



**Junta de
Castilla y León**

Consejería de Agricultura,
Ganadería y Desarrollo Rural
Viceconsejería de Desarrollo Rural

ALEGACIONES AL BORRADOR DE PROYECTO DE PLAN HIDROLÓGICO (2022-2027)

INDICE:

1. PRESENTACIÓN Y PUBLICACIÓN DEL BORRADOR DEL PROYECTO.
2. CONSIDERACIONES GENERALES PREVIAS
3. ANÁLISIS POR MATERIAS
 - 3.1. Sobre la Gestión de los Sistemas de explotación de la cuenca.
 - 3.2. Sobre la Contaminación por Nitratos
 - 3.3. Sobre las Aguas Subterráneas
 - 3.4. Sobre el Cambio Climático
 - 3.5. Sobre las Regulaciones
 - 3.6. Sobre los Nuevos regadíos
 - 3.7. Sobre las Modernizaciones
 - 3.8. Sobre los Caudales ecológicos
 - 3.9. Sobre el programa de medidas
 - 3.10. Sobre la Normativa

1.- PRESENTACIÓN Y PUBLICACIÓN DEL BORRADOR DEL PROYECTO

El lunes 21 de junio se ha presentado el **Borrador del Proyecto de Plan Hidrológico del Duero para el período 2022-2027**.

El Plan Hidrológico del Duero es el instrumento que permite alcanzar los objetivos de la planificación hidrológica que, de acuerdo con el artículo 40 del Texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001.

El Borrador de Proyecto de Plan Hidrológico del Duero para el período 2022-2027, se somete a **consulta pública durante un plazo de seis meses**, desde el día siguiente del Anuncio de la Dirección General del Agua en el BOE nº 148 de **22 de junio de 2021**. Durante este período de tiempo cualquier persona puede hacer propuestas, observaciones y sugerencias al documento que se expone.

Se han realizado un importante número de **talleres y jornadas** (12) que pretenden fomentar y explicar el complejo documento y de esta forma facilitar su comprensión y la formulación de las posibles alegaciones o aportaciones por parte de las Administraciones y la sociedad. Estaba prevista una **Jornada de conclusiones el 4 de noviembre de 2021, que no se ha producido**. Una vez analizado el documento, se formulan las siguientes alegaciones que se exponen a continuación:

2.- CONSIDERACIONES GENERALES PREVIAS

Desde la Junta de Castilla y León, el Desarrollo Rural, y por ende, **las actuaciones ligadas al recurso del agua son una de nuestras prioridades**. La Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural a través del ITACyL viene trabajando en la implantación de **nuevos regadíos** o la **modernización** de estos, pues son tradicionalmente, una de las medidas más eficaces para la mejora de la competitividad de las explotaciones, aportar valor añadido al medio rural y por lo tanto luchar contra la despoblación, cumpliendo con los objetivos marcados por el **reto demográfico**. Además, disponemos de datos objetivos que refuerzan esta realidad.

Asumiendo que el problema de la despoblación en el medio rural y el desarrollo rural, son temas muy complejos y que soluciones milagrosas no existen, lo que sí es indudable, y hay datos objetivos y reales que lo avalan, es la contribución que el regadío tiene en estos aspectos. En los análisis realizados por la propia Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural se obtienen conclusiones sobre el efecto que los regadíos tienen en la población, el empleo y la incorporación de jóvenes en el medio rural:

- El Valor Agregado Bruto por ha. del regadío en Castilla y León es 3,5 veces superior que el del secano. Algo que adquiere especial importancia si se une a las consecuencias que el cambio climático tendrá en nuestras producciones, especialmente de secano, y al carácter estratégico de



- nuestras producciones alimentarias, que deberán ser soportadas, fundamentalmente por los regadíos de manera cada vez más importante.
- En secano los cereales de invierno constituyen dos terceras partes de los cultivos herbáceos mientras que en regadío la heterogeneidad de cultivos es mayor. La aparición de producciones de alto valor solo es posible en zonas de regadío modernas. El Regadío constituye la principal fuente de materias primas para la alimentación humana. La remolacha, la patata y los cereales de calidad, se producen en los regadíos. La producción láctea se sustenta en forrajes producidos fundamentalmente en los regadíos. Las frutas y hortalizas para consumo directo o en conserva se producen en los regadíos.
 - La densidad de población es hasta 3 veces superior en zonas de regadío de alta intensidad respecto a zonas de secano. La proporción de mujeres respecto a hombres es superior en zonas de riego. Las zonas de regadío presentan unas tasas de actividad muy superiores. El número de trabajadores es 3,6 veces superior. Fruto de ese incremento de actividad, también existe un mayor número de personas en búsqueda de empleo.
 - El número de incorporaciones de jóvenes agricultores es 6,5 veces superior en zonas de alta intensidad de riego, que en zonas de secano.
 - La inversión total sujeta a ayudas de modernización es 7,5 veces superior a la que se produce en las zonas de secano.
 - El coste del riego en zonas modernizadas es un 33% menor que en las no modernizadas.
 - Se reduce el consumo de agua un 20-25%.
 - La modernización de regadíos es una de las herramientas más eficaces para reducir la contaminación difusa de origen agrario en las zonas de regadío.

Aunque, se reitera que no se puede hablar de soluciones milagrosas, no hay alternativas que proporcionen en nuestro medio rural indicadores como los expuestos, que sean aplicables de manera tan amplia, lo que indudablemente, creemos que ha de ser tenido en cuenta para los planteamientos a realizar en la planificación hidrológica y en el reto demográfico.

Existe en el texto una lógica y necesaria preocupación por el **buen estado de las masas de agua**. Es responsabilidad de todos conseguir este objetivo. Igualmente existen otros objetivos en las políticas europeas que se encaminan a un desarrollo y uso sostenibles de los recursos para conseguir un **medio rural económicamente sostenible, medioambientalmente sostenible y socialmente sostenible**.

Para conseguir los objetivos de desarrollo perseguidos, resulta esencial la política del agua, y la planificación hidrológica ha de tener presente estas dos cuestiones y considerarlas como objetivo primordial conjunto. En el caso de la demarcación del Duero ambos objetivos deben ser inseparables, y no puede hacerse la consideración del primero sin el segundo.

Este desequilibrio, se muestra claramente en el borrador de Plan sometido a consulta pública. La preponderancia de los criterios ambientales deja de lado los objetivos sociales y económicos, que en el caso concreto del medio rural han de presentarse como irrenunciables, buscando un equilibrio con la sostenibilidad.

En presentaciones previas de este borrador por parte de la Confederación Hidrográfica del Duero este plan es diferente a los anteriores porque es “más ambiental”, y contribuye a la búsqueda de un “modelo ecológico”. Su concepción tiene en cuenta una serie de estrategias, planes y normas, pero obvia de forma flagrante aspectos esenciales como el “reto demográfico”, que ni se cita a lo largo de todo el documento.

El documento presentado no presenta en equilibrio la necesidad de mejorar y conseguir el buen estado ecológico de las masas de agua y permitir con garantías de futuro la actividad en el medio rural, así como su sostenibilidad en nuestra Comunidad Autónoma, más bien prescinde de este último objetivo y presenta a la Directiva Marco de Agua y el Cambio Climático como argumentos potenciadores de las limitaciones y restricciones que son con carácter general las medidas que el plan propone.

Desde nuestro punto de vista no pueden presentarse las medidas propuestas como la única solución para cumplir una Directiva Europea, ya que resulta difícil creer que Europa tenga entre sus objetivos la despoblación del territorio rural

En consecuencia, como resultado de estos argumentos, entre las cuestiones que condicionan la planificación, el documento ha de incorporar la Estrategia de medidas frente al reto demográfico. Según esta estrategia “El reto demográfico y la lucha contra la despoblación es, en esencia, una cuestión de lucha contra la desigualdad y la injusticia”. El Plan de medidas frente al reto demográfico fue aprobado por el gobierno en marzo de 2021, y sus directrices datan de dos años antes, por lo que se considera esencial que la planificación hidrológica contenga este aspecto con carácter horizontal que debe impregnar en la valoración de todos los aspectos del plan y muy especialmente en la selección de las medidas a contemplar en la planificación, que no puede hacerse sin esta consideración. El agua en nuestras condiciones tiene una vinculación clave para el desarrollo, especialmente en el medio rural, y la sola consideración de protección exclusiva y ambientalista predominante en la planificación de este tercer ciclo, adolece de este aspecto que ha de ser puesto en la balanza y defendido en Europa como una necesidad irrenunciable por el gobierno de España.

Por otro lado, los aspectos relacionados con el cambio climático también se plantean como un asunto que enfoca las soluciones únicamente a las reducciones y recortes en el uso del agua. No deja de ser ese otro de los pilares erróneos del plan presentado, ya que en modo alguno se dedica esfuerzo a plantear soluciones que permitan hacer frente a las consecuencias de este fenómeno, que debería ser uno de los fundamentos de este plan. Si el cambio climático está presente y tendrá consecuencias, que los diferentes estudios avanzan como hipótesis, el plan debe prever que medidas permitirán afrontar con las mayores garantías de supervivencia y “resiliencia” estas circunstancias, sin que de nuevo sea la actividad agraria y agroalimentaria y el desarrollo rural el que tenga que pagar las consecuencias. Para eso

debería servir un plan. Este aspecto si se cita entre los aspectos clave que orientan la planificación, pero con una orientación incorrecta, a nuestro parecer, para una planificación que debe plantear verdaderas soluciones a los problemas existentes.

De forma más concreta, se reflejan ahora las alegaciones y modificaciones que se solicita se incluyan en el documento definitivo del Plan:

3.- ANALISIS POR MATERIAS.

3.1. Sobre la Gestión de los Sistemas de explotación de la cuenca.

La metodología para determinar las reservas de recursos para las demandas se ha basado en los resultados de los análisis realizados con ayuda del modelo integral de la cuenca, desarrollado en el entorno de software Aquatool. El modelo se ha construido con gran minuciosidad y atención al detalle. Sin embargo, no se ha aprovechado al máximo su potencialidad para realizar análisis técnicos sobre los sistemas que permitan fundamentar las decisiones de planificación.

Se han analizado únicamente cuatro escenarios, identificados por un año de referencia: 2021, 2027, 2033 y 2039. En cada escenario se ha analizado una única configuración del sistema, considerando la combinación de demandas y obras de infraestructura que estarán activas en ese horizonte.

Se ha realizado una única pasada del modelo en cada escenario, sobre la que se han fundamentado todas las decisiones de asignación y reserva de recursos a partir del resultado obtenido para la garantía de satisfacción de cada tipo de demanda, sin embargo, no se ha realizado un análisis de alternativas para diagnosticar los problemas e identificar las medidas que pueden ser más efectivas para reducir los déficits que se aprecian en el suministro a las demandas en cada escenario.

El resultado es que se ha identificado un conjunto de demandas como no viables y para ellas no se realiza reserva de recursos lo que no parece adecuado. Sin embargo, se desconoce si el fallo en el suministro es debido a falta de recursos, falta de regulación, falta de obras de transporte y distribución o gestión inadecuada de la infraestructura.

Tampoco se ha analizado la viabilidad de las nuevas demandas individualmente y se han descartado conjuntamente todas las demandas que no tienen suficiente garantía en la simulación del escenario, pero es posible que, si se analizaran individualmente, alguna de ellas pudiera haber resultado viable. Tampoco se ha estudiado cuál sería el límite de superficie que se podría regar en cada caso, simplemente se anula sin mas toda la zona.

Teniendo en cuenta estas premisas se han realizado dos estudios de la Universidad Politécnica de Madrid y La Empresa ACIS2in dirigidos por el Catedrático

Luis Garrote cuyo objetivo principal es el estudio de la documentación técnica del Proyecto de Plan del Duero para analizar la disponibilidad de recursos de determinadas unidades de demanda agraria en distintos escenarios y la realización de modelos de simulación de la explotación de sistemas de recursos hídricos que permitan validar los cálculos realizados con ocasión de la redacción del Plan Hidrológico y obtener resultados complementarios. La metodología de trabajo se basa en el análisis de la documentación disponible sobre el Proyecto de Plan, tanto en los documentos sometidos a consulta pública como en los distintos servidores de datos que mantiene la Confederación Hidrográfica del Duero. A partir de la revisión de la documentación, se pretende identificar las causas que han justificado la decisión de no dotar las nuevas demandas de regadío previstas por la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

El balance de recursos y demandas que se ha realizado en sistemas Esla, Porma, Valdavia, Carrión y Pisuerga a partir de los resultados del modelo adaptado de Aquatool desarrollado en los estudios, permite deducir que, en contra de las conclusiones del Proyecto de Plan, existen recursos disponibles para atender las demandas consuntivas de regadío, al menos en una buena parte, incluso en el escenario de cambio climático. Los resultados de dichos estudios se presentan en el Anexo 1 ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DEL BORRADOR DEL PLAN HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL DUERO 2022-2027 Y LA MODELIZACIÓN DEL RÍO VALDAVIA Y DEL RÍO PORMA y Anexo 2. ANÁLISIS DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DEL SISTEMA ESLA-CEA-CARRIÓN, que complementa para las dos demandas del Esla, los resultados del primer estudio.

3.2. Sobre la Contaminación por Nitratos

Este tema es tratado en el Plan como uno de los aspectos importantes, a los que se dedican buen número de medidas. Se hace una asociación general y negativa de este problema con la actividad agraria, sobre todo con la agricultura y la ganadería, algo con lo que no podemos estar de acuerdo, sin apartarnos de asumir posibles actuaciones o prácticas agronómicas inadecuadas o erróneas.

Concretamente, sobre las medidas que se considera **no deben incluirse en el plan** se encuentran las siguientes:

- La limitación en la aplicación de nitrógeno que aparece cuantificado en el programa de medias entre un 5 y un 30 % dependiendo de las zonas. Para implantar esta medida se indica que deberá haber una compensación económica, para las explotaciones agrarias, indicando que la responsabilidad de su implantación y su financiación es de la Junta de Castilla y León, y haciendo referencia a las medidas de la PAC. Las medidas básicas de la PAC son políticas de compensación de rentas que tratan de buscar la competitividad y la supervivencia de las explotaciones agrícolas en el medio rural, sin tener que incrementar en exceso el coste de los productos



alimenticios para la población. No se diseñan para conseguir objetivos de este tipo, **por lo que no debe incluirse esta medida haciendo responsable de su ejecución a la Junta de Castilla y León, aunque su aplicación beneficia también prácticas agronómicas sostenibles y adecuadas para evitar la contaminación difusa.**

- De la misma forma, tampoco deberán incluirse las medidas de creación de bandas de vegetación perimetral de 15 ó 20 m. de anchura al lado de los cauces, que también el plan pretende que se compensen con medidas del PDR que no están en este momento incorporadas a la planificación.
- Se propone quitar los apartados c) y f) del punto 4 del artículo 38 de la normativa, ya que se impide el otorgamiento de derechos concesionales para ganadería y regadío en las zonas vulnerables, en mal estado químico o en riesgo de estarlo, sin tener en cuenta que estas actividades adecuadamente realizadas no tienen por qué incrementar los excesos de nitrógeno. Habrá que exigir el cumplimiento de una serie de prácticas, como la correcta aplicación de los residuos, aunque sea como aportación al suelo, o el empleo de tecnología para realizar un adecuado balance de fertilización. También se deberá controlar y exigir el cumplimiento de los compromisos que en esta materia deban adquirir los solicitantes, pero no la prohibición total.

Se propone como **medidas a adoptar, e incluir en el plan**, las siguientes:

- Se realizará un impulso tecnológico para que las explotaciones agrícolas tengan en sus manos herramientas que permitan hacer un uso adecuado de la fertilización. El uso de estas herramientas será exigido para atender estas nuevas concesiones o autorizaciones en estas zonas.
- Se realizarán procesos de información y formación en el uso de estas herramientas para los titulares de explotaciones agrarias de estas zonas, de forma que los agricultores puedan optimizar sus prácticas y reducir sus costes, limitando los excesos de fertilizantes, sin reducir su capacidad productiva.
- En las zonas de regadío que se modernicen, se implantarán redes de control de la contaminación difusa de forma que se permita realizar un seguimiento y control del efecto que producen las infraestructuras modernizadas sobre la reducción de la contaminación difusa. No obstante, el sistema de redes de seguimiento de la reducción de la contaminación difusa sobre aguas superficiales y subterráneas es un tema complejo a abordar en cada parte de la modernización (sector o proyecto). Es preciso abordar un procedimiento o protocolo común a todas las actuaciones de modernización: un análisis previo de situación de contaminación (situación de partida en niveles superficiales y en aguas subterráneas más profundas), metodología de muestreo y seguimiento de la contaminación, análisis de información y resultados y conclusiones y recomendaciones). Hay que poner de manifiesto

que hacerlo de un proyecto concreto teniendo en cuenta que las salidas de los excedentes de agua profunda se producen fuera de la zona regable, es complicado.

3.3. Sobre las Aguas Subterráneas

Sobre esta materia abogamos por un uso sostenible de este recurso y rechazamos como base de las actuaciones la **reducción de los usos actuales** con estos recursos, que son los que han mantenido de manera muy relevante la actividad socioeconómica en estas zonas.

Se ha justificado la importancia que estas actividades tienen en el medio rural de una parte muy importante de nuestra Comunidad Autónoma, por lo que se proponen unas modificaciones en el borrador de plan publicado para conseguir el equilibrio sostenible entre la mejora cuantitativa de las cuatro masas de agua indicadas en el Plan con problemas cuantitativos (Tordesillas-Toro, Los Arenales - Tierra de Pinares, Los Arenales - Tierras de Medina y La Moraña y Los Arenales - Tierra del Vino) y el mantenimiento de la actividad y el futuro de las explotaciones en estas zonas:

Teniendo en cuenta que la tendencia general en el nivel piezométrico de las mismas desde que se comenzaron a tomar medidas, no es siempre descendente, sino que ha tendido a su estabilización en muchos casos, cuando no recuperación, no se considera adecuado tomar con carácter preventivo medidas restrictivas de carácter general y amplio que tendrán consecuencias para el futuro y el desarrollo de las explotaciones. Por ello se propone:

- **Mantener la consideración existente hasta la fecha respecto a las zonas con limitaciones específicas.** Aplicar en un territorio limitaciones, con independencia de cuál sea su situación respecto al índice de explotación y tendencia de niveles piezométricos, parece una prevención injustificada. La aplicación de las medidas de restricciones cuando el índice de explotación supera el valor de 0,75 supone suficiente resguardo y garantía para conseguir la recuperación en estas zonas de las masas. Por ello, no se considera justificado aplicar a mayores las restricciones en los municipios donde no se haya llegado a estos índices de explotación, como si fueran zonas no autorizadas. **Debe desaparecer la consideración de zona no autorizada para todos los municipios de estas masas, que se aplica en el borrador de plan, manteniéndose únicamente para aquellos municipios donde los aprovechamientos actuales superan esas cantidades.**
- Tampoco hay justificación para la aplicación de los peajes por modificaciones en las características que vienen justificadas por necesidades agronómicas. Las explotaciones han de poder gestionarse con criterios de rentabilidad y competitividad, y han de poder planificar su futuro y sus inversiones. Con la



aplicación de estos recortes o reducciones no se podrá garantizar el mantenimiento de estas explotaciones. **Por tanto, se propone la desaparición del artículo 38.2 d) del borrador de la normativa publicada.**

- En el plan no aparece ninguna solución para los denominados “pozos de minas”, y se sigue reclamando la misma, de forma que se abra la posibilidad normativa de regularizar estos aprovechamientos de forma definitiva, ya que la masa de agua ha contado con ellos a lo largo del tiempo.

Para conseguir acelerar la recuperación de las masas de agua, con las consideraciones anteriores, se proponen las siguientes medidas:

- Sustitución de regadíos de aguas subterráneas con regadíos de aguas reguladas superficiales para aliviar la presión en las zonas más complejas. Será preciso el incremento de la regulación para poder hacer esta operación, por lo que se propone la inclusión en la planificación de las siguientes actuaciones:
 - o Realización de la presa de **Lastras de Cuellar en el río Cega**, que se incluía en el EPTI, actuación de la cual la Confederación Hidrográfica del Duero contrató la redacción de un anteproyecto y un estudio de impacto ambiental, y que no se entiende que desaparezca del Plan.
 - o **Recrecimiento de la presa de Santa Teresa, en el río Tormes**, para desarrollar completamente la zona de la Armuña, al menos en la previsión actual del plan hidrológico de 16.000 hectáreas destinadas a la sustitución de regadíos de aguas subterráneas en las zonas más deprimidas del acuífero, incorporando sectores en las provincias de Salamanca, Ávila y Valladolid.
 - o Solución de **balsas laterales de Tordesillas**, que permitirían un almacenamiento de aguas invernales del río Duero, para la sustitución de regadíos subterráneos en la zona de Tordesillas. La estimación que la propia CHD llevó al EPTI era que se podría sustituir una superficie de unas 5.000 hectáreas.
 - o **Impulso al funcionamiento de las CUAS**, de forma que la gestión se haga de forma comunitaria y permita el control efectivo de los recursos disponibles, permitiendo su aprovechamiento óptimo y sostenible a las explotaciones. En estas CUAS se tendrán que **incorporar los denominados “pozos de minas” una vez regularizados**, aportando su volumen concesional. El sistema de gestión dependiente de los recursos, que ya se aplica en las aguas superficiales desde la sequía del 2017, debe trasladarse a las CUAS y a los aprovechamientos que no entren en la organización de las Comunidades de Regantes, ya que, estos últimos, no pueden tener ventajas comparativas frente a los primeros.

Con la adopción de estas medidas se considera que puede garantizarse la sostenibilidad de los regadíos de las aguas subterráneas y el mantenimiento de la actividad y la dinámica en todas estas zonas, sin tener que aplicar restricciones y limitaciones que tendrán consecuencias negativas para las explotaciones.

