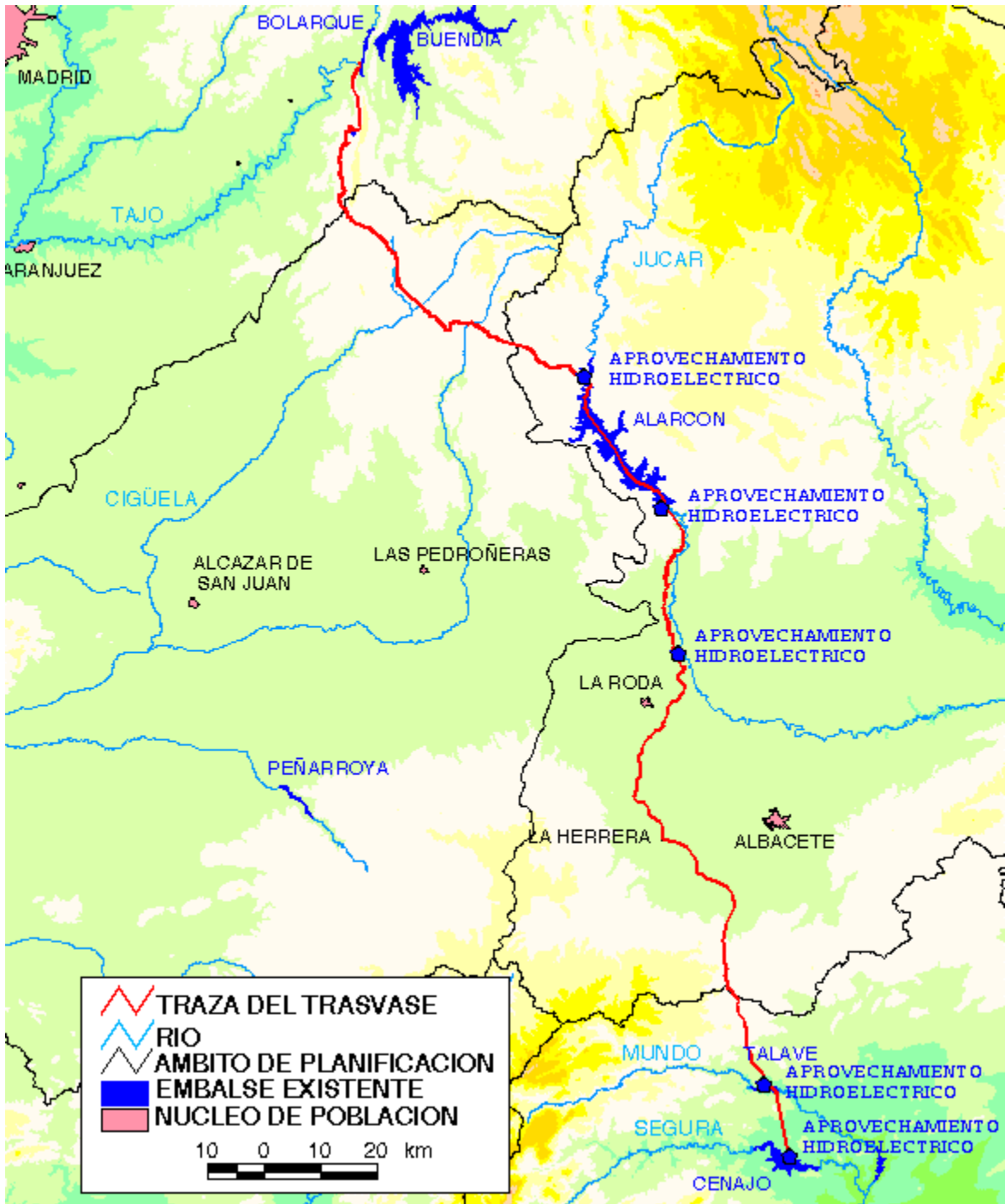


Figura 49. ATS con las modificaciones propuestas

3.6.1. TÚNEL DE TÉBAR

Como es sabido, el ATS utiliza en la actualidad el embalse de Alarcón exclusivamente como elemento de paso, con un régimen estricto de entradas por salidas exigido por ley. Desde Alarcón, el caudal correspondiente al trasvase se vierte al Júcar y discurre por su cauce hasta al azud del Picazo. En ese punto las aguas son derivadas por el túnel del mismo nombre, propiedad de Iberdrola, que

termina en la cámara de carga donde se inicia la tubería forzada que conduce a la central emplazada próxima al cauce del río Júcar. De dicha cámara parte también la continuación del ATS.

El túnel del Picazo es preexistente al ATS y está destinado a la producción de energía. Su capacidad es de 37 m³/s.

Debido a la elevada inversión necesaria para acometer un nuevo túnel, al construir el ATS se decidió aprovechar el existente mediante acuerdo con la empresa hidroeléctrica, puesto que permitía transportar importantes caudales sin interferir, en principio, con el aprovechamiento existente. En caso de requerirse su capacidad de transporte para las aguas del trasvase, la merma de producción de energía se compensaría económicamente a la empresa propietaria. Todo ello quedó recogido en el correspondiente acuerdo. Las razones para prescindir del nuevo túnel fueron pues exclusivamente económicas, teniendo en cuenta que no era técnicamente imprescindible para la primera fase.

El nuevo túnel, denominado de Tébar por estar en las inmediaciones del pueblo del mismo nombre, tiene una longitud de 11 km. Arrancaría, en carga, de la margen derecha del embalse de Alarcón, unos 300 m aguas arriba de la presa, y termina en el mismo punto que el del Picazo (en la cámara de carga de la central del mismo nombre), enlazando con el tramo del ATS a cielo abierto existente. Tiene un primer tramo en carga, de 1 km de longitud aproximadamente, a la salida del cual se encuentra un cuenco amortiguador desde el cual puede verter a un arroyo que confluye con el río Júcar aguas abajo de la Presa de Alarcón.

Coincidiendo con el final del tramo en carga, aguas arriba del cuenco se instala un nuevo salto, que aprovecha un desnivel máximo de 56 m. Justo aguas abajo del cuenco comienza un túnel en lámina libre que conduce hasta la cámara de carga del Picazo. Cabe destacar que las condiciones geológicas no parecen, en principio, desfavorables.

La construcción del nuevo túnel sólo se ha considerado en aquellos casos en que la capacidad supera los 680 hm³/año, cifra fijada como umbral tentativo, aunque ambas posibilidades técnicas (modificación o expropiación del Picazo, y nuevo túnel de Tébar) podrían plantearse en principio para cualquier gama de caudales. La precisión final de estas cuestiones requerirá, en su caso, de posteriores estudios de detalle.

En la figura siguiente puede verse la traza del ATS actualmente existente en este tramo así como la correspondiente al nuevo túnel de Tébar.

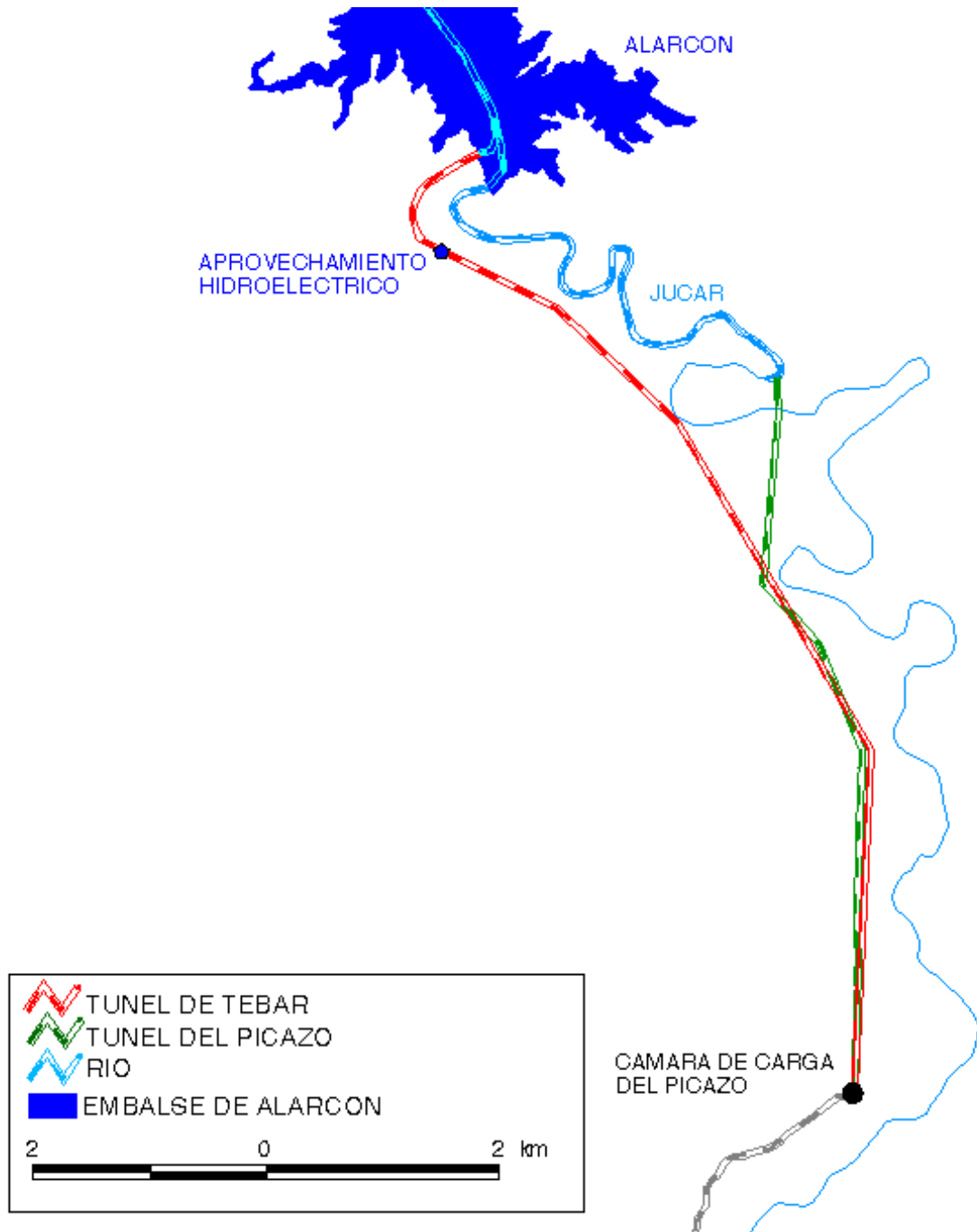


Figura 50. Túnel de Tébar

3.6.2. TÚNEL TALAVE-CENAJO

Como ya se ha indicado, la finalidad esencial de este túnel sería disponer de mayor capacidad de regulación en destino y generar energía, además de mejorar la calidad del agua.

La cota de MNN del Talave es la 507 y la del Cenajo la 430. Por tanto, además del interés que pueda presentar la regulación, la construcción del túnel puede justificarse para aprovechar la energía producible disponiendo un aprovechamiento

en la incorporación del caudal trasvasado al embalse del Cenajo. El salto bruto máximo sería de 70 m.

La longitud del túnel es de 13 km. No son previsibles grandes problemas geológicos teniendo en cuenta la naturaleza del terreno atravesado (básicamente calizas masivas), aunque podrían darse problemas locales y afectarse acuíferos. Su construcción se ha considerado, a efectos de valoración económica, en todos los casos, con independencia de la capacidad de transporte del ATS, y para analizar el efecto de la central. En la figura siguiente puede verse una planta del conjunto descrito.

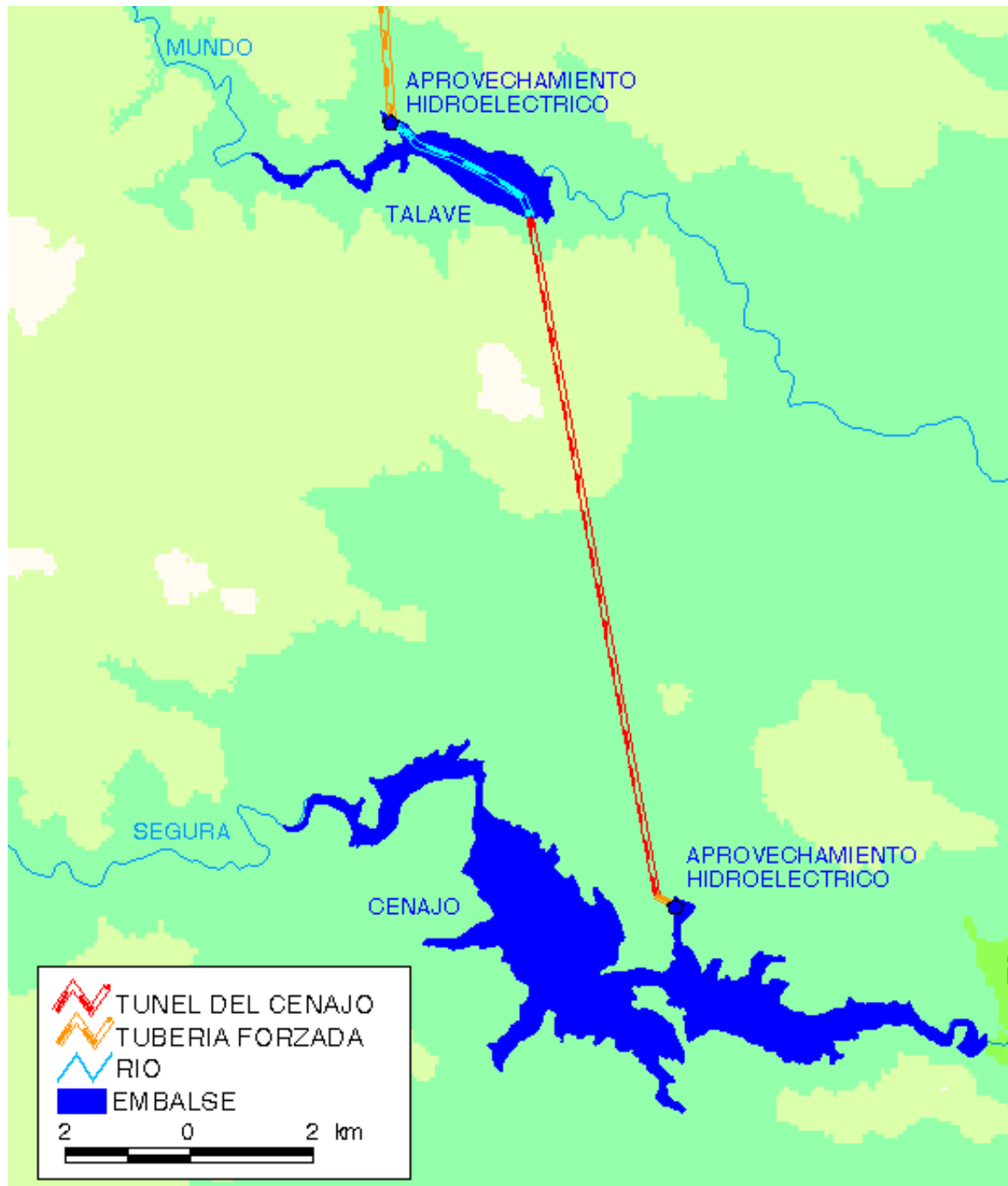


Figura 51. Túnel Talave-Cenajo

Este túnel y la central integran un tramo del grafo de circulación general, cuyas características detalladas pueden verse en el documento de costes básicos.

Cabe señalar que, como se indicó, se prevé que la conexión de estos dos embalses sea acometida en breve, promovida por la Sociedad estatal Aguas de la Cuenca del Segura y la Mancomunidad de Canales del Taibilla, interesada en la mejora de la calidad del agua.

3.6.3. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Se trata de construir, además de las ya indicadas, las centrales que en su día se previeron, pero que finalmente no se materializaron, colocando en su lugar las rápidas correspondientes. Su interés económico, máxime en el caso de funcionamiento del ATS con una circulación en torno a los 600 hm³/año o superior, es indudable. Todas ellas requieren la construcción tanto de la central como de las tuberías forzadas correspondientes.

No se consideran en este análisis las distintas situaciones administrativas de estos expedientes, atendiendo únicamente a su funcionalidad hidráulica y su evaluación económica.

La primera de ellas, denominada central de Belmontejo, se encuentra en la descarga al embalse de Alarcón. Aprovecha básicamente el desnivel correspondiente a la rápida terminal de descarga en el embalse, entre las cotas 846 y 806 de MNN de Alarcón. El salto bruto es, por tanto, de 40 m.

La segunda es la ya indicada del túnel de Tébar, con un salto bruto máximo de 56m.

La tercera aprovecha el desnivel correspondiente a la rápida de Villalgordo, en el tramo Alarcón-La Roda, a la altura del pueblo del mismo nombre. El desnivel y, por tanto el salto bruto, es de 22 m, entre las cotas 737 y 715.

La cuarta se ubica antes de la descarga al embalse del Talave. Utiliza el desnivel existente, 149 m, entre la boca de salida del túnel, cota 656, y el MNN del embalse, cota 507 m. Para ello es necesario, en principio, disponer una tubería forzada de 5 km de longitud que reemplace a las actuales rápidas de Fontanar. En estudios más detallados cabe analizar otras posibilidades que permitan acortar esta longitud, modular o agrupar los saltos, etc.

La quinta y última es la ya descrita a la salida del túnel entre los embalses de Talave y Cenajo, con un desnivel máximo de 70 m.

En síntesis, la altura geométrica máxima con las cinco centrales asciende a 334 m, mientras que la elevación entre pie de presa de Bolarque y la conducción del ATS en la Bujeda es de 279.

Se ha supuesto que se construyen las centrales para cualquier capacidad de transporte del ATS, puesto que su efecto es siempre beneficioso, como puede comprobarse en el Documento de costes básicos.

La ubicación de las centrales propuestas sobre la traza del ATS puede verse en la figura inicial, donde se recogen todas las modificaciones.

3.6.4. DIVISIÓN DEL ATS EN TRAMOS

A efectos de su inclusión en el grafo de circulación general, el ATS se ha dividido en los siguientes tramos, cuyas características detalladas se recogen en el documento de costes básicos:

- Tramo Bolarque Cigüela: comienza en el embalse de Bolarque y termina en el inicio del acueducto del Cigüela, coincidiendo con la derivación a las Tablas de Daimiel y Mancha occidental.
- Tramo Cigüela-Alarcón: comienza en el inicio del acueducto del Cigüela y termina en el embalse de Alarcón, incluyendo la turbinación de Belmontejo, a través de la cual vierte a dicho embalse.
- Tramo Alarcón-La Roda: comienza en el embalse de Alarcón y termina coincidiendo con la incorporación del trasvase Tiétar-La Roda, ya descrito (aproximadamente a la altura de La Roda). Si no se amplía el transporte por encima de 680 hm³/año, se mantiene el túnel del Picazo y, en caso contrario, se incluye el túnel de Tébar. Siempre considera la central de Villalgordo.
- Tramo La Roda-La Herrera: está delimitado por la incorporación del trasvase Tiétar-La Roda al ATS y el punto en el que se ha considerado, en los estudios derivados del Anteproyecto de Ley de PHN de 1993, una derivación al Guadalquivir, según se ha reflejado en el capítulo de antecedentes.
- Tramo La Herrera-Talave: comienza al final del tramo anterior y termina en el embalse de Talave. Incluye la central de Fontanar o Talave, mediante la cual vierte al embalse.
- Tramo Talave-Cenajo: se trata de un tramo en túnel que enlaza los dos embalses e incluye la central de Cenajo, a través de la cual entrega el agua en este último.

3.7. DISTRIBUCIÓN AL SURESTE

Como se indicó anteriormente, bajo este epígrafe se engloban una serie de conducciones, algunas ya existentes, que permiten la comunicación hidráulica entre las cuencas del Júcar, Segura y Sur. Muchas de ellas no constituyen un trasvase entre distintos ámbitos de planificación, discurriendo en su totalidad dentro de una misma cuenca. Sin embargo, permiten la distribución de los volúmenes destinados al Sureste procedentes bien del Ebro o bien los conducidos por el ATS, con origen en las cuencas del Duero, del Tajo o incluso, del propio Júcar. La combinación de estas conducciones permite comunicar la cuenca del Ebro o las que alimenten el ATS con la cuenca del Sur.

En la figura siguiente puede verse una planta general con todas las conducciones englobadas en este epígrafe.

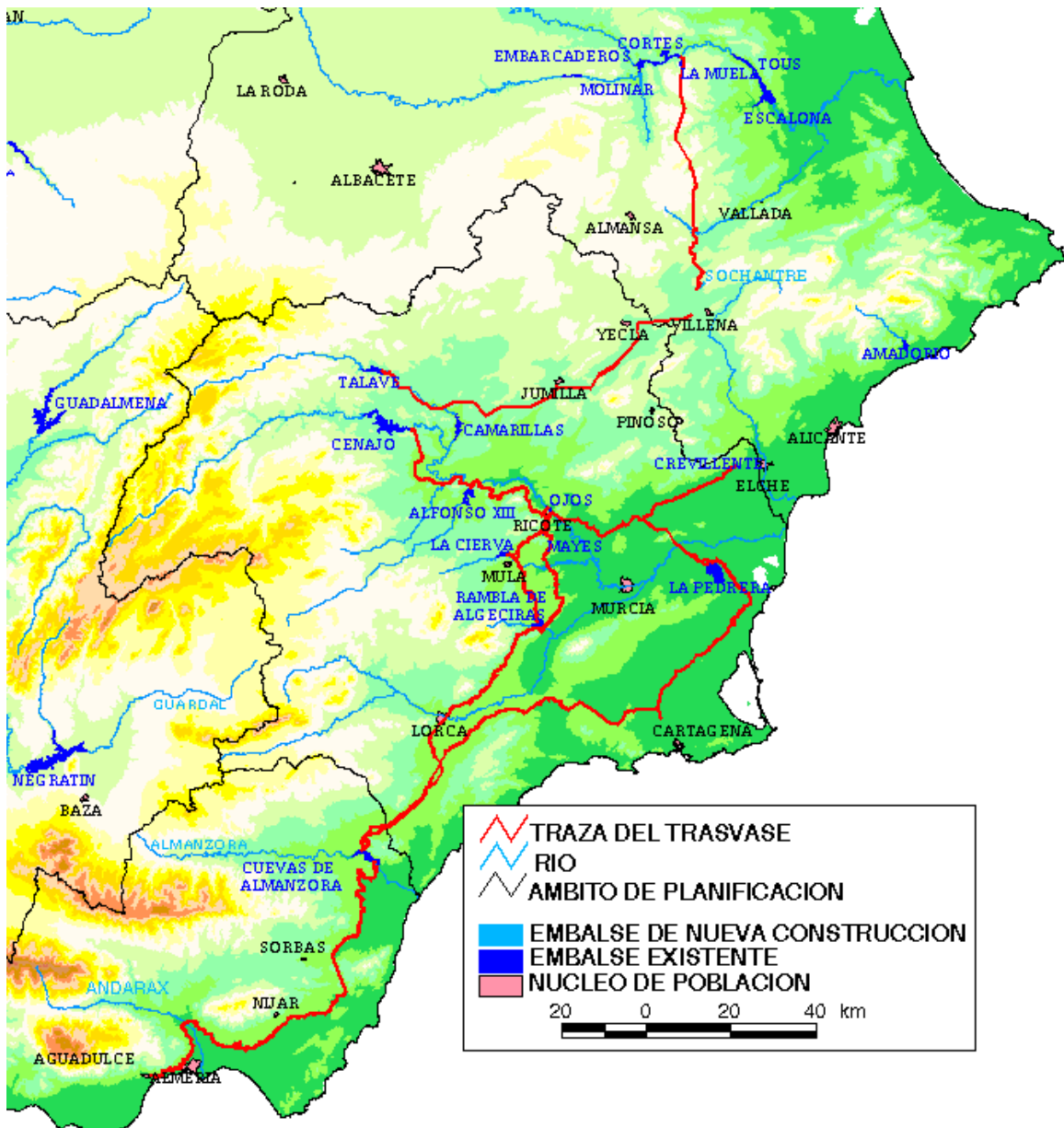


Figura 52. Soluciones englobadas dentro de la distribución al Sureste

3.7.1. JÚCAR-VINALOPÓ

Se trata de una conducción que materializa una transferencia prevista en el Plan Hidrológico del Júcar, dentro de su propio ámbito, y, por tanto, no constitutiva de un trasvase en los términos jurídicos previstos por la Ley de Aguas. Su objetivo es paliar el déficit estructural del área del Vinalopó, Alacantí y Marina Baja (sobreeplotación de acuíferos y déficit de abastecimientos) con sobrantes del Júcar, cuando los haya, y hasta un máximo de 80 hm³/año.

En el R.D.L. 9/1988, de 28 de agosto, se declaró como obra de interés general esta transferencia, indicando que las obras necesarias consisten en una conducción con origen en el río Júcar y entrega en el entorno de Villena, donde se encuentran

algunos de los acuíferos sobreexplotados, y desde donde parten las infraestructuras ya existentes para conducir los recursos a los centros de consumo.

La empresa pública Aguas del Júcar ha contratado la redacción del proyecto de las obras indicadas, habiéndose concluido en octubre de 1999. El interés de su consideración en el presente estudio reside en que puede ser una solución alternativa o complementaria a las ya planteadas como tramos del trasvase desde el Ebro, puesto que comunica dos puntos neurálgicos dentro de dicho esquema, como ya se indicó en el apartado correspondiente. El proyecto realizado responde exclusivamente al transporte de 80 hm³. Seguidamente se reflejan las principales consideraciones planteadas en dicho proyecto.

Tras estudiar diversas alternativas, la solución que se propone para el trasvase intracuenca es tomar del embalse de Cortes, entre Embarcaderos y Tous, mediante un bombeo que eleva el agua hasta la meseta de La Muela, donde se dispone un depósito cuya cota máxima es la 828. La cota alcanzada en cabecera permitiría la disposición de saltos para generar energía (la cota del depósito es la 828 m y la de Villena, la 550). Las afecciones energéticas coinciden con las ocasionadas por la toma desde Embarcaderos.