3.4. Sobre el Cambio CLIMÁTICO.

En este apartado no compartimos el escenario que se ha elegido de cambio climático RCP 8.5 más desfavorable y donde las demandas parece que no cumplen, en vez del RCP 4.6. Entendemos que es un cálculo sencillo y poco justificado al hacer depender la viabilidad de una sola proyección de cambio climático, cuando el CEDEX tiene 12 escenarios de cambio climático, y en el Plan Hidrológico solo se analiza uno y no todos los posibles para poder tomar decisiones con mayor rigor científico.

Además, el escenario de cambio climático elegido es incompatible con las declaraciones del Gobierno y la Administración Central, donde se habla de emergencia climática en numerosas ocasiones y una transición ecológica y para reducir las emisiones y cumplir los acuerdos internacionales, se tienen en cuenta los valores del escenario 4.6. Parece que la aplicación del escenario 8.5 es injustificada, ya que de los dos escenarios analizados por el CEDEX se ha tenido en cuenta el más desfavorable. Lo que no se puede plantear es que sólo van a cambiar las aportaciones y todo lo demás va a ser exactamente igual, por lo que entendemos que la explotación del sistema en su conjunto debe cambiar, como las reglas de las sequías a incluir en el modelo o los caudales ecológicos que deben disminuir al igual que lo hacen las aportaciones.

Es claro que la gestión del agua ha cambiado, las masas de agua están antropizadas por la necesidad y utilización del recurso, y ahora debemos pensar en modelos hidro económicos, donde las condiciones de suministro no sólo incorporen las cuestiones hidrológicas, sino también las cuestiones socioeconómicas de “reto demográfico” y donde las zonas regables no se valoren exclusivamente por la incertidumbre hidrológica con el cumplimiento o no de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH). El regante está acostumbrado a vivir con incertidumbre de mercado que le repercute en la rentabilidad de su explotación, ya que a veces se tiene que adaptar a los precios del mercado y cambiar la alternativa para buscar la máxima rentabilidad, de ahí que establecer modelos cerrados a la incorporación de estas variables no es acorde con la realidad de nuestro territorio.

Por otra parte, tampoco estamos de acuerdo con el acortamiento artificial de la serie por el cambio climático, porque al final la IPH, en síntesis, establece el cumplimiento de los criterios en función del máximo déficit, y si se analizasen muchos más años de los 40 años, la representatividad que tiene el máximo déficit variaría considerablemente. No es lo mismo fallo de un año de 40 que 1 año de 80.

Además de todo esto, estimamos que el cambio climático no debe considerarse solamente en el plan para recortar los recursos, después de tratar de justificar como será su reducción, sino que se deben aportar soluciones para este problema al que tenemos que hacer frente. Entre estas soluciones el plan no aporta ninguna, y proponemos que **se incluya como solución y se refleje así de manera expresa en el**

plan, cuando se trata este fenómeno, **la necesidad de incrementar la capacidad de regulación de esta cuenca**, incluso regulaciones hiperanuales que permitan compensar la variabilidad de las precipitaciones anuales que se producirán por efecto del cambio climático, por los motivos que se explican en el siguiente punto, donde se reflejan las actuaciones que han de incluirse.

3.5. Sobre las REGULACIONES

La Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural está demandando de la administración competente (CHD) el **incremento de la capacidad de regulación en el Duero, ya que es la cuenca de España, a excepción de las del norte, con peor capacidad de regulación respecto a las aportaciones.**

Para ello, se está demandando como **actuaciones mínimas en esta materia**, en relación a la planificación hidrológica (22-27), lo siguiente:

Completar la ejecución de las previstas en el Plan (16-21), que deberían comenzar de manera inmediata

- **Balsas de Órbigo.** Con impacto ambiental favorable, es preciso comenzar las actuaciones cuanto antes. No existen ninguna justificación para no iniciar las 2 presas (Rial y Morales), de forma completa para terminar la obra cuanto antes. **Se contempla su ejecución completa en el horizonte del Plan.**
- **Cuezas:** Importante proyecto de regulación complementaria del Carrión, que sería importante desarrollar, porque además tiene vinculación con la modernización de más de 12.000 hectáreas en esta subcuenca. Se incluye la regulación en el borrador del PHD, pero la financiación de las dos presas es de 10 millones (5+5) y el total es 122 millones. Hay una incoherencia en el documento, porque, aunque se describe su puesta en funcionamiento en el 2027, el Programa de medidas incluye inversiones en este periodo que no llegan al 10 % del total necesario. No está previsto finalizarlas antes de 2028 y debería terminarse en este periodo.
- Las **otras tres actuaciones** (Lastras de Cuellar, recrecimiento de Santa Teresa y Balsas de Tordesillas) que se propone que se incluyan en el Plan son las descritas en el punto anterior, ya que tienen su justificación para **atender las necesidades de los regadíos de aguas subterráneas**, mejorando así la situación de las masas de agua subterránea, donde el plan determina que se encuentran en mal estado cuantitativo. Sobre estas actuaciones, se considera imprescindible su inclusión en la planificación para que pueda seguir trabajándose en la misma, si bien, conociendo los plazos de tiempo que lleva la planificación y desarrollo de estas actuaciones, tampoco podemos pretender su inclusión entre las inversiones de manera

completa, por lo que manteniendo el realismo que se ha postulado como una de las virtudes de este tercer ciclo de la planificación, se incluirán inversiones que permitan su planificación y comienzo, debiendo incluirse su finalización en el siguiente periodo de planificación.

- Por el mismo motivo, tratándose de un plan, debe apuntar las soluciones que sirvan para resolver los problemas de la cuenca. Por ello, se deben recoger en el texto la necesidad, análisis y planteamientos del futuro trabajo de estudio y planificación de más actuaciones de regulación, como recrecimientos, nuevos embalses y balsas, dentro de las soluciones aportadas en el estudio conjunto realizado por la Universidad de Burgos en el marco del convenio entre el ITACyL y Ferduero. **Debe incluirse, por tanto, una medida en el plan que refleje la ejecución de estudios tendentes a planificar más actuaciones que se puedan ir incluyendo, en lo que se refiere a su ejecución, en los siguientes horizontes de la planificación.**

3.6. Sobre los NUEVOS REGADÍOS.

De las nuevas zonas de regadío que el plan contempla para ejecutar en este horizonte, se reflejan a continuación:

Medidas Nuevos regadíos Plan hidrológico	
Zona	Superficie (ha)
Nuevo regadío. Z.R. Sector IV Cea Carrión	2050
Nuevo regadío. Z.R. Aranzuelo	566
Nuevo regadío. Z.R. La Armuña II	6.719
Nuevo regadío. Z.R. Río Arlanza Bajo	2.932
Nuevo regadío. Canal Alto de Payuelos	13.702
Nuevo regadío. Canal Alto de Payuelos	8.346
Total	34.315

No obstante, debemos remarcar, que una parte importante de su superficie ya está en funcionamiento o se pondrá en funcionamiento en la siguiente campaña de riego, es decir, probablemente al tiempo que se apruebe el plan. Son las siguientes zonas: Sector IV Cea Carrión (2050 ha), La Armuña II (6.719 ha), Canal Alto de Payuelos, en funcionamiento los sectores XXII y XXIV con 5.057 ha de las 13.702 previstas y 4.647 ha. del Canal Bajo de Payuelos. En definitiva, la superficie real de nuevos regadíos que contempla el Plan en su programa de medidas es de 15.842 ha.

En el borrador de Plan se desechan algunas zonas regables nuevas, generalmente de pequeña superficie, indicando que no se cumplen los criterios de garantía. Ponemos en duda algunos de los planteamientos para justificar que eso no debe ser así, como por ejemplo, en el modelo aquatool hay muchos desembalses que se hacen desde la cabecera de las principales zonas reguladas que no van destinadas a las demandas de riego, ni a al mantenimiento de los caudales ecológicos, sino para el

cumplimiento de caudales en el tramo final del río Duero por debajo de los grandes embalses hidroeléctricos por ello entendemos que se debe revisar el modelo en este aspecto.

La mayoría de los fallos en las demandas son debidos a la aplicación del escenario de cambio climático, pero sin embargo seguimos entendiendo que con los recursos actuales y las propuestas de regulación que reiteradamente hemos solicitado se pueden atender las demandas actuales y futuras.

Por la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural se está pidiendo que se incluyan como nuevos regadíos las siguientes zonas, además de las contempladas en el programa de medidas, solicitando que se incorporen al plan:

Sector V Cea-Carrión: Es igual que el sector IV, se construirá una balsa de regulación invernal y además hay un compromiso de la CHD para otorgar concesión a estas zonas, procedente de los trámites de ocupación de los terrenos para hacer el canal de trasvase. No está, figura como **AMPLIACIÓN NO VIABLE**.

Según los estudios realizados, que se muestran en el Anexo 2, el balance de recursos y demandas que se ha realizado en los embalses de Riaño y Porma a partir de los resultados del modelo Aquatool permite deducir que, en contra de las conclusiones del Proyecto de Plan, existen recursos disponibles para atender las demandas consuntivas de regadío del sistema Esla-Porma, incluso en el escenario de cambio climático, por lo que se podría atender sin comprometer las demandas del sector V del Cea-Carrión, hasta una superficie de 1.220 hectáreas.

Ampliación de la zona del Valdavia. La garantía de los recursos hídricos se proporcionará por la construcción de la presa de Las Cuevas, que está en ejecución en este momento, por lo que no debe haber ningún problema para que entre las dos regulaciones (Villafría y Las Cuevas), se atienda la superficie del Valdavia. Será el único caso en la cuenca del Duero, en el que se dispondrá de una regulación para una zona en desarrollo donde se reduce la superficie posible de riego, por lo que no es entendible que se diga que no se cumplen las garantías. Si que consta un incremento de la ZR en 2027 de 1.316 has, siendo inferior al total de la zona regable (**2.697 hectáreas**).

Se ha elaborado un modelo de explotación del sistema del río Valdavia empleando exactamente los mismos datos que el modelo Aquatool de la cuenca que se muestra en el Anexo 1, donde se comprueba que es posible atender el crecimiento previsto de demanda de la zona regable considerando la regulación adicional que proporciona el embalse de las Cuevas.

Teniendo en cuenta que las obras del embalse de Las Cuevas se hallan ya en fase de ejecución, se solicita que se realice la reserva de recursos para la totalidad de

la demanda planeada, que según el estudio presentado en el Anexo 1 podría llegar, en el escenario de cambio climático a atender una demanda de 9,36 Hm³, que con las dotaciones que se reflejan en el borrador de plan, y aplicando las reglas de gestión en sequías, supondría una zona de **2.258 hectáreas**.

La Armuña III: Especialmente se dispone de una planificación del resto de La Armuña, que sería La Armuña III, y que sería conveniente que se reflejara en el Plan Hidrológico para su desarrollo sucesivo. Si que consta un incremento para 2027 de 6.719 has y para 2033 de 12.000 has. Las 6.719 hectáreas son las que se están desarrollando en este momento y que entrarán en servicio la campaña que viene, por lo que probablemente se inicien antes de que se apruebe este Plan. Para el desarrollo del resto de la zona, que figura para el siguiente horizonte, deberían contemplarse superficies mayores, vinculadas a la sustitución de recursos subterráneos, y en relación con el incremento de regulación del Tormes indicado. Es un objetivo común.

En todo caso deberían incluirse inversiones en este periodo para transportar los recursos desde el azud de Villagonzalo o desde el azud de Riobobos, hasta las zonas planificadas que tengan mayor incidencia en la liberación de recursos de aguas subterráneas, así como el desarrollo de al menos dos sectores de esta nueva fase de la Armuña, en una superficie de 8.000 hectáreas, la mitad de las planificadas pendientes en esta zona.

Valderas: Este regadío lleva ya muchos años de recorrido y planificación y corresponde ya poder desarrollarle. Está incluido en el actual Plan Hidrológico, y su ejecución depende de la modificación de la declaración de interés general realizada para el regadío del embalse de Riaño. Se está intentando impulsar desde la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural esta tramitación, que corresponde a la AGE. No está, figura como AMPLIACIÓN NO VIABLE.

Al igual que ocurre con el sector V Cea-Carrión, el balance de recursos y demandas que se ha realizado en los embalses de Riaño y Porma del estudio de la UPM, muestra que es posible atender esta demanda.

Hinojosa del Campo: Esta zona se deberá incluir en el programa de medidas, ya que figura en el Anexo de Demandas de Agua y no en el de medidas, pero se ejecutará en este periodo. La inversión a realizar para culminar su transformación es de 6.391.947 euros, y será desarrollada completamente por la Junta de Castilla y León. Además, se traslada la siguiente alegación respecto a esta zona, referente al Bombeo denominado Araviana:

BOMBEO Araviana (UDA 2000152): El borrador del Plan considera para esta UDA un incremento de superficie de 497 ha en el horizonte 2022-2027 para la CR La Asomadilla de Hinojosa del Campo con una concesión para riego de 1,7 hm³/año,

cuestión que es conforme con las pretensiones del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León dentro de su programación de actuaciones en materia de regadíos.

Además de lo anterior, se pretenden iniciar los trabajos para el desarrollo de otra pequeña zona regable a partir de la masa de agua subterránea 400034 ARAVIANA en el término municipal de Tajahuerce. El Ayuntamiento de este municipio ha solicitado en reiteradas ocasiones a la Junta de Castilla y León (la última en septiembre de 2017) el auxilio de la Administración Autonómica para llevar a cabo la transformación de una zona regable en el dicho término municipal además de la reconcentración parcelaria.

Sobre la posibilidad técnica de desarrollar una zona regable en Tajahuerce, es necesario remarcar que la Consejería de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León y el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León han llevado a cabo actuaciones que avalan la disponibilidad del recurso y a tal efecto se dispone de un sondeo en estado de ser explotado que fue construido y aforado en el año 1998.

La superficie a transformar en nuevo regadío se estima en **500 ha**, para lo que se solicita el establecimiento de una reserva de **2 hm³/año** que resulta de aplicar la dotación bruta mínima que parece razonable para la comarca agraria CAMPO DE GOMARA de 4.000 m³/ha, a la superficie estimada, todo ello con la esperanza de que sea atendida la alegación referente a las dotaciones brutas comarcales realizada en el punto referente a la normativa. En caso contrario, la reserva que correspondería sería 1,772 hm³/año resultante de considerar la dotación bruta que establece el borrador del Plan que asciende a 3.544 m³/ha y año.

Aranzuelo, figura, pero con una superficie menor de la que se está desarrollando, habida cuenta de que se nutre de un embalse para este propósito. La superficie correcta de esta zona es de 830 hectáreas, no siendo admisible que no se puedan atender con los recursos del embalse, con una capacidad de 4,8 hm³, llenándose del río Aranzuelo en invierno. El problema es que se requiere que la presa, aún estando situada sobre un arroyo diferente del Aranzuelo, para que suministre el caudal ecológico de este río, cuando en la época estival, el caudal ecológico es el que discurre por el mismo, ya que no se realiza derivación alguna. En preciso corregir esta superficie y adaptarla a la que se está tramitando en esta concesión y que está en la fase final, y dejarla adaptada a las necesidades que en conjunto estaban planteadas para la regulación construida. Así, el embalse tiene una capacidad de 4,85 Hm³ y aunque se suponga que atiende la demanda de caudales ecológicos en la mitad del año, del arroyo Sinovas, en el que se encuentra la presa, quedarían disponibles para el regadío entre 4 y 4,3 Hm³. La zona, en la normativa, figura con una superficie de 600 ha, con una dotación anual asignada de 3,150 Hm³, lo que constituye un error que hay que corregir, ya que la dotación que puede asignarse al regadío es superior y el trámite concesional de la primera fase de este regadío que se está ultimando, **incluye 854 ha. y un volumen de 3,85 hm³**. Si se considera que podría haber una demanda posterior

en una segunda fase, la superficie correcta que deberá aparecer en esta zona es de **1.000 hectáreas, con una dotación de 4,2 hm³**.

El sector IV de Cea Carrión aparece con una superficie que tampoco es correcta, siendo preciso que se ajuste a las 2.135 ha que entrarán en riego esta próxima campaña, manteniendo el resto de condiciones concesionales otorgadas en la concesión resuelta.

Boedo, Se solicita que se realice la reserva de recursos al menos para la parte de la demanda futura que resulta viable según los análisis basados en los datos del Plan, que llega a los 5,71 hm³/a o 1.422 ha. (Anexo 1).

Por otro lado, como consideración general, la inclusión de actuaciones de regadío en los programas de desarrollo rural o en el actual Plan Estratégico de la PAC 2020-2027 están condicionados por lo dispuesto en el reglamento comunitario de modo que las zonas en las que se actúa deben estar contempladas en la Planificación Hidrológica, y no al revés como se plantea en el documento (incluir aquellas actuaciones contempladas en los programas de desarrollo rural), tanto para nuevos regadíos como para modernizaciones de regadío. Su inclusión en horizontes futuros del Plan Hidrológico es requisito para que la actuación sea elegible y así se está recogiendo en el PEPAC 2023-2027.

3.7. Sobre las MODERNIZACIONES

En relación con las modernizaciones, sucede lo mismo que con los nuevos regadíos, varias zonas de las contempladas en la tabla del programa de medidas, ya están terminadas, como el canal de Pollos que entrará en servicio la siguiente campaña de riego o el sector I del canal del Páramo que ya está en riego desde hace varias campañas. Las incluidas en la tabla son las siguientes:

Modernización de regadíos. ZR Carrión-Saldaña.
--

Modernización de regadíos. ZR Bajo Carrión. CCRR Canales Bajos del CaRRiÓN
--

Modernización de regadíos. RP Río Arlanza Bajo. CCRR de Palenzuela y Quintana del Puente
--

Modernización de regadíos. RP Río Pisuerga Alto. CCRR de la Huelga y Vega de Becerril del Carpio
--

Modernización de regadíos. ZR Arriola. CCRR Ribera Alta de Porma
--

Modernización de regadíos. ZR Castronuño. CCRR Vegas de Castronuño
--

Modernización de regadíos. ZR Villadangos y Velilla

Modernización de regadíos. ZR Carrizo. CCRR Canal de CaRRizo
--

Modernización de regadíos. ZR Castañón y Alto Villares. CCRR del Canal de Castañón
--

Modernización de regadíos. ZR Velilla y Villadangos. CCRR Canal de Velilla
--

Modernización de regadíos. ZR Castañón y Villares



Modernización de regadíos. RP Órbigo Medio. CCRR. Vega de Abajo
Modernización de regadíos. Canal Alto de Villares. CCRR Canal Alto de Villares
Modernización de regadíos. ZR Campillo Buitrago. CCRR Canal de Campillo de Buitrago
Modernización de regadíos. CCRR Canal de San José
Modernización de regadíos. ZR. Pollos
Modernización de regadíos. Canal de la MI Río Porma (Sectores II, III y IV)
Modernización de regadíos. ZR Páramo. Sector I
Modernización de regadíos. ZR Páramo Alto. Sectores IV y VI
Modernización de regadíos. Modernización Sector VII y VIII Páramo Bajo (León)
Modernización de regadíos. ZR la Vid-Zuzones.
Modernización de regadíos. Canal de Eza-Vegas de Velilla y Alcozar
Modernización de regadíos. Canal deL Esla
Modernización de regadíos. Canal de Villalaco
Modernización de regadíos. UEL Valoria la Buena
Modernización de regadíos. Modernización Canal de Pisuerga. Sector G. Fase I

Zona regable del Campillo de Buitrago (UDA 2000122): Deben aparecer 2.507 ha en vez de 2.200 ha que aparecen en la tabla 62.

La zona regable del Canal del Campillo de Buitrago se encuentra en proceso de concentración parcelaria y en vías de modernización. A este respecto se remarca que está en periodo de “consultas públicas” el PROYECTO DE MODERNIZACIÓN EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL CAMPILLO DE BUITRAGO (SORIA), código 20210080, Órgano Sustantivo D.G.DE DESARROLLO RURAL, INNOVACION Y FORMACION AGROALIMENTARIA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION, promotor SEIASA, consultable en la web <https://sede.miteco.gob.es/porta/site/seMITECO/navServicioContenido>. Este proyecto de modernización contempla 2.507 ha.

Por otro lado, y paralelamente, existe un expediente concesional iniciado a instancias de la Comunidad de Regantes del Canal de Campillo de Buitrago, admitido a trámite y publicado en el Boletín Oficial de la Provincia de Soria, para inscribir el derecho concesional a favor de la referida Comunidad de regantes. En el expediente concesión figuran igualmente 2.507 ha. Es el expediente ALB-0001/2010, C-1766/2010-SO (ALBERCA AYE)

Además, se considera importante incluir en el Plan Hidrológico la posibilidad del aprovechamiento energético en el Azud del Campillo de Buitrago para conseguir un caudal aproximado de 130 l/s a 75 metros de columna de agua con la finalidad del abastecimiento parcial de la zona regable del Campillo de Buitrago (UDA 2000122). El volumen así impulsado e introducido en la red de riego formaría parte del volumen concesional al tenga derecho la Comunidad de Regantes.

Con ello se pretende contribuir a la eficiencia energética y cambio climático, desligando la zona regable de las energías convencionales, todo ello si prospera el correspondiente trámite de conformidad con la normativa de aplicación.

Consistiría en la instalación de un “turbo bombeo” formado por la conjunción de una turbina y una bomba de cámara partida conectados mecánicamente, además de los correspondientes sistemas de control y obra civil. El conjunto se fundaría adosado al Azud existente en el margen izquierdo.

La valoración aproximada de las obras que sería necesario para este aprovechamiento energético se estima en 850.500 €.