Se han analizado otras soluciones que toman aguas abajo de Tous para eliminar la afección hidroeléctrica correspondiente al volumen derivado, que no se turbinaría en Cortes, así como las retenciones de los usuarios aguas abajo. Han sido desechadas por su elevado consumo en bombeo, que origina un coste unitario muy considerable (la cota del cauce en Tous es del orden de 50 m, lo que requiere salvar un desnivel de aproximadamente 500 m, sin posibilidad de recuperación energética, para llegar hasta Villena). Todas las soluciones estudiadas discurren exclusivamente por territorio de la comunidad valenciana.

La conducción tiene una longitud de 68 km, entre el embalse de Cortes y una presa de nueva construcción en las inmediaciones de Villena, en la que terminaría el trasvase propiamente dicho. Desde ella se deriva por pie de presa hasta un depósito de regulación al que se vierte a través de un aprovechamiento hidroeléctrico. Desde esta balsa se realiza la distribución final. En la figura siguiente puede verse el trazado del trasvase.

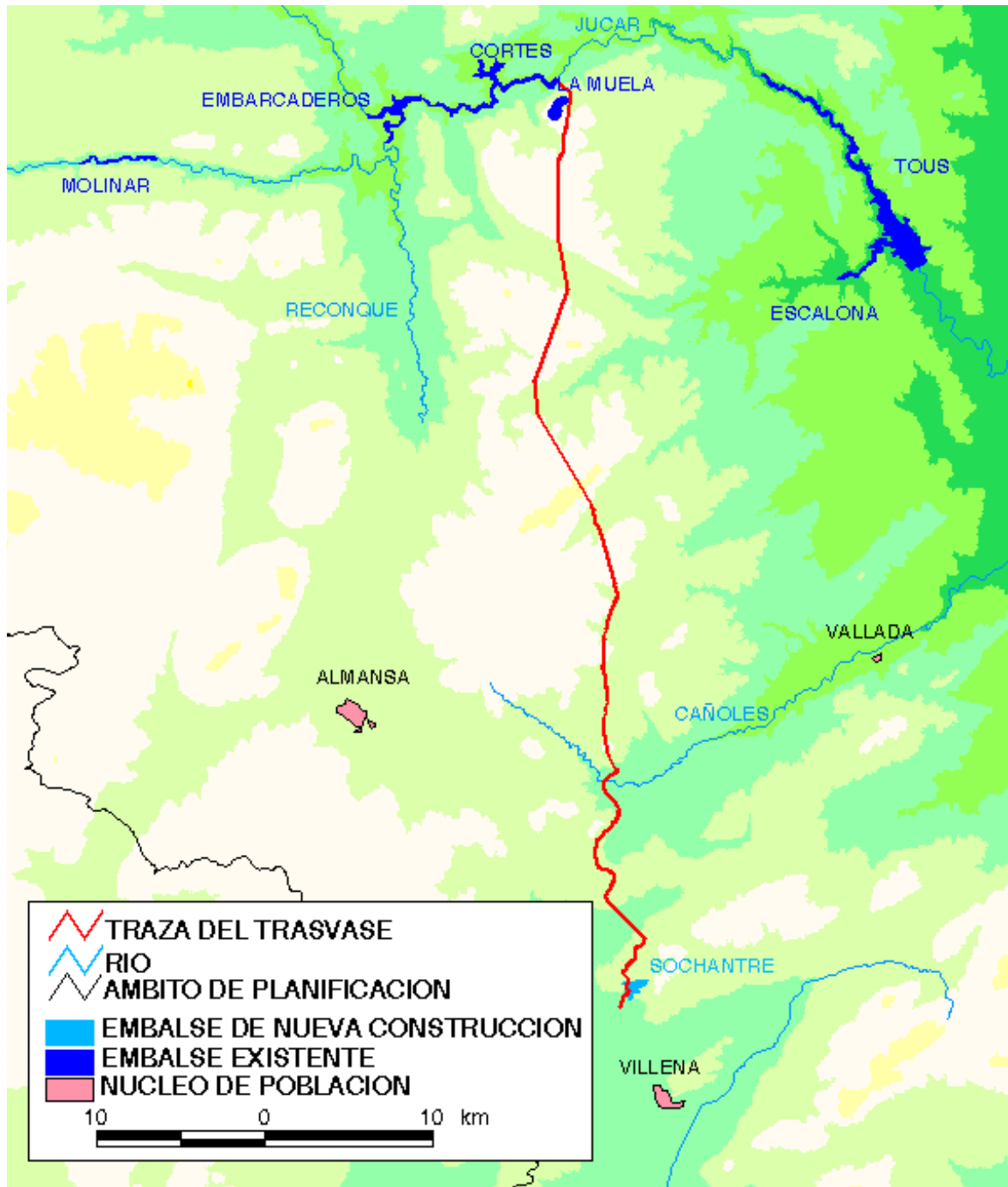


Figura 53. Plano de situación del trasvase Júcar-Vinalopó

El trazado discurre paralelo al de la solución propuesta como óptima dentro de las soluciones Júcar del trasvase del Ebro, pero a cota más elevada atravesando un terreno más accidentado, correspondiente a la Sierra del Caroche, hasta que las primeras abandonan el valle del Reconque a la altura de Almansa. A partir de entonces ambas se encuentran con similares dificultades orográficas: las divisorias entre Júcar y Cañoles y Cañoles y Vinalopó.

El trazado en su mayor parte transcurre en túnel (cabe destacar uno de longitud superior a 7 km) o sifón enterrado, minimizándose los tramos en canal, procurándose introducir las menores alteraciones posibles. Para ello se ha ajustado el trazado en lo posible a cortafuegos ya existentes en la Sierra del Caroche y, en la última parte, se aprovecha un trazado abandonado de ferrocarril, al Norte de Fuente La Higuera.

La traza discurre en dirección Norte-Sur. Desde el punto de vista geológico no son previsibles grandes dificultades, tratándose mayoritariamente de calizas y dolomías con tramos arenosos y margosos pertenecientes al jurásico y cretácico, apareciendo sedimentos del terciario y cuaternario a partir de Fuente La Higuera, entrando en el valle del Vinalopó. Únicamente son previsibles algunas complicaciones en algunos túneles por la presencia de fallas y niveles arenosos de la facies Utrillas que pueden originar inestabilidades y presencia de agua. Dada la cota de la conducción, no se prevé afección al acuífero del Caroche.

El bombeo de cabecera toma del embalse de Cortes, habiéndose previsto una cota mínima de 310, coincidente con el nivel mínimo de explotación del embalse y eleva hasta un depósito de regulación semienterrado de 600.000 m³ de capacidad útil, cuya lámina oscila entre las cotas 815 y 828. El desnivel máximo a salvar es, por tanto, de 518 m. Desde el depósito el agua circula por gravedad hasta su destino.

Tras 48 km de recorrido, el volumen trasvasado se turbinaba en la central de Ramblar, emplazada en el barranco del mismo nombre, que aprovecha un desnivel de 128 m entre las cotas 783 y 655. Funciona a caudal continuo. Se ubica tras cruzar la divisoria entre el río Júcar y el Cañoles, en el descenso hacia el cauce de este último que salva a través de un puente de la traza del ferrocarril abandonado, cerca de Fuente la Higuera. Una vez superado el valle del Cañoles, se alcanza la cuenca del Vinalopó mediante tramos en canal y sifón, llegando a la Presa de Sochantre mediante un pequeño túnel. La presa se ubica sobre el arroyo del mismo nombre, afluente del Vinalopó.

La prevista presa de Sochantre, de nueva construcción, con 78 m de altura, tiene el MNN a cota 639. Consta de un dique principal y otro lateral de 10 m de altura para cerrar un collado. Su capacidad es de 20 hm³. Es necesario impermeabilizar el vaso, para lo que se ha previsto un tapiz de arcillas o margas. Recibe el volumen trasvasado y permite la creación de un salto. La central de Sochantre se sitúa 1 km aguas abajo de la presa y aprovecha un desnivel de 83 m (entre las cotas 639 y 556). La toma de la central se realiza desde los desagües de fondo de la presa y vierte a una balsa de regulación, desde la cual se realiza la distribución.

La longitud de la conducción es, como se ha indicado, de 68 km de los cuales 27 km son en túnel, 11 km en sifón, 40 km en canal y 1 km en tubería forzada para turbinación. La altura de bombeo máxima correspondiente a la elevación de toma es de 518 m y la mínima, de 489 m. La altura geométrica de turbinación prevista asciende a 211 m, superior a cualquiera de las soluciones Júcar del trasvase del Ebro, puesto que la cota de partida es mayor. En la figura que se incluye a continuación se reflejan estas características.

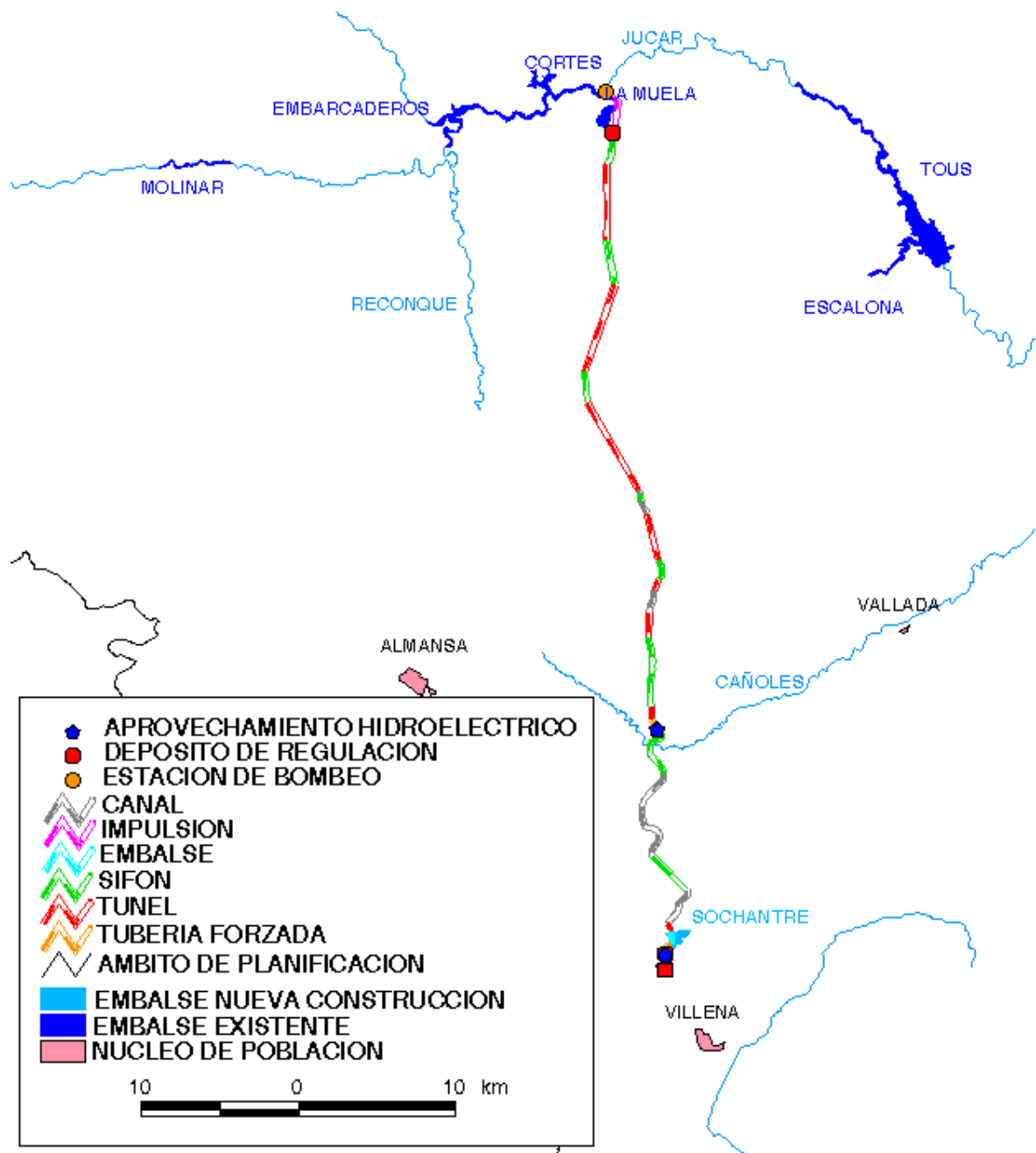


Figura 54. Características del trasvase Júcar-Vinalopó

Las afecciones hidroeléctricas se encuentran detalladas en el documento de costes básicos y coinciden con las originadas por la solución que parte de Embarcaderos en las soluciones Júcar en el trasvase desde el Ebro.

En el trazado descrito se han tenido en cuenta las consideraciones formuladas por la Consejería competente de la Comunidad valenciana, modificando la propuesta inicial. La traza no afecta a espacio protegido alguno actualmente declarado como tal. Estos aspectos se analizan con más detalle en el Documento de afecciones ambientales. En destino tendrá un importante efecto beneficioso desde el punto de vista ambiental como es la recuperación de acuíferos sobreexplotados y la disminución de su salinización.

La calidad del agua en el punto de captación no supone obstáculo alguno para el trasvase, según se detalla en el documento correspondiente.

Dentro del grafo de circulación general se considera como un único tramo que comienza en el embalse de Cortes en el río Júcar y termina en el aprovechamiento de Sochantre, 3 km al Norte de Villena. Este punto se toma coincidente con el final de uno de los tramos del trasvase del Ebro, puesto que aunque físicamente no lo sea, la posibilidad de conexión entre ambos es obvia. Como es obvio, la conducción proyectada lo es exclusivamente para las previsiones del Plan Hidrológico del Júcar. No obstante, se ha considerado oportuno incluir la solución en este epígrafe a los efectos del análisis funcional y económico de opciones contempladas por este Plan Nacional.

Cabe destacar que otra posible solución consistiría en aprovechar el bombeo existente en el aprovechamiento reversible de La Muela, propiedad de Iberdrola. Esta instalación salva un desnivel geométrico máximo de 582 m entre las cotas 250, de la toma en el embalse de Cortes y la 832, altura máxima de la lámina en el depósito superior. El nivel mínimo de explotación en La Muela es de 812 m. El MNN del embalse de Cortes está a la cota 326. La cota en origen del canal es la del desagüe de fondo del depósito, que está a la 804. Desde allí el agua circularía por gravedad hasta su destino.

Esta última opción requeriría llegar a un acuerdo con el titular de la instalación, de manera que el coste establecido para su uso permitiese un coste final unitario inferior al resultante de la solución antes descrita. La conducción a partir del depósito de La Muela sería muy similar a la descrita, por lo que el coste de alquiler tendría que ser inferior a la repercusión sobre el m³ del coste energético de los 518 m de la nueva elevación así como a su construcción.

3.7.2. CONDUCCIONES DEL ALTIPLANO MURCIANO

Las conducciones que se plantean a continuación tienen por objeto resolver el déficit existente en el altiplano murciano, cuyos principales municipios son Jumilla y Yecla, y a los que cabe añadir zonas adyacentes como la de Pinoso. La práctica totalidad de la comarca pertenece a la cuenca del Segura, y más concretamente a la cuenca endorreica de Yecla. Los recursos hídricos son de origen exclusivamente subterráneo, debido a la ausencia de cauces permanentes y a la desconexión de este área de las redes hidráulicas del Segura o Júcar, configurando una situación de completo aislamiento hidráulico.

El desarrollo basado en el regadío experimentado en las últimas décadas ha motivado una sobreexplotación generalizada de los acuíferos locales, que pone en peligro el mantenimiento de recursos subterráneos a medio plazo, único recurso con el que se cuenta tanto para regadío como para abastecimientos urbanos. Esta grave situación es la que se pretende resolver con la aportación de recursos externos.

La desproporción entre extracciones y recarga es tal, que si se pretende una recuperación mínima del acuífero sería necesario sustituir prácticamente todos los sondeos por aportes externos. Para ello existen dos puntos de suministro posibles

relativamente próximos: el embalse del Talave, con aguas procedentes del ATS, y la zona de Villena, con aguas recibidas desde el Ebro y/o desde el Júcar. Ambas se analizarán a continuación.

Los destinos fundamentales son las unidades de demanda ubicadas en torno a las poblaciones de Yecla, Jumilla y Pinoso. La conducción se plantea en tubería debido, fundamentalmente, al moderado volumen anual a transportar, lo que hace competitiva esta solución frente a soluciones en lámina libre.

Tales alternativas se plantearon en un estudio realizado por la Asociación de Comunidades de Regantes y Usuarios del Altiplano en marzo de 1999, que este Plan Hidrológico Nacional recoge y analiza. Las dos alternativas pueden verse en la figura siguiente, así como la posibilidad de conexión con otros trasvases. El trazado de ambas coincide en planta entre Jumilla y Yecla, por lo que a primera vista parece una única conducción que enlaza el embalse de Talave con Villena.

Hay que señalar que, dada la morfología del área, además de la conducción principal se requieren numerosas derivaciones de ramales y depósitos, por lo que existe una apreciable fracción de costes asociados, tal y como se muestra en el correspondiente documento de análisis económicos.

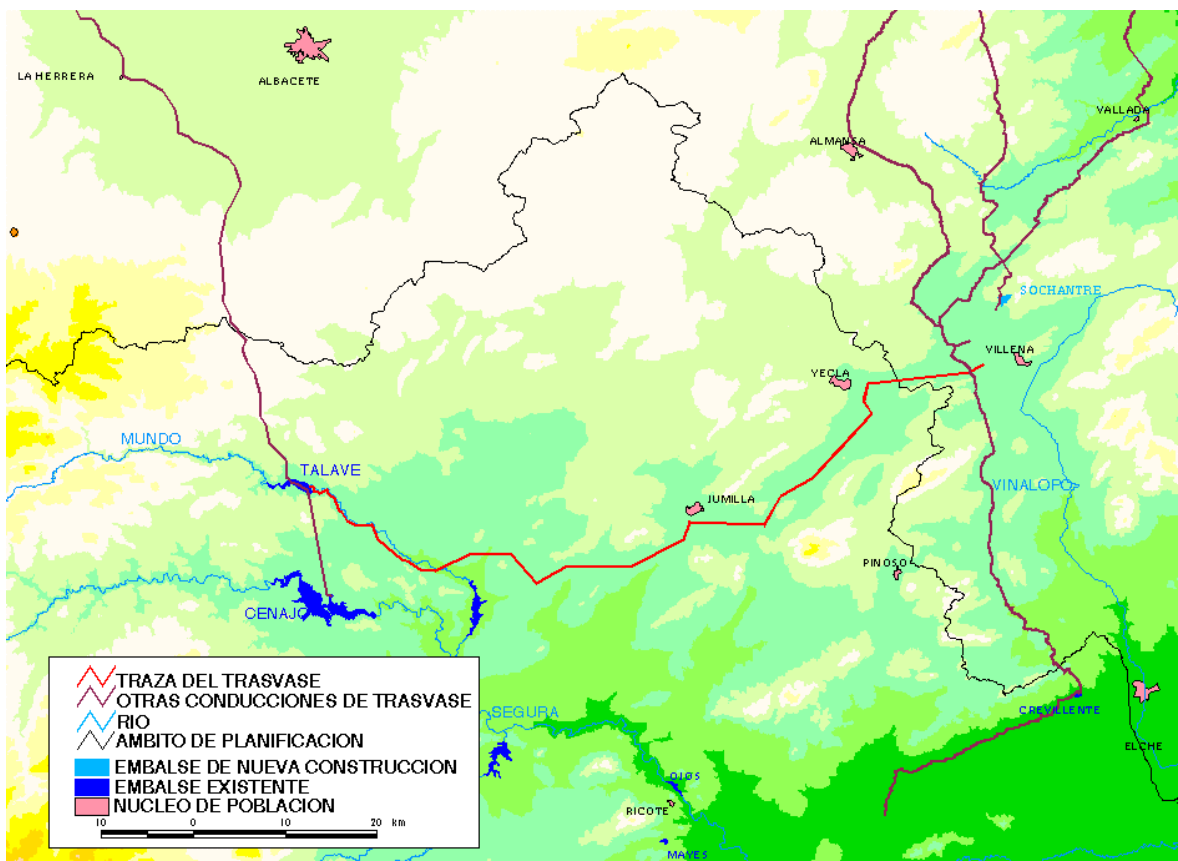


Figura 55. Plano de situación de las conducciones del Altiplano

3.7.2.1. VILLENA-ALTIPLANO

En este caso la conducción parte de Villena derivando recursos de origen externo a la cuenca del Júcar y transportados por una infraestructura de trasvase.

Esta conducción constituye, en cuanto a ámbito geográfico, un trasvase entre el Júcar y el Segura. Sin embargo, en cuanto a la procedencia de los recursos, éstos pueden provenir de la cuenca del Júcar, del Ebro o incluso de las que aportan al ATS (Duero o Tajo), puesto que Villena constituye un nudo con posibilidades de suministro desde diferentes fuentes. En el primer supuesto, habrían sido compensados previamente con un volumen equivalente, de manera que la cuenca del Júcar no viera mermados sus recursos.

El punto de derivación se sitúa, por tanto, aguas abajo de la incorporación del volumen procedente del trasvase del Ebro, en las inmediaciones de Villena. Allí comienza la conducción principal, de la que van derivando diferentes ramales hasta cada uno de los puntos de demanda. En cabecera se dispone una elevación que toma el agua a cota 500 y la impulsa a través de una tubería hasta un depósito de regulación en Yecla a cota 600, salvando un desnivel geométrico de 100 m.

Desde este depósito discurre por gravedad una tubería a presión hasta otro situado a cota 550, desde el que partirían, mediante las correspondientes elevaciones, diferentes ramales, uno de ellos con destino a Pinoso.

Por último, desde este segundo depósito, nuevamente se discurre por gravedad a través de una tubería en presión hasta una balsa situada en las inmediaciones de Jumilla a cota 520 aproximadamente. Este punto constituye el origen de dos ramales, uno de los cuales va al centro de gravedad de la unidad de demanda de Jumilla y otro hacia la zona de Azcoy-Sopalmo, de menor entidad.

La longitud total de la conducción es de 38 km, todos ellos en tubería, divididos en 14 km de impulsión y 24 km de tubería a presión, a lo largo de los cuales se transporta el agua por gravedad, adaptándose al terreno, sin requerir obra especial significativa alguna. La altura geométrica de bombeo es de 100 m y la de turbinación nula. En estudios posteriores más detallados cabría analizar la posible optimización energética considerando las cotas de destino de los ramales y las de la conducción principal. Puede ser conveniente variar la ubicación de los depósitos de regulación y la reducción de la longitud de impulsión.

En la figura siguiente pueden verse las características de esta solución, así como la posibilidad de incorporación a esta conducción de las aguas transportadas por el Júcar Vinalopó, bien por las soluciones Júcar, o por la solución interior del Trasvase del Ebro en la zona de Villena.

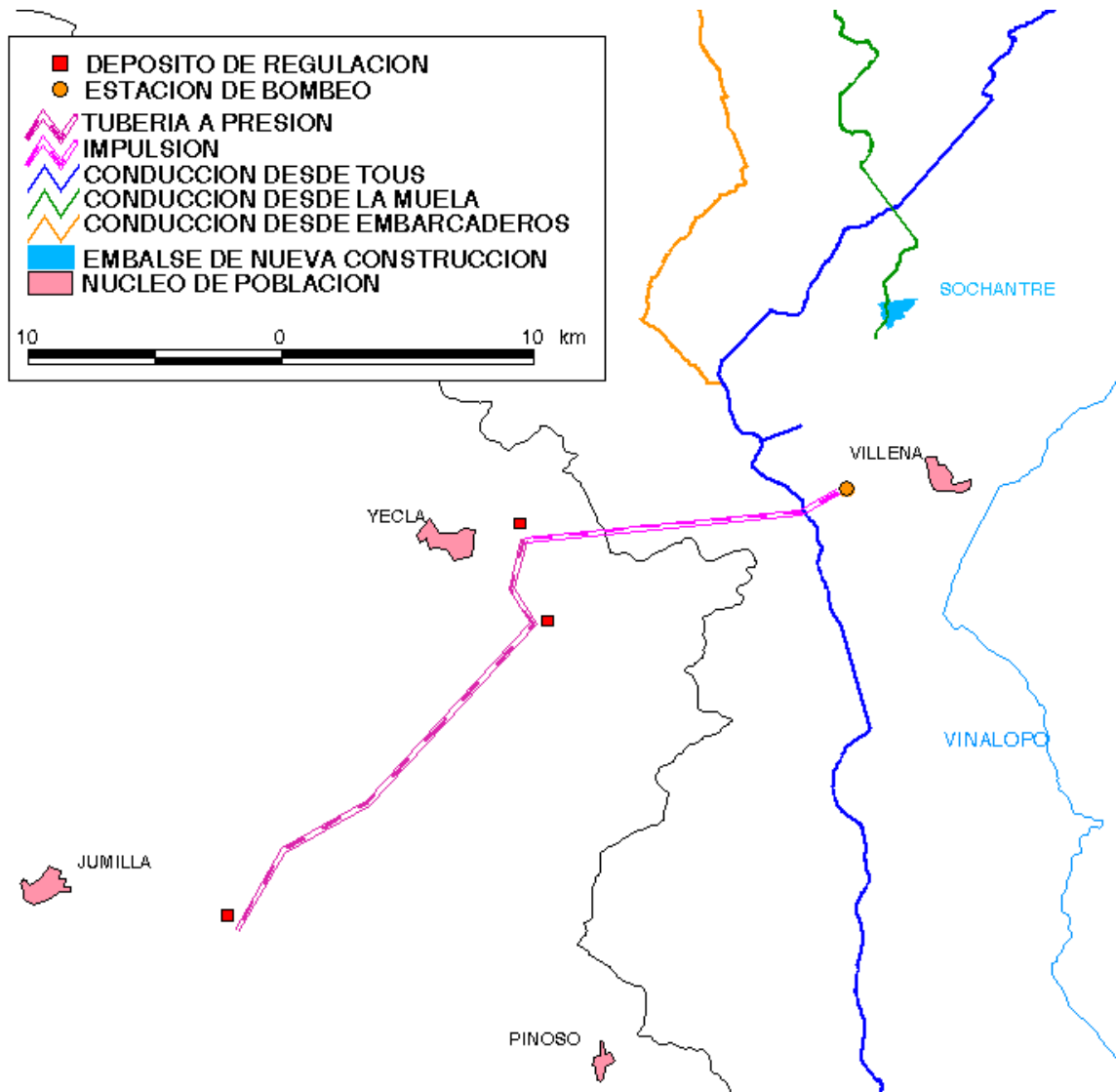


Figura 56. Características de la conducción Villena-Altiplano

Las afecciones hidroeléctricas que se originan son nulas, salvo en la cuenca de origen, puesto que se trata de agua ya trasvasada.