Zona regable de Ines-Olmillos: Deben aparecer 2.004 ha en vez de 1.644 ha que figuran en la tabla 62.

En efecto, la UDA 2000128 está compuesta por la zona regable de Olmillos y la zona regable del Canal de Ines.

En zona regable de Olmillos se modernizaron 825 ha, de las cuales 345 ha eran dominadas por el extinto Canal de Olmillos, y 480 ha se pusieron en riego en el año 2007. Esta zona regable viene cartografiada en Mírame Duero (capa Uso agrícola UDA superficial previsión 2022-2027) con un perímetro que engloba las 825 ha aludidas, todo ello fácilmente deducido con el grado de apreciación que permite la susodicha herramienta GIS Mírame. El hecho de que en esta capa de Mírame Duero se contemple las 825 ha es concordante con un expediente de “modificación de características de la concesión” admitido a trámite por la Confederación Hidrográfica del Duero, actualmente en vías de resolución tras los diferentes requerimientos que el Organismo de Cuenca efectuó a la Comunidad de Regantes. Este expediente es el ALB-0027/2021, MC/C-39/2021-SO. Así mismo es necesario resaltar que la Comunidad de Regantes está al día en los pagos que desde el Organismo de Cuenca le giran, pagos que son por las 825 ha.

Por otro lado, la zona regable del Canal de Ines, actualmente en proceso de concentración parcelaria, cuenta con una superficie según Bases provisionales de 1.179 ha y desde el punto de vista cartográfico, esta superficie está perfectamente cartografiada en la capa “Uso agrícola UDA superficial previsión 2022-2027” de Mírame Duero.

Por tanto, la superficie de esta UDA 2000128 en el Plan Hidrológico debe ser 2.004 ha, por el hecho cierto de que todas ellas actualmente se están regando, unas modernizadas y otras no, y sometidas al correspondiente pago de los derechos y obligaciones que gira la Confederación Hidrográfica del Duero.

En cuanto a la asignación y reserva de esta UDA, es necesario constatar que el borrador del Plan establece una asignación de 7,704 hm³/año, lo que implica una dosis unitaria de 4.686 m³/ha y año para la superficie erróneamente considerada de 1.644 ha, y dado que existe una concesión a favor de esta UDA de 2 hm³/año, se determina una

reserva de 5,704 hm³/año bajo el criterio de “diferencia entre volumen asignado y concedido”.

Pero teniendo en cuenta que la superficie de esta UDA es 2.004 ha en vez de 1.644 ha, y que además, como se ha explicado más arriba, estas 2.004 ha están beneficiándose del riego, el Canal de Ines desde tiempo inmemorial, y la zona de Olmillos, una parte también desde tiempo inmemorial y otra a partir de la modernización (14 años), el volumen asignado resulta insuficiente para la superficie real (2.004 ha) puesto que la dosis unitaria sería 3.844 m³/ha y año, 842 m³ anuales menos por hectárea.

Por tanto, para que el derecho a la dosis unitaria que establece el borrador del Plan no se vea menoscabado, la reserva al menos debería ser 9,391 hm³/año, lo que implicaría una reserva de 7,391 hm³/año bajo el mismo criterio que considera el borrador.

Canal de Ines (Masa 30400364): Se considera importante incluir en el Plan Hidrológico la posibilidad del aprovechamiento energético en el Azud del Canal de Ines para conseguir un caudal aproximado de 210 l/s a 75 metros de columna de agua con la finalidad del abastecimiento parcial de las zonas regables referidas en la ALEGACIÓN siguiente (2.204 ha del Canal de Ines, Arroyo Valdanzo, Canal de Eza, El Salcedo y la Veguilla de Langa de Duero y Canal de Zuzones).

El volumen así impulsado formaría parte del volumen concesional al que tenga derecho la Comunidad de Regantes y su destino sería alimentar la red de riego de la zona que como se ha dicho se pretende modernizar, o conducido a la presa de Rejas si se construye ésta al objeto de almacenar aguas de invierno no reguladas para el abastecimiento de las 2.204 ha comentadas.

Con ello se pretende contribuir a la eficiencia energética y cambio climático, desligando la zona regable de las energías convencionales, todo ello si prospera el correspondiente trámite de conformidad con la normativa de aplicación.

Consistiría en la instalación de un “turbo bombeo” formado por la conjunción de una turbina y una bomba de cámara partida conectados mecánicamente, además de los correspondientes sistemas de control y obra civil. El conjunto se fundaría adosado al Azud existente en el margen izquierdo.

La valoración aproximada de las obras que sería necesario para este aprovechamiento energético se estima en 1.050.000 €.

RP Río Duero entre ucero y Riaza (UDA 2000142): Esta UDA es una agrupación de zonas regables, unas de superficie significativa y otras de pequeña entidad y diseminadas, totalizando 1.956 ha para las que se considera una dotación de riego de 3.909 m³/ha y año que eleva a 7,646 hm³/año la demanda de la UDA.

Para esta UDA no se considera reserva bajo el criterio “reserva estricta”, siendo el volumen demandado inferior al concesional.

Dado que el borrador del Plan no distingue ni separa las superficies de cada subzona regable, no es posible conocer si alguna de éstas resulta perjudicada respecto al global, admitiendo que la dotación global considerada es factible para atender a cultivos de verano como no podría ser de otra manera.

Entre las superficies importantes están:

Nombre de la zona regable	Superficie	Observaciones
Real Sitio de Ventosilla (finca privada Burgos)	Sin datos	
CR San Cosme y San Damián (Vadocondes, Burgos)	360 ha	
CR El Salcedo y la Veguilla (Langa de Duero, Soria)	95 ha	C.P en marcha
Canal de Eza (San Esteban de G. y Langa de D., Soria)	519 ha	C.P. en marcha
Pequeñas superficies diseminadas	Sin datos	

Teniendo en cuenta que se pretende modernizar la superficie regable compuesta por las subzonas siguientes:

Nombre de la zona regable	Superficie (ha)	Observaciones	Dotación en el borrador Plan (m³/ha)	Volumen demandado (hm³/año)
Canal de Eza (San Esteban de G. y Langa de D., Soria)	519	UDA 2000142 (parte)	3.909	2,03
CR El Salcedo y la Veguilla (Langa de Duero, Soria)	95	UDA 2000142 (parte)	3.909	0,37
ZR Canal de Ines (S. Esteban g. Miño y Langa D, Soria)	1.179	UDA 2000128 (parte)	6.000	7,07
RP Arroyo Valdanzo (Langa de Duero, Soria)	90	UDA 2000303	11.291	1,02
Canal de Zuzones (Langa D, S Juan M y La Vid, Soria y Burgos)	321	UDA 2000129 (parte)	5.544	1,78
TOTAL	2.204			12,27



Parece lógico agrupar dentro de la misma UDA todas estas superficies (2.204 ha), máxime considerando que todas ellas están colindantes unas con otras y probablemente todas ellas se nutran de un mismo punto de toma tras la modernización. En la actualidad se está llevando a cabo la concentración parcelaria de estas zonas regables, siendo su estado más o menos avanzado. La zona más adelantada es el Canal de Eza que está con las Bases Definitivas apodas y realizándose el proyecto del nuevo parcelario.

Por ello, se propone la agrupación estas zonas regables bajo la misma UDA que contaría con una superficie de 2.204 ha y para la que sería necesaria una dotación de 12,27 hm³/año.

Ello implicaría modificar también las UDA's referidas en la columna "observaciones" de la tabla anterior, en el sentido de detraer de las mismas las superficies que quedarían englobadas en la UDA nueva que se propone.

Entre las UDA's modificadas estaría la 2000128 tratada en el punto anterior, resultando que dentro de ella quedarían las 825 ha que están ya modernizadas de Olmillos y con la particularidad que se ha explicado respecto al expediente de "modificación de características de la concesión" ALB-0027/2021, MC/C-39/2021-SO, en vías de resolución.

Para garantizar los regadíos en estas zonas, mejorando su aprovechamiento, la Junta de Castilla y León solicita la inclusión en el plan hidrológico de la siguiente actuación:

Obras de regulación en el río Rejas (masa de río 304000367): Es interesante contemplar para el nuevo periodo de planificación 2022-2027 la construcción de una presa en el río Rio Rejas que permita un volumen de 11 hm³ aproximadamente para aguas no reguladas para atender a la demanda de las 2.204 ha que se refieren en la ALEGACIÓN anterior La importancia de esta presa se basa en los siguientes motivos:

Contribuye a mejorar la garantía de suministro de estas zonas de regadío, cuestión que en la que incide de forma importante y reiterada el borrador del Plan que nos ocupa. En efecto, la imagen que se adjunta corresponde a la página 619 del ANEJO 6 ASIGNACIÓN Y RESERVAS DE LOS RECURSOS:

En este sistema las demandas agrarias 2000122 ZR Campillo de Buitrago, 2000124 RP Río Duero entre Cuerda y Almazán, 2000125 ZR Almazán, 2000126 RP Río Duero entre Almazán y río Ucero, 2000127 RP Río Ucero, 2000128 ZR Ines-Olmillos, 2000129 ZR La Vid-Zuzones, 2000130 ZR Aranda, 2000131 ZR Guma, 2000132 RP Río Arandilla, 2000133 RP Río Gromejón, 2000142 RP Río Duero entre Ucero y Riaza, 2000143 ZR Aranzuelo y 2000303 RP Arroyo de Valdanzo incumplen los criterios de garantía de la Instrucción en el horizonte 2027.

La garantía de suministro que esta actuación permitiría, se sustenta en que se embalsarían aguas no reguladas del río Rejas provenientes por gravedad de la cuenca vertiente de dicho río, y de aguas de invierno del río Duero (Masa río 30400365) impulsadas con la energía fotovoltaica proveniente del generador fotovoltaico que se proyecta con motivo de la modernización de la zona regable que se contempla en la ALEGACIÓN anterior de 2.204 ha.

La capacidad de regulación corresponde aproximadamente con la demanda de la superficie considerada (2.204 ha)

Esta actuación es doblemente interesante, además de por mejorar los criterios de garantía de suministro a los regadíos de las zonas mencionadas (2.204 ha), por permitir incrementar la eficiencia energética y la huella de carbono de la modernización programada de los mismos. En efecto, la instalación fotovoltaica y/o de otro tipo que se prevé en la modernización podría ser utilizada fuera del periodo de riego para impulsar agua del Duero no regulada en invierno/primavera a la presa de Rejas ubicada a una cota 75 metros sobre la zona regable, con lo que la presa devolvería la presión necesaria en época de riego.

En relación con la viabilidad técnica de esta actuación, se dispone de un estudio positivo al efecto realizado por INCISA en el año 2009, que valora la inversión a la cantidad de 15,5 M€ donde se incluye el presupuesto base de licitación más las indemnizaciones para la expropiación de los terrenos necesarios.

Canal del Esla (León y Zamora): Los propietarios, regantes y demás usuarios con derecho al aprovechamiento de las aguas del “Canal del Esla” se constituyeron en “Comunidad general de regantes del Canal del Esla” en el año 1949 en virtud de lo dispuesto en el artículo 228 de la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879 (sus Ordenanzas y Reglamentos fueron aprobadas por Orden Ministerial de 4 de julio de 1949 por el Director General de Obras Hidráulicas).

Según dichas ordenanzas, tienen derecho al uso del agua suministrada reglamentariamente al “Canal del Esla” las superficies enclavadas en la zona de riego del Canal del Esla que correspondían a los siguientes Términos municipales (correspondientes al año 1948) con la siguiente distribución de superficie:

MUNICIPIO	SUPERFICIE (HA)	PROVINCIA
VILLAMAÑAN Y BENAMARIEL	450	LEÓN
VALENCIA DE DON JUAN	400	LEÓN
SAN MILLAN DE LOS CABALLEROS	600	LEÓN
VILLADEMOR	850	LEÓN
TORAL DE LOS GUZMANES	1350	LEÓN
ALGADEFE	1150	LEÓN
VILLAMANDOS	1100	LEÓN
VILLAQUEJIDA	1250	LEÓN
CIMANES DE LA VEGA	1300	LEÓN
SANTA COLOMBA DE LAS CARABIAS	950	ZAMORA
SAN CRISTOBAL DE ENTREVIÑAS	1600	ZAMORA
BENAVENTE	2400	ZAMORA
TOTAL	13400	

En el año 1966 se redactó el proyecto definitivo del pantano del Porma incluyendo dentro de los canales de riego dependientes de este nuevo pantano el “Canal del Esla”. La construcción de la presa sobre el Porma finalizó en el 1969 entrando en servicio en dicho año.

En el año 1967 se aprobó el proyecto del nuevo “Canal de Esla” por Orden de 10 de enero de 1968. Las obras de ejecución del Nuevo “Canal del Esla” finalizaron en mayo del año 1975.



La Zona Regable dominada por el nuevo “Canal del Esla” fue declarada de alto Nivel Nacional por Decreto 478/1970 de 29 de enero (BOE nº47 de 24 de febrero de 1970), en dicho decreto se definen los límites de la zona regable del Nuevo “Canal del Esla” y se indica que la zona delimitada tiene una extensión aproximada de 16000 ha.

Por Decreto 3046/1971 de 25 de noviembre, se aprobó el Plan General de Colonización de la zona regable del nuevo “Canal del Esla”, en las provincias de León y Zamora. En dicho plan se indica que la extensión total de la zona delimitada asciende a 16324 Ha.

A partir de la finalización de las obras de ejecución del nuevo Canal se fueron realizando las puestas en riego de los distintos sectores de riego de la zona según el Plan Coordinado de Obras de la zona regable del Nuevo “Canal del Esla” (León-Zamora) aprobado por Orden de 31 de julio de 1974 (BOE: 2 de septiembre de 1974). En dicho plan se establece que la zona regable se divide en diez sectores con independencia hidráulica cuya delimitación queda reflejada en el capítulo III del Plan Coordinado con una superficie regable total estimada de 11.705,9 Ha. Justificando la importante reducción de la superficie regable respecto de los documentos inicialmente redactados y aprobados, por la supresión de extensas zonas cercanas a las riberas del Esla que se encuentran plantadas de chopos y terrenos en los entornos de los núcleos urbanos.

Posteriormente se fueron desarrollando los proyectos para la puesta en riego de los diferentes sectores definidos en el Plan coordinado de obras con la siguiente cronología y superficies afectadas (variando ligeramente estas superficies respecto del Plan Coordinado de Obras, según los Decretos publicados de puesta en riego, quedando aún pendiente la puesta en riego parte del Sector IX y Sector X que afecta a 525 Ha del municipio de Benavente y 171ha del municipio de Valencia de Don Juan que no tienen infraestructuras de riego secundarias.

A continuación, se incluye una tabla resumen de los diferentes Decretos de puesta en riego de la zona, haciendo alusión a su publicación oficial. Se adjuntan Boletines Oficiales con su publicación.

SUPERFICIE REGABLE DE LA ZONA DEL CANAL DEL ESLA SEGÚN LOS DECRETOS DE PUESTA EN RIEGO PUBLICADOS Y LA SUPERFICIE PENDIENTE DE PUESTA EN RIEGO.

FECHA / RESOLUCIÓN	BOE	SECTORES	MUNICIPIOS	SUPERFICIES	SUBTOTAL	
24/01/1979 (Resolución del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario por la que se declara la puesta en riego de los sectores I y II de la zona regable del Canal del Esla, margen derecha, en la provincia de León)	Nº 46 de 22/02/1979	SI	VILLAMAÑAN	595	2776	
		SII	SAN MILLAN VILADEMOR	2181		
23/11/1977((Resolución del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario por la que se declara la puesta en riego de los sectores IV, V y VI de la zona regable del Canal del Esla, margen derecha, en la provincia de León)	Nº 10 de 12/01/1978	SIV	VILLAMANDOS	836	2698	
		SV	VILLAQUEJIDA	924		
		SVI	CIMANES DE LA VEGA	938		
03/03/1978 ((Resolución del Instituto Nacional de Reforma Y Desarrollo Agrario, por la que se declara la puesta en riego de los sectores VIII de la zona regable por el canal de la margen derecha del Esla en el término de San Cristobal de Entreviñas, provincia de Zamora)	Nº 96 de 22/04/1978	SVIII	SAN CRISTOBAL DE ENTREVIÑAS	956	956	
10/07/1984 (Resolución de 10 de julio de 1984, del Instituto Nacional de Reforma Y Desarrollo Agrario, por la que se declara la puesta en riego de los sectores VII, IX (parcial) de la zona regable por el canal del Esla)	Nº 219 de 12/09/1984	SVII	LORDEMANOS	228,5445	1091,1216	
			MATILLA DE ARZÓN	179,2289		
			SANTA COLOMBA DE LAS CARABIAS	547,3292		
		SIX (PARCIAL)	SAN CRISTOBAL DE ENTREVIÑAS	136,019		635,6482
			SAN CRISTOBAL DE ENTREVIÑAS	384,0952		
			CASTROGONZALO	251,553		
SX (PARCIAL)	CASTROGONZALO	42,625	338,074			
	VILLANUEVA DE AZOAGUE	295,449				
ORDEN de 10 de junio de 1993, de la Consejería de Agricultura y Ganadería, por la que se declara la puesta en riego del Sector IX (Parte) de la zona regable del Nuevo Canal del Esla en las provincias de León y Zamora.	BOCYL Nº 129 de 08/07/1993	SIX (PARCIAL)	BENAVENTE (DEHESA DE BRIVE)	475	475	
ORDEN de 23 de diciembre de 1998, de la Consejería de Agricultura y Ganadería, por la que se declara la puesta en riego del Sector III de la Zona Regable del Nuevo Canal del Esla en las provincias de León.	BOCYL Nº 250 de 31/12/1998	SIII	ALGADEFE	2050	2050	
			TORAL DE LOS GUZMANES			
ORDEN de 21 de noviembre de 2000, de la Consejería de Agricultura y Ganadería, por la que se declara la puesta en riego del Sector VII (Santa Colomba de las Carabias II) de la Zona Regable del Nuevo Canal del Esla (Zamora).	BOCYL Nº 236 de 07/12/2000	S VII	SANTA COLOMBA DE LAS CARABIAS (II)	290	290	
PENDIENTE (ACEQUIAS EN TIERRA)		SIX Y SX(PARCIAL)	VALENCIA DE DON JUAN	171	171	
			BENAVENTE	525	525	
MUNICIPIOS QUE NO APARECEN EN LAS PUESTAS EN RIEGO, PERO SÍ TIENEN SUPERFICIE QUE SE RIEGA DENTRO DEL PERÍMETRO DE LA ZONA REGABLE DEFINIDO POR EL DECRETO DE ALTO NIVEL NACIONAL, DECRETO 478/1970 DE 29 DE ENERO (BOE Nº47 DE 24 DE FEBRERO DE 1970).			FUENTES DE ROPEL	25,02	25,02	
			VILLAORNATE	9,69	9,69	
TOTAL Ha				12.040,56	12.040,56	



En el borrador de Plan presentado, en el ANEJO 6: ASIGNACIÓN Y RESERVAS DE RECURSOS APÉNDICE II: ESTIMACIÓN DE LAS RESERVAS DE LAS DEMANDAS AGRARIAS SUPERFICIALES se identifica la UDA 2000010 ZR CANAL DEL ESLA a la cual se le asigna una superficie de 11200ha y una reserva de recursos de 65,016 Hm³.

Existe, en consecuencia un error en la superficie regable y la reserva de agua asignada a la zona regable estatal del Canal del Esla (UDA 2000010 ZR CANAL DEL ESLA) en el Borrador de Proyecto de Plan Hidrológico del Duero para el período 2022-2027 donde aparece una superficie de 11200 ha para la UDA-2000010(ZR Canal del Esla), ya que difiere claramente de las superficies incluidas en los decretos de declaración de “Alto nivel nacional” de dicha zona regable y de los decretos de puesta en riego de los diferentes sectores. Se considera que la superficie regable mínima que debe considerarse a todos los efectos en la zona regable estatal del Canal del Esla debe ser aquel valor recogido en los correspondientes documentos oficiales, y como mínimo la superficie que resulta del sumatorio de todas las superficie contenidas en los decretos de puestas en riego, y aquellas que están pendientes de la puesta en riego y que estando dentro del perímetro de la zona regable definido por el decreto de alto nivel nacional, decreto 478/1970 de 29 de Enero (B.O.E nº47 de 24 de febrero de 1970), no aparecen en dichos decretos. Siendo dicha superficie un total de 12.040,6 ha.

Se SOLICITA a la Confederación Hidrográfica del Duero, que se modifique la superficie indicada en el borrador del plan, por la superficie real de la zona regable según los decretos de puesta en riego de los diferentes sectores de la zona regable ajustando la asignación de reserva de recursos a la superficie total de la zona regable de 12.040,6 ha.

Canal de San José (Zamora-Valladolid): Por Decreto de 1 de febrero de 1946 se declara de “alto interés nacional” la colonización de las zonas dominadas por los canales de ambas márgenes de la Presa de San José, en el río Duero. La zona dominada por el canal de la margen izquierda o de San José comprende parte de los términos de Castronuño y Villafranca de Duero (Valladolid), Peleagonzalo, Villalazán, Villaralbo y Zamora (Zamora), con una extensión de 4300 hectáreas, según se indica en el Decreto.

Los propietarios, regantes y demás usuarios con derecho al aprovechamiento de las aguas del Canal de San José se constituyeron en “Comunidad de regantes del Canal de San José” con sujeción a la Ley y sus ordenanzas y Reglamentos aprobados por O.M. de 19/12/57, modificadas por las ordenanzas actualmente en vigor adecuadas a la Ley 29/85 de 2 de agosto, de Aguas y su Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986 de 11 de abril.