No interfiere con espacios naturales protegidos. Cabe destacar que, como se ha dicho, permitiría la recuperación de acuíferos sobreexplotados. Las consideraciones respecto a la calidad del agua son las mismas efectuadas para el trasvase del Ebro.

Para su incorporación a la circulación general en el grafo, esta solución se considera integrada por un solo tramo, con origen en Villena y final en el Altiplano, entendiéndose como tal en este caso, a efectos topológicos, Jumilla. Sus características más detalladas pueden encontrarse en el documento de costes básicos.

3.7.2.2. TALAVE-ALTIPLANO

En este caso la conducción parte del embalse del Talave, transportando aguas procedentes del ATS que pueden tener su origen en el Tajo o el Duero. Entre la presa, de la que sale a cota 500 (MNN a la 507) hasta el primer depósito de regulación que se ubica, a cota 490, en las cercanías de Jumilla, se dispone una tubería a presión que transporta el agua por gravedad. A lo largo de este tramo de 57 km la conducción discurre de Oeste a Este, manteniéndose paralela al cauce del río Mundo hasta que éste cambia su trayectoria hacia el Sur para confluir con el Segura.

Desde el depósito derivan dos ramales a sendas unidades de demanda y la conducción principal continúa mediante una elevación que permite llegar a Yecla, último destino, donde se dispone un depósito de regulación. Ello requiere salvar un desnivel geométrico de 110 m (cota 490 a cota 600). Poco antes de llegar a Yecla existe una bifurcación que conduce el agua a Pinoso.

La longitud total de la conducción es de 89 km, de los cuales 57 km corresponden a tubería en presión que transporta el agua por gravedad y 32 km a impulsión. Va siempre adaptándose al terreno sin requerir obras especiales de entidad, tales como túneles o acueductos. La altura geométrica de bombeo es de 110 m. En estudios más detallados cabe analizar la posible optimización energética teniendo en cuenta las cotas de destino de los ramales. Igualmente puede ser conveniente reducir la longitud de impulsión aprovechando alguna altura próxima a Jumilla.

Las características geológicas del tramo entre Jumilla y Yecla son las mismas que en la conducción Villena-Altiplano. En cuanto al tramo Talave-Jumilla, mientras discurre paralelo al río Mundo, atraviesa materiales cuaternarios, pudiendo interceptar algunos afloramientos de calizas y dolomías masivas del Jurásico. Una vez abandonado el cauce de este río, se atraviesan materiales cuaternarios, del cretácico superior y, en menor proporción, terciarios. La mayor dificultad puede ser la excavación, debido a la competencia de las calizas en algunos tramos. Cabe señalar que en las proximidades de la rambla del Saltador, una vez cruzado el río Mundo, existen afloramientos del keuper próximos a la traza, por lo que puede ser necesario, en función de los resultados de los estudios de detalle, modificar ligeramente el recorrido.

En la figura siguiente pueden verse las características básicas de esta conducción.

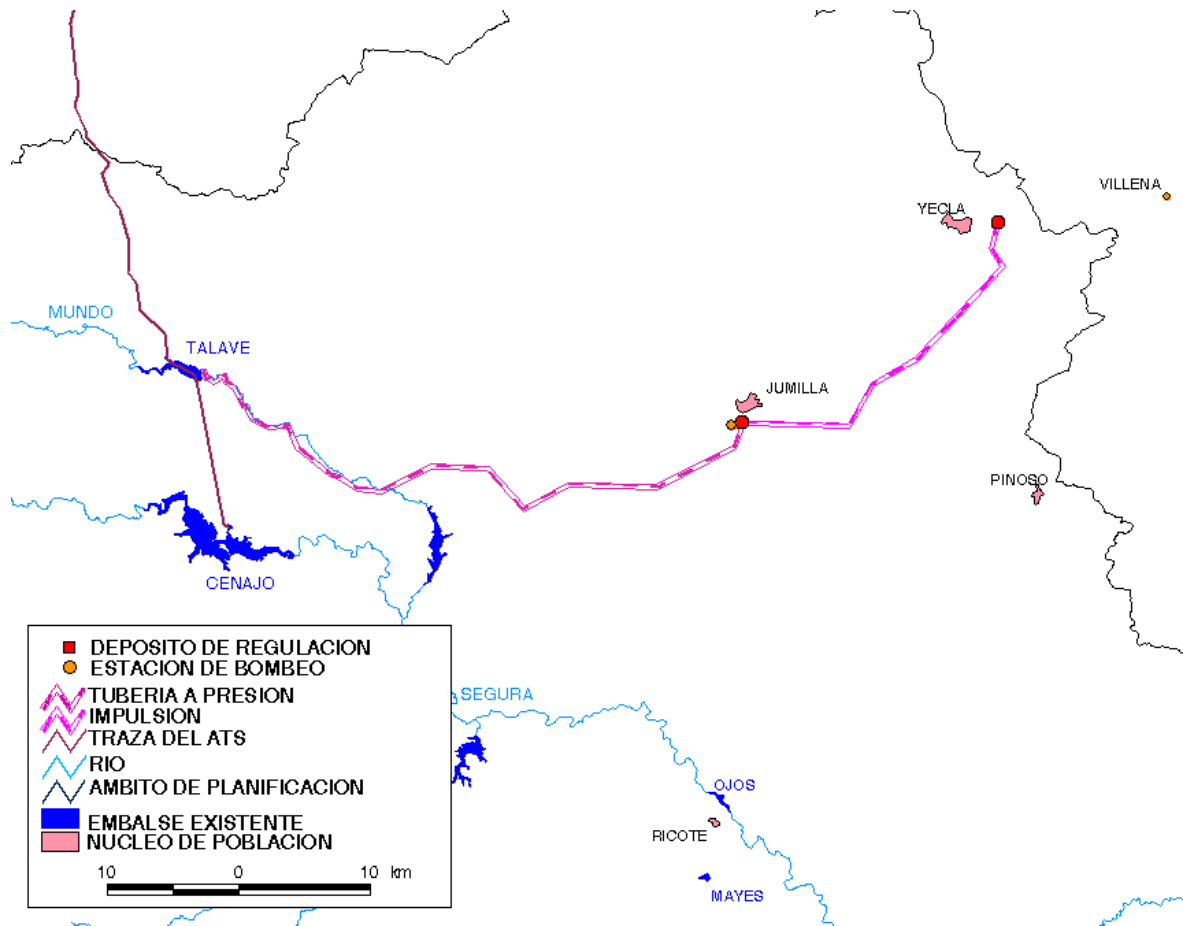


Figura 57. Características de la conducción Talave-Altiplano

Las afecciones hidroeléctricas que causa son nulas, puesto que se trata de agua ya trasvasada.

No afecta sustancialmente a espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales, si bien este aspecto se analiza con detalle en el documento correspondiente. Desde el punto de vista ambiental cabe señalar que permite la recuperación de acuíferos sobreexplotados. En cuanto a la calidad del agua son de aplicación las mismas consideraciones efectuadas para el ATS.

Para su integración en el grafo de flujos globales se ha considerado compuesta por un solo tramo, con origen en la presa del Talave y destino en el Altiplano, tomando como punto final en este caso, a efectos topológicos, Yecla. Sus características pormenorizadas pueden encontrarse en el documento de costes básicos.

3.7.3. CANAL ALTO DE LA MARGEN DERECHA

Esta conducción, no ejecutada aún, se plantea en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de Lorenzo Pardo y se desarrolla en 1941 por Rafael Couchoud. Su finalidad actual sería derivar recursos de la cuenca alta del Segura (bien del propio río Segura o bien recibidos a través del ATS y transportados al Cenajo mediante el

túnel desde el Talave) a cota suficiente para dominar por gravedad la mayor parte del regadío de la margen derecha del Segura, llegando hasta el Valle del Guadalentín con entrega en Algeciras. Por tanto, se trata, en cuanto a ámbito geográfico de la traza, de un trasvase intracuenca, mientras que por la procedencia de los recursos puede ser entre diferentes ámbitos de planificación.

Las demandas que puede satisfacer también podrían ser parcialmente atendidas desde el Canal de la margen derecha del Postrasvase Tajo Segura, pero con un coste unitario sin duda mayor, puesto que el Canal Alto prescinde de la elevación de Ojós, de 146 m de altura geométrica. Permite además dominar por gravedad las zonas actualmente abastecidas mediante elevaciones de la Vega Alta en la margen derecha del río, en algunos casos de gran envergadura, como son Cieza, Abarán, Blanca, Villanueva, Archena, Ceutí, Alguazas y Yéchar. Asimismo, permite alimentar el embalse de La Cierva, en el río Mula, con un bombeo reducido, redotando sus regadíos.

Actualmente se plantea como una conducción que empieza en la cabecera del Segura y termina en el embalse de la Rambla de Algeciras, cuyo MNN está a la cota 265.

3.7.3.1. POSIBLES PUNTOS DE TOMA

Se han analizado tres posibles puntos de toma: el embalse del Cenajo, en el Segura y los azudes de Las Canas en el río Mundo, aguas arriba del embalse de Camarillas, y el de Las Minas en el mismo río, aguas abajo del embalse citado y unos 5 km aguas arriba de la confluencia con el Segura.

Los dos primeros permiten una cota en origen de 360 m, mientras que el tercero se sitúa a la cota 300. Este último tiene la ventaja de que acorta, aunque ligeramente, el recorrido y reduce la longitud de obras singulares. No permite, sin embargo, alimentar el embalse de Alfonso XIII o Quípar por gravedad, puesto que su cota de MNN es ligeramente superior a la 300. Este embalse actuaría como depósito de regulación general para la cuenca, sin tener una demanda específica asociada, al contrario de lo que sucede con el de La Cierva, que tiene su demanda específica ya asignada. La solución desde Las Minas posibilita exclusivamente, sin bombeo, la aportación de las avenidas del Quípar al canal, pero no la utilización del embalse como depósito regulador.

Esta última solución sólo permite llegar por gravedad hasta el Mayés, depósito de regulación del postrasvase Margen Derecha, cuya cota máxima es la 264, siendo necesario a partir de él continuar por el Postrasvase hacia Lorca. Es decir, se trata de una conducción que lo único que aporta es prescindir de la elevación de Ojós para las aguas trasvasadas hacia el Segura por el ATS, derivándolas aguas abajo del Talave a cota suficiente para ello. Es la más económica de las tres, por su menor recorrido. Sin embargo, se prescinde de ella, puesto que no puede cumplir los mismos objetivos funcionales que las dos restantes.

La cota de partida del Cenajo o de Las Canas permite utilizar el embalse de Quípar o Alfonso XIII como depósito regulador alimentándolo por gravedad, suministrar al postrasvase margen derecha en el embalse del Mayés, depósito de regulación de

dicho canal aguas abajo de la elevación de Ojós, prescindiendo completamente de ella o reduciendo su tiempo de funcionamiento. Igualmente permite turbinar parte del volumen transportado vertiendo al azud de Ojós. De esta forma, por ejemplo, el volumen destinado al canal del postravase de la margen izquierda, podría ser parcial o totalmente turbinado antes de derivarse en Ojós. El salto bruto sería de 185 m, mientras que la altura de bombeo desde Ojós para llegar a Mayés es de 146 m.

Igualmente posibilita la instalación de un salto en la llegada al embalse de la Rambla de Algeciras, puesto que el canal termina a la cota 303 y el MNN está a la 265, aprovechando un desnivel de 38 m.

La toma de Las Canas tiene la ventaja de que permite derivar las aportaciones del ATS en el estado actual, ya que se encuentra aguas abajo del embalse de Talave, mientras que la derivación desde el Cenajo, en el presente, solo permite contar con las aportaciones del río Segura, situación que cambiaría con la construcción del túnel Talave-Cenajo o, sin necesidad de ello, permutando los correspondientes caudales. La toma del Cenajo tiene, por otra parte, y desde el punto de vista de la ejecución de la obra, la ventaja de una menor longitud (unos 20 km menos). Por ello, atendiendo a razones económicas, se elige como punto de toma el embalse del Cenajo.

3.7.3.2. SOLUCIONES DE TRAZADO

Una vez escogido el punto de toma, el trazado, que puede verse en la figura siguiente, no admite grandes variantes. Comienza en el embalse del Cenajo a cota lo más baja posible para aprovechar al máximo el volumen embalsado, o incluso con toma aguas abajo del pie de presa. No se aprovecha la altura de presa del Cenajo (MNN a la 430) debido a que dado su carácter hiperanual, suele mantener niveles bajos con frecuencia.

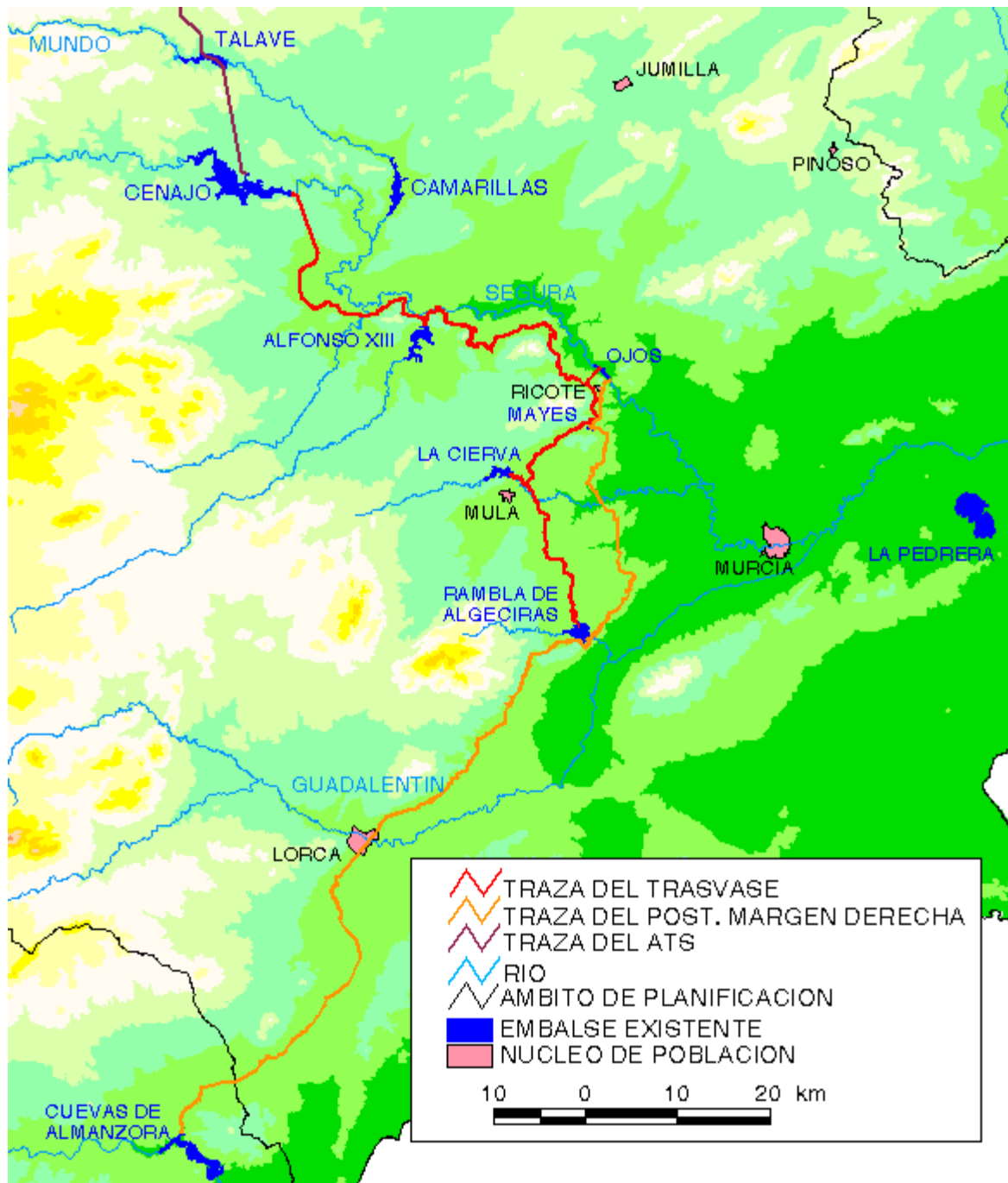


Figura 58. Plano de situación del Canal Alto de la margen derecha del Segura

El trazado, básicamente sigue el cauce del Segura a mayor cota, hasta llegar a la altura del Azud de Ojós. Sin embargo, inmediatamente aguas abajo de la presa de Cenajo se opta por construir el túnel de los Coloreros, principal obra singular del trazado, de 7 km de longitud, cuya boca de salida retoma el cauce del río Segura, pero ya aguas abajo de su confluencia con el Mundo, evitando 30 km de canal a media ladera por un recorrido topográficamente adverso. No son previsibles problemas geológicos en la ejecución del túnel, pues las características del terreno son similares a las del túnel Talave-Cenajo, básicamente, materiales calizos del Jurásico y Cretácico.

Tras el túnel, salva el río Argos mediante sifón para llegar al río Quípar, cuyo valle se atraviesa también en sifón, previéndose un ramal de conexión de 1 km de longitud con el embalse de Alfonso XIII o Quípar (en el km 58 aproximadamente).

Aguas abajo del ramal, justo antes del túnel de Ricote, y a la altura de esta población, se dispone un aprovechamiento hidroeléctrico entre el Canal y el Azud de Ojós, que salva el desnivel ya indicado de 185 m con una tubería forzada de 2,5km. Hasta la derivación del salto de Ricote, la longitud es de 70 km, distribuidos en 2 km de sifón, 7 km de túnel y 61 km de canal.

Una vez superado este punto existe la posibilidad de abastecer por gravedad el depósito del Mayés, regulador en cabecera del Postrasvase Margen Derecha.

El canal prosigue hasta cruzar en sifón el río Mula. Aguas arriba de esta obra singular puede disponerse una elevación hasta el embalse de La Cierva de 67 m de altura geométrica, redotando los regadíos de Mula.

Desde aquí el canal discurre sin complicaciones significativas hasta el embalse de La Rambla de Algeciras a la cota 303, al que vierte a través de un salto de 38 m de salto bruto. Entre la derivación a Ricote y el embalse de Algeciras existen 39 km de conducción, integrados por 2 km de sifón, 3 km de túnel, 33,5 km de canal y 0,5km de tubería forzada.

La longitud total de la conducción es de 110 km, de los que 4 km son de sifón, 10km de túnel, 96 km de canal y 0,5 km de tubería forzada en aprovechamientos hidroeléctricos. La altura geométrica de bombeo en la conducción principal es nula, mientras que la de turbinación es de 38 m. Desde la conducción principal es posible disponer un salto que vierte al azud de Ojós, aguas arriba de Ricote, de 185 m de altura. Igualmente puede abastecerse el embalse de La Cierva mediante una impulsión de 67 m y 3 km de longitud. En la figura adjunta pueden apreciarse estas características, así como las diferencias y posibilidades de conexión existentes con el Canal principal de la margen derecha del Postrasvase Tajo-Segura.

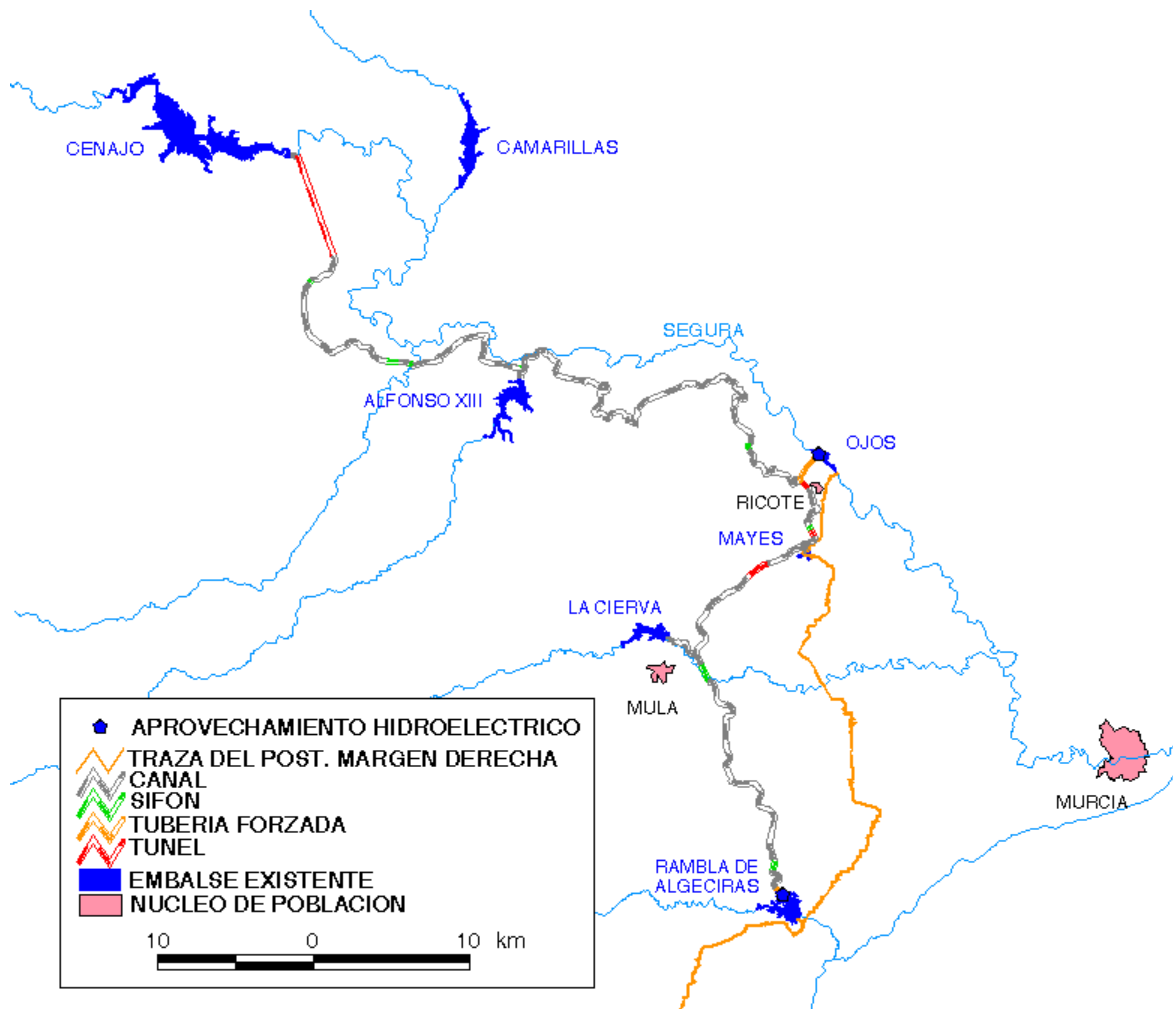


Figura 59. Características del Canal Alto de la margen derecha del Segura

Las afecciones energéticas que puede originar son las correspondientes a las centrales existentes en el Segura aguas abajo del Cenajo. Únicamente se vería afectada por la detracción la de Almadenes.

En el tramo final atraviesa el perímetro del espacio natural protegido de los Barrancos de Gebar (la figura de protección es paisaje protegido). La interferencia es mínima y corresponde al tramo de turbinación a través del cual se vierte el agua al embalse de la Rambla de Algeciras. Dentro de dicho espacio natural se encuentra el embalse de la Rambla de Algeciras y es ligeramente afectado en su parte Sur por el canal del Postravase Margen Derecha. Ambas infraestructuras ya existían cuando se declaró la zona como espacio protegido. Este aspecto se analiza con más detalle en el documento correspondiente, donde se exponen las posibles dificultades ambientales de este trazado. No obstante, teniendo en cuenta la interferencia señalada, la valoración del tramo Ricote-Algeciras incluida en el Documento de costes, contempla la inversión necesaria para construir el salto, pero no el beneficio por turbinación, que minoraría el coste unitario del agua en destino, con el fin de quedar del lado de la seguridad en el caso de que finalmente no fuese posible realizar este aprovechamiento.

Respecto a la calidad del agua, si procede del ATS son de aplicación las consideraciones ya efectuada en el apartado correspondiente, que pueden verse con detalle en el documento . Si procede de la Cuenca Alta del Segura, la calidad es suficiente para los usos a los que se destina.

Por último, se incluye un detalle del Canal Alto y del Postrasvase en la zona de Ojós, dónde puede apreciarse el aprovechamiento hidroeléctrico de Ricote.

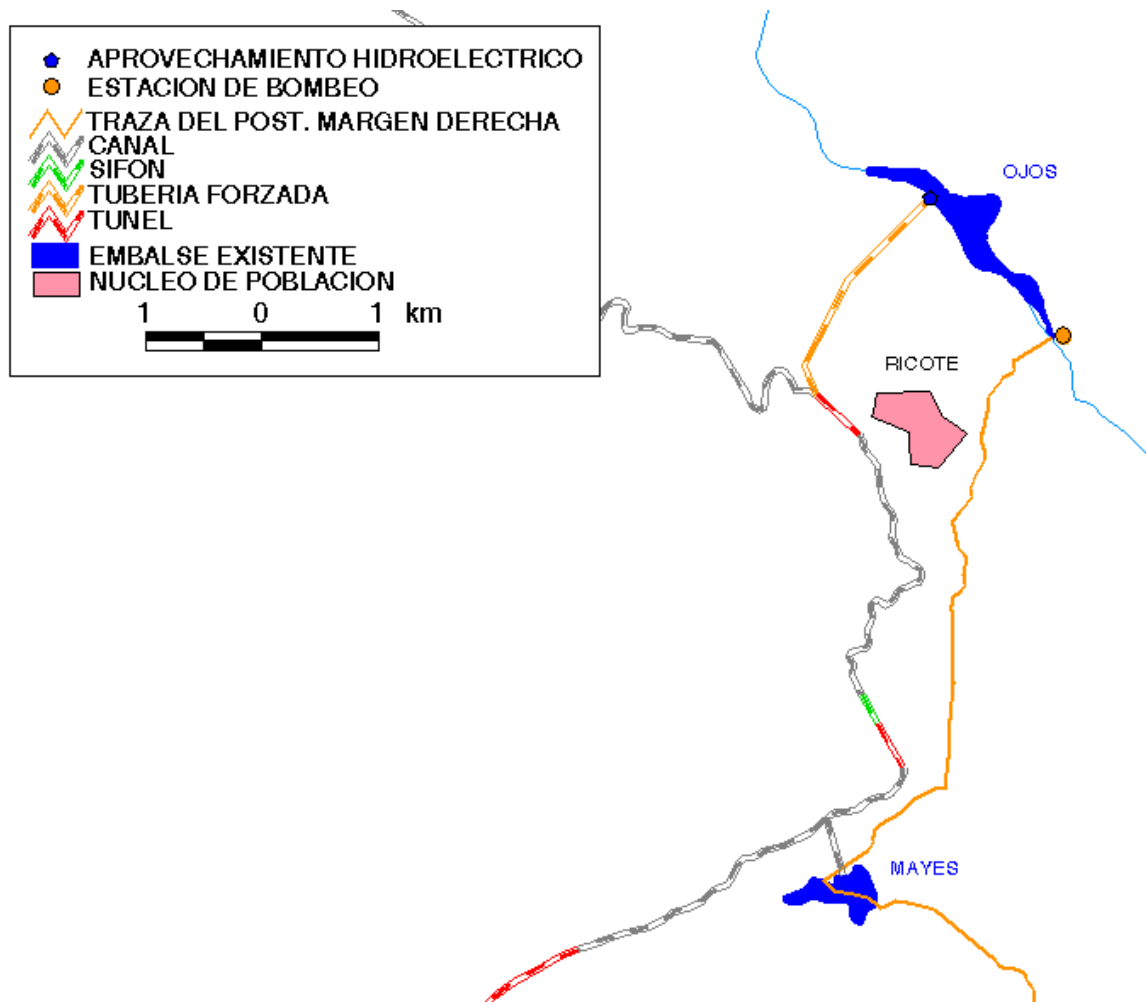


Figura 60. Detalle del Canal Alto de la margen derecha (Aprovechamiento de Ricote)

Para su reflejo en el grafo de circulación general, la conducción da lugar a los tres tramos siguientes, cuyo detalle puede examinarse en el documento de costes básicos:

- Tramo Cenajo-Ricote: comienza en la presa del Cenajo y termina en la derivación de la turbinación de Ricote, que vierte desde el Canal Alto al Azud de Ojós.
- Tramo Ricote-Algeciras: comienza aguas abajo de la derivación del salto de Ricote y termina en el salto que vierte a la Rambla de Algeciras.
- Tramo Ricote-Ojós: comprende exclusivamente la turbinación entre el Canal Alto y el Azud de Ojós.

3.7.4. POSTRAVASE MARGEN IZQUIERDA

Se trata de una conducción ya en servicio, que comienza en el azud de Ojós y discurre por gravedad hasta el embalse de La Pedrera. Previamente existe un partidor, denominado de Crevillente, desde el cual parte un ramal que enlaza, mediante una elevación, con el embalse del mismo nombre. Puesto que se trata de una obra existente, sus características son conocidas y no se detalla aquí nada sobre ella. Tan solo se indica la longitud de la conducción, que asciende a 54 km entre Ojós y La Pedrera y a 31 km para el ramal de Crevillente.

En la figura siguiente se incluye la traza de esta conducción, que puede recibir un trasvase del Ebro a la altura del partidor. Así la aportación externa a la cuenca, tanto del ATS como del Ebro, puede alcanzar el embalse de Crevillente, La Pedrera, y la vega baja del Segura mediante la conexión del sifón de Orihuela.

Posteriormente, a través de otras conducciones que se abordan en apartados siguientes podría llegar a la zona costera de Mazarrón-Águilas, al embalse de Cuevas de Almanzora y al Poniente de Almería, en la cuenca del Sur.

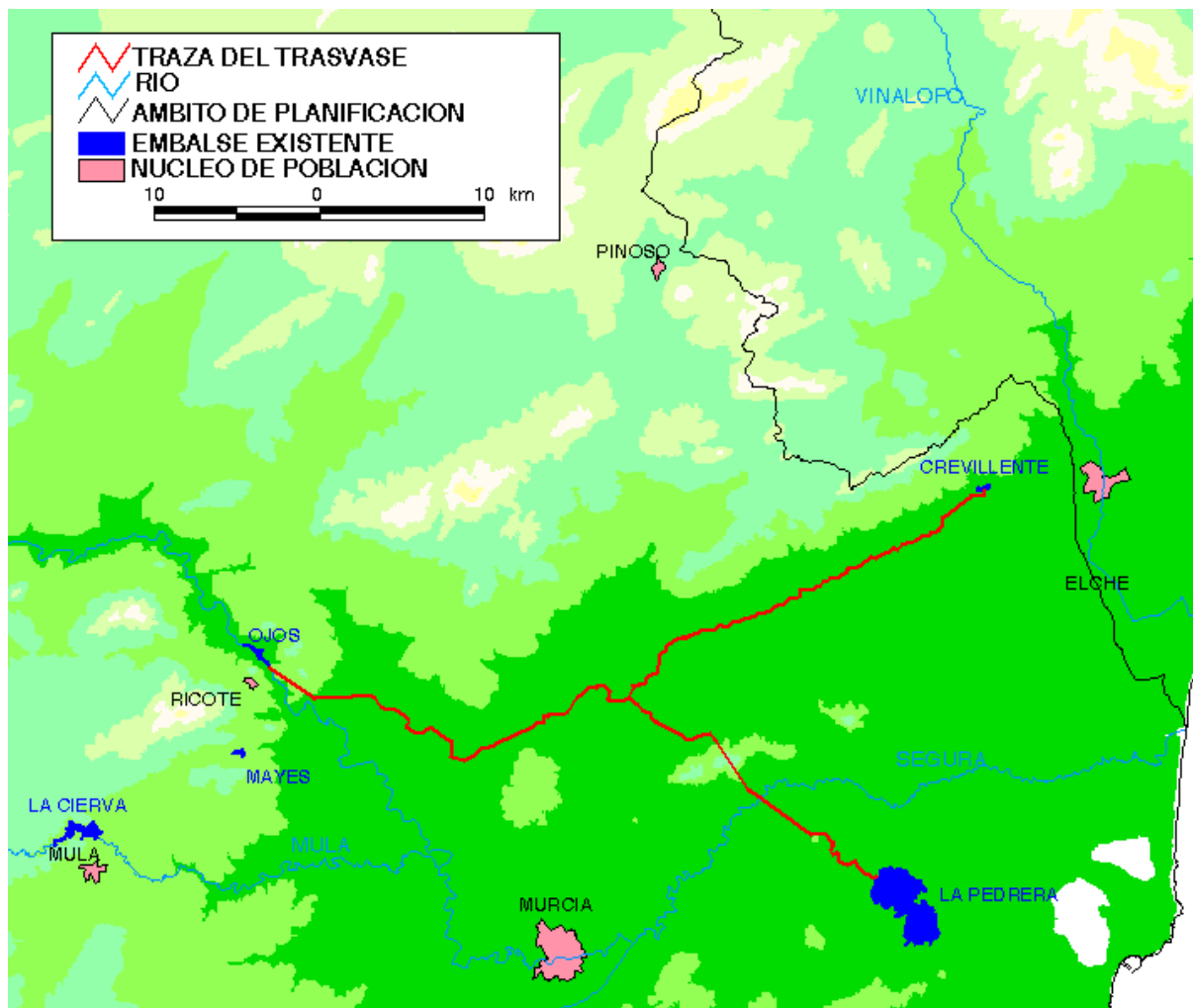


Figura 61. Plano de situación del Canal de la margen izquierda del Postravase Tajo-Segura

Para su integración en el grafo, esta conducción se ha considerado como un solo tramo, que comienza en el azud de Ojós y termina en el entorno del embalse de La Pedrera (nudo Bajo Segura). No se toma como parte integrante de ella el canal de Crevillente. Las características detalladas pueden verse en el Documento de costes básicos.

3.7.5. CAMPO DE CARTAGENA

Al igual que en el caso anterior se trata de una conducción en servicio, por lo que resulta conocida y se elude su descripción. Discurre entre el embalse de La Pedrera y la zona regable del Campo de Cartagena, terminando al Norte de esta ciudad y próximo a ella. Se prescinde de la impulsión y área de Fuente Álamo, no relevante a los efectos de este análisis.

Cabe señalar que se ha analizado la posibilidad de ampliación de capacidad, caso de que fuese necesario, de acuerdo con los resultados de la simulación general. Las obras de ampliación, que consistirían en recrecimientos y ampliación de la capacidad de las obras singulares, se han evaluado de acuerdo con lo indicado en el Documento de costes básicos.

En la figura siguiente se incluye la traza de este canal. Puede apreciarse que tiene la posibilidad de abastecerse desde el embalse de la Pedrera o bien directamente desde el canal del postravase margen izquierda, sin utilizar el embalse. La longitud total es de 68 km comenzando en el canal del postravase margen izquierda.

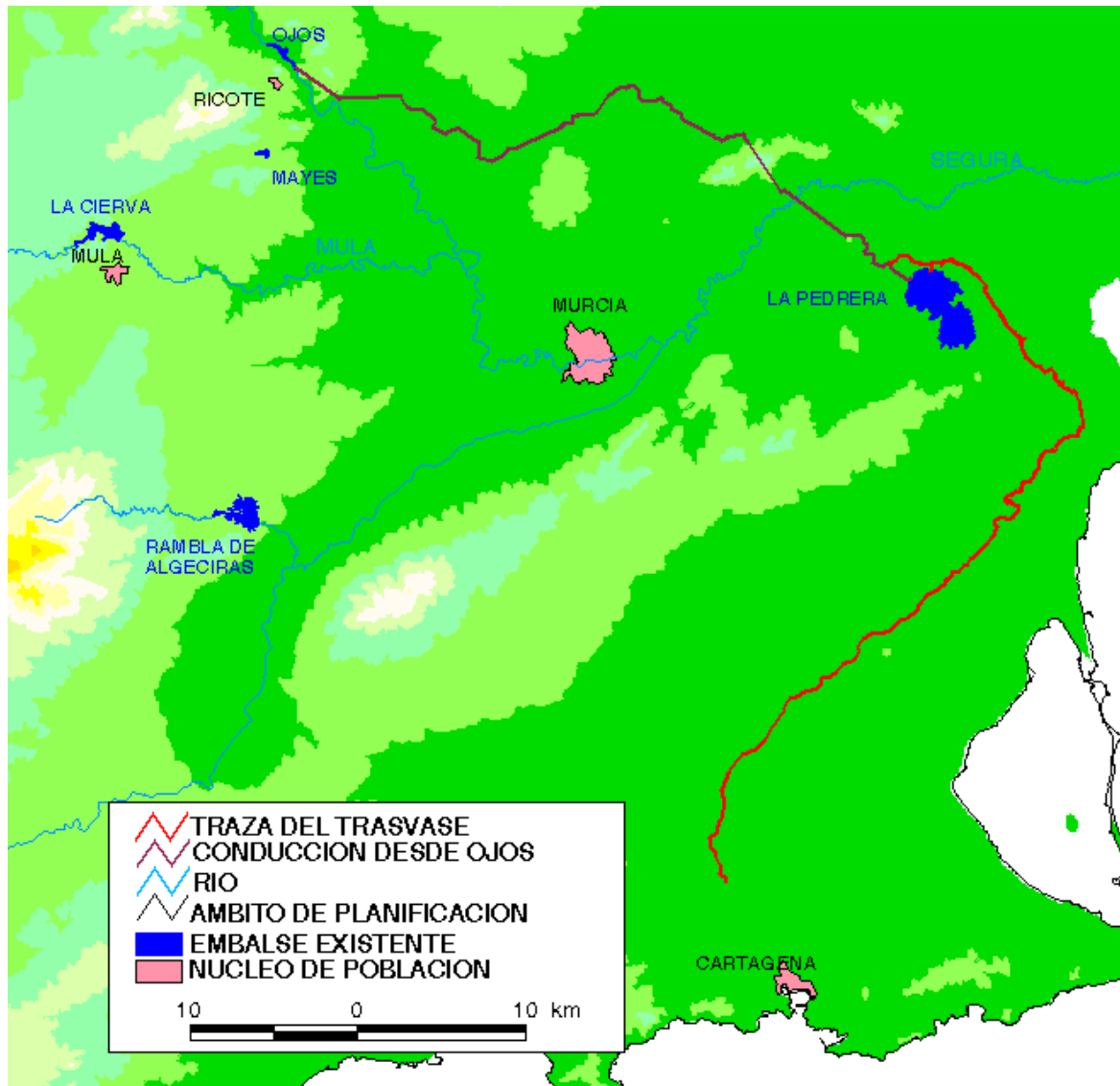


Figura 62. Plano de situación del Canal del Campo de Cartagena

En el grafo de circulación general se ha considerado como un único tramo, que empezaría bien en el embalse de la Pedrera o en el by-pass que enlaza directamente con el postrasvase margen izquierda (nudo Bajo Segura) y terminaría al Norte de Cartagena (nudo Cartagena-Litoral), que incluiría a efectos de cálculo las demandas litorales de Mazarrón y Águilas.

Sus características detalladas pueden verse en el documento de costes básicos.

3.7.6. CARTAGENA-ALMANZORA

Se trata de una nueva conducción que permite comunicar el final del canal del Campo de Cartagena con el embalse de Cuevas de Almanzora en la Cuenca del Sur, alimentando a su vez las importantes y muy deficitarias zonas litorales de Mazarrón y de Águilas. Constituye, por tanto, un trasvase entre diferentes ámbitos de

planificación, que desde el punto de vista geográfico son el Segura y el Sur. Desde el punto de vista de los recursos la identificación del cedente es mucho más compleja, puesto que el agua conducida puede haber sido aportada por el ATS (Tajo o Duero) o por las conducciones procedentes del Ebro o Júcar.

Su trazado se muestra en la figura siguiente.

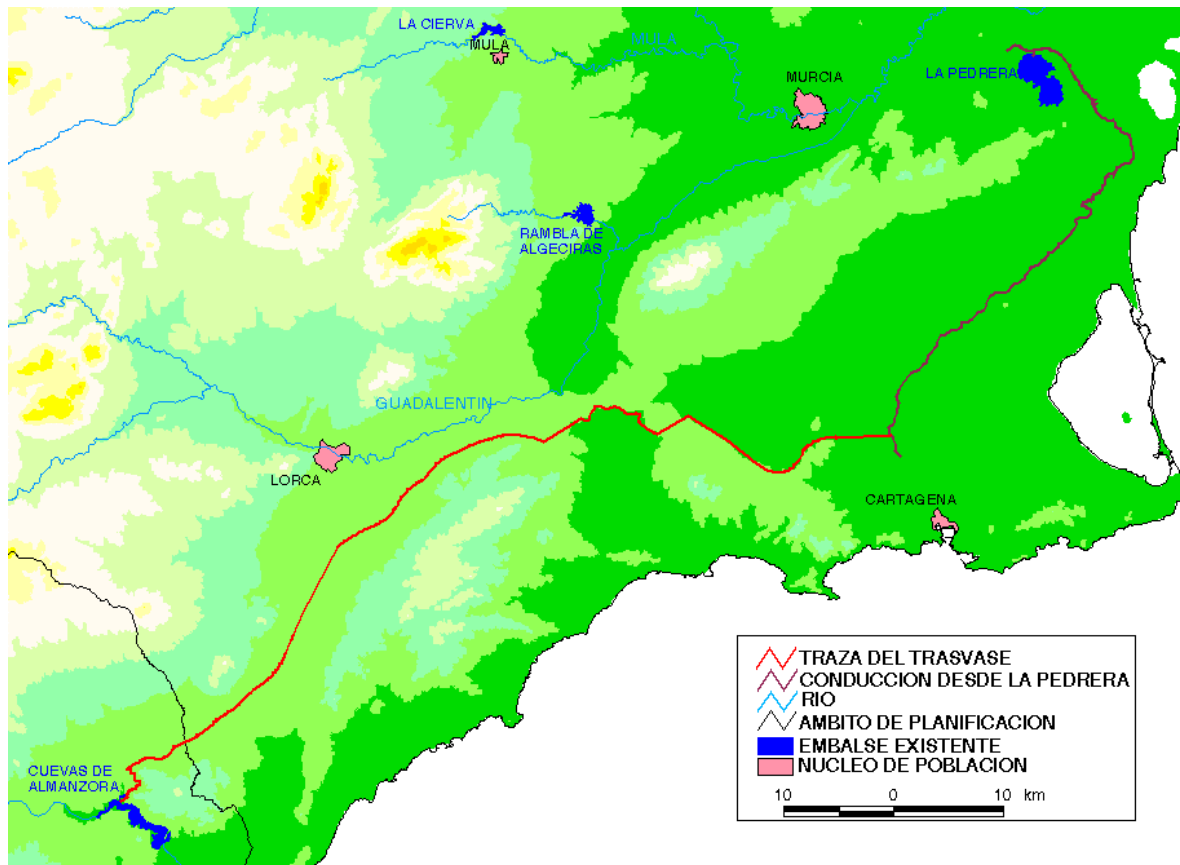


Figura 63. Plano de situación del trasvase Cartagena-Almanzora

La conducción discurre inicialmente en dirección Este-Oeste, hasta alcanzar la cuenca del río Guadalentín. Discurre por ella a cota relativamente elevada con el fin de interferir lo menos posible con los regadíos del valle, para dirigirse finalmente hacia el Sur, en las cercanías de Lorca, adoptando entonces un trazado muy similar al del canal Lorca-Almería del postrasvase de la margen derecha, ya existente. Desde el trazado por el Guadalentín se dispondrían las oportunas derivaciones para las tomas de Mazarrón y de Águilas.

Minimizar la afección a los regadíos existentes requiere dos elevaciones para alcanzar la cota 300, lo que supone un desnivel de 230 m desde la cota 70 de partida.

Una vez iniciado el giro hacia el Sur, se dispone una nueva elevación para adquirir la cota necesaria que permita salvar mediante un túnel razonable la divisoria entre el Segura y el Sur, por un punto próximo al que lo hace el canal mencionado ya construido. Esta tercera elevación es de 40 m de altura y permite alcanzar la cota 330. La traza no tiene, en general, complicaciones orográficas significativas.

Ya en la cuenca del Sur, el canal se prolonga a cielo abierto a media ladera por la rambla del Saltador, que desemboca en el embalse de Cuevas de Almanzora, finalizando a la cota 313, desde la que entrega el agua al embalse mediante un aprovechamiento de 130 m de desnivel. Las tres estaciones de bombeo cuentan con un depósito regulador aguas arriba y otro aguas abajo para optimizar las horas de funcionamiento.

La longitud total de la conducción es de 106 km, de los cuales 18 km son de impulsión, 12 km de sifón, 6 km de túnel, 69 km de canal y 1 km de tubería forzada para turbinación. La altura de bombeo geométrica total es de 270 m y la de turbinación, de 130 m. En la figura que se incluye a continuación se muestran estas características básicas.

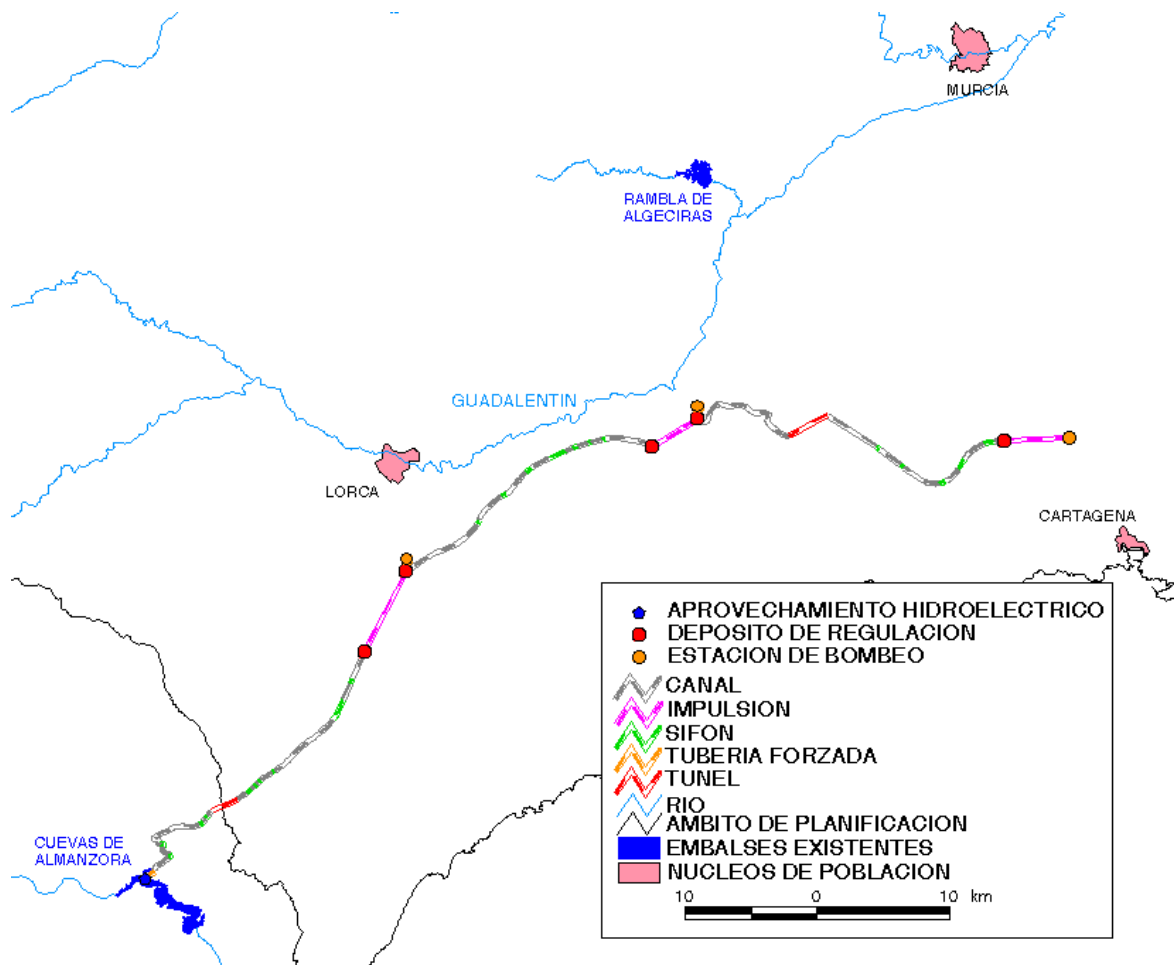


Figura 64. Características del trasvase Cartagena-Almanzora

Las afecciones hidroeléctricas son nulas, puesto que procede de otra conducción de trasvase.

La zona atravesada se encuentra totalmente antropizada y dedicada al regadío en su mayor parte. Las afecciones a espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales son inexistentes. Sí pueden ser significativas, en cambio, las interferencias con regadíos en explotación de alto valor económico, atendidos ya por el postrasvase Tajo-Segura y por pozos.

En cuanto a la calidad del agua, las consideraciones a aplicar son las correspondientes a las del origen del agua recibida, ATS y/o Ebro.

En el grafo de circulación general constituye un tramo único, que comienza en el final del Canal del Campo de Cartagena (nudo Cartagena-Litoral) con una elevación, y concluye en el aprovechamiento que vierte al embalse de Cuevas de Almanzora (nudo Almanzora). Sus características detalladas se recogen en el Documento de costes básicos.

3.7.7. POSTRASVASE MARGEN DERECHA

Al igual que sucede con el postrasvase margen izquierda se trata de una conducción en servicio, por lo que no se describen expresamente sus características. Discurre entre el Azud de Ojós y el embalse de Cuevas de Almanzora, pasando por la Rambla de Algeciras, y permite la conexión entre las cuencas del Segura y del Sur.

Al igual que en los casos anteriores se ha analizado la posibilidad de ampliación de capacidad en caso necesario, si así lo requirieran los resultados de la simulación. La ampliación se ha evaluado, de acuerdo con los criterios expuestos en el Documento de costes básicos. En la figura siguiente puede verse la traza de esta conducción.

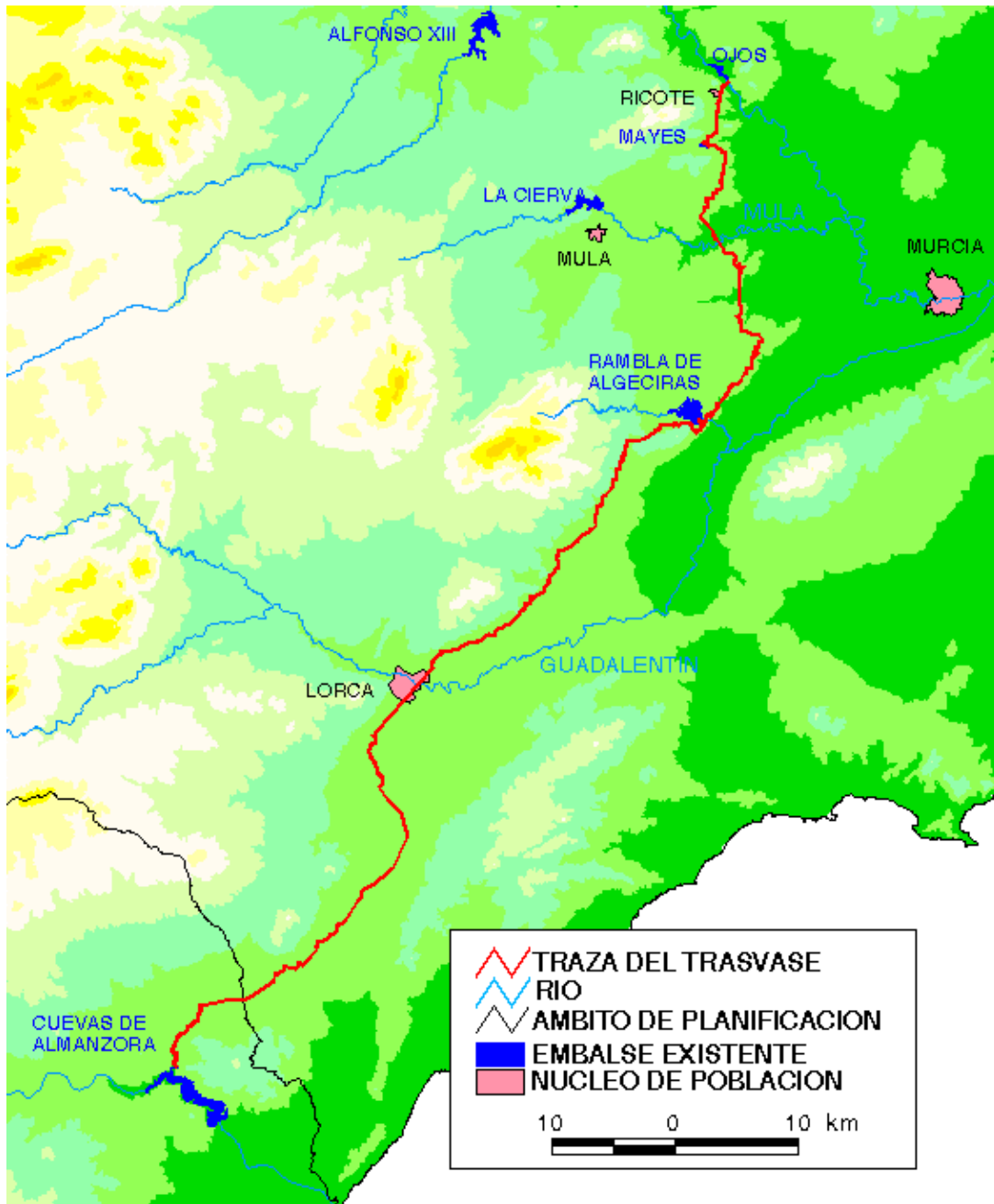


Figura 65. Plano de situación del Canal principal de la margen izquierda del Postrasvase Tajo-Segura

Para su inclusión en el grafo de flujos globales se ha dividido en los dos tramos siguientes, cuyas características detalladas se incluyen en el documento de costes básicos:

- Tramo Ojós-Algeciras: comienza en la elevación del azud de Ojós que constituye el origen del canal de la margen derecha del postrasvase y termina aguas arriba del depósito de regulación del que toma la elevación de Alhama, que se encuentra 1 km aguas abajo, aproximadamente, de la derivación del canal a la presa de la Rambla de Algeciras. Su longitud es de 40 km.