Según dichas ordenanzas tienen derecho al uso del agua suministrada reglamentariamente al Canal de San José para riego las superficies enclavadas en la

zona de riego del Canal de San José que correspondían a los siguientes Términos municipales de Castronuño y Villafranca de Duero (Valladolid) y Peleagonzalo, Villalazán, Villaralbo, Fresno de la Ribera y Zamora (Zamora). La zona regable se define como todos los parajes de la zona regable desde la toma hasta el desagüe, con toda su red de acequias secundarias y una superficie aproximada de 4.150 ha, parcelas que reciben el agua por su peso, directamente del Canal o de las acequias o ramales construidos al efecto.

Por decreto 1015/1967, de 20 de abril, se conceden a las obras de sistematización de tierras a realizar en la zona regable por el Canal de San José, obras complementarias a las obras de transformación en regadío realizadas por el Ministerio de Obras Públicas en la zona regable los beneficios que determina la vigente legislación de colonización de zonas regables incluidas en las Leyes de Colonización de Zonas Regables de 21 de abril de 1949, Ley de 16 de julio de 1958 y 14 de abril de 1962, correspondiéndoles ser clasificadas como de interés agrícola privado. La zona delimitada por esta declaración tiene una extensión de 4890ha dominadas, de ellas son útiles para el riego 4290ha pertenecientes a los términos municipales de Castronuño, Villafranca de Duero (Valladolid), Toro, Peleagonzalo, Fresno de la Ribera, Villalazán, Villaralbo y Zamora (Zamora).

Por Orden de 13 de agosto de 1999, se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio. La citada zona regable aparece recogida en el Plan Hidrológico de Cuenca del Duero, dentro de la zona D, subzona Bajo Duero. En el Capítulo IV correspondiente a la asignación y reserva de recursos, para el horizonte estudiado se asignan a los riegos del Canal de San José un volumen máximo de 35 hm³/año para el riego de una superficie de 4143 ha.

Por Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Gadiana y Ebro. Corresponde al Anexo IV de dicho Real Decreto las Disposiciones normativas del plan hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero. Dentro de este Anexo, en los apéndices a la normativa, el Apéndice 6.11 corresponde a la asignación y reserva de recursos para el sistema de explotación Bajo Duero, para el horizonte estudiado se asigna el código 2000094 a la Unidad de Demanda Agraria que engloba los riegos del Canal de Toro-Zamora y Canal de San José de forma conjunta con una superficie total de 11.539 ha y un volumen máximo de 87,902 hm³/año.

En los elencos anuales elaborados por la propia Confederación Hidrográfica del Duero para la Comunidad de regantes del Canal de San José en las últimas campañas de riego se incluyen las siguientes superficies regables:

AÑO	SUPERFICIE TOTAL DE LA ZR CANAL DE SAN JOSÉ SEGÚN EL ELENCO ELABORADO POR CHD
2018	4199,72
2019	4236,57
2020	4225,87

En dicho documento, en el ANEJO 6: ASIGNACIÓN Y RESERVAS DE RECURSOS APÉNDICE II: ESTIMACIÓN DE LAS RESERVAS DE LAS DEMANDAS AGRARIAS SUPERFICIALES se identifica la UDA 2000094 ZR SAN JOSÉ Y TORO-ZAMORA y dentro de ella la UEL 2100026 CANAL DE SAN JOSÉ, a la cual se le asigna una superficie de 3539ha.

De lo expuesto anteriormente se deduce, que existe un error en la superficie regable asignada a la zona regable estatal del Canal de San José (UEL 2100026 Canal de San José) en el Borrador de Proyecto de Plan Hidrológico del Duero para el período 2022-2027 y en el Visor Mirame de Confederación Hidrográfica donde aparece también dicha superficie y en todos aquellos documentos donde aparezca una superficie de 3539 ha para la UDA-2100026 (ZR Canal de San José), ya que difiere claramente de las superficies incluidas en los decretos de declaración de dicha zona regable y de la superficie regada actual que aparece en los elencos elaborados por la propia Confederación Hidrográfica anualmente para esta Comunidad de regantes (no se adjuntan dichos elencos porque son documentos elaborados por la propia Confederación Hidrográfica del Duero de los cuales ya tienen conocimiento).

Modernización de la Comunidad de Regantes de la Vega-Navamorisca y el Losar del Barco, por la regadera de “La Madrigala” y la Comunidad de regantes de “Ribera Nueva”: Se deberá incluir la modernización de esta zona, en la parte alta del Tormes, de la que existe un anteproyecto, para modernizar 246 hectáreas, con una inversión de 4,164 millones de euros, a acometer por la Junta de Castilla y León. Esta actuación permitiría completar los riegos en las últimas épocas de cada campaña de riego, comprometidos en muchas ocasiones por falta de regulación de la cabecera del Tormes.

3.8. Sobre los CAUDALES ECOLÓGICOS.

En esta materia se ha planteado por la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural la necesidad de considerar estos caudales con la prevención adecuada, de forma que permitan mantener los valores ambientales asociados al las masas de agua y las riberas, pero sin hacer planteamientos, que no serían los ajustados a la definición de estos caudales en la normativa, si no más bien, tendentes a reproducir los caudales naturales de los cursos fluviales, de manera que supongan un grave quebranto para poder atender las demandas, incluso actuales.

Por otro lado, el análisis que se realice a estos efectos en el Plan, debe partir de la base de las circunstancias que se dan en nuestro país y en la demarcación del Duero. Los países del sur de Europa, como el nuestro, tiene unos condicionantes que son los que han motivado, que históricamente, haya sido necesario disponer de elementos de regulación, que, en otros países europeos, probablemente no sean precisos. Esta diferencia, ha de ponerse de manifiesto de forma inicial en el planteamiento, ya que, sin ella, cualquier resultado será erróneo y comprometerá el futuro.

En ese sentido, preocupa **la implantación de caudales máximos**, que podría acabar en la imposibilidad de funcionamiento de muchos de nuestras zonas regables, y

tener efectos económicos importantes en la producción y rentabilidad de las explotaciones al no poder cubrir las necesidades de los cultivos, por lo desde la Consejería se están haciendo las alegaciones oportunas para que esta circunstancia quede en el equilibrio necesario que, sin reducir las garantías ambientales, permita una adecuada atención a las demandas con las garantías oportunas.

El planteamiento general del documento sigue identificando que los mayores problemas de los ecosistemas acuáticos son las extracciones, las derivaciones de agua y las grandes infraestructuras, dado que han modificado la estructura “natural” de los ecosistemas, y han alterado el régimen hidrológico “natural”. No obstante, no plantea de inicio el problema que el cambio climático tiene sobre el régimen hidrológico y por tanto sobre los caudales ambientales, fundamentalmente en los ríos de la zona sur de la Cuenca, donde los fenómenos extremos se dan con más frecuencia y donde será necesario el incremento de regulaciones para, por una parte, garantizar el establecimiento de los caudales ecológicos que permitan de forma sostenible el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos y terrestres ligados al mismo, y por otra contribuir al mantenimiento del buen estado de las masas de agua, fundamentalmente en las épocas de estiaje.

Los caudales ecológicos mínimos adoptados son, en su mayoría los propuestos en el Plan Hidrológico 2015, con algún incremento como en masas de las cuencas del Esla y del Porma, y en algunos casos, estos caudales ecológicos mínimos son muy superiores a los caudales circulantes en régimen natural según la propia estimación del Plan.

Para analizar este aspecto, se han examinado los caudales en determinadas masas de agua comparando la serie de aportación en régimen natural con el caudal ecológico prescrito en cada una. Se han calculado las probabilidades de cumplimiento por volumen y por tiempo a escala anual de los caudales ecológicos prescritos para las masas de agua cuando se comparan con la serie en régimen natural teniendo en cuenta la Instrucción de Planificación Hidrológica para establecer el nivel de garantía de los usos del agua. A la vista de las probabilidades de cumplimiento obtenidas al compararlos con la serie natural, resulta difícil aceptar que los caudales ecológicos prescritos son los óptimos o mínimos imprescindibles para mantener la vida piscícola o la vegetación de ribera naturales, dado que muchos de estos caudales en la serie corta analizada son superiores a los naturales. Si esto fuera así, los **frecuentes incumplimientos de la serie natural** habrían comprometido la viabilidad de estos ecosistemas.

La imposición de caudales ecológicos excesivos limita la función reguladora de los embalses, ya que, además de la pérdida de una fracción importante de la aportación media anual, se truncan los caudales bajos de la serie, con lo que la serie restante que se debe regular presenta mayor variabilidad que la serie natural.

Según se deduce del análisis del Plan el efecto del caudal ecológico se agrava en el escenario de cambio climático, puesto que en el Proyecto de Plan se ha supuesto un descenso de las aportaciones, pero se han mantenido los valores de caudales ecológicos calculados sobre las aportaciones naturales en el periodo de referencia. Los caudales ecológicos en el escenario futuro de cambio climático deberían reducirse, al menos en la misma proporción que las aportaciones naturales, por lo que tampoco podemos estar de acuerdo en aquellas masas de agua donde se ha incrementado el caudal ecológico mínimo.

Estimamos que la realización de nuevos estudios que establezcan caudales ecológicos en base al nuevo escenario de muchos de los ecosistemas actuales teniendo en cuenta todos los escenarios de cambio climático propuestos por el CEDEX, con un planteamiento real y sostenible que sirva para mantener o mejorar es estado de las masas de agua, pero huyendo de los planteamientos ficticios cuyo objetivo es la reversión a lo denominado “natural” (que también puede denominarse “salvaje”) con la utilización de indicadores que en muchos casos no se corresponden con la realidad de nuestro territorio.

En resumen, respecto a esta cuestión la propuesta fundamental que trasladamos al plan es que **solamente se incluya la aplicación de los caudales ecológicos máximos en algún caso que permita estimar su funcionamiento**, y se seleccionen aquellos, en los cuales los caudales circulantes por el río no se precisen para atender las demandas, por ejemplo, el río Adaja, aguas abajo del azud de Zorita de los Molinos, ya que la demanda para atender la zona regable se traslada por una tubería. **No se deberán aplicar estos caudales en los casos en los que el transporte de los recursos para atender las demandas se tenga que realizar obligatoriamente por el río.**

Por otra parte, en los estudios realizados (Anexo.1) se ha constatado que los caudales ecológicos asignados para las zonas del Valdavia y Boedo, que han sido objeto de análisis en este informe y las masas 030400130 y 30400079 son muy elevados en comparación con la aportación en régimen natural en esos puntos. Se pone de manifiesto en este análisis que, en el primer caso, Valdavia, **que sólo hay 6 años de la serie analizada en el tramo de toma, en los que la aportación natural supera el caudal ecológico todos los meses del año. En el caso del Boedo, únicamente en 8 años la aportación natural supera el caudal ecológico impuesto en todos los meses del año.**

Estos valores naturales son extremadamente bajos, y resultan absolutamente incompatibles con la definición el caudal ecológico adoptada en el IPH, por lo que se solicita se revisen los caudales ecológicos asignados a esos puntos, y con carácter general **se revisen todos los caudales mínimos reflejados, para que en aquellos casos en los que claramente estos no se puedan cumplir con los caudales naturales, se reduzcan las cantidades reflejadas en el plan.**

3.9. Sobre el programa de medidas

En relación al programa de medias, se indica que este debe ser realista y recoger aquello que, en el plazo de vigencia del plan de tercer ciclo, tenga posibilidades reales de ejecutarse. Esta situación, en la práctica, lo que supone es una paralización de las actuaciones que no estén contenidas en este programa de medidas, al no incluirse en el plan, ni siquiera en los siguientes horizontes de planificación. Este planteamiento genera incoherencias. Nunca se podría abordar una medida cuyo planteamiento alcance más allá de 2027. Sin embargo, si no está la medida en el Plan, aunque sea a horizontes más allá de 2027 no hay base legal para iniciar las actuaciones y por tanto nunca se podría llevar a cabo, en consecuencia, es imposible iniciar estas actuaciones. Por ejemplo, cualquier nuevo regadío con necesidad de elementos regulatorios necesita

estar contemplado (aunque sea por fases), pues en su totalidad no puede abordarse en el periodo de planificación hasta 2027. Lo mismo con una modernización de regadío de una gran zona regable.

Por ello, además de incluir en el programa de medidas aquellas actuaciones que se han ido indicando en las sucesivas alegaciones, con la previsión de inversiones que se considere necesaria, se pueden establecer medidas por fases que permitan un planteamiento de más de un periodo de planificación, y que hagan posible su desarrollo sucesivo.

3.10. Sobre la NORMATIVA

En relación a la normativa del plan se hacen las siguientes consideraciones, a mayores de las referencias ya realizadas en algún punto del documento de alegaciones:

- 1) En lo que se refiere a las reservas (artículo 15), y habida cuenta de que cualquier actuación que pueda desarrollarse, ya sea de modernización o nuevos regadíos, siempre ha de contar con los correspondientes trámites y autorizaciones del organismo de cuenca que determinen su viabilidad desde el punto de vista hidrológico, sería conveniente incluir en la normativa un apartado que permitiese su desarrollo, si se considera viable, aún cuando no se haya reflejado en el Plan de forma concreta.

Así, para poder financiar cualquier actuación con fondos europeos, requiere que esté contenida en la planificación hidrológica, y habida cuenta de que una de las características de este tercer ciclo de la planificación, es reflejar las medidas de forma realista, muchas veces es muy difícil planificar con precisión y adivinar posibles soluciones o necesidades futuras, que pudiera ser interesante recoger y desarrollar. Si esto no se prevé, podríamos encontrarnos con determinadas situaciones sin solución. Para evitar esto se propone, que con las debidas comprobaciones que en cada momento procedan por parte de los responsables de determinar la viabilidad hidrológica, se consideren incluidas en la planificación hidrológica actuaciones puntuales de nuevos regadíos o modernización, en un volumen de 30 Hm³, cuya reserva se establece con carácter general para la cuenca, al margen de las reservas incluidas en el artículo 15.

- 2) En lo que se refiere al punto 5 del artículo 29, debe dejarse claramente establecido que esta situación de renuncia voluntaria a los derechos preexistentes (concesionales, por disposición legal o privados), no debe producirse con carácter previo al otorgamiento de la concesión de aguas superficiales que los sustituya, sino que se incluirá en el condicionado de la concesión para su cumplimiento y condición necesaria para poder disfrutar de la concesión otorgada. No puede solicitarse una renuncia previa al otorgamiento, ya que esta situación generaría numerosos problemas de inseguridad en el tiempo que transcurre en los numerosos y dilatados trámites que hay en el procedimiento de otorgamiento de las concesiones que se demora en ocasiones durante décadas.
- 3) En el apartado 8 de ese mismo artículo 29 se indica que los canales en ningún caso deberán quedar en desuso con las modernizaciones, con lo que no estamos de acuerdo. Dependerá de las situaciones concretas, el mantenimiento



del canal total o parcialmente será la solución más adecuada, y en otros la más conveniente a la modernización será prescindir de estas infraestructuras en muchos casos obsoletas, y sin aprovechamiento, a no ser que la administración hidráulica realizará cuantiosas inversiones, situación que no parece que se vaya a producir. Además, el propio texto incluye a continuación que “en caso de que la solución fuera su eliminación”, lo cual parece incoherente con la afirmación realizada en la frase anterior del artículo. Lo que debe incluirse en este artículo, respecto a las infraestructuras del estado que se construyeron en su día, es que la nueva declaración de interés general, en virtud de la cual se realiza la modernización, habilita a la modificación de los planteamientos iniciales de las zonas regables de forma completa, incluyendo la modificación de sus infraestructuras o a su eliminación según proceda, así como a la modificación de su delimitación y perímetro, que deja de tener sentido con los nuevos planteamientos, siempre respetando los volúmenes concesionales y la superficie con derechos en cada caso

- 4) En relación a los plazos concesionales, los de regadío, no tiene sentido limitarlos a plazos entre 15 y 30 años, cuando las modernizaciones de regadío con SEIASA tienen plazos de 50 años de reintegro de las inversiones. Se daría el contrasentido de que se puede anular la concesión y SEIASA no puede solicitar luego el reintegro de un aprovechamiento para el que se ha caducado la concesión. El plazo mínimo de otorgamiento, se debe cifrar en 50 años.
- 5) En el artículo 34 se regulan los usos en dominio público hidráulico, haciendo especial referencia a los cultivos herbáceos. El planteamiento se basa en que, en la delimitación realizada sobre estos espacios, en algunos casos ocupan superficies que, hasta la elaboración de esta delimitación, no se había considerado que tuvieran esa consideración. Así, en ellas se venían plantando choperas o cultivando, porque son parcelas de propiedad privada, cuyos propietarios las tienen inscritas en el registro de la propiedad, y tienen un título que, en muchos casos, les ha entregado la propia administración como consecuencia de un proceso de concentración parcelaria. La situación que genera la delimitación realizada es problemática, no solo para las plantaciones de choperas, sino también para las parcelas de propiedad particular que se han obviado. Todo esto se ha realizado, sin un procedimiento de deslinde conocido por los propietarios, y en el que estos hubieran podido realizar sus aportaciones, en beneficio de sus derechos. La situación no es que haya pasado a ser dominio público hidráulico, sino que estas mismas superficies no han sido consideradas así hasta ahora, ni siquiera por el propio organismo competente de su gestión, (confederaciones hidrográficas). Estos organismos formaron parte, como forman parte ahora, de los procesos de concentración parcelaria, sin que en su momento se consideraran estas superficies “dominio público”. Se solicita que esta situación de indefensión, sea solucionada para que se permita el uso para el que se otorgaron estas parcelas, además de para las plantaciones de chopos, para

el resto de usos posibles en función de la inscripción oficial de estas parcelas en su día.

- 6) En lo que se refiere al artículo 37, *medidas para la protección del estado de las masas de agua subterránea*, se plantean las modificaciones que acomoden lo indicado en el apartado 3.3. Sobre las aguas subterráneas, especialmente, modificando la definición de “Zona no autorizada” y “Zona con limitaciones específicas” a la establecida en el plan vigente, y eliminando la coetilla del apartado a) del punto 2 de ese artículo, en función de la cual se indica que “Con independencia de todo lo anterior, se considera zona no autorizada toda la superficie de una masa de agua en mal estado cuantitativo”, ya que, de ser así, sobran los demás condicionantes.

Además, deberán desaparecer las demás limitaciones impuestas para estas masas de agua en mal estado cuantitativo, en coherencia con lo anterior, como lo indicado en el apartado a) del punto 2 del artículo 38.

- 7) Se propone la eliminación, asimismo, de lo indicado en el apartado d) del punto 2 del artículo 38, relativo a la aplicación de peajes.
- 8) También deberá modificarse el apartado c) del punto 4 del artículo 38, no prohibiendo otorgar nuevos derechos para uso ganadero, sino condicionándolos a la justificación de la realización de las prácticas necesarias para un aprovechamiento adecuado de los residuos generados, que aseguren la no contribución al mal estado químico de estas masas. El problema es el balance de nitrógeno pues se puede disponer de superficie suficiente que no genere problema. El concepto de intensivo es indeterminado (todo lo que no es extensivo es intensivo) aunque sea una granja de tamaño normal y con las prácticas adecuadas no genere problemas.
- 9) También deberá desaparecer el apartado f) de este mismo punto 4, del artículo 38, ya que se impide, en consecuencia, cualquier actividad de regadío o ganadería en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos. De la misma forma, se deberá exigir el cumplimiento de los condicionantes establecidos en los planes de acción para estas zonas, y demás condicionantes, pero no usar la limitación de los derechos concesionales para esta finalidad.
- 10) En relación al apéndice 7.5. dotaciones máximas brutas para riego por comarcas agrarias, se formula la siguiente alegación:
Se pone en duda el método de determinar las dotaciones máximas por comarcas agrarias por los siguientes argumentos:

La estimación de la demanda bruta agrícola en este periodo de planificación es idéntica al Plan anterior y tanto antes como ahora, el proceso incurre en un error de planteamiento que arroja dosis unitarias brutas por comarca ilógicas.

Según se explica (punto 5.2.1.4 del anejo 5 y otros), el proceso de cálculo pasa por:

1. Cálculo de la dotación neta a partir de las necesidades de los cultivos obtenidas de InfoRiego y de la distribución de los cultivos a partir de las declaraciones de la PAC de los años 2013-2019.
2. Cálculo de la demanda bruta como el cociente de la dotación neta por la eficiencia de la aplicación (75% en riego por aspersión)

El procedimiento de cálculo descrito carece de rigor técnico por estos tres motivos:

- A. En las transformaciones de nuevos regadíos, la alternativa de cultivos cambia tras la instalación del riego introduciéndose cultivos de verano que generan más rentabilidad, cuestión deseable desde todos los puntos de vista (económico, fijación de población, seguridad alimentaria, independencia de mercados exteriores, etc.). Esto es así hasta el punto de que el mantenimiento de la misma alternativa antes y después de la transformación en regadío (o la modernización), restaría interés a las inversiones de este tipo, favoreciendo la obsolescencia de la agricultura nacional y aumentando la dependencia alimentaria de terceros países.
- B. La cifra resultante de este cálculo da resultados dispares para comarcas agrarias vecinas con condiciones climáticas similares, sólo porque la distribución de la superficie de cultivos es diferente en ambas.
- C. La delimitación de comarcas agrarias no es la más adecuada para establecer correctamente las dotaciones de riego, ya que en ocasiones puede mezclar con el mismo criterio zonas, que desde este punto de vista, nada tienen que ver, como por ejemplo, en una misma zona regable, Órbigo, se hacen consideraciones diferentes de dotaciones, para el Órbigo (Canal del Páramo, que para otras zonas del Órbigo, por pertenecer a la comarca de Astorga), siendo lo adecuado considerar las necesidades agroclimáticas.

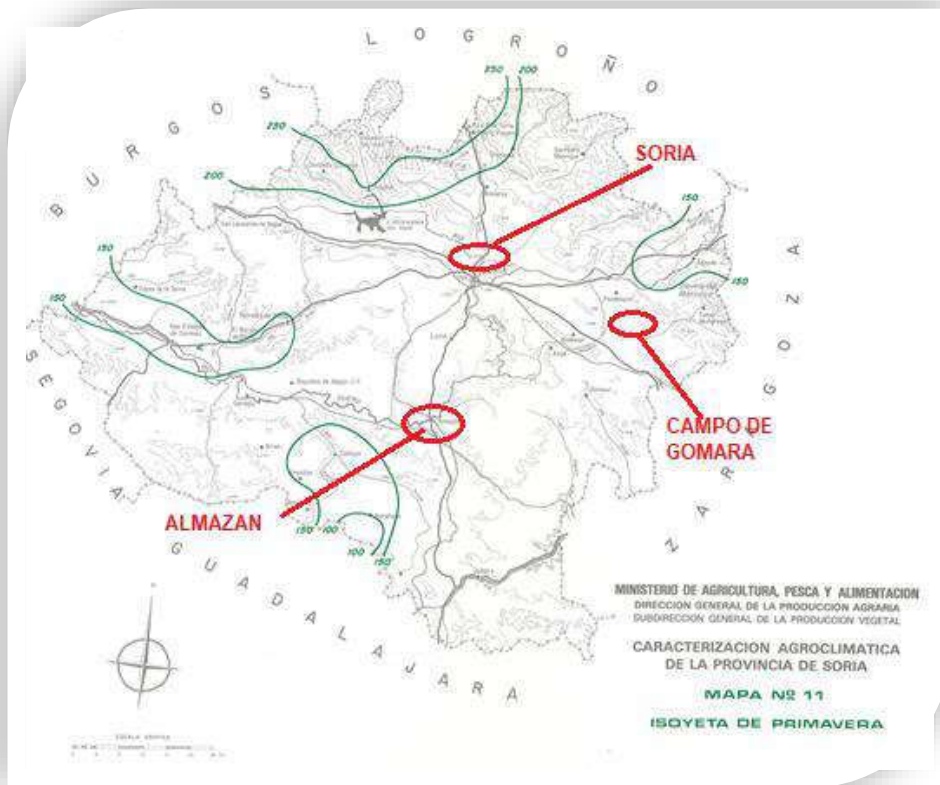
Para explicar lo descrito en el punto “B” que precede, se muestra el siguiente ejemplo respecto a las dosis brutas que establece el Borrador del presente Plan para tres comarcas agrarias de la provincia de Soria:

CODIGO COMARCA	NOMBRE COMARCA	DOTACIÓN MÁXIMA BRUTA (m³/ha/año)
4204	SORIA	4.173
4205	CAMPO DE GÓMARA	3.544
4206	ALMAZÁN	4.132

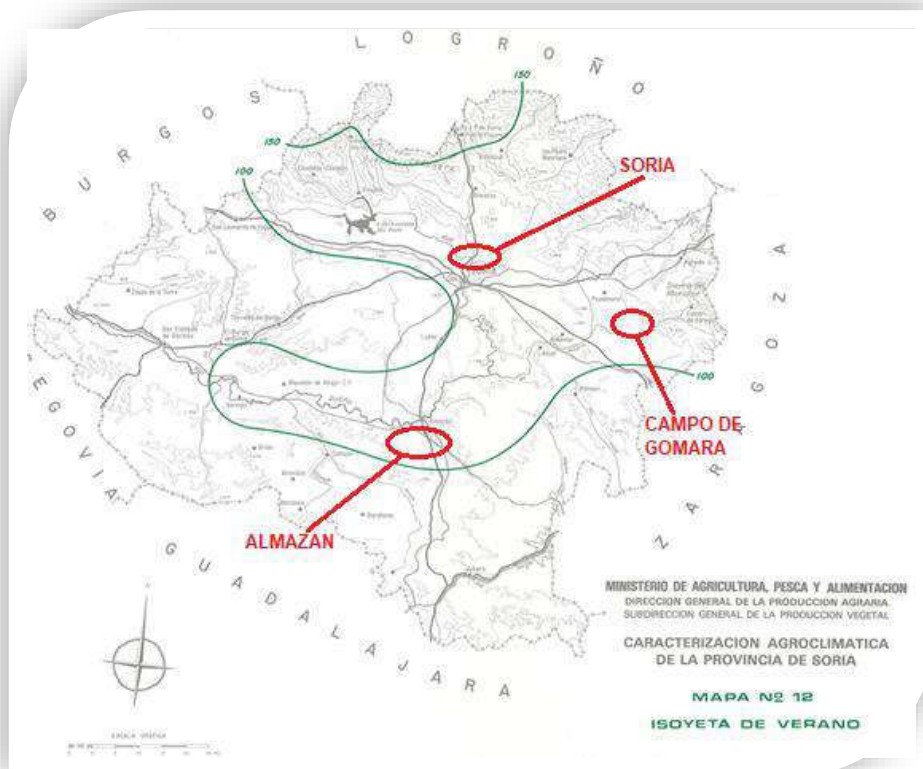
Analizando las dotaciones máximas brutas de las tres comarcas agrarias se observa que el Campo de Gómara tiene una asignación de aproximadamente 15% menos (580 m³ por hectárea y año) que las comarcas colindantes de Soria o Almazán, con dotaciones muy similares.

Esta diferencia en las dotaciones no parece lógica dado que las características agroclimáticas de las tres comarcas son sensiblemente semejantes. Esta observación queda demostrada con los datos que aporta la publicación “Caracterización agroclimática de la provincia de Soria”, realizada por la Dirección General de la Producción Agraria del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación dentro del programa “Caracterización Agroclimática Nacional”.

En prueba de ello, como dato significativo que corrobora lo anterior, se adjuntan los Mapas nº 11, 12 y 13 de la citada publicación donde se representan las isoyetas de primavera y verano en los dos primeros, y las isolíneas de la evapotranspiración potencial media anual en el tercer mapa.



Las tres comarcas agrarias se encuentran entre las isoyetas de primavera 150 y 200 mm.

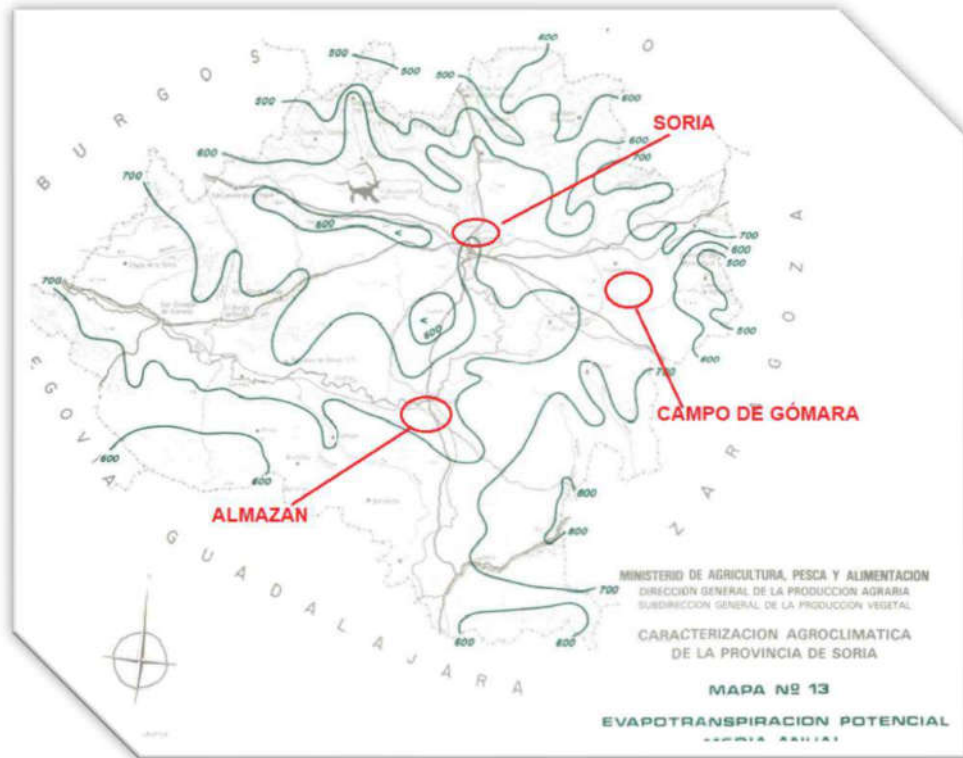




Junta de Castilla y León

Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural
Viceconsejería de Desarrollo Rural

Las tres comarcas agrarias se encuentran comprendidas en la región 100 – 150 mm en lo que se refiere a isoyetas de verano.



Se observa que las comarcas Soria y Campo de Gómara están ambas en la sub región definida por las isolíneas ETP 600 y 700 mm/año, mientras que la comarca de Almazán se ubica dentro la subregión cuya ETP es mayor de 700 mm/año.

Más concisamente, los datos de Precipitación y ETP media estacional que figura en los cuadros 15 y 17 de la referida publicación se adjuntan en las imágenes adjuntas:

Cuadro 15.- Precipitación media estacional

ESTACION	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
ALMAZAN	136.5	163.8	118.4	150.6
ALMENAR	106.5	146.0	115.4	116.9
BAYUBAS DE ABAJO 'C.F.'	179.4	174.0	107.9	179.3
COVALEDA 'CASTEJÓN'	318.0	236.4	132.6	207.3
EL BURGO DE OSMA	148.9	153.5	104.3	137.8
LUBÍA	175.8	164.6	117.3	157.2
S. ESTEBAN DE GORMAZ	124.3	140.8	94.2	116.6
S. LEONARDO DE YAGUE	236.2	193.4	104.2	141.7
SORIA 'OBSERVATORIO'	147.9	154.2	110.3	143.6

Cuadro 17.- Datos ETP media estacional

ESTACION	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
ALMAZAN	23.4	144.3	357.5	147.9
ALMENAR	23.1	144.1	339.4	149.3
BAYUBAS DE ABAJO 'C.F.'	22.5	137.4	330.0	141.2
COVALEDA 'CASTEJON'	5.9	121.1	294.7	129.6
EL BURGO DE OSMA	24.0	137.6	341.2	146.2
LUBIA	6.8	123.4	292.1	121.0
S. ESTEBAN DE GORMAZ	37.6	153.0	361.1	156.7
S. LEONARDO DE YAGUE	8.3	126.9	314.0	135.4
SORIA 'OBSERVATORIO'	28.6	135.4	332.9	148.2

A partir de los valores de la Precipitación y la ETP en la época estival, se puede construir la siguiente tabla, donde además de los valores absolutos se calculan los relativos expresados en % sobre los valores de la comarca agraria SORIA que se toman como referencia.

COMARCA	DOTACIÓN MÁXIMA BRUTA PH Duero 22-27		ETP media estacional		Precipitación media estacional		Déficit (Precipitación-ETP)	
	(m³/ha/año)	%	mm	%	mm	%	mm	%
SORIA	4.173	100	332,9	100	110,3	100	232,6	100
CAMPO DE GÓMARA	3.544	85	339,4	102	115,4	105	224,0	96
ALMAZÁN	4.132	99	357,5	107	118,4	107	239,1	103

De la observación de la tabla anterior se comprueba el dato ilógico de que para CAMPO DE GÓMARA el Borrador del Plan Hidrológico establece una dosis un 15% menor que para SORIA, a pesar de que el déficit es solamente el 4% menor de esta última con respecto a la primera.

A nivel supra provincial también se observan dotaciones unitarias incorrectas con respecto a lo que cabría esperar en función de la Evapotranspiración de los cultivos. En prueba de ello baste el ejemplo de la comarca agraria CAMPO DE GÓMARA en comparación con LA BAÑEZA a tenor de los datos extraídos de las publicaciones Caracterización Agroclimática de la Provincia de Soria e ídem de León, que se muestran a continuación:

COMARCA	DOTACIÓN MÁXIMA BRUTA PH Duero 22-27		ETP media estacional	
	(m³/ha/año)	%	mm	%
CAMPO DE GÓMARA	3.544	100	339,4	100
LA BAÑEZA	5.172	146	334,8	99

La conclusión de esta comparación conduce a que ilógicamente la comarca de LA BAÑEZA, a pesar de que tiene una ETP similar al CAMPO DE GÓMARA, resulta beneficiada de una dosis bruta superior a la de esta última en un 46%, es decir, 1.628 m³/ha ya año.

La discordancia de estos datos vienen como se consecuencia de lo que anteriormente se ha apuntado: la alternativa de cultivos tenida en cuenta en LA BAÑEZA para el cálculo de la dosis neta de riego, incluye un alto porcentaje de cultivos de verano ya implantados en los regadíos incluidos en dicha comarca, y ello, al aplicar los consumos deducidos de InfoRiego para esos cultivos de verano, da como resultado una dosis sustancialmente mayor que en el CAMPO DE GÓMARA, comarca sobre la que no existe ninguna zona regable, y por eso, en la PAC solo figuran cultivos de secano, principalmente cereales de invierno (trigo y cebada).

Esta forma de calcular la dosis bruta de riego para cada comarca agraria sería necesario cambiarla puesto que ello favorece a determinadas comarcas frente a otras. En efecto, las dosis brutas más altas que contempla el Plan Hidrológico 22-27 coincide con comarcas agrarias donde ya existen regadíos, y en consecuencia, es en estas comarcas dónde la nuevas concesiones brindarán a sus titulares de disfrutar de más posibilidades de desarrollo.

La consideración de esta alegación, si procede por la autoridad competente, traería causa en las demandas de las diferentes UDA's cuyo cálculo obedezca a aplicar la dosis unitaria de la comarca agraria por el número de hectáreas, cuestión que merece ser tenida en cuenta.

De la misma forma, para argumentar lo establecido en el punto C, basta comparar la dotación que tienen algunas zonas del Órbigo entre sí, con dotaciones de 648 m³/ha menores para las que pertenecen a la comarca agraria de Astorga, que los que pertenecen a la comarca agraria de El Páramo, cuando parece que sus características apuntarían a una mayor semejanza con las de la misma zona regable del Órbigo.

11º) Por otro lado, se solicita que en el resto de cuestiones indicadas en la normativa, se modifiquen los aspectos correspondientes en línea con las alegaciones formuladas en este documento, en todos los aspectos contemplados en el mismo, caudales ecológicos, balances, demandas, infraestructuras, etc.

Valladolid, (ver fecha en firma)

EL VICECONSEJERO DE DESARROLLO RURAL,

ANEXO 1

**ANÁLISIS DE LA
DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DEL
BORRADOR DEL PLAN
HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL
DUERO 2022-2027 Y LA
MODELIZACIÓN DEL RÍO VALDAVIA
Y DEL RÍO PORMA**



Luis Garrote de Marcos
Universidad Politécnica de Madrid



F. Javier Caballero Jiménez
ACIS innovación + ingeniería S.L.



ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DEL BORRADOR DEL PLAN HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL DUERO 2022-2027 Y LA MODELIZACIÓN DEL RÍO VALDAVIA Y DEL RÍO PORMA

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
Antecedentes y objeto del trabajo.....	1
Objeto del trabajo y contenido del documento.....	1
2. Recopilación de documentación	3
Datos de antecedentes	3
Documentación del Plan Hidrológico del Duero	4
Otras fuentes de información	4
3. Análisis técnico del Proyecto de Plan	7
Demandas consideradas	7
Resultado de los cálculos realizados en el proyecto de Plan.....	17
Análisis de las demandas del Sector V Cea-Carrión y Valderas	22
4. Metodología de análisis de sistemas sencillos.....	35
Descripción del modelo de cálculo	35
Metodología de análisis de los sistemas en distintas hipótesis.....	37
5. Análisis del sistema del río Boedo.....	39
Configuración del sistema	39
Comparación del modelo con los resultados de Aquatool	41
Análisis de los escenarios 2021 y 2027	44
Análisis del escenario 2033	48
Análisis del escenario 2039	56
Análisis de los caudales ecológicos	64
Conclusiones del análisis	66
6. Análisis del sistema del río Valdavia	69
Configuración del sistema	69
Comparación del modelo con los resultados de Aquatool	72
Análisis del escenario 2021	75
Análisis de los escenarios 2027 y 2033	84
Análisis del escenario 2039	90

Análisis de los caudales ecológicos	96
Conclusiones del análisis	99
5. Conclusiones.....	103
Análisis realizados	103
Resumen de resultados.....	103
Conclusiones del estudio.....	106



ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DEL BORRADOR DEL PLAN HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL DUERO 2022-2027 Y LA MODELIZACIÓN DEL RÍO VALDAVIA Y DEL RÍO PORMA

1. INTRODUCCIÓN

Antecedentes y objeto del trabajo

El 22 de junio de 2021 el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico sometió a consulta pública el contenido de la “Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero” para el ciclo de planificación 2022-2027 (en adelante, “Proyecto de Plan”). La Viceconsejería de Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León tiene previsto realizar alegaciones al borrador del Proyecto de Plan, puesto que la versión sometida a consulta pública deja sin dotación para la transformación en regadío a nuevas zonas regables, como son una ampliación de la zona regable del río Valdavia, el Sector V del Canal Esla-Carrión (Palencia) y la zona regable de Valderas (León).

El 20 de agosto de 2021, el Jefe de Servicio de Infraestructuras Agrarias redactó un Pliego de Prescripciones Técnicas para la contratación de un servicio de asistencia técnica que prestara apoyo a la unidad en el análisis de la documentación técnica del Proyecto de Plan y realizara determinados cálculos de comprobación para validar los resultados obtenidos de garantía de las demandas en los distintos escenarios. El contrato fue adjudicado el 17 de septiembre a la empresa ACIS Innovación más Ingeniería S.L. ACIS ha solicitado del Grupo de Investigación en Hidroinformática y Gestión del Agua (GIHGA) de la Universidad Politécnica de Madrid asesoramiento técnico en materia de planificación hidrológica para la ejecución del trabajo.

El presente documento presenta los trabajos realizados como resultado de la colaboración entre ACIS y GIHGA.

Objeto del trabajo y contenido del documento

De acuerdo con los antecedentes presentados, presente trabajo tiene como objetivo principal el estudio de la documentación técnica del Proyecto de Plan del Duero para analizar la disponibilidad de recursos de determinadas unidades de demanda agraria en distintos escenarios y la realización de modelos de simulación de la explotación de sistemas de recursos hídricos que permitan validar los cálculos realizados con ocasión de la redacción del Plan Hidrológico y obtener resultados complementarios.

La metodología de trabajo se basa en el análisis de la documentación disponible sobre el Proyecto de Plan, tanto en los documentos sometidos a consulta pública como en los distintos servidores de datos que mantiene la Confederación Hidrográfica del Duero. A partir de la revisión de la documentación, se pretende identificar las causas que han justificado la decisión de no dotar las nuevas demandas de regadío previstas por la Viceconsejería de Desarrollo Rural y obtener información que permita realizar alegaciones para defender, en todo o en parte, la viabilidad de estos regadíos. Dado que la decisión del Proyecto de Plan se basa en los análisis de los sistemas de explotación de recursos hídricos, en el Pliego de Prescripciones Técnicas está prevista la modelización

de dos zonas regables que se atienden mediante sistemas de explotación sencillos alimentados con recursos propios, y la identificación de los posibles estudios posteriores que podrían resultar necesarios en el caso de los sistemas complejos.

Siguiendo los epígrafes del Pliego de Prescripciones Técnicas, se presenta en primer lugar una descripción de la información recopilada para la realización del trabajo. Seguidamente, se realiza un análisis técnico del borrador del Proyecto de Plan Hidrológico del Duero 2021-2027. Posteriormente, se analizan dos sistemas de recursos hídricos mediante un modelo desarrollado específicamente al efecto. Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo.



2. RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Datos de antecedentes

Se ha dispuesto de los siguientes documentos, que sirven como antecedentes del trabajo:

Resolución de otorgamiento de concesión a la comunidad de regantes “Vegas del Bajo Valdavia”, 4 de septiembre de 2017.

Se describe la concesión de un aprovechamiento de aguas superficiales del Río Valdavia y sus afluentes, el Arroyo de Villafría y el Arroyo de Las Cuevas, con toma de derivación en el término municipal de La Puebla de Valdavia (Palencia), aguas reguladas mediante dos embalses generados respectivamente, por la construcción de una presa en el cauce del arroyo de Villafría, en el término municipal de Santibáñez de la Peña (Palencia), y de otra presa en el cauce del arroyo de las Cuevas, en el término municipal de Castrejón de la Peña (Palencia), ambos afluentes del río Valdavia y con destino a riego de 1.890 ha en rotación dentro de un perímetro total de 2.717 ha. La concesión se otorga con un volumen máximo anual de 8,54 hm³ y un caudal máximo instantáneo de 1.400 l/s, con destino a riego y sujeta a la limitación del caudal ecológico.

Informe técnico sobre el cálculo de la reserva de las dotaciones necesarias en la Zona Regable del Río Valdavia. Sector Villasarracino-Villaherreros y Sector Vegas Altas del Río Valdavia (Palencia), 23 de febrero de 2021.

Se presentan los antecedentes de la Zona Regable del Río Valdavia, que condujeron a la ejecución de las presas de Villafría y Las Cuevas y las subsiguientes obras de transformación en regadío de la zona regable, que disponía de concesión para 2.700 ha. En el ciclo de planificación 2016-2021 se hacía una reserva de 16,29 hm³/a para 2.883 ha de la zona regable a partir de 2027. Posteriormente, se detectaron nuevas demandas (310 ha en Vegas Altas y 750 ha en Villasarracino-Villaherreros), totalizando 3.760 ha. Se concluye que debe solicitarse la modificación de la concesión de aguas para añadir las 1.060 ha adicionales a las ya concedidas, con un volumen máximo total igual a la reserva del Plan Hidrológico 2016-2021, 16,3 hm³/a. Esta ampliación sería atendida con la puesta en servicio de la presa de Las Cuevas.