- Tramo Algeciras-Almanzora: comienza en el depósito de regulación de aguas arriba del bombeo de Alhama y termina en la rambla del Saltador, que vierte al embalse de Cuevas de Almanzora. La longitud asciende a 83 km.

3.7.8. ALMANZORA-ALMERÍA

Esta conducción enlaza dos puntos pertenecientes a la Cuenca del Sur. Desde el punto de vista geográfico se trata de una transferencia intracuenca. Sin embargo, desde el punto de vista del origen de los recursos no es así, puesto que el volumen almacenado en Cuevas de Almanzora procede fundamentalmente de aportaciones externas, cuyo origen último es el Ebro o el ATS (Tajo o Duero). Permite suministrar a dos de los tres sistemas con déficit estructural de la Cuenca del Sur: Andarax y Nijar (provincia de Almería) así como al del Río Verde, Guadalfeo, Benínar y Campo de Dalias (el tercero es suministrado por la transferencia entre el Guadalquivir-Negratín- y Sur-Cuevas de Almanzora).

La conducción discurre por las estribaciones orientales de las cordilleras béticas, fundamentalmente por el Este de la Sierra de los Filabres y por el Sur de las sierras de Alhamilla y Gador. En líneas generales cabe decir que se trata de un terreno complicado tanto topográficamente como geológicamente. El trazado, similar al de la carretera Lorca-Almería, puede verse en la figura siguiente.

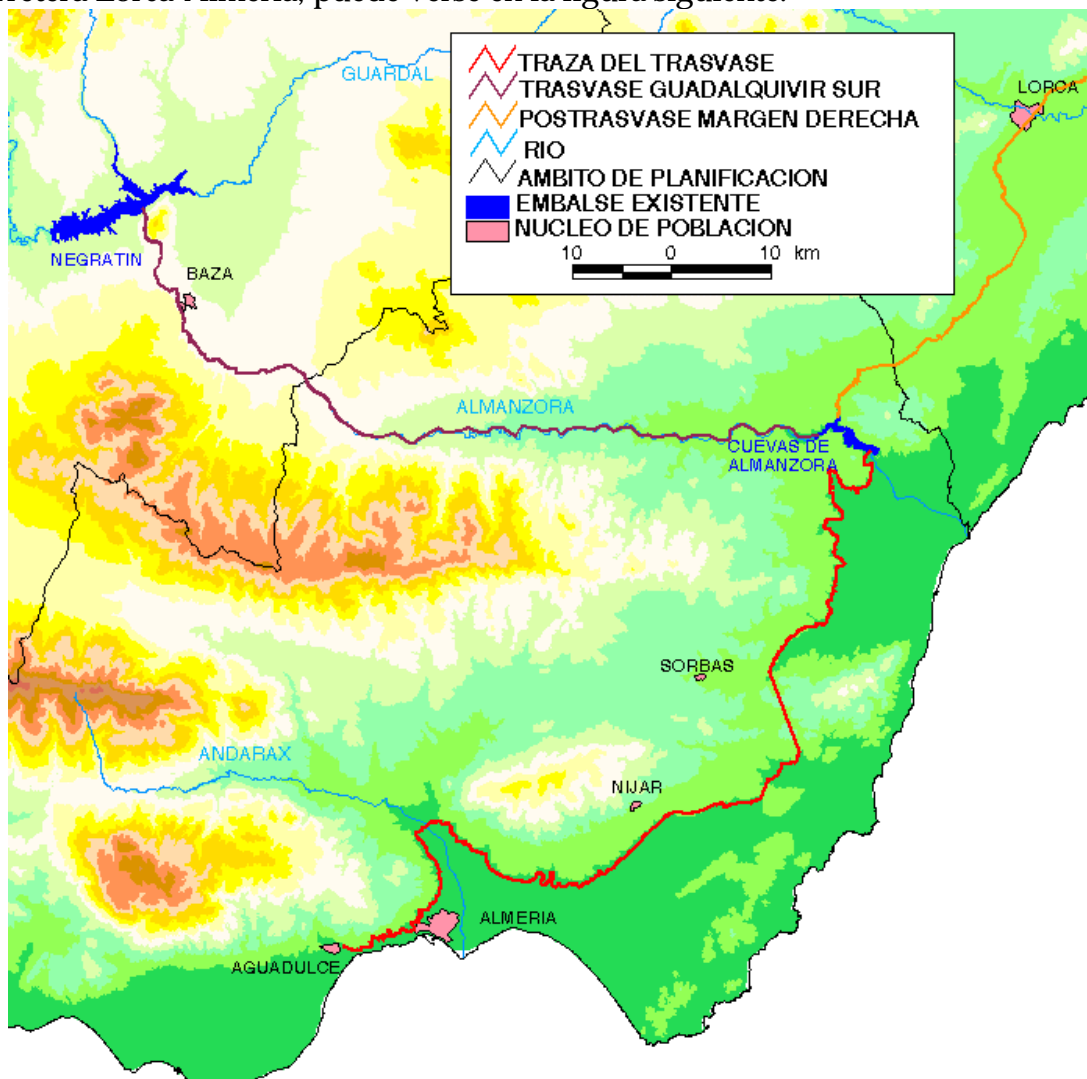


Figura 66. Plano de situación del trasvase Almanzora-Almería

El agua se transporta siempre por gravedad. El MNN del embalse de Cuevas de Almanzora se encuentra a la cota 183 y el cauce a la 105. La cota de partida se fija en torno a la 160. En primer lugar atraviesa la Sierra de Los Filabres para lo cual requiere numerosos sifones.

A continuación salva la Sierra de Alhamilla mediante un túnel de 10 km al este del municipio de Sorbas, con alturas de 600 m. La traza del túnel es paralela a la de la carretera mencionada, que salva la Sierra por un puerto más al oeste.

Seguidamente discurre por la vertiente sur de esta sierra a media ladera, dominando el Campo de Níjar, para dirigirse hacia Almería, cruzando el río Andarax varios kilómetros aguas arriba de la capital. Pasa entonces a bordear la Sierra de Gádor por su vertiente Sureste y finaliza en Aguadulce a la cota 80 aproximadamente. Este último tramo del recorrido es especialmente complicado en lo que a orografía se refiere.

La longitud total de la conducción es de 143 km, distribuidos en 47 km de sifón, 4 km de acueducto, 12 km de túnel y 80 km de canal. Puede apreciarse la complicación del trazado, pues el 45% del total corresponde a obras singulares. Cabe señalar que un estudio detallado podría revelar una peor situación, pues debido a lo movido del terreno es más difícil que en otros casos hacer una definición del trazado a la escala 1:50.000 empleada en este Plan Hidrológico. No existen bombeos ni turbinaciones ni ocasiona afecciones hidroeléctricas a saltos existentes.

Las características anteriores se reflejan en la figura siguiente::

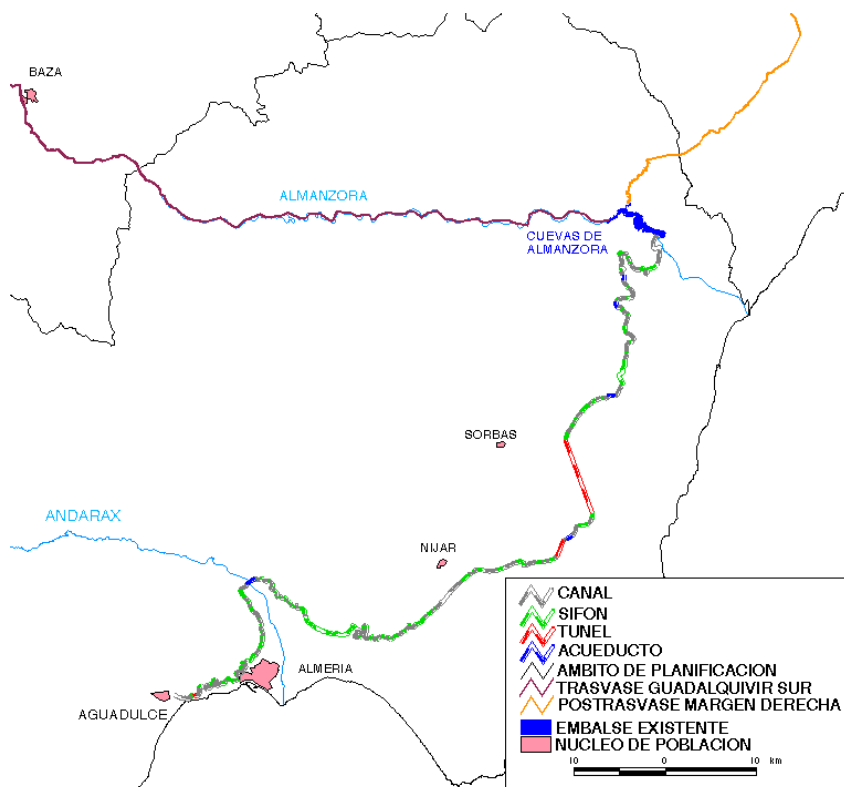


Figura 67. Características del trasvase Almanzora-Almería

Respecto a la geología cabe destacar que el tramo comprendido entre Cuevas de Almanzora y la salida del túnel de 10 km cercano a Sorbas puede presentar complicaciones. Ello es debido a la presencia de materiales del triás, que incluyen yesos, dentro del complejo Nevado Filabride de la Sierra de Filabres así como del complejo Alpujarride de la Sierra de Alhamilla. La mayor dificultad puede ser sin embargo, la dureza de los materiales para ejecutar la excavación (incluido el túnel), pues es mayoritaria la presencia del pérmico, cámbrico, devónico y precámbrico.

Tras abandonar el túnel atraviesa materiales cuaternarios y terciarios fundamentalmente, que no deben presentar grandes complicaciones, al Sur de la Sierra de Alhamilla, asentados entre el complejo alpujarride de dicha Sierra y los materiales volcánicos de la Sierra de Gata.

Los materiales competentes vuelven a aparecer una vez cruzado el río Andarax al discurrir por el Sureste de la Sierra de Gadir, interceptando dolomías oscuras y calizas.

Por tanto, de lo anterior se desprende que la ejecución de la excavación será complicada, exigiendo importantes medios en la mayor parte del recorrido. Puntualmente pueden surgir algunos problemas por aparición de yesos.

La interferencia con espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales es mínima con la información disponible. Cabe señalar que discurre muy próximo al extremo oriental del Parque Natural del Karst de los yesos de Sorbas, sin atravesar nunca su perímetro. Igualmente el trazado pasa muy próximo al límite occidental del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, llegando casi a interceptarlo a la salida del túnel de Sorbas e interceptándolo a lo largo de 1,5 km. algo más al Sur (tramo en túnel, en sifón y en canal). La afección puede eliminarse desplazando el trazado hacia el oeste, lo cual es factible a costa de aumentar la longitud del segundo túnel y de las obras singulares comprendidas entre los dos túneles. Podría ser conveniente también en este caso aumentar la longitud del primer túnel, desplazándolo hacia el oeste. No se trata por tanto, de afecciones insalvables, sino que supondrían un ligero incremento de presupuesto. No ocurre lo mismo si se consideran los espacios cuya protección está prevista en el futuro. Estos aspectos se analizan con detalle en el documento correspondiente.

Las consideraciones relativas a la calidad del agua se incluyen asimismo en el documento correspondiente.

A efectos de su integración en el grafo de circulación general se considera que toda la conducción constituye un solo tramo con origen en el embalse de Cuevas de Almanzora y final en Aguadulce, en las inmediaciones de Almería, y dominando sus riegos del Poniente.

3.8. TRANSFERENCIA EBRO-CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA

Se trata de resolver la situación de escasez detectada en algunos sistemas de explotación de las Cuencas Internas de Cataluña, en los términos previstos en el análisis del sistema de explotación incluido en este Plan Hidrológico.

Dado que el destino básico de las aguas es el abastecimiento urbano e industrial el consumo es continuo, no estacional, por lo que no son necesarias infraestructuras de regulación importantes en destino, salvo las impuestas por la longitud del período durante el que se pueda derivar en origen.

El origen de la transferencia se sitúa en la cuenca del Ebro, considerándose dos posibles puntos de captación de recursos: el Bajo Ebro, y el embalse de Talarn o San Antonio en el río Noguera-Pallaresa, afluente del Segre. La existencia de estas dos posibilidades de captación da lugar a dos familias de alternativas, que se describen a continuación.

3.8.1. TRASVASE DESDE EL BAJO EBRO AL LLOBREGAT

3.8.1.1. POSIBLES PUNTOS DE TOMA

Tras estudiar diferentes opciones para el nuevo punto de toma en el bajo Ebro, se estima que lo más conveniente, en principio, es ubicar la captación en un azud de nueva construcción, aguas abajo de Tortosa.

Los puntos de captación considerados y desestimados son los de Rasquera, Cherta y Delta del Ebro. Los dos primeros están situados aguas arriba de Tortosa, lo que permitiría reducir la altura de bombeo. Sin embargo, derivar en cualquiera de ellos requiere atravesar la Sierra del Boix para alcanzar la cuenca del Llobregat, con un coste adicional importante debido a lo accidentado del terreno. Sería necesario construir túneles, de manera que para acortar razonablemente su longitud es preciso incrementar la altura de bombeo, con lo que se anula la posible ventaja de esta solución. Partiendo de Cherta se incrementa la longitud frente a Rasquera.

A estas circunstancias se une el hecho determinante de que la Sierra del Cardó-Boix es un espacio natural, que se vería afectado por tramos de canal de trasvase si se optase por Rasquera o Cherta como punto de toma. El primer punto que permite concebir un trazado que no interfiere con este espacio natural es la derivación desde aguas debajo de Tortosa que, debido a las circunstancias señaladas, requiere una altura de bombeo menor, puesto que atraviesa la Sierra mencionada en sus estribaciones más próximas a la costa, sin requerir para ello túneles con una altura de bombeo moderada.

La tercera solución planteada, que parte del Delta, pretende aprovechar la infraestructura existente en esta zona. Así, sin afectar a los riegos del Bajo Ebro se podría derivar el volumen demandado desde Cherta, por el Canal de la margen izquierda del Ebro, que tiene una capacidad de 18 m³/s, mediante una elevación situada en las proximidades del Delta. En época de riego el suministro se podría

realizar aprovechando los retornos de riego del propio Delta. Actualmente la red de azarbes no puede verter directamente al mar debido a su baja cota por lo que es necesario elevar los retornos en tres estaciones de bombeo con un altura máxima del orden de 5 m, cada una de las cuales vierte a una balsa desde son evacuados al mar.

Esta disposición obligaría a construir un canal perimetral en el propio Delta que captara los volúmenes almacenados en las tres balsas y los condujese hasta una nueva estación de bombeo en la margen izquierda. Desde allí serían elevados para llegar hasta la cuenca del Llobregat.

Esta solución de captación en el Delta es claramente desechable por razones ambientales: en primer lugar se trata de un espacio natural en el que sería necesario construir el canal mencionado. En segundo lugar, el agua que se capta en la época de riego tiene una calidad deficiente, puesto que procede de retornos de riegos arrastrando fertilizantes y otras sustancias, lo que exigiría un tratamiento adicional intenso que, unido a la mayor altura de elevación necesaria, puesto que el recurso se toma a nivel inferior al mar, aumentaría también su coste. Por otra parte también sería necesario recrecer el canal de la margen izquierda, pues en el período de riego debe transportar tanto la dotación bruta como el complemento necesario a los retornos para satisfacer la demanda del trasvase.

Una vez elegido, pues, un azud aguas abajo de Tortosa como nuevo punto de derivación, caben distintas opciones para llegar hasta la cuenca del Llobregat, tal y como se describe en el siguiente epígrafe. Hay que señalar que esta ubicación no estaría exenta de afecciones ambientales, puesto que requiere la construcción de un azud cerca de la desembocadura del Ebro. Entre las posibles afecciones destacan el efecto barrera que puede suponer tanto para el transporte de sedimentos como para la movilidad de especies en el entorno del Delta.

Una forma ventajosa de superar los inconvenientes que plantea una toma nueva en el bajo Ebro es emplear las infraestructuras ya existentes del minitrasvase a Tarragona, descrito en epígrafes anteriores. Ello presenta la única limitación del máximo anual derivable, pero permite captar cantidades importantes sin necesidad de modificar la toma y disponiendo únicamente de la necesaria ampliación de las instalaciones existentes para extenderse más allá de la provincia de Tarragona y llegar hasta el Garraf y Baix Penedés, o incluso a la planta de Abrera.

En el análisis del sistema de las Cuencas Internas de Cataluña incluido en este Plan Hidrológico puede verse el régimen actual de derivaciones del Consorcio de Aguas de Tarragona, y la posibilidad cierta de captación de aguas, sobre todo invernales, sin ningún perjuicio.

La altura total de elevación sería similar a la de las soluciones ex novo, que se describen en los epígrafes siguientes.

Por último, cabe señalar que en las alternativas analizadas en el estudio del trasvase desde el Ródano, que se detallan en apartados posteriores, se considera otro punto de toma situado en la inmediaciones del núcleo de García, entre Flix y Mora de Ebro. Esta posibilidad sólo tiene sentido si se plantea un trasvase en tubería, pues de lo contrario, caso de realizarse en canal a cielo abierto, se incrementaría la longitud y

tendría, además, los mismos inconvenientes ambientales que las tomas en Cherta o Rasquera.

3.8.1.2. SOLUCIONES DE TRAZADO

Las tres soluciones alternativas de trazado consideradas para la nueva conducción desde el bajo Ebro al Llobregat pueden verse en la figura adjunta.

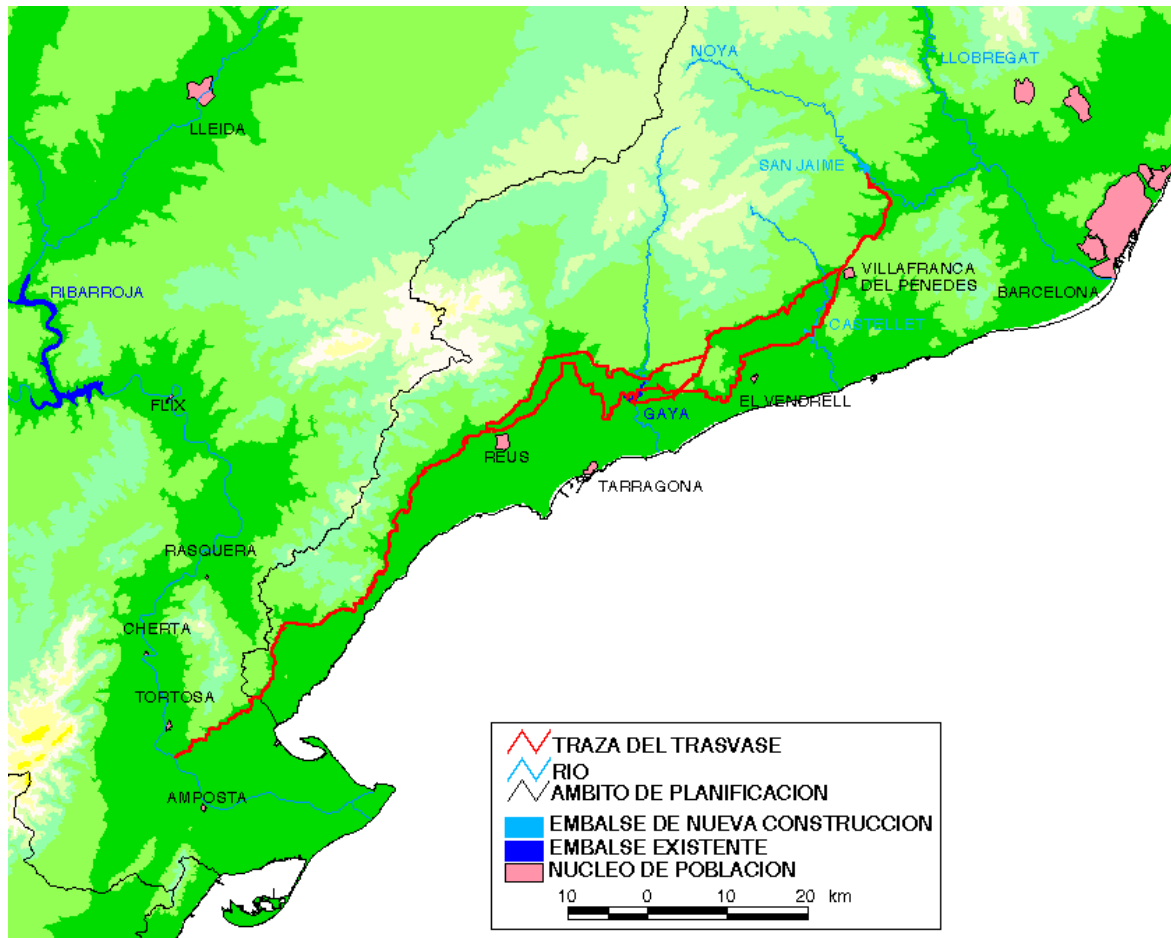


Figura 68. Plano de situación del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

En primer lugar se describe la denominada solución 1.

Desde el azud de Tortosa, de nueva construcción, situado entre la población del mismo nombre y Amposta, el agua sería elevada hasta un canal a cielo abierto que discurre, sin derivaciones intermedias, básicamente paralelo a la costa y próximo a Reus, hasta el embalse de Castellet, de nueva construcción en el río Foix.

La altura geométrica de la primera impulsión es de 175 m y vierte a un depósito regulador para evitar el funcionamiento de la instalación en las horas más desfavorables en cuanto al precio de la energía. La capacidad prevista para el embalse de Castellet es de 13 hm³.

Desde aquí el agua es reimpulsada, salvando un desnivel geométrico de 89 m hasta llegar, mediante el correspondiente canal al embalse de San Jaime, de 16 hm³ en el río Anoia, afluente del Llobregat, destino final de las aguas. A continuación de la segunda impulsión se dispone otro depósito regulador que permite el funcionamiento de la instalación en el período más favorable para el precio de la energía consumida. Los dos embalses están previstos como posibles en el Plan Hidrológico de las Cuencas Internas de Cataluña. La cota de la captación en el Ebro es la 15 y la de MNN del embalse de San Jaime, la 180.

La longitud total de la conducción es de 196 km, distribuidos en 3 km de impulsión, 28 km de sifón, 11 km de túnel y 154 km de canal. La altura geométrica de bombeo total asciende a 264 m. La altura máxima de generación de energía posible, caso de instalarse, sería de 13 m e iría asociada a la presa de Castellet, como aprovechamiento de pie de presa, no asociado al trasvase, para verter al río Foix. En la figura siguiente se reflejan las características indicadas.