Informe técnico sobre el cálculo de la reserva de las dotaciones necesarias en el sector V de la Zona Regable Esla-Carrión (Palencia), 23 de febrero de 2021.

Se analiza la historia de la Zona Regable del Canal Esla Carrión y se describe cómo ha sido considerada en los distintos ciclos de planificación hidrológica. En el ciclo 2016-2021 se establecía una reserva de 6,65 hm³/a para 1.220 ha a partir del año 2027. Se concluye que deben contemplarse, como mínimo, 750 ha con una demanda total de 4,4 hm³/a, que se regularán mediante la construcción de una balsa de almacenamiento.

Alegaciones de la Consejería de Agricultura de Ganadería y Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León al Esquema Provisional de Temas Importantes, 30 de septiembre de 2020.

En estas alegaciones, la Junta de Castilla y León solicitaba que se tuvieran en consideración los nuevos regadíos asociados a obras de infraestructura ya realizadas, como las presas de la cuenca del río Valdavia situadas en el arroyo de Villafría y el arroyo Las Cuevas, puesto que disponen de recursos propios ya garantizados. Con relación a los nuevos regadíos, se solicitaba, entre otros, que se incluyeran en los análisis los nuevos regadíos pendientes en la zona de Valderas, como sector XII de la zona regable del Porma II fase, y la transformación del sector V de la zona regable del Canal Cea-Carrión, con recursos regulados en una balsa, semejante a la del sector IV. Junto a ello, se realizaron observaciones sobre el enfoque de otras dos fichas relevantes para este trabajo: los caudales ecológicos y la adaptación al cambio climático.

Documentación del Plan Hidrológico del Duero

La documentación correspondiente al borrador del Proyecto de Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero se encuentra disponible en:

<https://www.chduero.es/web/guest/borrador-de-proyecto-de-plan-hidrol%C3%B3gico1>

Consta de Normativa, Memoria del Plan Hidrológico, con 16 anejos, Estudio ambiental estratégico, Resumen ejecutivo del Plan Hidrológico y enlaces a distintas acciones de participación pública. En particular, en el presente trabajo se han examinado con detalle los siguientes anejos:

- Anejo 2: Inventario de recursos hídricos
- Anejo 4: Caudales ecológicos
- Anejo 5: Demandas de agua
- Anejo 6: Asignación y reserva de recursos

En la documentación relativa al Anejo 6 se incluye un vínculo que permite descargar los modelos del sistema de recursos hídricos realizados en los cuatro escenarios considerados. Estos modelos se han realizado con el software Aquatool y están completamente operativos, de manera que pueden ser ejecutados directamente a partir de la información que se distribuye.

Otras fuentes de información

Se ha utilizado información procedente de otras fuentes. En particular, se ha recopilado información relevante del visor del SIG corporativo de la Confederación Hidrográfica del Duero, denominado “Mírame” y disponible en



http://www.mirame.chduero.es/DMADuero_09_Viewer/viewerShow.do?accion=showViewer

El visor permite descargar capas de la base de datos de información geográfica de planificación. Se han utilizado las correspondientes a las unidades de demanda y la infraestructura hidráulica.

También se han consultado otros documentos de la Oficina de Planificación, como el Esquema de Temas Importantes (<https://www.chduero.es/web/guest/esquema-temas-importantes>), que establece las directrices básicas del plan hidrológico y el Plan Especial de Sequías (<https://www.chduero.es/plan-especial-sequias-vigente>), que establece las condiciones para la declaración de sequía prolongada, que permite la reducción de los caudales ecológicos.

Desde el punto de vista de los datos, se ha recopilado la información de aportaciones en régimen natural proporcionada por el modelo SIMPA. Los datos de la última versión de SIMPA se pueden descargar en:

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/evaluacion-recursos-hidricos-regimen-natural/>

Están disponibles los mapas de aportaciones en régimen natural en todo el territorio español. Las series abarcan desde el año hidrológico 1940-41 al año hidrológico 2018-2019. Los escenarios de cambio climático pueden analizarse mediante la aplicación Camrec, disponible en la plataforma AdapteCCa de la Oficina Española de Cambio Climático en la dirección <https://www.adaptecca.es/cambio-climatico-y-recursos-hidricos-en-espana-aplicacion-camrec>.

3. ANÁLISIS TÉCNICO DEL PROYECTO DE PLAN

Demandas consideradas

Las demandas analizadas en el presente estudio son las siguientes:

- Río Boedo: zona regable del río Boedo
- Río Valdavia: zona regable del río Valdavia
- Zona regable del Sector V Cea-Carrión
- Valderas: Zona regable de la margen izquierda del río Porma 2ª fase

A continuación, se describe el encuadre de estas demandas en los modelos de simulación realizados para la elaboración del Proyecto de Plan.

Río Boedo

La demanda de la zona regable del Río Boedo está identificada en el SIG corporativo como 2000100 – RP Río Boedo. La figura 3.1 muestra la ficha correspondiente en el SIG corporativo de CHD.

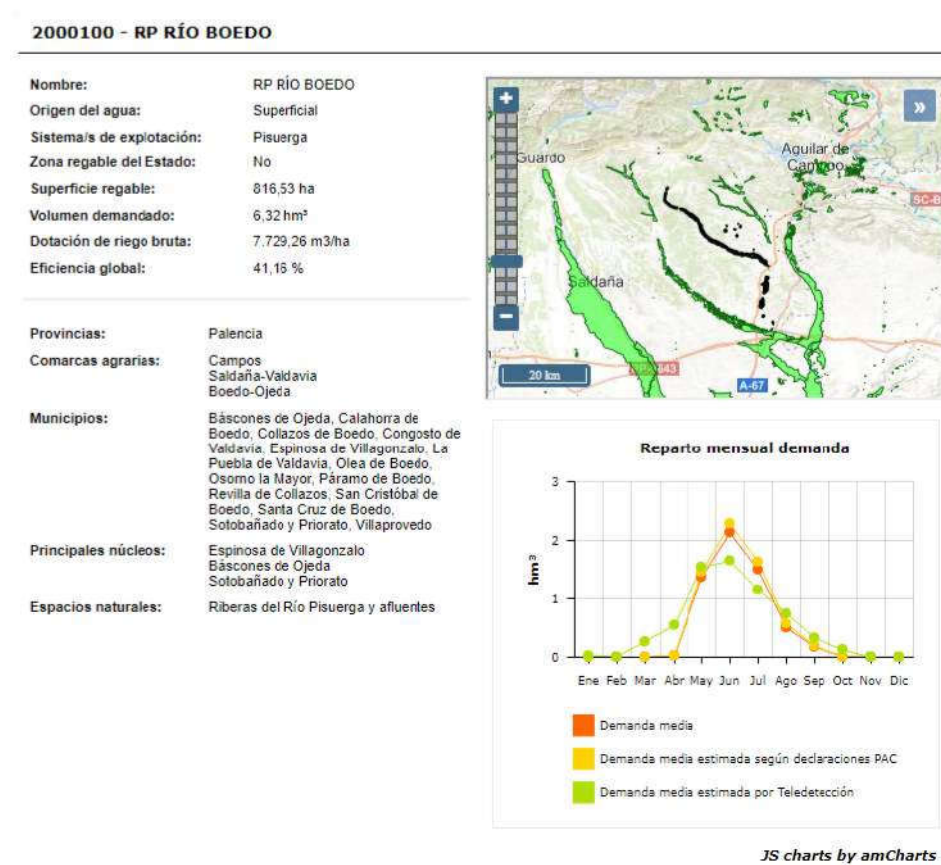


Figura 3.1 Ficha de la demanda del Río Boedo en el SIG corporativo de CHD.

En el horizonte actual (2021), la DA 2000100 figura con una superficie de 817 ha y una demanda total de 6,16 hm³/a, lo que supone una dotación de 7.546 m³/ha.a. En el Anejo 4 se indica que está prevista una ampliación hasta 3.147 ha para el año 2033, condicionada a la entrada en servicio del embalse de Boedo y a una reducción

significativa de la dotación. Los valores adoptados en el cálculo para los distintos escenarios considerados en el Proyecto de Plan se presentan en la tabla 3.1. En el contenido normativo del Proyecto de Plan (página 114), la comarca Boedo-Ojeda figura con una dotación bruta máxima de 4.011 m³/ha.a, inferior a la adoptada en el cálculo.

Tabla 3.1 Valores de la demanda DA 2000100 RP Río Boedo

Escenario	Superficie ha	Dotación m ³ /ha.a	Demanda hm ³ /a
Escenario 2021	817	7546	6.162
Escenario 2027	817	7546	6.162
Escenario 2033	3147	4553	14.327
Escenario 2039	3147	4553	14.327

En el Proyecto de Plan, la DA 2000100 está encuadrada en el Sistema de Explotación Pisuerga. Toma del nudo 780, que corresponde a un punto intermedio en la masa de agua 30400130, “Río Boedo desde cabecera hasta confluencia con arroyo del Sotillo, y arroyo del Sotillo”. El sistema cuenta con el embalse de Boedo (15,1 hm³), pero sólo se considera operativo a partir del escenario 2033. La topología del sistema de explotación que atiende la DA 2000100 se muestra en la figura 3.2.

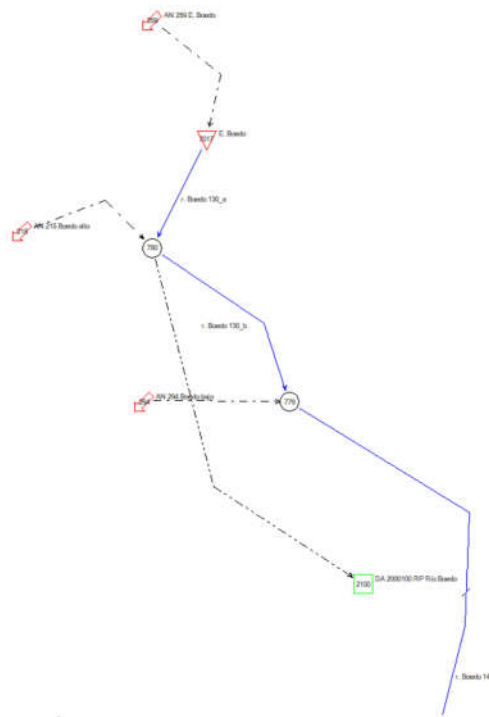


Figura 3.2 Encuadre de la demanda DA 2000100 en el sistema de explotación Pisuerga.

La demanda se atiende a partir de dos series de aportaciones: Las entradas al embalse de Boedo, identificadas como “AN 259 E. Boedo”, y las correspondientes a la cuenca diferencial hasta la toma, identificadas como “AN 215 Boedo alto”. Los valores medios de las aportaciones empleados en el cálculo para los escenarios sin cambio climático son los reflejados en la tabla 3.2. Corresponden a la “serie corta”, del año hidrológico 1980-81 a 2017-18. A la altura de la toma, estas aportaciones totalizan 32,04 hm³/a, de los que 7,69 hm³/a están regulados.

Tabla 3.2 Aportaciones consideradas en el sistema del río Boedo, en hm³/mes

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 259	7.69	0.167	0.388	0.953	1.448	1.307	1.130	0.991	0.655	0.332	0.165	0.094	0.060
AN 215	24.35	0.529	1.229	3.018	4.584	4.139	3.579	3.139	2.075	1.051	0.521	0.298	0.191
AN 254	6.72	0.111	0.265	0.750	1.439	1.162	1.034	0.885	0.560	0.272	0.131	0.069	0.044

En el arco aguas abajo del embalse de Boedo se fija un caudal mínimo, que es aproximadamente igual al 24% del caudal ecológico estimado para la masa 30400130 e igual al 19% de la aportación media anual al embalse en la serie corta. Ambos caudales se presentan en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Caudales mínimos (hm³/mes) impuestos en el sistema del río Boedo

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Modelo	1.46	0.109	0.124	0.154	0.161	0.128	0.135	0.143	0.129	0.106	0.096	0.090	0.087
M30400130	6.10	0.455	0.518	0.643	0.777	0.532	0.562	0.596	0.536	0.441	0.402	0.375	0.259

Río Valdivia

La demanda de la zona regable del Río Valdivia está identificada en el SIG corporativo como 2000073 – RP Río Valdivia. La figura 3.3 muestra la ficha correspondiente en el SIG corporativo de CHD.

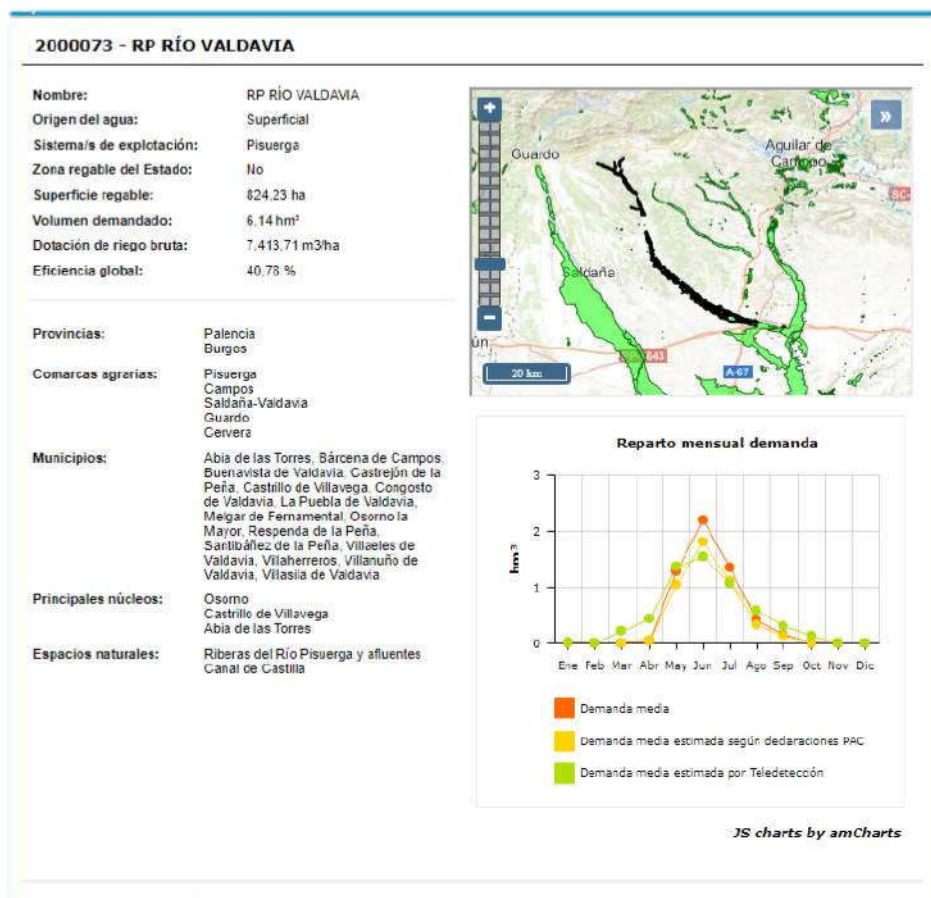


Figura 3.3 Ficha de la demanda del Río Valdivia en el SIG corporativo de CHD.

En el horizonte actual (2021), la DA 2000073 figura con una superficie de 824 ha y una demanda total de 5,95 hm³/a, lo que supone una dotación de 7.218 m³/ha.a. En el Anejo 4 (página 114) se indica que está prevista una ampliación de 1.316 ha para el año 2027.

Los valores adoptados en el cálculo para los distintos escenarios considerados en el Proyecto de Plan se presentan en la tabla 3.4. Aunque se ha adoptado un incremento superior al que se indica en el Anejo 4, la superficie considerada en los escenarios futuros no llega a las 2.700 ha que disponen de concesión. En el contenido normativo del Proyecto de Plan (página 114), la comarca Saldaña-Valdavia figura con una dotación bruta máxima de 4.147 m³/ha.a, que es inferior a la adoptada en el cálculo.

Tabla 3.4 Valores de la demanda DA 2000073 RP Río Valdavia

Escenario	Superficie ha	Dotación m ³ /ha.a	Demanda hm ³ /a
Escenario 2021	824	7218	5.949
Escenario 2027	2595	5374	13.945
Escenario 2033	2595	5374	13.945
Escenario 2039	2595	5374	13.945

En el Proyecto de Plan, la DA 2000073 está encuadrada en el Sistema de Explotación Pisuerga. Toma del nudo 773, que corresponde a la confluencia del arroyo Las Cuevas con el río Valdavia, en la masa de agua 30400079, “Río Valdavia desde confluencia con el arroyo de Villafría hasta confluencia con río Pequeño, y arroyos de Villafría, las Cuevas y Cornoncillo”. El sistema cuenta con los embalses de Villafría (12,1 hm³) y Las Cuevas (10,9 hm³), pero el embalse de Las Cuevas sólo se considera operativo a partir del escenario 2027. Aguas arriba del embalse de Villafría debe atenderse la demanda de una piscifactoría, de escasa entidad (1,9 hm³/a), a la que se supone un retorno de 0.95. La topología del sistema de explotación que atiende la DA 2000073 se muestra en la figura 3.4.

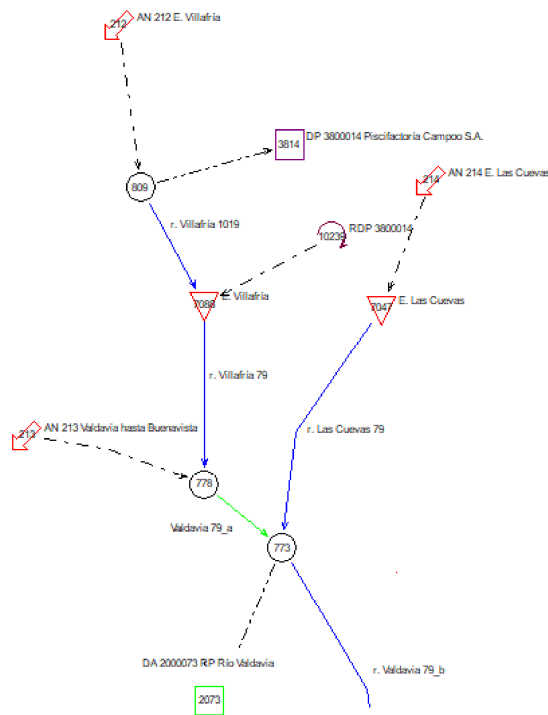


Figura 3.4 Encuadre de la demanda DA 2000073 en el sistema de explotación Pisuerga.

La demanda se atiende a partir de tres series de aportaciones: Las entradas al embalse de Villafría, identificadas como “AN 212 E. Villafría”, las entradas al embalse de Las Cuevas, identificadas como “AN 214 E. Las Cuevas”, y las correspondientes a la cuenca diferencial hasta la toma, identificadas como “AN 213 Valdavia hasta Buenavista”. Los valores medios de las aportaciones empleados en el cálculo para los escenarios sin cambio climático son los reflejados en la tabla 3.5. Corresponden a la “serie corta”, del año hidrológico 1980-81 a 2017-18. Estas aportaciones totalizan 64, 66 hm³/a, de los que 11,56 hm³/a están regulados.

Tabla 3.5 Aportaciones consideradas en el sistema del río Valdavia, en hm³/mes

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 212	9.55	0.296	0.555	1.192	1.615	1.566	1.279	1.314	0.828	0.436	0.234	0.142	0.094
AN 213	51.10	1.439	3.197	6.732	8.858	8.241	7.424	6.373	4.386	2.261	1.110	0.650	0.426
AN 214	4.01	0.105	0.240	0.532	0.719	0.661	0.574	0.502	0.340	0.172	0.083	0.048	0.031

En el arco aguas abajo de la toma se fija un caudal mínimo igual al caudal ecológico estimado para la masa 30400079, aunque no se aplica en el escenario 2021. En los arcos aguas abajo de los embalses de Villafría y Las Cuevas también se fijan caudales mínimos. Los valores de caudal mínimo adoptados en los cálculos se reflejan en la tabla 3.6. El valor del caudal ecológico que debe atenderse en la toma es similar a la demanda de riego (11,16 hm³/a frente a 13,95 hm³/a), y corresponde al 17% de la aportación media en régimen natural. Aparentemente, en Villafría se ha adoptado un valor de caudal mínimo igual al 20% del caudal ecológico correspondiente a la masa y

en Las Cuevas se ha adoptado un caudal mínimo igual al 10% del caudal ecológico correspondiente a la masa.

Tabla 3.6 Caudales mínimos (hm³/mes) impuestos en el sistema del río Valdivia

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Villafría	2.231	0.161	0.181	0.214	0.214	0.194	0.214	0.207	0.187	0.181	0.161	0.161	0.156
L.Cuevas	1.116	0.080	0.091	0.107	0.107	0.097	0.107	0.104	0.094	0.091	0.080	0.080	0.078
Valdivia	11.16	0.804	0.907	1.071	1.071	0.968	1.071	1.037	0.937	0.907	0.804	0.804	0.778

Sector V Cea-Carrión

La demanda del sector V de la zona regable Cea-Carrión está identificada en el SIG corporativo como 2000282 - ZR Sector V Cea-Carrión. La figura 3.5 muestra la ficha correspondiente en el SIG corporativo de CHD.

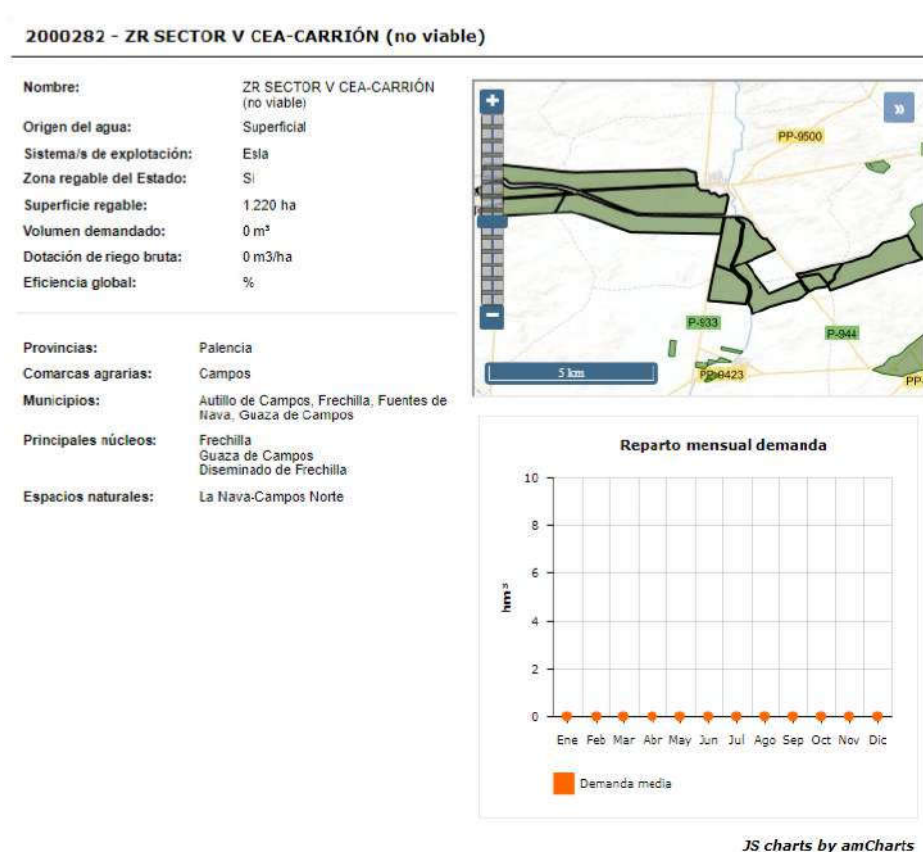


Figura 3.5 Ficha de la demanda del sector V Cea-Carrión en el SIG corporativo de CHD.

Esta demanda sólo se considera a partir del segundo horizonte (2033). En el Anejo 4, la DA 2000282 figura con una superficie de 1.220 ha, pero no se considera viable. Los valores adoptados en el cálculo para los distintos escenarios analizados en el Proyecto de Plan se presentan en la tabla 3.7. La demanda adoptada coincide aproximadamente con la reserva realizada en el ciclo de planificación 2016-2021.

Tabla 3.7 Valores de la demanda DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión

Escenario	Superficie ha	Dotación m ³ /ha.a	Demanda hm ³ /a
Escenario 2021	-	-	-
Escenario 2027	-	-	-
Escenario 2033	1220	5452	6.649
Escenario 2039	1220	5452	6.649

En el Proyecto de Plan, la DA 2000282 está encuadrada en el Sistema de Explotación Esla. La topología del modelo se muestra en la figura 3.6. La demanda toma de una balsa de 3,9 hm³ de capacidad, que se alimenta mediante el Canal Elevación Balsa Sector V, que deriva del Canal Cea-Carrión. El Canal Cea-Carrión toma del nudo 408, situado en el río Cea, en la masa 30400192. La balsa se llena con agua del río Cea durante el invierno, complementándose el resto de la demanda con agua circulante durante la campaña de riego por el Canal Cea-Carrión. El Canal Cea-Carrión está conectado con el río Esla, cuyas aguas pueden conducirse hasta el Cea a través de los dos ramales del Canal de Payuelos. Esto hace que el análisis de esta demanda sea tremendamente complejo y no pueda abordarse sin ayuda de modelos de sistemas complejos de recursos hídricos.

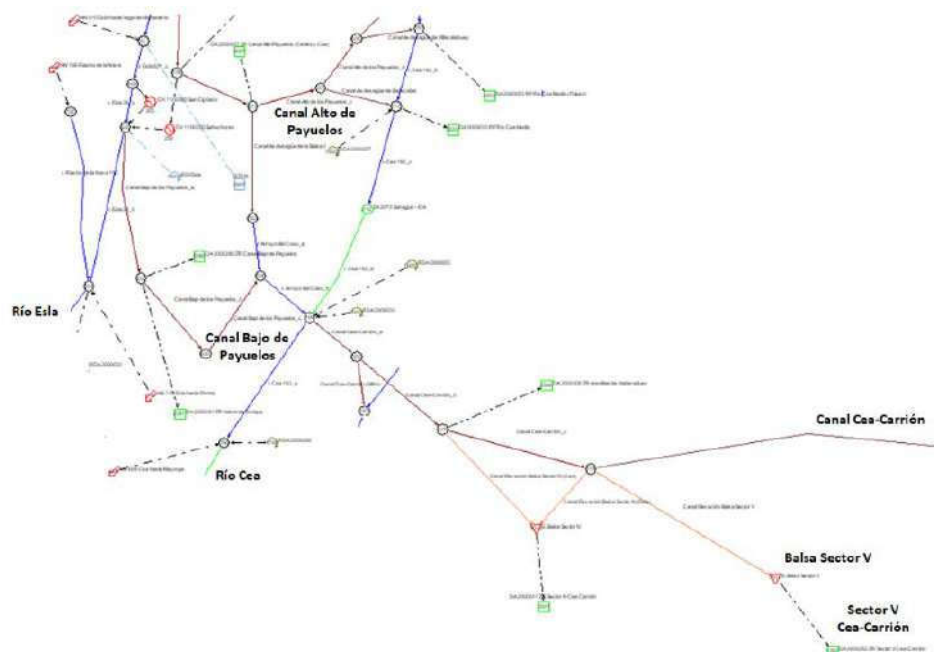


Figura 3.6 Encuadre de la demanda DA 2000282 en el sistema de explotación Esla.

El comienzo del Canal Cea-Carrión se nutre de las aguas que discurren por el río Cea. Hasta ese punto, el río Cea recibe cinco series de aportaciones: La aportación en cabecera, identificada como “AN 105 Cabecera Cea”, las entradas al embalse de Valcuende de Almanza, identificadas como “AN 172 E. Valcuende de Almanza”, el resto de aportaciones del río Valcuende, identificadas como “AN 173 Valcuende hasta

Almanza”, las aportaciones de la cuenca diferencial del río Cea hasta la confluencia con el Valcuende, identificadas como “AN 192 Cea hasta Villamartín”, y las aportaciones del resto de la cuenca hasta la captación, identificadas como “AN 149 Cea hasta Galleguillos”. Los valores medios de las aportaciones empleados en el cálculo para los escenarios sin cambio climático son los reflejados en la tabla 3.8. La aportación total del río Cea hasta la toma del Canal Cea-Carrión es de 182,80 hm³/a. Corresponde a la “serie corta”, del año hidrológico 1980-81 a 2017-18.

Tabla 3.8 Aportaciones consideradas en el río Cea, en hm³/mes

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 105	85.68	2.12	5.13	11.24	14.08	12.99	12.00	11.65	8.11	4.45	2.00	1.15	0.78
AN 172	4.92	0.11	0.28	0.65	0.91	0.82	0.67	0.63	0.43	0.23	0.10	0.06	0.04
AN 173	14.33	0.31	0.80	1.91	2.65	2.41	1.94	1.84	1.26	0.66	0.30	0.16	0.10
AN 192	31.36	0.63	1.70	4.15	6.30	5.38	4.21	3.97	2.60	1.31	0.60	0.32	0.20
AN 149	46.51	2.14	3.58	6.23	7.77	6.27	5.72	4.74	3.67	2.48	1.70	1.23	0.97

En el arco aguas abajo de la toma del Canal Cea-Carrión se fija un caudal mínimo igual al caudal ecológico estimado para la masa 30400192, “Río Cea desde el desagüe del canal alto de Payuelos hasta la toma del Canal Trasvase Cea-Carrión”. Los valores de caudal mínimo adoptados en los cálculos se reflejan en la tabla 3.9. El valor anual del caudal ecológico supone el 17% de la aportación en régimen natural.

Tabla 3.9 Caudales mínimos (hm³/mes) impuestos en la toma del Canal Cea-Carrión

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cea	31.902	2.448	2.615	2.761	2.644	2.656	3.016	3.087	2.992	2.418	2.448	2.448	2.369

Valderas

La demanda de interés en la zona de Valderas es la identificada en el SIG corporativo como 2000034 - ZR MI Río Porma 2ª fase. La figura 3.7 muestra la ficha correspondiente en el SIG corporativo de CHD.

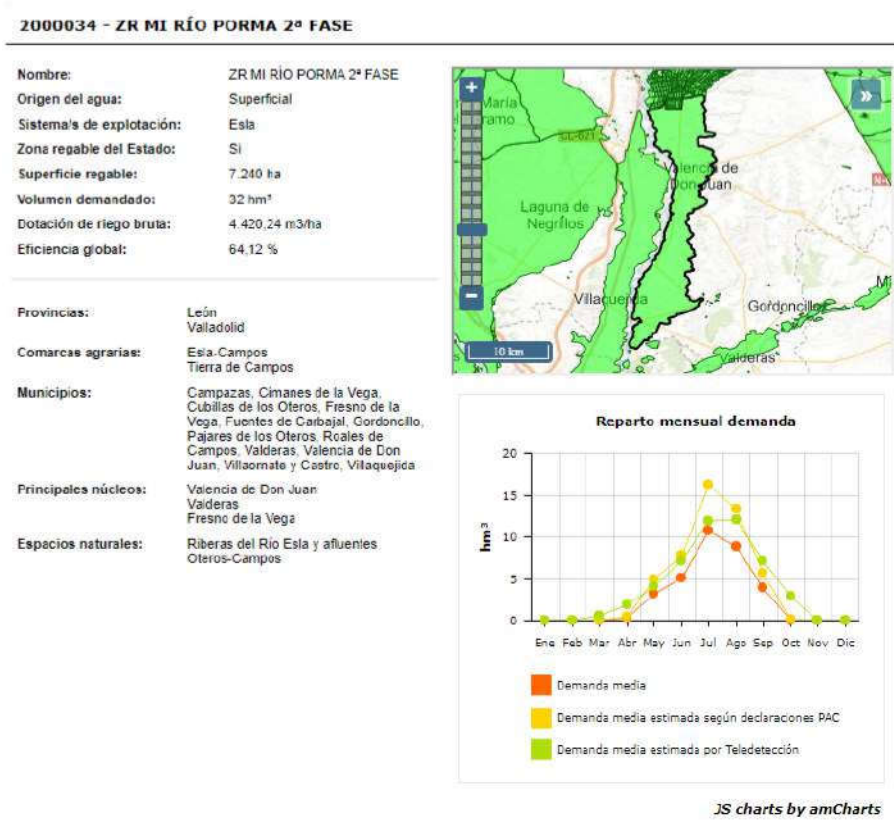


Figura 3.7 Ficha de la demanda de Valderas en el SIG corporativo de CHD.

Esta demanda sólo se considera a partir del segundo horizonte (2033). En el Anejo 4, la DA 2000034 figura con una superficie regable actual de 7.240 ha, que suponen una demanda de 32,00 hm³/a. Está contemplada una posible ampliación de 1.000 ha en 2027, pero no se considera viable. Los valores adoptados en el cálculo para los distintos escenarios considerados en el Proyecto de Plan se presentan en la tabla 3.10.

Tabla 3.10 Valores de la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase

Escenario	Superficie ha	Dotación m ³ /ha.a	Demanda hm ³ /a
Escenario 2021	7240	4420	32.003
Escenario 2027	8240	4694	38.675
Escenario 2033	8240	4694	38.675
Escenario 2039	8240	4694	38.675

En el Proyecto de Plan, la DA 2000034 está encuadrada en el Sistema de Explotación Esla. La topología del modelo se muestra en la figura 3.8. A pesar de su denominación, esta demanda no se atiende con agua del río Porma, sino que toma del río Esla, aguas arriba de la confluencia con el Porma. La demanda toma del nudo 55, situado en el río Esla, en la masa 30400038, "Río Esla desde limite LIC "Riberas del río Esla y Afluentes" aguas arriba de Vega de Monasterio hasta confluencia con río Porma". Aguas arriba de ese punto, el río Esla, regulado por el Embalse de Riaño (651 hm³), tiene

numerosos aprovechamientos. Entre otros, atiende las demandas que dependen de los dos ramales del Canal de Payuelos, que permiten trasvasar recursos al río Cea para que sean captados por el Canal Cea-Carrión. Esto hace que el análisis de esta demanda sea tremendamente complejo y no pueda abordarse sin ayuda de modelos de sistemas complejos de recursos hídricos.

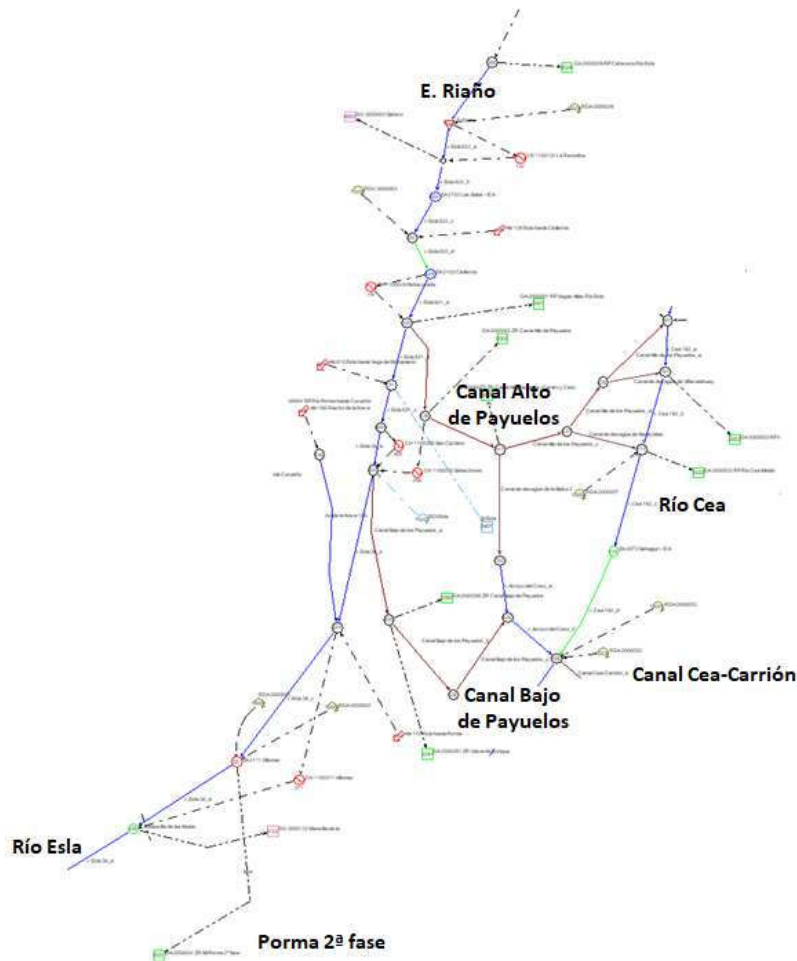


Figura 3.8 Encuadre de la demanda DA 2000038 en el sistema de explotación Esla.

Hasta el punto de toma de la demanda DA 2000038, el río Esla recibe cinco series de aportaciones: Las entradas al embalse de Riaño, identificadas como “AN 101 E. Riaño”, las aportaciones de la cuenca incremental hasta Cistierna, identificadas como “AN 139 Esla hasta Cistierna”, las aportaciones de la cuenca incremental hasta Monasterio, identificadas como “AN 610 Esla hasta Vega de Monasterio”, las aportaciones de un afluente, denominadas como “AN 166 Riacho de la Nava” y las aportaciones del resto de la cuenca hasta el río Porma, identificadas como “AN 140 Esla hasta Porma”. Los valores medios de las aportaciones empleados en el cálculo para los escenarios sin cambio climático son los reflejados en la tabla 3.11. La aportación total del río Esla hasta la toma de la demanda DA 2000038 es de 981,38 hm³/a, de los que 613,92 hm³/a están regulados por el embalse de Riaño.

*Tabla 3.11 Aportaciones consideradas en el río Esla hasta el Porma, en hm³/mes*

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 101	613.92	36.53	60.96	75.48	75.07	65.66	84.97	84.42	63.21	34.92	15.44	8.30	8.96
AN 139	158.23	13.48	17.27	20.63	19.98	17.13	19.33	18.28	13.69	8.04	4.10	2.71	3.59
AN 610	42.60	0.88	2.67	6.04	7.95	6.84	6.30	5.13	3.50	1.85	0.85	0.40	0.20
AN 166	30.24	0.56	1.71	4.23	5.84	5.03	4.62	3.63	2.42	1.26	0.57	0.25	0.12
AN 140	46.39	0.65	2.29	6.58	9.82	8.29	7.18	5.33	3.40	1.64	0.74	0.33	0.15

En el modelo se imponen caudales mínimos aguas abajo de los embalses de Riaño y Porma y en los tramos del río Esla aguas abajo de la toma del Canal Alto de Payuelos, aguas abajo de la toma de la demanda ZR MI Porma 2ª fase y aguas abajo de la toma del Canal del Esla. Los valores de caudal mínimo adoptados en los cálculos se reflejan en la tabla 3.12.

Tabla 3.12 Caudales mínimos (hm³/mes) impuestos en el sistema Esla-Porma

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Riaño	89.87	13.39	12.96	13.39	13.39	12.10	13.39	11.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Porma	49.30	8.40	6.60	6.30	6.50	5.40	6.20	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Payuelos	140.57	9.37	10.37	14.73	14.73	12.10	14.73	14.26	13.39	9.07	9.37	9.37	9.07
T. Porma	237.01	9.96	12.65	15.00	16.10	13.81	17.25	22.69	22.35	23.90	31.40	29.80	22.10
Can. Esla	321.08	22.82	25.43	28.87	32.14	27.58	33.37	33.72	32.28	21.28	21.43	21.43	20.74

Resultado de los cálculos realizados en el proyecto de Plan

Metodología empleada

La metodología para determinar las reservas de recursos para las demandas se ha basado en los resultados de los análisis realizados con ayuda del modelo integral de la cuenca, desarrollado en el entorno de software Aquatool. Se trata de una evolución del modelo ya empleado en el anterior ciclo de planificación. A pesar de las dificultades que entraña el análisis conjunto de la totalidad de la cuenca, se ha preferido esa opción frente a analizar individualmente los sistemas de explotación, introduciendo las conexiones que se producen entre ellos.

Se han analizado únicamente cuatro escenarios, identificados por un año de referencia: 2021, 2027, 2033 y 2039. Los tres primeros corresponden a los tres horizontes del plan: año anterior al inicio del ciclo, año en el final del ciclo y año al final del ciclo siguiente. El último escenario es una comprobación del efecto del cambio climático, que se ha etiquetado como correspondiente al final de un tercer ciclo de planificación.

En cada escenario se ha determinado la configuración del sistema como la combinación de demandas y obras de infraestructura que están activas en cada momento. Se ha adoptado el criterio de suponer que las infraestructuras y demandas que actualmente están en construcción o en fase de desarrollo avanzado estarán en explotación en el horizonte 2027. En el horizonte 2033 se han incluido las actuaciones que se hallan todavía en fase embrionaria o corresponden a planteamientos antiguos que no muestran una concreción clara en el momento presente. Los tres escenarios

correspondientes a los horizontes del plan se han analizado con las series de aportaciones en régimen natural correspondientes al periodo 1980-81 a 2017-18, la denominada “serie corta”. El último escenario se ha analizado con una serie mixta, formada en parte por la serie histórica, pero sustituyendo parte de los años por una nueva serie de aportaciones que recoge el efecto del cambio climático.

En cada escenario se han impuesto las restricciones correspondientes a la operación de los sistemas, como niveles máximos y mínimos en los embalses, caudales mínimos circulantes, reglas de operación habituales y en situación de sequía, etc. Se han realizado controles del ajuste conseguido comparando los flujos simulados por el sistema con los registrados en las estaciones de aforo más representativas. Dado que únicamente se han analizado cuatro escenarios, es de esperar que en cada uno de ellos se haya conseguido un funcionamiento del sistema próximo al óptimo teórico.

Asignación de recursos

Las decisiones sobre la asignación de recursos se han adoptado a partir de los resultados del modelo en el horizonte 2027. El criterio es el siguiente:

- En las demandas que cumplen el criterio de garantía se asigna un volumen anual igual al volumen total demandado en el horizonte 2027 y un volumen máximo mensual equivalente al volumen calculado para el mes de máximo consumo.
- En las demandas que incumplen el criterio de garantía se asigna un volumen anual igual al volumen medio servido en el horizonte 2027 y un volumen máximo mensual equivalente al volumen medio suministrado en el mes de máximo consumo.

Aparentemente, no se han analizado las causas por las que se incumple el criterio de garantía, ni se han identificado soluciones que pudieran llegar a resolver el problema. Las unidades de demanda consideradas exclusivamente en el horizonte 2033 han recibido asignación nula en el horizonte 2027.

Reserva de recursos

Se entiende por reserva de recursos la correspondiente a las asignaciones que se establecen en previsión de las demandas y de los elementos de regulación que se desarrollen para alcanzar los objetivos de la planificación hidrológica. La metodología para la determinación de las reservas de las demandas agrarias superficiales se establece en el Apéndice II del Anejo 06 del Proyecto de Plan, en el que se consideran distintas alternativas en función del volumen asignado y la situación concesional.

Resultado de las simulaciones

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las simulaciones correspondientes a los cuatro escenarios para las demandas objeto de este estudio.