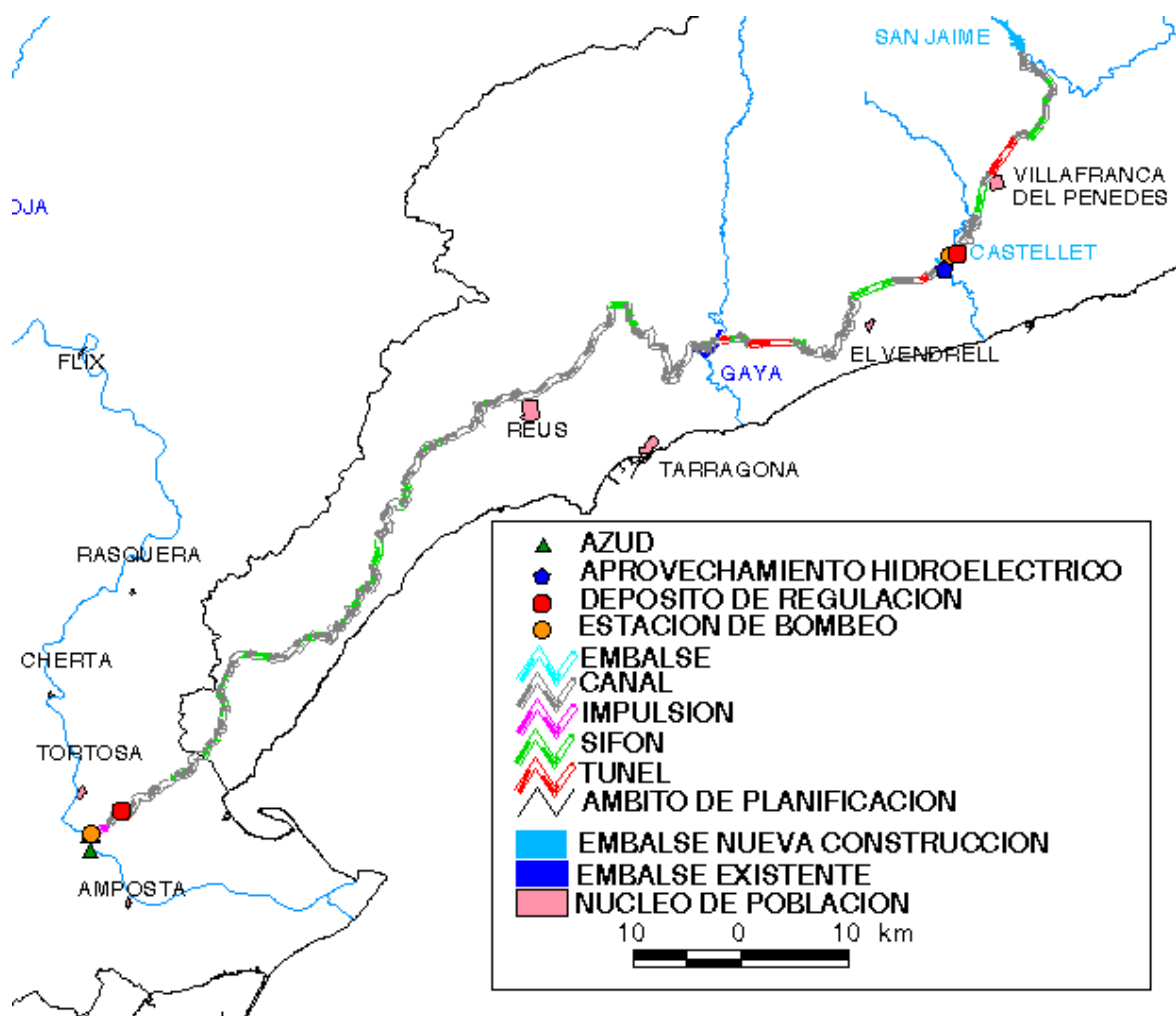


Figura 69. Características de las solución 1 del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

Las afecciones hidroeléctricas que ocasiona a saltos existentes son nulas.

En cuanto al medio natural, el terreno atravesado está ya muy antropizado, discurriendo por zonas densamente pobladas (zonas de Reus y Vendrell), lo que ha motivado el estudio de otras soluciones que tratan de minimizar la afección a zonas urbanas entre Reus y Vilafranca del Penedés. Solo interfiere con un espacio natural protegido en la actualidad, Las Montañas de Tivissa y Vandellós, siendo fácilmente evitable la afección, tal como se expone más detalladamente en el documento específico.

La calidad del agua en el Bajo Ebro, como se detalla en el documento correspondiente, no constituye un obstáculo insalvable para destinar el agua a usos urbanos, como lo demuestra la existencia del minitransvase a Tarragona, aunque exigirá un tratamiento adecuado en destino.

La solución 2 se diferencia esencialmente de la 1 en que discurre a cota más elevada y no utiliza el embalse de Castellet. El objetivo perseguido con esta modificación es reducir la afección a zonas urbanas, sobre todo en la zona comprendida entre Reus y Vendrell, discurriendo por una zona con menor densidad de población.

El trazado es común con la solución 1 hasta las inmediaciones de Reus (PK 88,4). Allí se separan, pasando a discurrir más elevada la solución 2, disponiéndose una elevación en el punto de separación con la 1, con un desnivel geométrico de 71,5m y dos depósitos de regulación diaria, uno aguas arriba y otro aguas abajo de la elevación para optimizar el consumo energético. Ambas soluciones confluyen en Vilafranca del Penedés y coinciden a partir de entonces. La longitud del tramo de trazado diferente al de la solución 1 es de 71 km.

La longitud total de la solución 2 es ligeramente inferior a la de la 1, ascendiendo a 179 km, distribuidos en 3 km de impulsión, 33 km de sifón, 10 km de túnel y 133 km de canal. De la comparación con la solución anterior se deduce que si bien es más corta, el terreno atravesado es algo más complicado (longitud de túnel equivalente pero longitud de sifón un 18% superior). La altura de bombeo es ligeramente inferior a la solución 1, ascendiendo a 247 m. Las características indicadas se reflejan en la figura adjunta.

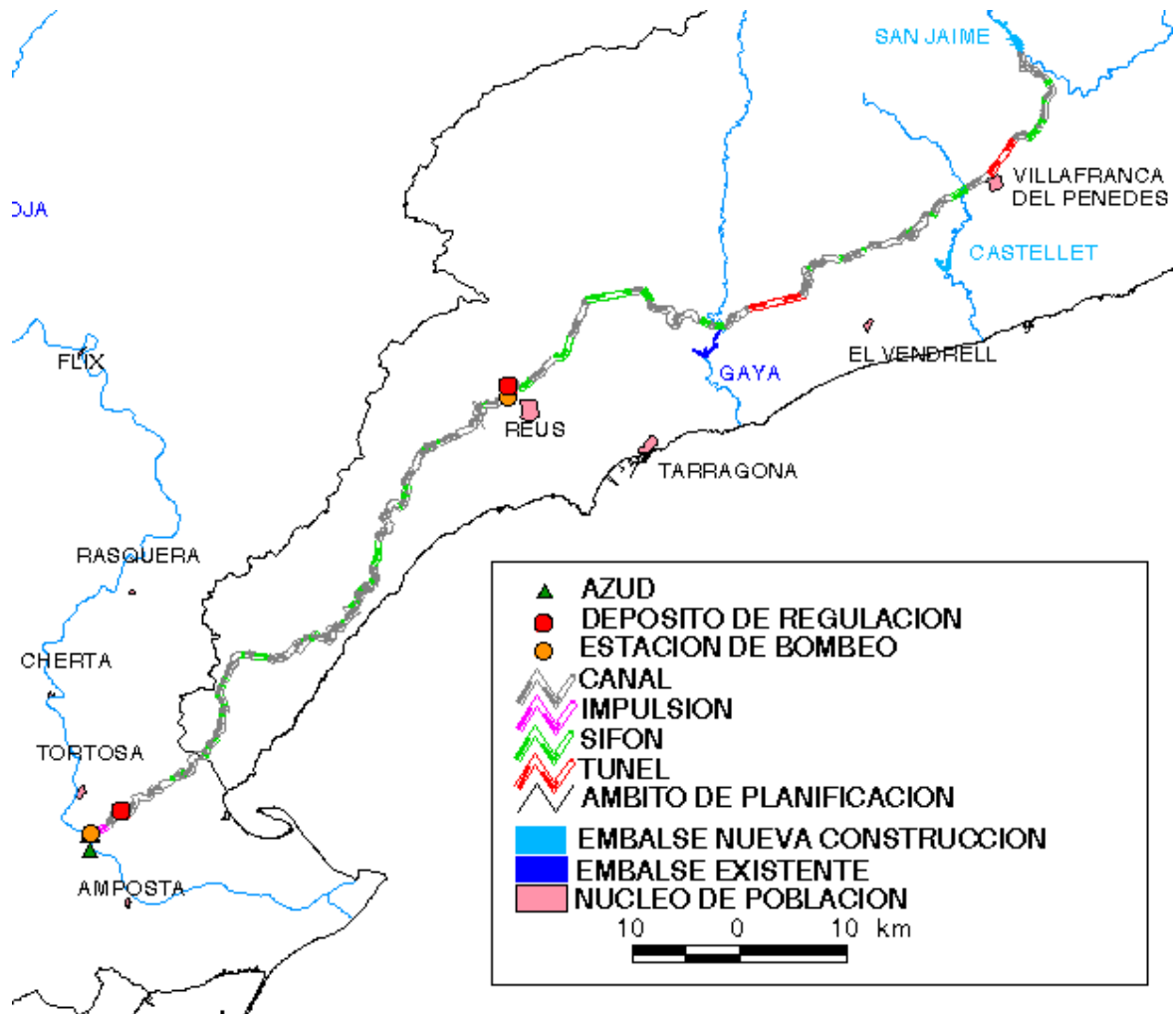


Figura 70. Características de la solución 2 del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

En cuanto a afecciones hidroeléctricas, interferencias con espacios naturales y calidad del agua, son de aplicación las mismas consideraciones que para la solución 1. Respecto a las afecciones al medio socioeconómico, cabe señalar que si bien se reducen considerablemente frente a la solución 1 las interferencias con urbanizaciones, aunque no llegan a desaparecer por completo, se incrementan las afecciones a zonas cultivadas de gran valor económico, llegando a superar la afección económica de la solución 1 en zonas que, en principio, pueden no verse beneficiadas por el aporte de aguas del trasvase.

Cabe señalar también que la solución 2, al prescindir del embalse de Castellet presenta una ligeramente menor garantía de funcionamiento, puesto que no dispone de capacidad de regulación intermedia. Ello habrá de compensarse con la explotación del sistema de las Cuencas Internas.

Se ha planteado también una tercera solución que aprovecha como embalse intermedio el ya existente de Gaya, en el río del mismo nombre. Sus características son similares a las de la primera solución. Mientras que ésta atraviesa el cauce del río Gaya mediante un acueducto aguas arriba del embalse y continua hacia el embalse de Castellet, la solución que ahora se plantea comparte el mismo trazado hasta casi llegar al embalse de Gaya, permitiendo la instalación de un pequeño salto

de 10 m de altura aproximadamente a través del cual se vierte a su vaso. Desde allí el agua es elevada una altura geométrica de 132 m y sigue a partir de aquí un trazado similar al de la solución 2 hasta confluir con la 1 a la altura de Villafranca del Penedés, momento a partir del cual coincide con las dos soluciones anteriores.

La longitud de esta tercera solución es de 189 km, del mismo orden que la 1, con la que comparte 147 km. Sin embargo, la altura de bombeo es considerablemente mayor, de 307 m. Las consideraciones de afecciones de todo tipo son coincidentes con la solución 1. Cabe por tanto descartarla frente a esta debido al mayor coste unitario que resultaría al requerir un consumo de energía un 21% superior. La longitud total se compone de 4 km de impulsión, 26 km de sifón, 150 km de canal, 9 km de túnel y 45 m de tubería forzada para turbinación. En la figura siguiente se recogen las características de esta solución.



Figura 71. Características de la solución 3 del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

De lo expuesto se deduce que no existen argumentos económicos ni ambientales decisivos que diferencien la soluciones 1 y 2, puesto que el coste unitario es casi coincidente en ambas. Tampoco parecen definitivas las afecciones originadas por

una y otra, puesto que una minimiza las afecciones a zonas urbanas, pero otra ocasiona perjuicios superiores a regadíos de alto valor económico. Sin embargo, teniendo en cuenta que tanto la inversión inicial como el coste unitario son inferiores en la solución 2, y sin perjuicio de posteriores estudios de detalle, se seleccionará en principio ésta.

En la figura siguiente puede verse una planta de las tres alternativas de nuevo trazado, indicando cuál es la seleccionada. Tras ella se incluye una tabla con las características básicas de las tres soluciones.

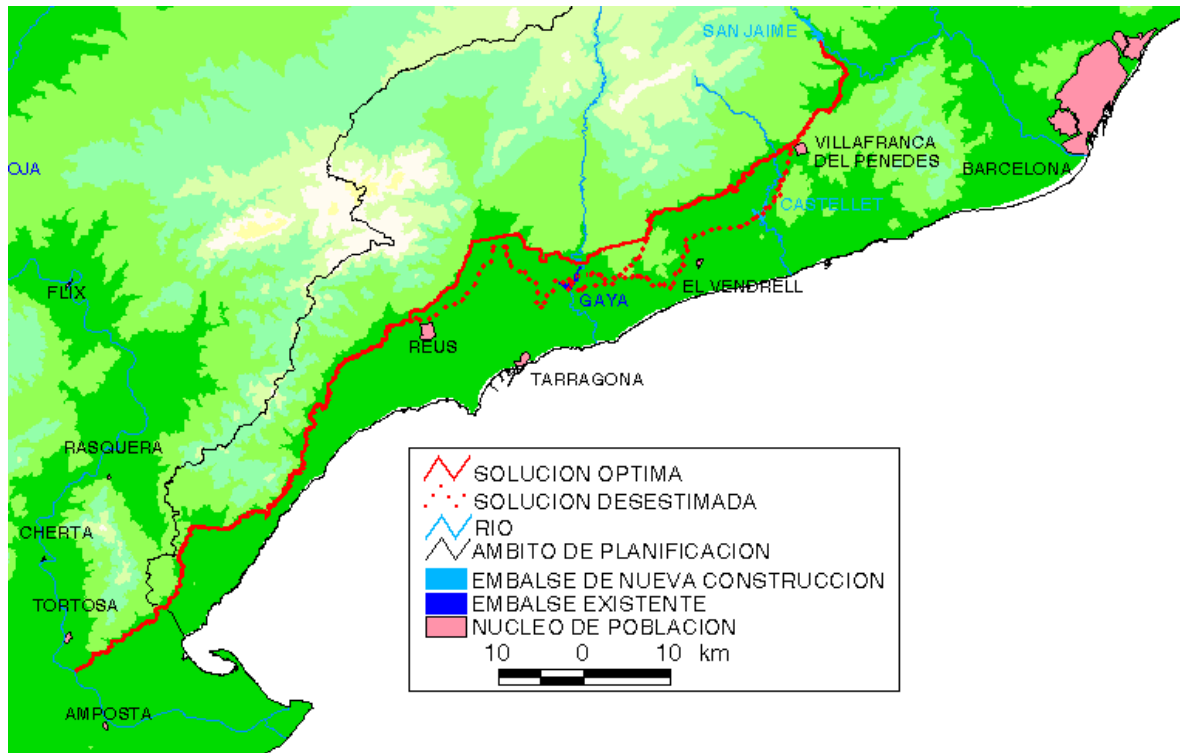


Figura 72. Solución óptima del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
SOLUCIÓN 1	196	264	13 ¹	CASTELLET Y SAN JAIME
SOLUCIÓN 2	179	247	0	SAN JAIME
SOLUCIÓN 3	189	307	10	SAN JAIME

Tabla 17. Características de las soluciones del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

Se considera que toda la alternativa óptima constituye un solo tramo a efectos de su integración en el grafo de recorridos óptimos, con origen en el Bajo Ebro (Azud de Tortosa) y llegada en el embalse de San Jaime en el río Anoya, puesto que no existe demanda intermedia alguna. Las características detalladas con todos los elementos en planta, así como un esquema longitudinal pueden encontrarse en el documento de costes básicos.

¹ Se trata de un salto de pie de presa en Castelllet que vierte al río, no a la conducción de trasvase.

Como se ha indicado, el embalse de San Jaime constituye el punto de llegada en los estudios derivados del anteproyecto de Ley de PHN de 1993. Desde él habría que conectar con la planta de tratamiento de aguas de Abrera, integrada en la red regional de abastecimiento. En la valoración de la alternativa contenida en el Documento de costes solo se ha incluido el embalse, considerando la conexión como un coste de distribución.

Debe señalarse, sin embargo, que los análisis del sistema de explotación de las Cuencas Internas de Cataluña realizados en este Plan Hidrológico permiten concluir que no es imprescindible disponer de regulación en destino. Por tanto, podría prescindirse de este embalse y sustituirlo por unos depósitos en cola o intermedios, y conectar directamente con la ETAP de Abrera. Esta última posibilidad eliminaría además la incertidumbre que en cuanto a calidad del agua puede suponer la mezcla del volumen trasvasado con el caudal del Anoia, que según se indica en el documento específico sobre esta materia, supondría en principio un empeoramiento.

Por último, debe reiterarse que estas alternativas expuestas lo son de un trazado ex novo, requerido para el trasvase de volúmenes importantes. Una alternativa recomendada es la de acometer en primera instancia la adecuación de las instalaciones del minitrasvase a Tarragona con objeto de permitir a corto plazo la llegada de caudales del bajo Ebro al Garraf, Baix Penedés o Abrera.

Ello permitiría resolver el problema inmediato, escalonar la inversión a las crecientes necesidades, y madurar la decisión sobre la opción final más conveniente para aportar todo el volumen de transferencia previsto a largo plazo.

3.8.2. TRASVASE DESDE EL NOGUERA PALLARESA AL LLOBREGAT

El punto de toma en esta ocasión viene condicionado por las disponibilidades de agua en la cuenca cedente. La posibilidad que podría resultar más ventajosa debido a la proximidad geográfica entre la cuenca del Segre y la del Llobregat sería derivar del primero aguas arriba de su confluencia con el Noguera Pallaresa. Sin embargo no es posible, con las obras de regulación previstas, si se quiere garantizar los demandas de riego futuras, a satisfacer fundamentalmente desde el embalse de Rialp.

Debido a este condicionante el punto de toma más próximo factible es el embalse de Talarn o San Antonio en el río Noguera Pallaresa. Todas las soluciones parten del pie de presa del embalse de Talarn, a la cota 420. El punto de llegada, en la cuenca del Llobregat es, como antes, el embalse de San Jaime, de nueva construcción, cuyo MNN se encuentra a la cota 180. Sin embargo, no es posible discurrir por gravedad, debido a lo accidentado del terreno, que exige atravesar las divisorias entre el río Noguera Pallaresa y el Segre y entre éste y el Llobregat, con alturas superiores a los 1000 m, lo que requiere una longitud de túnel del orden de 40 km.

Estas circunstancias explican que se planteen tres soluciones de trazado, que obedecen fundamentalmente al intento de optimizar la relación entre la altura de elevación y la longitud en túnel. Cuanto mayor sea la primera menor es la inversión inicial, pero mayor el coste unitario debido al consumo energético, si bien éste puede

verse parcialmente compensado por la disposición de saltos hidroeléctricos de mayor altura. Se trata de encontrar la mejor combinación de estos factores. Las tres soluciones pueden verse en la figura siguiente.

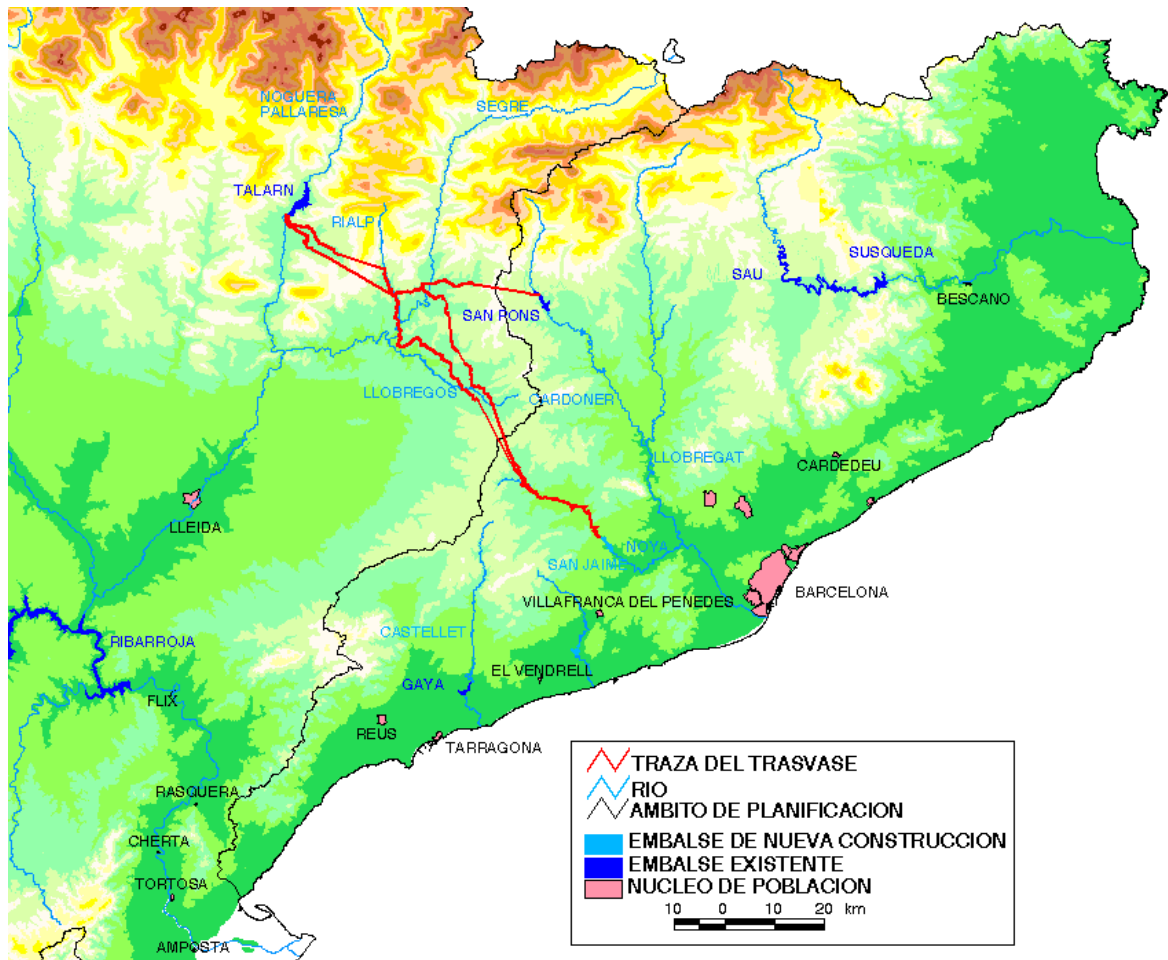


Figura 73. Plano de situación del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

3.8.2.1. SOLUCIONES DE TRAZADO

Todas las soluciones comienzan a pie de presa del embalse de Talarn, aguas abajo del aprovechamiento hidroeléctrico existente, de manera que este no se ve afectado en cuanto a energía producida, sino solamente en el período de producción, que vendría condicionado por el establecido para el bombeo.

En la solución 1 el agua es elevada desde allí una altura geométrica de 149 m hasta la cota 569, donde se dispone un depósito de regulación diario para optimizar las horas de funcionamiento, es decir, el consumo energético. A partir de aquí discurre siempre por gravedad en una sucesión de canal y túnel hasta llegar al río Anoya, afluente del Llobregat, aprovechando su cauce a lo largo de 26 km hasta llegar al embalse de San Jaime, cuyo MNN está a la cota 180, de 16 hm³ de capacidad. El vertido al Anoya se realiza a través de un salto de 168 m entre las cotas 513 y 345.

La longitud de la solución 1 es de 104 km, distribuidos en 0,5 km de impulsión, 16 km de sifón, 38,5 km de túnel, 48 km de canal y 1 km de tubería forzada para turbinación. Cabe destacar que la longitud en túnel representa el 37% del total, superando dos de ellos los 10 km. Esto da una idea de lo difícil del terreno así como de lo complicado de efectuar cualquier estimación de coste, debido a la incertidumbre que inevitablemente lleva asociada la ejecución de obras de esta naturaleza. La altura geométrica total de bombeo es de 149 m y la de turbinación de 168. Esta distribución se recoge en la figura adjunta.

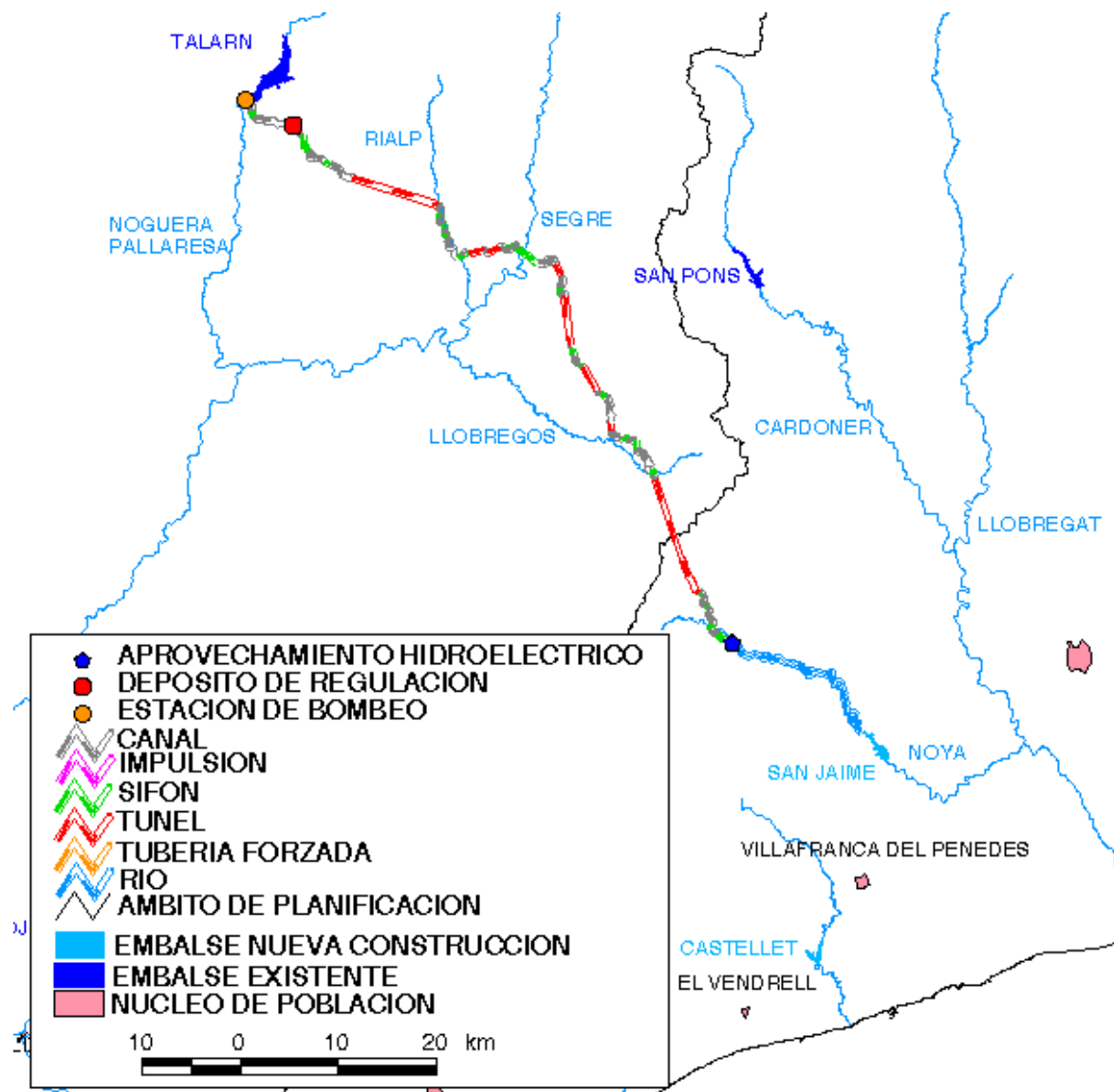


Figura 74. Características de la solución 1 del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

Origina afecciones hidroeléctricas a gran cantidad de saltos existentes (todas las centrales del Noguera, Segre y Ribarroja y Flix en el Ebro), por lo que esta componente tiene una influencia significativa en el coste unitario resultante. Su valoración puede encontrarse en el Documento de costes básicos.

Respecto a las afecciones ambientales, no interfiere con espacios naturales protegidos. Sin embargo la zona atravesada está muy poco alterada por el hombre, corresponde al Prepirineo en parte de su recorrido y ostenta un gran valor paisajístico, así como fauna y flora no alteradas significativamente hasta el momento.

La calidad del agua en el punto de derivación es objeto de análisis detallado en otro documento. Puede decirse que es apta para los usos a que va a ser destinada, abastecimiento urbano e industrial.

La solución 2 sigue un trazado similar al de la 1 pero a cota más baja. Comparte con ella los puntos de inicio y final. La elevación desde el pie de presa de Talarn es de menor altura, salvando un desnivel de 72 m, hasta la cota 492, donde se dispone el depósito de regulación diario. Desde aquí la conducción discurre por gravedad en túnel y canal fundamentalmente, vertiendo al río Noya a través de un salto hidroeléctrico de 93 m de desnivel, entre las cotas 438 y 345. Desde él discurre por el río hasta el embalse de San Jaime. Al reducir la cota de elevación inicial aumenta la longitud en túnel y disminuye la altura del salto final en la incorporación al río Noya con respecto a la solución 1.

La diferencia más significativa entre las dos soluciones se produce tras cruzar la divisoria entre el río Noguera Pallaresa y el río Rialp, afluente del Segre. Mientras que la solución 1 sigue el camino más corto, a más cota, hacia el río Segre, la solución 2 discurre paralelamente al cauce del río Rialp hasta que desemboca en el Segre, pasando después a seguir el cauce del río Llobregos, afluente del Segre, hacia el Sureste, hasta que cruza la divisoria con el Llobregat.

La longitud de la segunda solución asciende a 102 km, de los cuales 44 km discurren en túnel, es decir, el 43%, incrementándose en 6 km frente a la primera. Es conveniente señalar que la mayor parte de la longitud se concentra en dos túneles de más de 20 km. El resto de la longitud se reparte en 0,2 km de impulsión, 8 km de sifón, 49 km de canal y 0,8 km de turbinación. Todo ello se refleja en la figura siguiente.

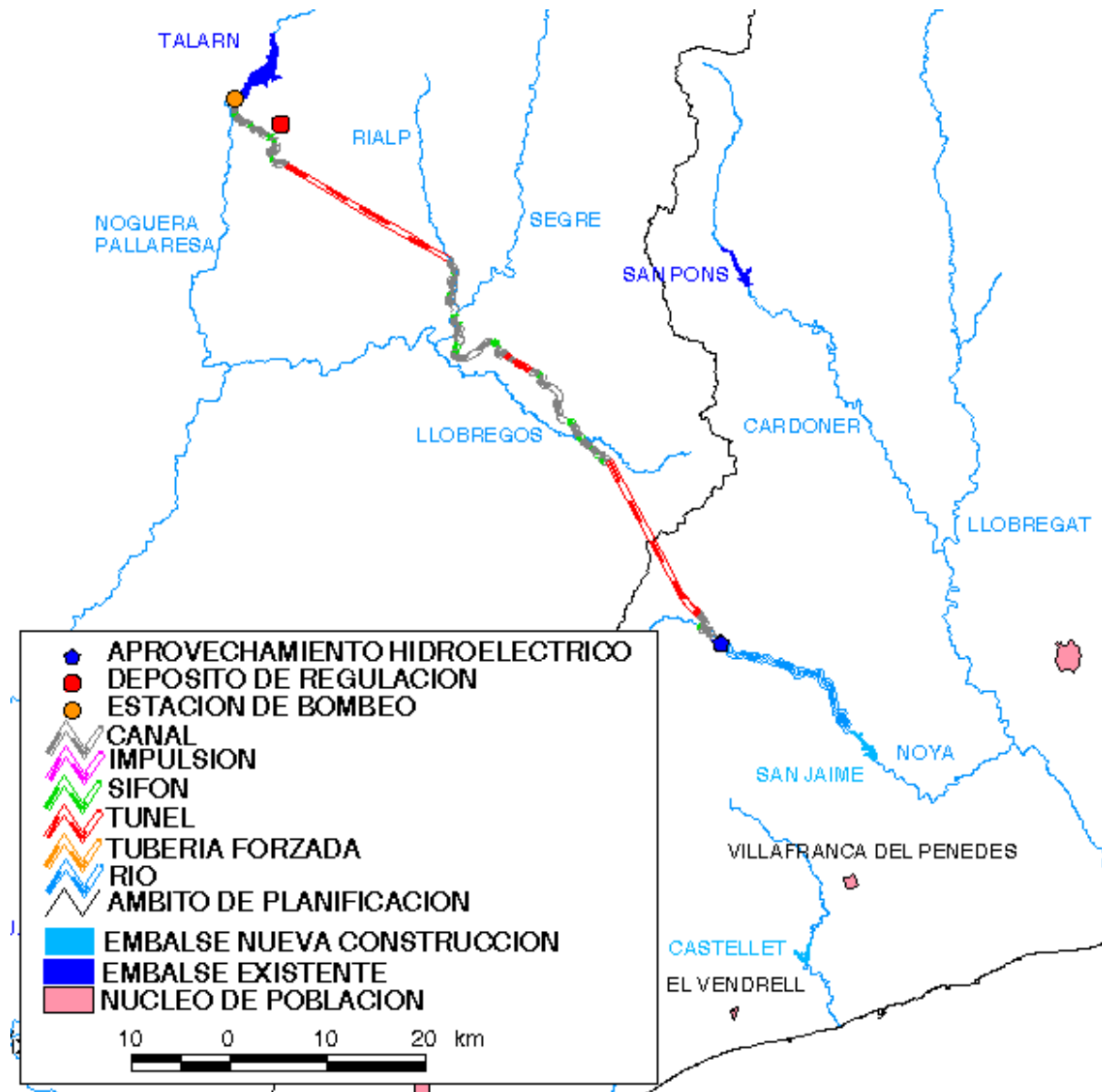


Figura 75. Características de la solución 2 del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

La altura de bombeo es de 72 m y la de turbinación de 93 m. La altura “excedente” es muy similar en las dos soluciones expuestas. Por tanto, la inversión correspondiente a esta solución debe ser superior a la primera, teniendo en cuenta las características del trazado. El balance energético y las afecciones hidroeléctricas son prácticamente coincidentes en ambas, por lo que el coste unitario será superior exclusivamente en la diferencia correspondiente a la amortización de la obra civil. No parece interesante, por tanto, reducir la altura de bombeo respecto a la solución 1 a costa de aumentar la longitud de túnel.

Son de aplicación las mismas consideraciones ambientales de la solución 1.

Se plantea una tercera solución, que comparte el origen con las anteriores pero no el destino, pues vierte al río Cardoner, afluente del Llobregat, en el embalse de San Pons. El sentido que tiene analizar esta solución es que representa el recorrido más corto entre las cuencas cedente y receptora.

Su desarrollo en origen coincide en todo con la solución 1 hasta llegar al Segre, separándose justo antes de cruzarlo. Tienen un recorrido común de 46 km. A partir de aquí la tercera solución sigue en línea recta hacia el Oeste salvando en túnel la divisoria entre el Segre y el Llobregat (Cardoner) hasta encontrar, a la salida del túnel que atraviesa la divisoria, el embalse de San Pons. Como inconveniente hay que reseñar la imposibilidad de disponer salto para la recuperación de energía, debido a que la cota de MNN del embalse coincide prácticamente con la de llegada del túnel (527).

La longitud total de esta solución es de 72 km, de los cuales 28 km discurren en túnel, es decir, el 37,5%. El resto de la longitud se compone de 0,5 km de impulsión, 10 km de sifón y 33,5 km de canal. Todo ello se refleja en la figura que se incluye a continuación.

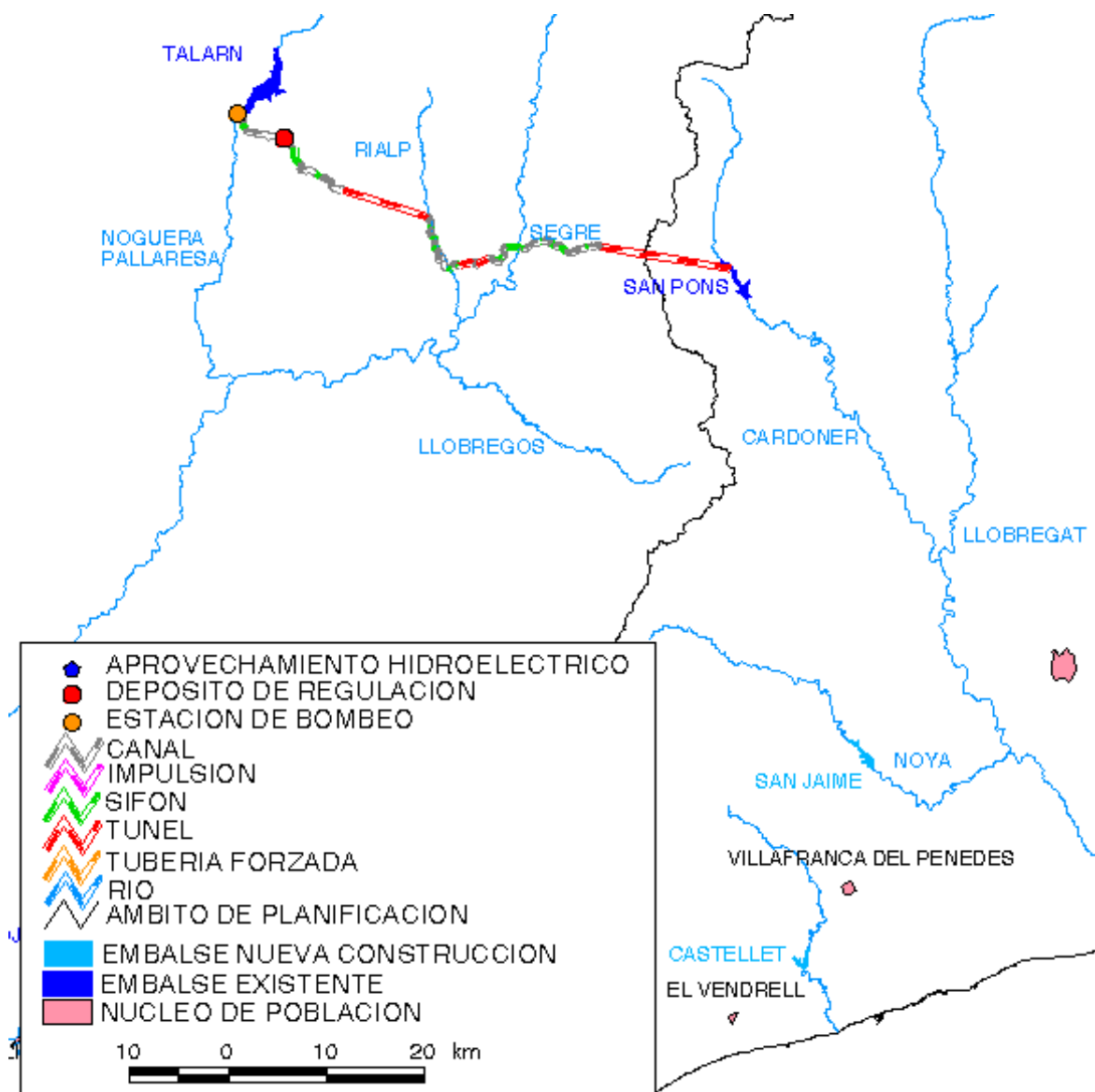


Figura 76. Características de la solución 3 del trasvase Noguera Pallaresa Llobregat

El coste de la inversión se reduce, por tanto, considerablemente con respecto a las soluciones anteriores. La longitud máxima de los túneles es del mismo orden que en la solución 1. La altura de bombeo es de 149 m y la de turbinación, nula. Por tanto, el coste unitario será considerablemente mayor que en la solución 1. Permite prescindir de la construcción de la presa de San Jaime.

Las afecciones hidroeléctricas que origina son coincidentes con las soluciones anteriores. Al igual que en ellas tampoco se interfiere con espacios naturales protegidos, siendo de aplicación las mismas consideraciones ambientales, si cabe con mayor intensidad, debido a que la totalidad del trazado discurre por el Prepirineo.

El aspecto básico que merece destacarse es el de la calidad del agua. En esta solución se produce un notorio empeoramiento de la calidad del agua trasvasada debido a que el cauce del río Cardoner atraviesa terrenos salinos. Ello implica un gran aumento de la salinidad del agua transferida, haciendo necesario un tratamiento que en principio no lo era y aumentando sensiblemente el coste de explotación.

En definitiva, esta última solución supone una reducción de la inversión inicial pero implica alteraciones que aumentan el coste unitario (consumo en bombeos y, sobre todo, tratamiento de la calidad) respecto a las dos primeras, por lo que resulta desechable.

De todo lo expuesto se deduce que la selección debe recaer en la solución 1 frente a la solución 2, atendiendo fundamentalmente a consideraciones económicas y de factibilidad práctica de la solución, puesto que no hay que olvidar que en el segundo trazado se incluye un túnel de más de 20 km. Ambas soluciones son comparables en cuanto a consideraciones ambientales y afecciones hidroeléctricas. En la figura que se incluye a continuación pueden verse las trazas de las tres soluciones, destacándose la óptima.

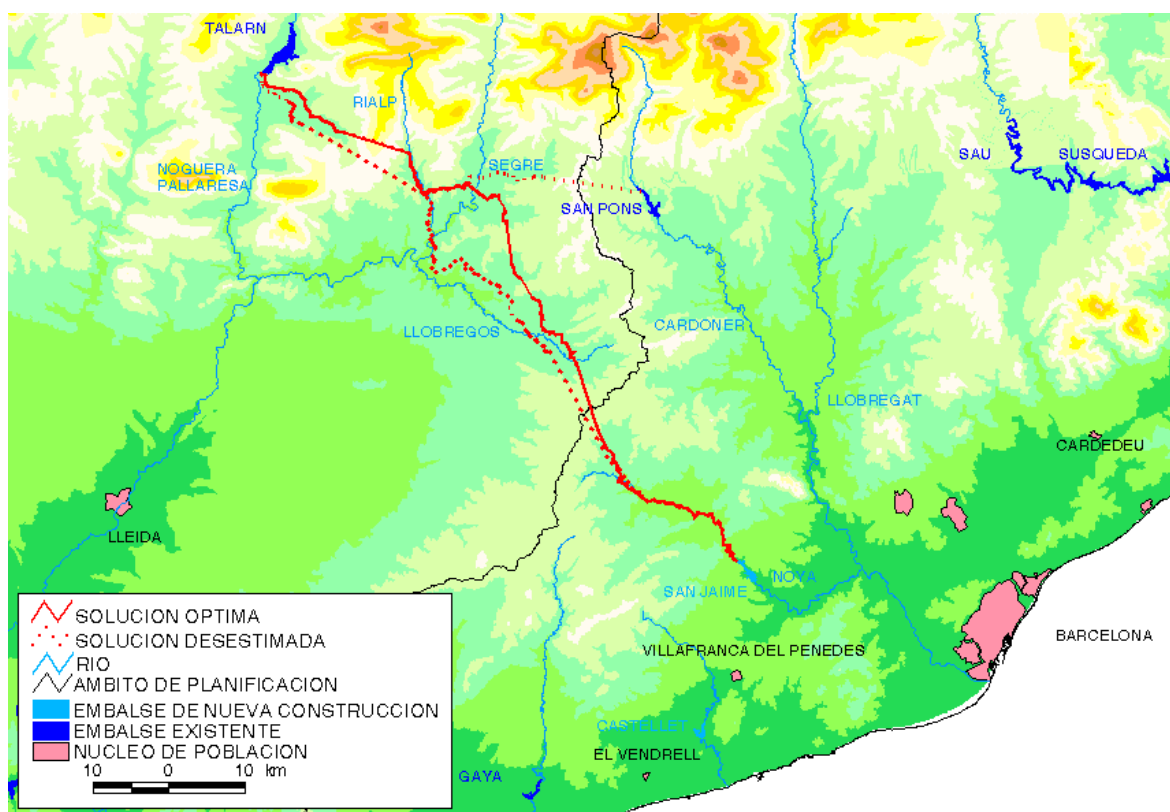


Figura 77. Solución óptima del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

En la tabla siguiente se resumen las características de cada una de las tres soluciones.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
SOLUCIÓN 1	104	149	168	SAN JAIME
SOLUCIÓN 2	102	72	93	SAN JAIME
SOLUCIÓN 3	72	149	0	SAN JAIME

Tabla 18. Características de las soluciones del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

Se considera que toda la alternativa óptima constituye un solo tramo a efectos de su integración en el grafo de flujos óptimos, con origen en el Segre (embalse de El Talarn en el Noguera Pallaresa) y llegada en el embalse de San Jaime en el río Anoia (nudo global de las Cuencas Internas), puesto que no existe demanda intermedia alguna. Las características detalladas con todos los elementos en planta, así como un esquema longitudinal pueden encontrarse en el documento de costes básicos. Cabe efectuar las mismas consideraciones respecto al embalse de San Jaime que en la solución desde el Bajo Ebro.

Tanto la transferencia desde el Bajo Ebro al Llobregat como la del Noguera Pallaresa al Llobregat cumplen el mismo objetivo. Cabe plantearse entonces si son excluyentes y cuál de las dos es la óptima para resolver el problema.

A este respecto cabría señalar que no existen argumentos definitivos a favor de un origen u otro desde el punto de vista económico, técnico o ambiental, al menos al nivel de detalle actual, que es el de la fase de planificación. Ambas son viables aunque, en principio, hay que señalar que es más económica, tanto en cuanto a inversión como en cuanto a coste unitario, la solución desde el Noguera.

A favor de la alternativa del Noguera jugaría asimismo la mejor calidad del agua y la menor afección a espacios urbanos o de cultivo de alto valor, así como el no requerir la construcción de un azud de derivación en cabecera, elemento que sí requiere la alternativa desde el Bajo Ebro, en un punto que puede resultar especialmente problemático, próximo a la desembocadura.

No obstante, parece que deben ser otros condicionantes –sociales o políticos– los que inclinen la decisión por una u otra o incluso por una combinación de ambas. Por ello se integran las dos en la red de circulación general que representa el grafo, sin descartar ninguna a priori.

A todo ello deben añadirse las consideraciones sobre utilización del minitrasvase planteadas en el epígrafe anterior.

3.9. TRANSFERENCIA RÓDANO-BARCELONA

Esta transferencia pretende, básicamente, conectar el canal del Bajo Ródano Languedoc (BRL), en Francia, con el sistema de abastecimiento a Barcelona y su área metropolitana. Permitiría además otras conexiones con el sistema gestionado por Aguas del Ter Llobregat. Se ha constituido un grupo de interés económico entre el Ente regional de abastecimiento Aguas del Ter Llobregat (ATLL) y la empresa de abastecimiento del BRL para promover, coordinar y llevar a cabo los estudios relativos a la viabilidad del acueducto Languedoc-Rosellón-Cataluña. Su objetivo es, como en los casos anteriores, resolver el déficit existente en la zona mencionada de las Cuencas Internas de Cataluña, así como permitir la derivación de caudales a la zona del Languedoc-Rosellon en territorio francés.

En el estudio realizado entre 1995 y 1997 por las entidades mencionadas se proyectó una conducción que discurre por territorio francés hasta los Pirineos, pasando después a territorio español hasta conectar con la planta de tratamiento de Cardedeu, que trata aguas procedentes del Ter, y está integrada dentro de la red regional.

El origen de la conducción es el final del Canal Bajo Ródano Languedoc, próximo a Montpellier. El punto de derivación estaría próximo a la elevación de Pierre Blanche, en cola de dicho canal, aguas arriba de Montpellier. La capacidad de transporte del BRL en el punto de derivación es de 30 m³/s, muy superior tanto al caudal que se pretende trasvasar como a las propias necesidades que debe atender, según se indica en el estudio, garantizándose de acuerdo con lo allí expuesto la existencia de excedentes. Desde la toma, donde el agua sufre un filtrado primario, ya no vuelve a estar a cielo abierto, discurriendo siempre en conducción cerrada.

Los volúmenes que se prevé trasvasar desde el BRL, en los estudios realizados bajo la dirección del grupo de interés económico mencionado, son los siguientes.

De acuerdo con un proyecto realizado en octubre de 1995, el volumen a transferir a Cataluña en el año 2002 se establecía en 155 hm³/año en el 2002, 360 hm³/año en el 2012 y 450 hm³/año a partir del 2015, equivalente a un caudal continuo de 15m³/s, que es la capacidad para la que se dimensiona la conducción.

En diciembre de 1997 se elabora un nuevo proyecto en el que se reconsidera esta cifra teniendo en cuenta nuevos análisis de la demanda y del sistema de explotación elaborados por la propia ATLL.

Fruto de esta reconsideración se estima que con una explotación óptima de la red regional, el caudal medio continuo anual que se necesita del Ródano en el 2025 asciende a 9 m³/s, adoptando 10 m³/s como caudal de diseño para dotar de una garantía próxima al 100% al sistema, señalando que esta capacidad máxima será demandada en un número limitado de ocasiones. Los volúmenes a suministrar anualmente a Cataluña desde el Ródano evolucionan desde 147 hm³ en el 2004 (7m³/s) , 196 hm³ en el 2012 hasta un máximo de 285 hm³ en el 2028. Como puede verse, se produce una reducción muy significativa.

Para la traza en territorio francés se adopta una alternativa prácticamente paralela a la costa, desviándose algo hacia el interior al acercarse a los Pirineos. El trazado es casi coincidente con el proyectado para el tren de alta velocidad entre Montpellier y la frontera. Requiere una altura considerable de bombeo que se consigue mediante cinco elevaciones a lo largo de los aproximadamente 190 km de recorrido. Es necesario salvar un desnivel de 188 m entre la toma a cota 12 en cola del canal BRL hasta la 200 a que se cruzan los Pirineos.

Teniendo en cuenta la topografía, que exige atravesar numerosos valles perpendiculares a la costa, así como la minimización del impacto ambiental y la seguridad en cuanto al mantenimiento de la calidad del agua transportada, se opta por una conducción cerrada constituida por un solo conducto.

Para el trazado en territorio español se manejan dos alternativas, denominadas alta y baja. Ambas atraviesan los Pirineos por el túnel de Pertús de 4 km de longitud, cuya boca de salida está a cota 200 y desde ella discurren hasta la planta del Ter con un trazado prácticamente compuesto por alineaciones rectas. Las dos permiten la conexión con el sistema Sau-Susqueda-El Pasteral, embalses de regulación de ATLL, así como la derivación por gravedad de ramales a las plantas de tratamiento que sirven a Costa Brava Norte y Gerona/Costa Brava Centro. Disponer de la posibilidad de conectar el trasvase con el sistema de embalses mencionado permite contar con una alternativa a la conducción actual que enlaza El Pasteral con la planta de Cardedeu, pudiendo así dejarla temporalmente fuera de servicio y realizar las labores de mantenimiento y conservación pertinentes. En la figura siguiente pueden verse las trazas de las dos soluciones. Se incluye también, a título indicativo, la traza en territorio francés.

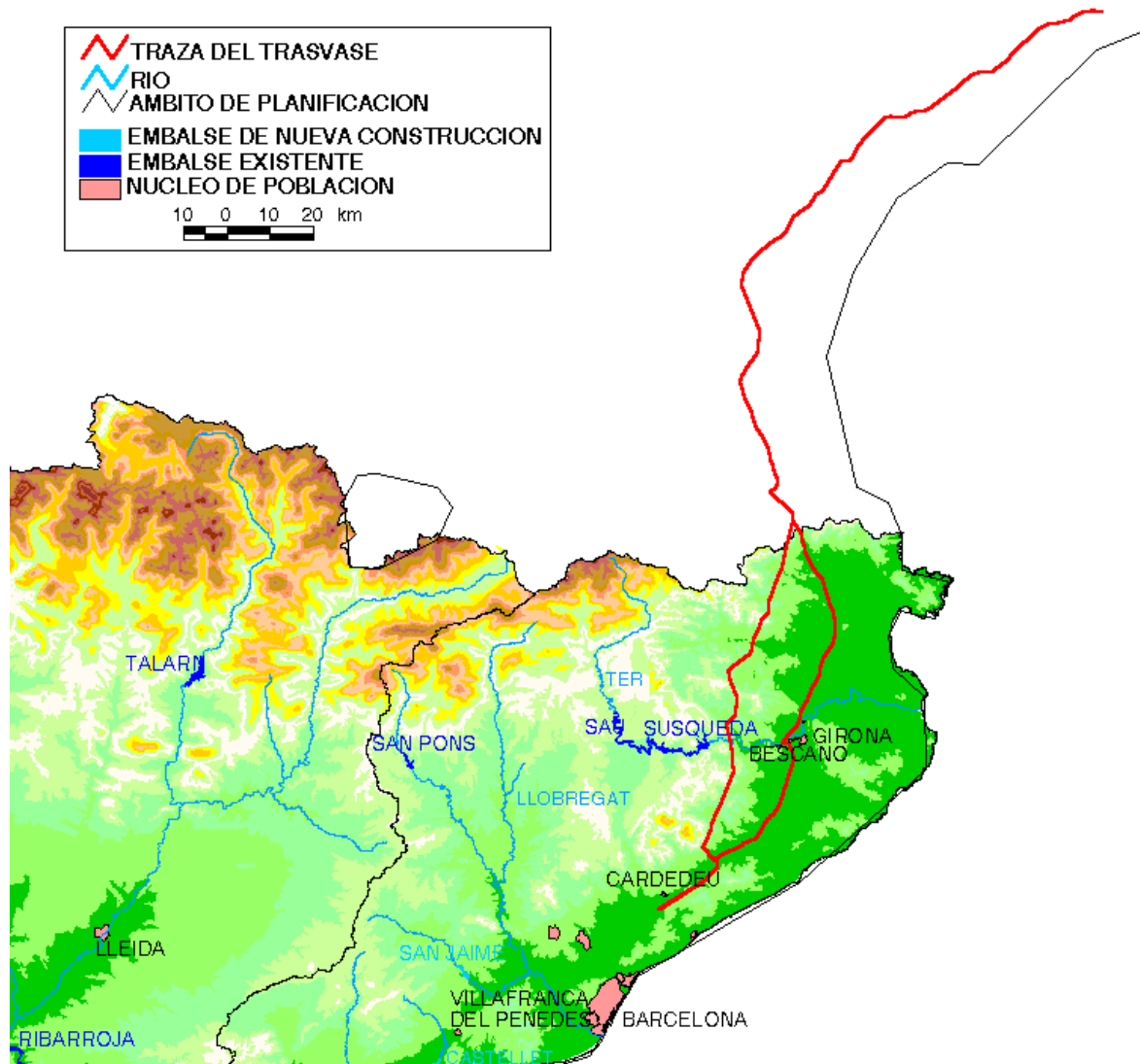


Figura 78. Plano de situación del trasvase Ródano-Barcelona

La solución alta comienza a cota 200 justo aguas arriba del túnel de Pertús y consiste en una galería en lámina libre a lo largo de todo el recorrido, salvo pequeños tramos correspondientes al cruce de cauces, que se ejecutan en sifón. La longitud total es de 117 km. No requiere estaciones de bombeo intermedias en territorio español a lo largo de la conducción principal y permite la conexión con el sistema de embalses Sau-Susqueda-El Pasteral de Aguas del Ter-Llobregat por gravedad a la altura de El Pasteral, de manera que puede derivarse del trasvase al embalse y viceversa.

Tiene una longitud total en territorio francés de 190 km y en suelo español, incluyendo la totalidad del túnel de Pertús, de 117 km, de los cuales 113 km son de túnel en lámina libre y 4 km de sifón. En el punto de llegada se dispone un depósito de regulación de gran capacidad, que conecta con la ETAP de Cardedeu. Por tanto, consta de 307 km. La altura total geométrica de bombeo es de 188 m, en cinco elevaciones ubicadas en el país vecino. No existe posibilidad de disponer saltos para recuperar energía y las afecciones hidroeléctricas en territorio español son nulas. Las características anteriores en territorio español pueden verse en la figura adjunta.

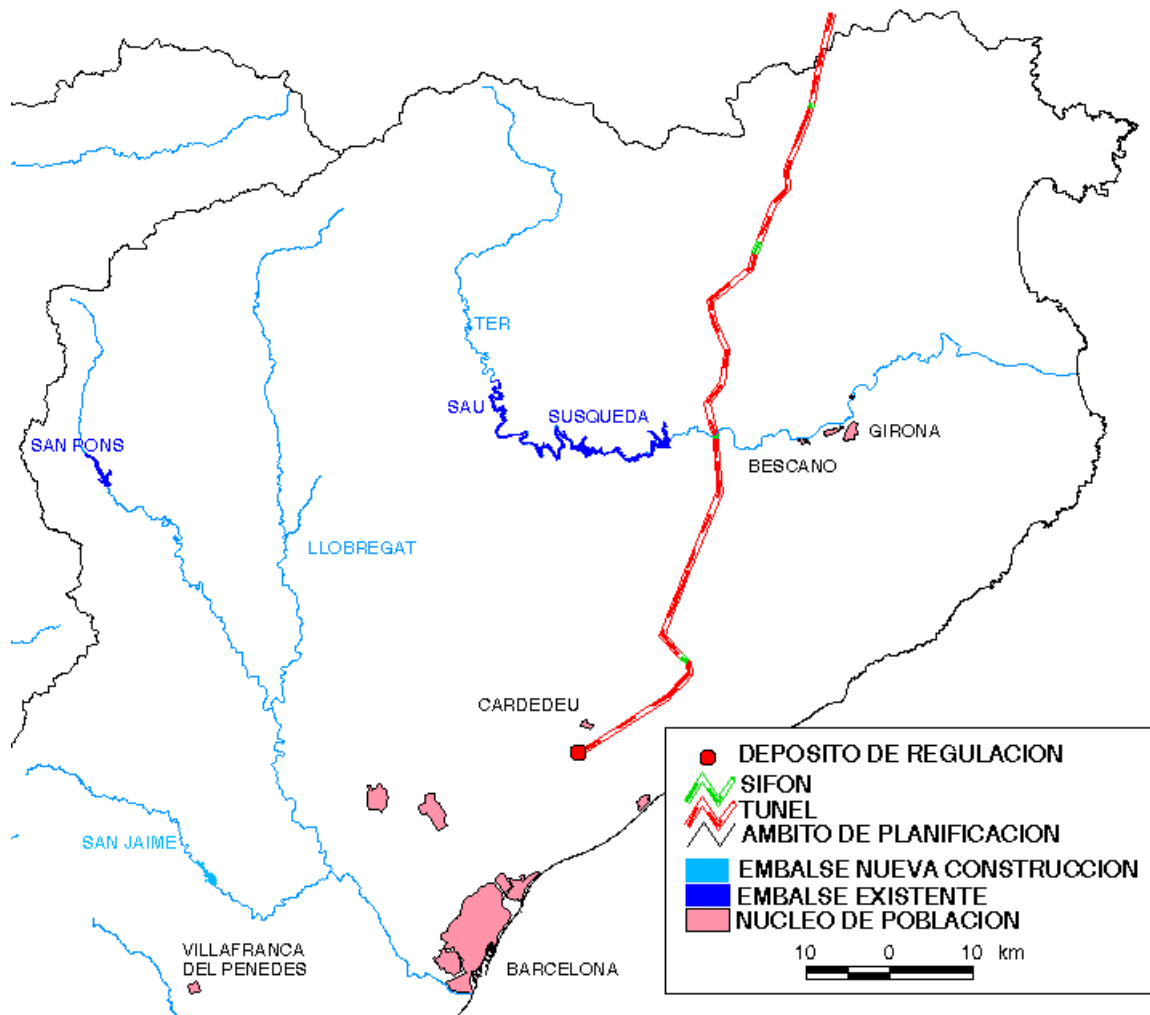


Figura 79. Características de la solución Alta del trasvase Ródano-Barcelona

La solución baja cruza los Pirineos por un túnel, en este caso galería en presión, cuyo origen es casi coincidente con el de la solución alta, pero a cota más baja - aproximadamente 150 m- y con una traza más oriental que termina en la boca de salida a cota 180. El túnel rompe carga en un depósito a la salida, donde se alcanza una cota de partida de 200 m. Por tanto, La altura geométrica de elevación es la misma que en la solución anterior, 188 m. Desde la boca de salida del túnel comienza un recorrido en tubería a presión enterrada en zanja paralelo a la costa, aprovechando el mismo corredor que los grandes ejes de comunicación (autopista A-7 y línea de alta velocidad proyectada entre Barcelona y la frontera).

En el estudio mencionado, en diciembre de 1997 se plantea una capacidad máxima de transporte de $10\text{m}^3/\text{s}$ a lo largo de toda la conducción en territorio español. Este caudal no sería demandado constantemente, sino sólo en los periodos punta. Dependiendo del caudal circulante y del diámetro adoptado es necesario disponer una estación de bombeo intermedia para alcanzar la cota 150 de la ETAP de Cardedeu. Se divide la conducción en tres tramos. El primero, de 60 km entre la frontera y la ETAP de Montfullá, donde se prevé disponer la elevación intermedia, a cota 100. El segundo tramo, de 41 km, discurre entre la elevación y el PK 101,4 (o

bien PK 296 si se considera el PK 0 en el canal BRL), donde comienza un túnel en presión de 20 km para salvar la Sierra del Montseny.

La elevación de Montfullá es necesaria, de acuerdo con el estudio mencionado al principio, a partir de caudales de $6 \text{ m}^3/\text{s}$ si se dispone un diámetro no superior a 2400 mm; en cambio, si se dispone un diámetro de 2800 mm en toda el tramo español, el bombeo sería necesario a partir de $8 \text{ m}^3/\text{s}$. El bombeo se realiza sin rotura de carga, es decir, las bombas toman directamente del colector de llegada sin depósito intermedio. El desnivel geométrico a salvar entre Montfullá y Cardedeu es de 50 m. La altura manométrica, dependiendo de los caudales y diámetros, puede ser incluso inferior a la geométrica.

De acuerdo con los resultados del análisis del sistema de explotación en las Cuencas Internas de Cataluña incluido en el Documento correspondiente, cabe considerar que el valor indicado de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ es una cota superior de la capacidad requerida de la conducción. Por tanto, previsiblemente, la altura manométrica necesaria en el bombeo de Montfullá será muy moderada.

La longitud de la conducción principal es de 125 km (incluyendo el túnel de Pertús). Va adaptándose al terreno, salvo en los últimos 20 km, que debe recorrer en túnel a presión, para salvar la Sierra de Montseny, cuyas cotas son superiores a la de partida. A su vez, debido a las mayores pérdidas de carga, no permite conectar por gravedad la conducción principal con el sistema Sau-Susqueda-El Pasteral a la altura de la Estación de Tratamiento de Montfullá, muy próxima a Bescano. Por tanto, no es posible, sin un bombeo adicional, introducir recursos procedentes del Ródano en el sistema de embalses. Igualmente para conectar éstos con la conducción es necesario construir un ramal de 15 km. Este ramal no forma parte de la conducción principal por lo que no se han tenido en cuenta en la valoración económica del documento de costes (sería, en todo caso, un coste asociado).

Los 125 km se reparte en 101 km de tubería a presión enterrada en zanja y 24 km de túnel, de los que 4 km corresponden al túnel de Pertús y 20 km al de Montseny. En la figura adjunta se reflejan estos elementos.

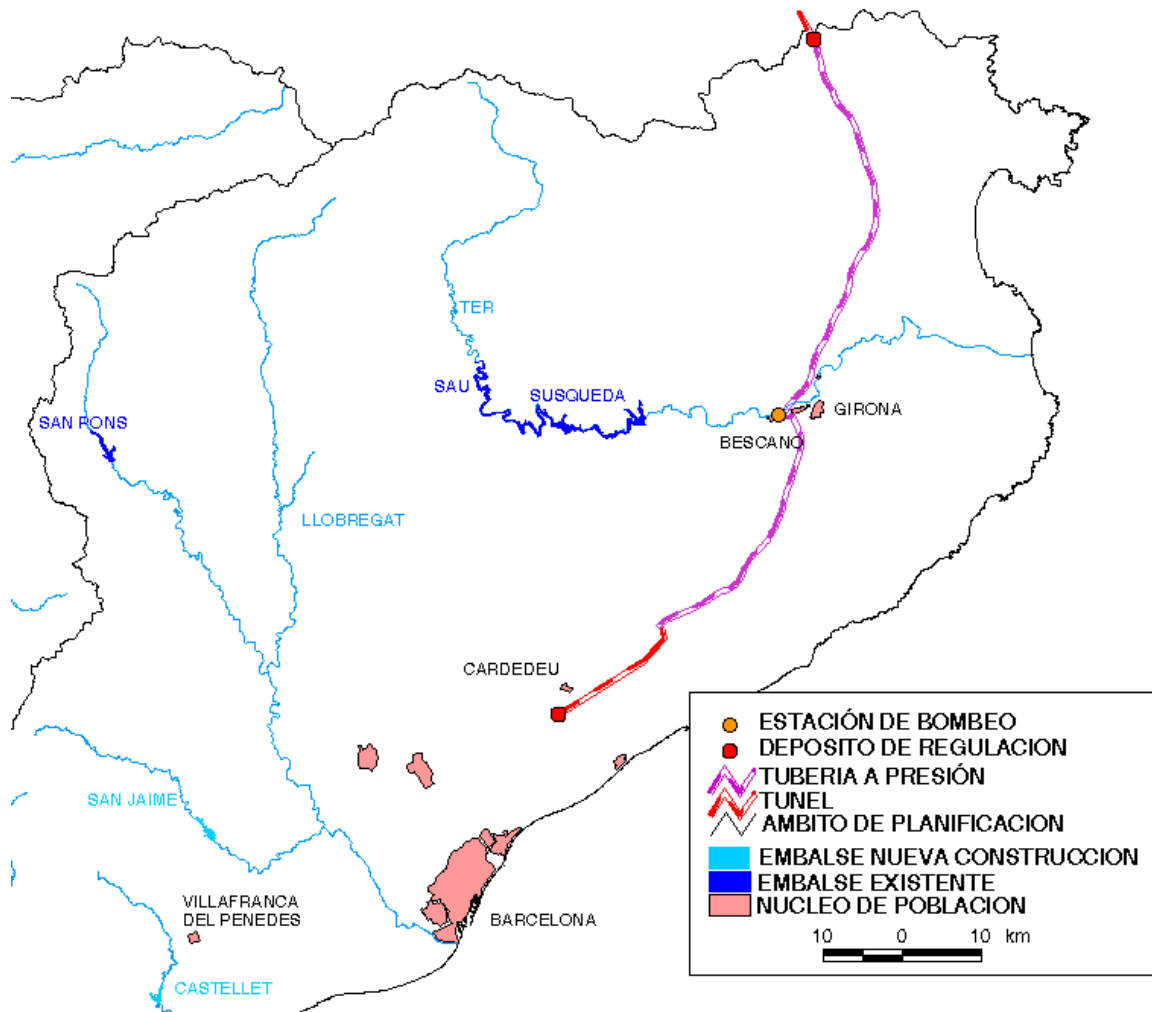


Figura 80. Características de la solución Baja del trasvase Ródano-Barcelona

La inversión necesaria calculada aplicando el mismo procedimiento que en el resto de las transferencias, de acuerdo con las dimensiones indicadas en el estudio mencionado, es similar en ambas soluciones. Los costes unitarios también lo son, pues como ya se ha indicado el bombeo para caudales del orden de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ es muy moderado.

Desde el punto de vista ambiental hay que señalar que las dos trazas atraviesan un número considerable de espacios de interés natural. Fundamentalmente se trata de ríos protegidos cruzados en principio en sifón por la solución baja a los que se añaden algunos espacios protegidos antes de llegar al Ter en la solución alta. Sin embargo, la afección será mínima y tendrá lugar solo durante la fase de construcción, puesto que las dos opciones contemplan una conducción enterrada. Las dos deberán resolver el mismo problema de vertido de los materiales extraídos y ejecución de accesos. Este aspecto se analiza con más detalle en el Documento de afecciones ambientales.

En cuanto a la calidad del agua tampoco existen diferencias entre una y otra, puesto que las dos tienen el mismo punto de captación y no existen incorporaciones

intermedias. Según lo indicado en el estudio ya mencionado, los parámetros del agua en cola del canal BRL, en las inmediaciones de Montpellier, permiten la clasificación de la misma, de acuerdo con la normativa española, como de tipo A2, siendo estables en el tiempo. Son, por tanto, aptos para el fin de abastecimiento a que se destinan.

En definitiva, y puesto que no hay argumentos decisivos a favor de una u otra solución, se preselecciona la misma que en el estudio al que se ha hecho referencia al principio de este apartado, que es la denominada solución baja.

En la figura siguiente puede verse la traza de las dos soluciones, indicando cuál es la seleccionada en territorio español.

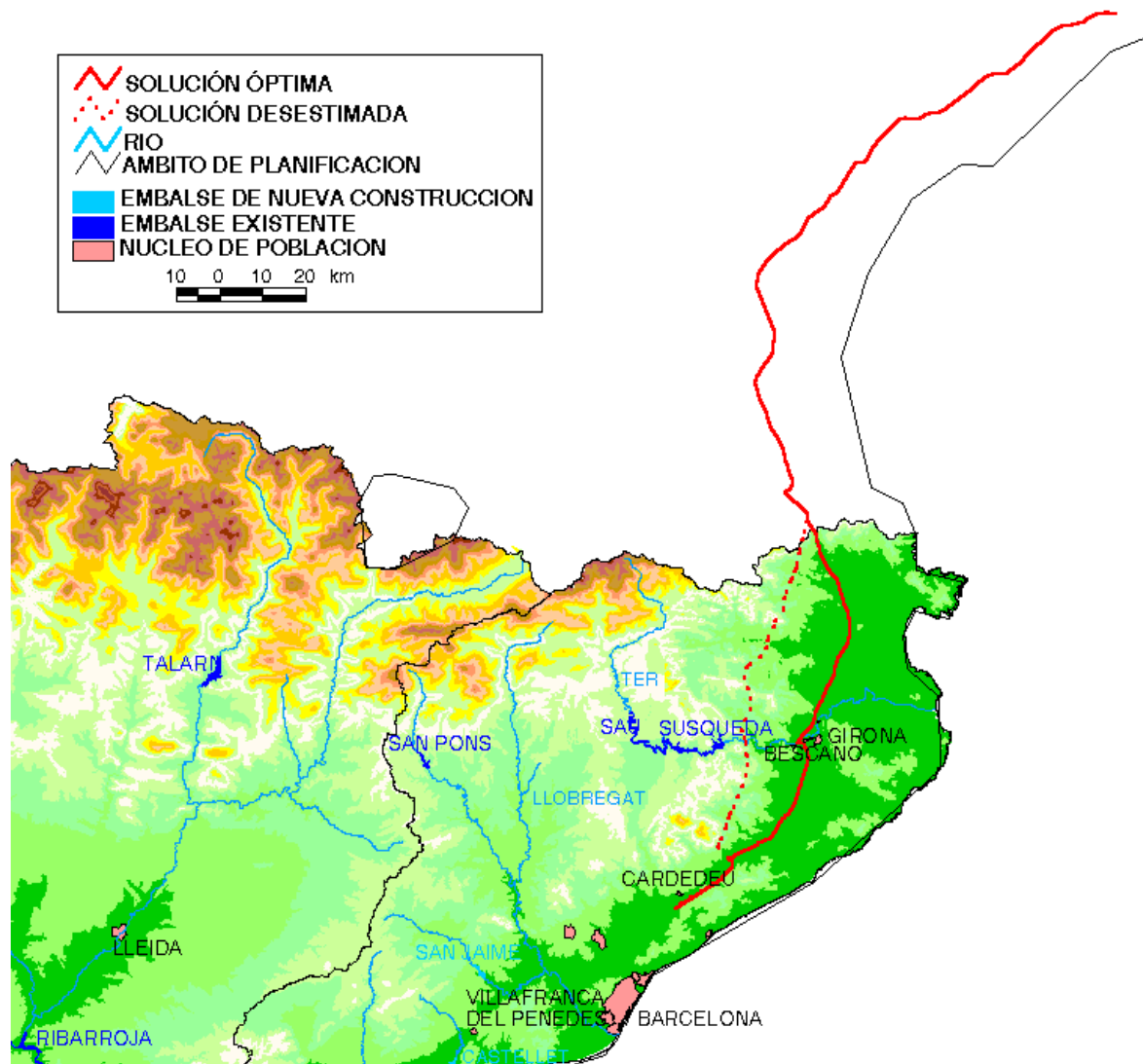


Figura 81. Solución óptima del trasvase Ródano-Barcelona

En la tabla adjunta se resumen las características esenciales de las soluciones alta y baja.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M) ¹	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
ALTA	117	0	0	NINGUNO
BAJA	125	50 ²	0	NINGUNO

Tabla 19. Características de las soluciones del trasvase Ródano-Barcelona

A efectos de su inclusión en el grafo de circulación general, se ha considerado exclusivamente el tramo español correspondiente a la solución baja, que empieza en la boca de aguas arriba del túnel de Pertús y termina en el depósito de regulación que se conecta con la ETAP de Cardedeu. Las características detalladas se encuentran en el documento de costes básicos.

3.10. ESQUEMA DE ALTERNATIVAS ÓPTIMAS

En los apartados precedentes se han seleccionado las alternativas en principio óptimas para cada una de las transferencias consideradas. Dichas soluciones, tramificadas según se ha indicado, constituyen una red de circulación general, dentro de la cual debe establecerse cuál es el recorrido óptimo del agua para, con las fuentes de recursos existentes, satisfacer las demandas identificadas en los sistemas receptores.

En la figura siguiente se recoge el resultado final del proceso descrito en este documento: la representación física de la red de circulación general resultante de la combinación de las soluciones seleccionadas. Es decir, se trata de la representación sobre el territorio del grafo de circulación al que se aplicará el modelo de optimización para encontrar el recorrido más idóneo, único que deberá materializarse. Se incluye también una una tabla resumen con las características esenciales de las soluciones óptimas.

¹ Exclusivamente en territorio español

² La altura manométrica puede ser inferior a la geométrica dependiendo de los caudales y diámetros empleados.



Figura 82. Soluciones óptimas

TRAMO	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINAC. (M)	NUEVOS EMBALSES
EBRO-CASTELLÓN NORTE	109	190	0	NINGUNO
CASTELL.NORTE-MIJARES CAST.	63	103	60 ¹	NINGUNO
MIJARES CAST.-CASTELLÓN SUR	33	0	0	NINGUNO
CASTELLÓN SUR-TURIA	77	0	30 ²	VILLAMARCHANTE
TURIA-TOUS	79	0	15 ³	NINGUNO
TOUS-VILLENA	80	414	0	NINGUNO
VILLENA-BAJO SEGURA	87	0	348	NINGUNO
TOTAL ⁴	529	707	453 ⁵	VILLAMARCHANTE
EMBARCADEROS-VILLENA	85	405	170	NINGUNO
TOTAL ⁶	534	698	623	VILLAMARCHANTE
ALTO DUERO-BOLARQUE	144	251	319	VELACHA Y GORMAZ
BAJO DUERO -BOLARQUE	538	669	319	NINGUNO
JARAMA-BOLARQUE	117	194	0	NINGUNO
TIÉTAR-ALDEANUEVA	76	36	0	NINGUNO
ALDEANUEVA-DAIMIEL	216	331	0	USO
DAIMIEL-MANCHA OCCIDENTAL	53	35	0	NINGUNO
MANCHA OCCIDENTAL-LA RODA	138	110	0	NINGUNO
TOTAL ⁷	485	512	0	USO
AZUTÁN-ALDEANUEVA	0,1	29	0	NINGUNO
TOTAL ⁸	407	505	0	USO
TOLEDO-MANCHO OCCIDENTAL	117	291	0	NINGUNO
TOTAL ⁹	251	359	0	NINGUNO
BOLARQUE-CIGÜELA	58	279 ¹⁰	0 ¹¹	NINGUNO
CIGÜELA-ALARCÓN	48 ¹²	0	40 ¹³	NINGUNO
ALARCÓN-LA RODA	63 ¹⁴	0	78 ¹⁵	NINGUNO
LA RODA-LA HERRERA	21	0	0	NINGUNO
LA HERRERA-TALAVE	61	0	149	NINGUNO
TALAVE-CENAJO	13	0	70	NINGUNO
LA MUELA-VILLENA	68	518	211	SOCHANTRE
VILLENA-ALTIPLANO	38	100	0	NINGUNO
TALAVE-ALTIPLANO	89	110	0	NINGUNO
CENAJO-RICOTE	70	0	0	NINGUNO
RICOTE-ALGECIRAS	39	0	38	NINGUNO

¹ Salto en derivación

² Salto en derivación

³ Salto en derivación

⁴ En esta fila se totaliza la suma de tramos entre Cherta y Bajo Segura, que constituye lo que tradicionalmente se ha considerado como uno de las posibles rutas del trasvase del Ebro

⁵ 348 m en la conducción principal y 105 en derivación

⁶ En esta fila se totaliza la suma de tramos entre Cherta y Bajo Segura, pasando por Embarcaderos en el Júcar, que constituye lo que tradicionalmente se ha considerado como una de las posibles rutas del trasvase del Ebro, intercambiando recursos con el Júcar en el embalse de Tous.

⁷ En esta fila se totaliza el conjunto de tramos entre el Tiétar y La Roda, que permiten conectar dicho río con el ATS.

⁸ En esta fila se totaliza el conjunto de tramos entre el embalse de Azután y La Roda, que permiten conectar dicho embalse con el ATS.

⁹ En esta fila se totalizan los tramos Toledo-Mancha Occidental y Mancha Occidental-La Roda, que enlazan el Tajo en Toledo con el ATS. El total reflejado es el real, considerando la elevación de Finisterre y prescindiendo de la de Alcázar de San Juan, por lo que las cifras son ligeramente diferentes de la suma de las longitudes correspondientes a los dos tramos que figuran en la tabla (ver epígrafe “Río Tajo en Toledo”).

¹⁰ Corresponde al bombeo reversible ya existente de Altomira y a la elevación de La Bujeda.

¹¹ Prescindiendo de la central reversible de Altomira

¹² Prescindiendo de la longitud que ocupa el embalse de Alarcón.

¹³ Nuevo salto de Belmontejo en el ATS

¹⁴ Suponiendo que se construye el túnel de Tébar

¹⁵ Nuevos saltos de Tébar y Villalgordo en el ATS

TRAMO	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINAC. (M)	NUEVOS EMBALSES
TOTAL ¹	110	0	38	NINGUNO
RICOTE-OJÓS	2,5	0	185	NINGUNO
OJÓS-BAJO SEGURA	54	0	0	NINGUNO
BAJO SEGURA-CARTAG. LITORAL	68	0	0	NINGUNO
CARTAGENA LITORAL- ALMANZORA	106	270	130	NINGUNO
OJÓS-ALGECIRAS	43	146	0	NINGUNO
ALGECIRAS-ALMANZORA	83	115	0	NINGUNO
ALMANZORA-ALMERÍA	143	0	0	NINGUNO
EBRO-BARCELONA	179	247	0	SAN JAIME
SEGRE-BARCELONA	104	149	168	SAN JAIME
RÓDANO-BARCELONA	125 ²	50 ³	0	NINGUNO

Tabla 20. Características de las soluciones óptimas para cada tramo

¹ En esta fila se totaliza el tramo Cenajo-Algeciras, que constituye el tradicionalmente denominado Canal Alto de la Margen Derecha.

² 190 km en territorio francés y 125 km en territorio español.

³ En territorio español se bombea 50 m. En territorio francés se bombea una altura de 188 m.