Río Boedo

Los resultados de las simulaciones para la demanda DA 2000100 RP Río Boedo se presentan en las tablas 3.13 y 3.14. La tabla 3.13 resume los valores de suministro y déficit en los distintos horizontes, junto con la garantía volumétrica. La tabla 3.14 muestra los resultados de suministro, déficits mensuales y garantías volumétricas obtenidos en la simulación correspondiente al escenario 2027.

Tabla 3.13 Resultados de la simulación para la demanda DA 2000100 RP Río Boedo

Escenario	Demanda hm ³ /a	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Máx 1 año % dem 1 año	Máx 2 años % dem 1 año	Máx 10 años % dem 1 año
Escenario 2021	6.162	3.307	2.855	53.668	95.080	178.920	615.260
Escenario 2027	6.162	3.307	2.855	53.668	95.080	178.920	615.260
Escenario 2033	14.327	9.587	4.740	66.920	96.940	183.520	476.430
Escenario 2039	14.327	8.952	5.375	62.482	97.362	186.138	540.741

Tabla 3.14 Resultados de suministro, déficits mensuales (hm³/mes) y garantías volumétricas (%) para la demanda DA 2000100 RP Río Boedo en el escenario 2027

Variable	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
Demanda	0.012	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.031	1.475	2.287	1.614	0.547	0.193	6.162
Suministro	0.012	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.031	1.050	1.136	0.629	0.302	0.143	3.306
Déficit	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.425	1.151	0.985	0.245	0.050	2.856
G.Vol. (%)	100	100	100	-	-	-	100	71	50	39	55	74	54

Como puede comprobarse en la tabla 3.13, el sistema no tiene capacidad para atender la demanda prevista en ninguno de los escenarios. Se incumple el déficit máximo admitido en los tres periodos de análisis considerados en el criterio de garantía de la IPH. El incumplimiento es severo, puesto que existe gran distancia entre los valores obtenidos en el cálculo y los valores límite, que son 50%, 75% y 100% de la demanda anual, respectivamente. En el resultado detallado de la simulación correspondiente a 2027 se aprecia que el déficit medio es muy significativo en los meses de mayo a septiembre.

En el Apéndice II del Anejo 6, el derecho concesional de la demanda DA 2000100 RP Río Boedo se estima en 1,460 hm³/a, aplicando la suma de los criterios 1: “Volumen concesional procedente de las captaciones con derecho que están relacionadas con el regadío” y 4: “Revisión del volumen de los expedientes de captaciones con derecho en las que no se había identificado volumen en primera instancia”. La asignación realizada es de 3,307 hm³/a. Esta asignación corresponde al volumen medio suministrado en la simulación y permitiría atender 438 ha en lugar de las 817 ha consideradas en el cálculo.

No se reservan recursos adicionales para la demanda DA 2000100 RP Río Boedo, puesto que la demanda considerada en el horizonte 2027, 6,162 hm³/a, no cumple el criterio de garantía de la IPH en ese escenario.

Río Valdavia

Los resultados de las simulaciones para la demanda DA 2000073 RP Río Valdavia se presentan en las tablas 3.15 y 3.16. La tabla 3.15 resume los valores de suministro y déficit en los distintos horizontes, junto con la garantía volumétrica. La tabla 3.16 muestra los resultados de suministro, déficits mensuales y garantías volumétricas obtenidos en la simulación correspondiente al escenario 2027.

Tabla 3.15 Resultados de la simulación para la demanda DA 2000073 RP Río Valdavia

Escenario	Demanda hm ³ /a	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Máx 1 año % dem 1 año	Máx 2 años % dem 1año	Máx 10 años % dem 1 año
Escenario 2021	5.949	5.949	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000
Escenario 2027	13.945	11.711	2.234	83.980	94.370	162.630	333.500
Escenario 2033	13.945	11.721	2.224	84.050	94.370	162.630	329.470
Escenario 2039	13.945	10.887	3.058	78.070	99.161	173.625	427.128

Tabla 3.16 Resultados de suministro, déficits mensuales (hm³/mes) y garantías volumétricas (%) para la demanda DA 2000073 RP Río Valdavia en el escenario 2027

Variable	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
Demanda	0.038	0.007	0.003	0.000	0.000	0.001	0.106	3.267	5.359	3.495	1.187	0.482	13.95
Suministro	0.032	0.007	0.003	0.000	0.000	0.001	0.106	3.127	4.626	2.687	0.805	0.317	11.71
Déficit	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.139	0.733	0.808	0.382	0.165	2.23
G.Vol. (%)	84	95	100	-	-	97	100	96	86	77	68	66	77

Como puede comprobarse en la tabla 3.15, el sistema puede atender la demanda considerada en el horizonte 2021, pero no tiene capacidad para atender la totalidad de la demanda prevista a partir del horizonte 2027. Se incumple el déficit máximo admitido en los tres periodos de análisis considerados en el criterio de garantía de la IPH. El incumplimiento es severo, puesto que existe gran distancia entre los valores obtenidos en el cálculo y los valores límite, que son 50%, 75% y 100% de la demanda anual, respectivamente. En el resultado detallado de la simulación correspondiente a 2027 se aprecia que el déficit medio es muy significativo en los meses de mayo, agosto y septiembre.

En el Apéndice II del Anejo 6, el derecho concesional de la demanda DA 2000073 RP Río Valdavia se estima en 26,504 hm³/a, aplicando el criterio 1: "Volumen concesional procedente de las captaciones con derecho que están relacionadas con el regadío". La asignación realizada es de 11,711 hm³/a, con un máximo mensual de 4,626 hm³/mes. Esta asignación corresponde al volumen medio suministrado en la simulación y permitiría atender 2.140 ha en lugar de las 2.595 ha consideradas en el cálculo.

Aunque el derecho concesional reconocido excede la demanda considerada, no se reservan recursos adicionales para la demanda DA 2000073 RP Río Valdavia, puesto que la demanda considerada en el horizonte 2027, 13,945 hm³/a, no cumple el criterio de garantía de la IPH en ese escenario.

Sector V Cea-Carrión

Los resultados de las simulaciones para la demanda DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión se presentan en la tabla 3.17, que resume los valores de suministro y déficit en los distintos horizontes, junto con la garantía volumétrica. Esta demanda no se consideró en la simulación correspondiente al escenario 2027.



Tabla 3.17 Resultados de la simulación para la demanda DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión

Escenario	Demanda hm³/a	Suministro hm³/a	Déficit hm³/a	Garantía % volumen	Máx 1 año % dem 1 año	Máx 2 años % dem 1 año	Máx 10 años % dem 1 año
Escenario 2021	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Escenario 2027	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Escenario 2033	6.649	6.658	0.081	98.790	27.600	27.750	30.100
Escenario 2039	6.649	6.344	0.306	95.405	40.051	64.581	119.507

Según se refleja en la tabla 3.17, el sistema puede atender la demanda considerada en el horizonte 2033, con unos déficits moderados y una garantía volumétrica próxima al 99%. Sin embargo, en el horizonte 2039 se incumple el déficit máximo admitido por la IPH en el periodo de análisis de diez años consecutivos, con un déficit del 119,5% de la demanda anual. Se trata de un incumplimiento ligero, puesto que está próximo al valor límite, establecido en 100% de la demanda anual.

A pesar de que la demanda cumple el criterio de garantía en los cálculos realizados para el horizonte 2033, en el Proyecto de Plan no se asignan ni se reservan recursos para esta demanda. En el primer caso se debe a la aplicación el criterio de realizar asignación nula en el horizonte 2027 a las demandas previstas para 2033. En el segundo caso, se debe a que la demanda incumple el criterio de garantía en el horizonte 2039.

Valderas

Los resultados de las simulaciones para la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase se presentan en las tablas 3.18 y 3.19. La tabla 3.18 resume los valores de suministro y déficit en los distintos horizontes, junto con la garantía volumétrica. La tabla 3.19 muestra los resultados de suministro, déficits mensuales y garantías volumétricas obtenidos en la simulación correspondiente al escenario 2027.

Tabla 3.18 Resultados de la simulación para la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase

Escenario	Demanda hm³/a	Suministro hm³/a	Déficit hm³/a	Garantía % volumen	Máx 1 año % dem 1 año	Máx 2 años % dem 1 año	Máx 10 años % dem 1 año
Escenario 2021	32.003	31.576	0.427	98.666	26.000	26.210	31.760
Escenario 2027	38.675	38.247	0.428	98.890	25.220	25.440	28.450
Escenario 2033	38.675	38.205	0.470	98.780	27.680	27.890	30.130
Escenario 2039	38.675	36.835	1.840	95.243	40.168	64.856	125.479

Tabla 3.19 Resultados de suministro, déficits mensuales (hm³/mes) y garantías volumétricas (%) para la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase en el escenario 2027

Variable	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
Demanda	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000	0.007	0.385	3.921	6.217	12.897	10.623	4.618	38.675
Suministro	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000	0.007	0.366	3.879	6.151	12.759	10.510	4.569	38.248
Déficit	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.042	0.066	0.138	0.113	0.049	0.427
G.Vol. (%)	100	100	-	-	-	100	95	99	99	99	99	99	99

La tabla 3.18 muestra que el sistema Esla puede atender la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase en los tres horizontes de planificación, 2021, 2027 y 2033, con unos déficits moderados y una garantía volumétrica próxima al 99%. Sin embargo, en el horizonte 2039 se incumple el déficit máximo admitido por la IPH en el periodo de análisis de diez años consecutivos, con un déficit del 125,5% de la demanda anual. Se trata de un incumplimiento ligero, puesto que está próximo al valor límite, establecido en 100% de la demanda anual. En el resultado detallado de la simulación correspondiente a 2027 se aprecia que los valores medios del déficit son muy pequeños, con una garantía igual o superior al 99% en todos los meses excepto en abril.

En la tabla 2 del Apéndice II del Anejo 6, el derecho concesional de la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase se considera nulo, aplicando el criterio 1: “Volumen concesional procedente de las captaciones con derecho que están relacionadas con el regadío”. La asignación realizada es de 32,003 hm³/a, con un máximo mensual de 10,676 hm³/mes. Según el criterio establecido para las demandas que cumplen el criterio de garantía en el horizonte 2027, le correspondería una asignación igual al volumen demandado, que es 38,657 hm³/a. Sin embargo, en una nota a pie de la tabla 143 del Anejo 6, se indica: *“Aunque se ha analizado la demanda a 2027 con cerca de 8.240 has, tan sólo presentan viabilidad 7.240 has de 2021, por lo que para asignaciones solo se contempla la demanda actual de 7.240 has”*. En la página 304 del mismo Anejo 6 se indica: *“El incremento de superficie planteado en la UDA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase, correspondiente a la zona de Valderas, supone incumplimiento de garantía de la IPH en horizonte 2039, al igual que el resto de demandas que dependen de las regulaciones de Riaño-Porma, por lo que se considera conveniente no ampliar la superficie de regadío en esta UDA.”*

La reserva definitiva adoptada en el Apéndice II del Anejo 6 para la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase es de 47,008 hm³/a, aplicando el criterio “Dotación comarcal”. Esta cifra se obtiene como resultado de multiplicar la superficie regable, 8.240 ha, por una dotación bruta de 5.704,9 m³/ha.a. Esta demanda también figura en la tabla de cálculo correspondiente al criterio “Eficiencia global objetivo”, con una reserva de 33,068 hm³/a, correspondiente a 8.240 ha con una dotación neta de 3.009,79 m³/ha.a, que debe dividirse por 0,75 para obtener la dotación bruta. En la tabla del criterio “Reserva estricta” no se realiza reserva, puesto que la demanda cumple, pero presenta un déficit. La documentación del Proyecto de Plan es confusa con relación a esta demanda, ya que, en las tablas del Apéndice II, esta demanda figura con una asignación igual a 38,675 hm³/a, a pesar de que la asignación realizada en el Anejo 6 es de 32,003 hm³/s.

Análisis de las demandas del Sector V Cea-Carrión y Valderas

Como se ha visto en el análisis realizado, el incumplimiento del criterio de garantía de las demandas del Sector V Cea-Carrión y Valderas se produce en el escenario 2039. En este apartado se realiza un análisis del modelo de simulación para poner de manifiesto las circunstancias que han ocasionado el fallo de estas demandas. El análisis de la demanda de Boedo y Valdavia se realiza mediante un modelo de simulación construido específicamente al efecto, que se presenta en el siguiente capítulo.

Datos generales del sistema Esla

Los recursos hídricos que atienden las demandas del Sector V Cea-Carrión y Valderas proceden fundamentalmente del embalse de Riaño. Este embalse regula las aportaciones de cabecera del río Esla y permite atender numerosas demandas de agua mediante captaciones directas en el río y a través de los dos ramales del Canal de Payuelos. Sin embargo, el examen de los resultados de simulación del escenario 2039 para el sistema Esla en el Anejo 6 permite deducir que el fallo de demandas afecta a una zona más amplia que la atendida por el embalse de Riaño, ya que fallan la mayor parte de las demandas que toman del Porma y varias demandas que toman del Esla aguas abajo de la confluencia con el Porma.

En la figura 3.9 se presentan los resultados del modelo de simulación en el horizonte 2039. Se ha representado esquemáticamente la topología del modelo con sus componentes básicos. Las demandas, identificadas por un rombo, se han dibujado de un tamaño proporcional a la demanda media anual, utilizando un código de colores para representar el déficit acumulado en 10 años.

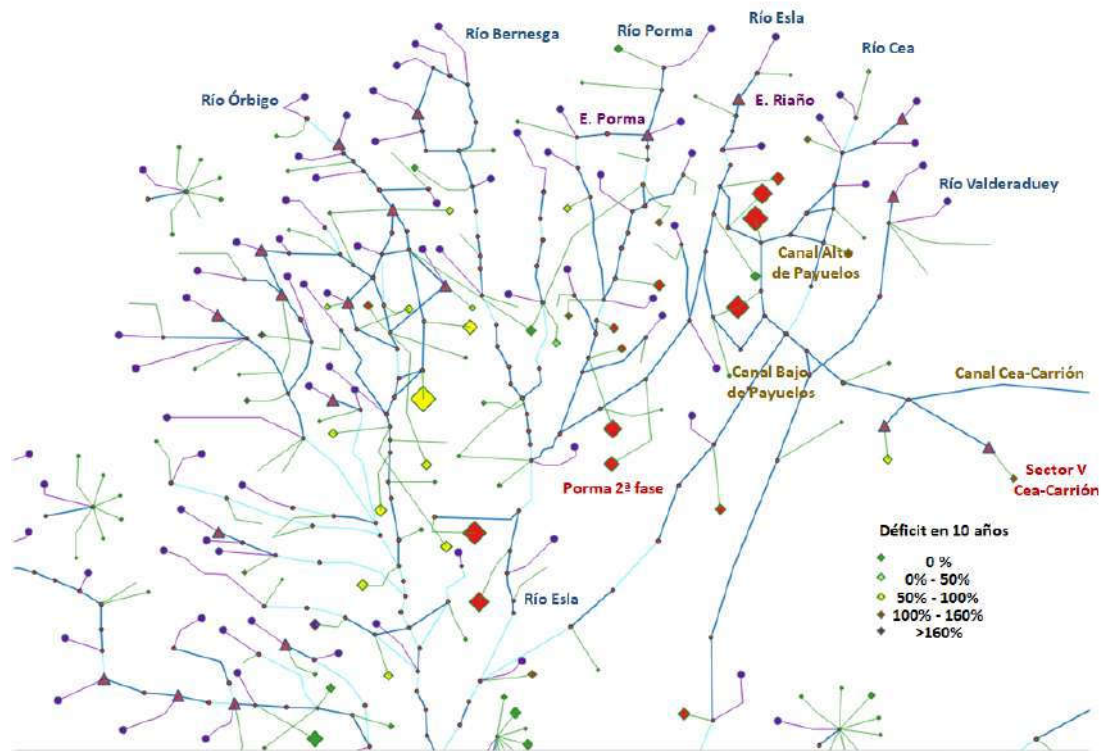


Figura 3.9 Resultado de la simulación del horizonte 2039 en la zona del Esla-Porma.

En la figura se puede comprobar que la mayor parte de las demandas que dependen del sistema Porma-Esla incumplen el criterio de garantía, y en particular las grandes demandas de riego que toman de los ríos Esla y Porma y del Canal de Payuelos. En el análisis del sistema realizado en el horizonte 2033, con una configuración idéntica, pero con las aportaciones naturales correspondientes a la serie corta, todas estas demandas cumplían el criterio de garantía. Además, el fallo se produce en el déficit acumulado a diez años, cumpliendo el criterio para los déficits de uno y dos años. Esto indica que se producen déficits frecuentes de intensidad moderada, lo que indica que el

valor medio de las aportaciones es insuficiente para atender las demandas. Se deduce, por tanto, que el motivo del fallo de las demandas es la reducción de recursos correspondiente al escenario de cambio climático.

En la tabla 3.20 se han representado los resultados de la simulación en las demandas que toman de los ríos Esla y Porma hasta el embalse de Ricobayo en los cuatro escenarios analizados en el Proyecto de Plan. Se ha representado el déficit acumulado en diez años, expresado como porcentaje de la demanda anual, para poder comparar los resultados entre escenarios. La demanda total atendida por el sistema es de 536,22 hm³/a en el horizonte 2021, que sube a 650,35 hm³/a en 2027 y a 656,45 hm³/a en 2033. La gran mayoría (un 98%) es demanda de regadío. La única demanda que se añade en el escenario 2033 con relación al 2027 es la del Sector V Cea-Carrión. Todas las demandas de riego que dependen de los embalses presentan déficits similares, próximos al 120% de la demanda anual, excepto la DA 2000041 ZR Sector IV Cea Carrión, que cumple el criterio de garantía por disponer de una balsa de regulación con capacidad suficiente.

Tabla 3.20 Resultados de las simulaciones para las demandas del sistema Esla-Porma

Demanda	Horizonte 2021		Horizonte 2027		Horizonte 2033		Horizonte 2039	
	Dem hm ³ /a	Def10a % DA	Dem hm ³ /a	Def10a % DA	Dem hm ³ /a	Def10a % DA	Dem hm ³ /a	Def10a % DA
DA 2000029 RP Cabecera Río Esla	0.57	0.00	0.57	0.00	0.57	0.00	0.57	0.00
DU 3000003 Sabero	0.09	0.00	0.07	0.00	0.06	0.00	0.05	0.00
DA 2000001 RP Vegas Altas Río Esla	27.38	31.65	27.38	28.43	27.38	30.11	27.38	130.79
DA 2000002 ZR Canal Alto de Payuelos	73.07	31.63	73.07	28.44	73.07	30.12	73.07	129.05
DA 2000057 ZR Canal Alto Payuelos (C-C)	31.64	31.51	109.26	28.43	109.26	30.11	109.26	124.70
DA 2000280 ZR Canal Bajo de Payuelos	44.85	31.89	91.02	28.44	91.02	30.30	91.02	124.95
DI Esla	11.01	0.00	12.48	0.00	11.95	0.00	12.05	0.00
DA 2000281 ZR Valverde Enrique	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase	32.00	31.76	38.68	28.45	38.68	30.13	38.68	125.48
DU 3000122 Mansilla de las Mulas	0.16	0.00	0.15	0.00	0.14	0.00	0.13	0.00
DA 2000041 ZR Sector IV Cea Carrión	0.00	0.00	10.30	114.71	10.30	70.78	10.30	75.35
DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión	0.00	0.00	0.00	0.00	6.65	30.10	6.65	119.51
DA 2000033 RP Río Cea Medio	8.03	31.50	8.03	28.42	8.03	30.12	8.03	124.33
DA 2000030 RP Cabecera Río Porma	0.68	0.00	0.68	0.00	0.68	0.00	0.68	0.00
DA 2000004 RP Río Porma hasta Curueño	5.91	31.35	5.91	28.41	5.91	30.06	5.91	119.17
DA 2000005 RP Río Curueño	8.08	64.46	8.08	64.27	8.08	64.10	8.08	107.12
DA 2000006 ZR Arriola	29.99	31.52	20.46	28.43	20.46	30.11	20.46	119.44
DA 2000335 RP Porma desde Curueño	7.64	31.42	7.64	28.41	7.64	30.09	7.64	119.28
DA 2000003 ZR MI Río Porma 1ª fase	67.00	31.68	58.76	28.44	58.76	30.12	58.76	119.67
DA 2000009 RP MD Río Esla	1.53	31.96	1.53	28.44	1.53	30.20	1.53	119.83
DA 2000019 ZR Páramo Bajo	95.00	31.37	95.00	28.42	95.00	30.10	95.00	119.21
DA 2000010 ZR Canal del Esla	65.02	31.63	65.02	28.44	65.02	30.12	65.02	119.62
DA 2000012 RP MI del Río Esla	9.43	31.58	9.43	28.44	9.43	30.10	9.43	119.50
DA 2000042 ZR Tábara	17.15	31.43	17.15	28.42	17.15	30.11	17.15	119.30
DA 2000009 RP MD Río Esla	1.53	31.96	1.53	28.44	1.53	30.20	1.53	119.83
DA 2000043 ZR Tierra de Campos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

La tabla 3.21 presenta los valores medios de las aportaciones utilizadas en el modelo del escenario correspondiente a la situación de cambio climático. Las aportaciones se han agrupado en tres zonas: río Esla hasta confluencia con el Porma, río Porma hasta confluencia con el Esla y río Esla desde la confluencia con el Porma a la



confluencia con el Tera. En la tabla no se han incluido las aportaciones del río Bernesga, que podrían atender las demandas que toman del Esla aguas abajo de su confluencia. La demanda del sistema Esla-Porma se atiende con una aportación total de 1414,68 hm³/a, a lo que habría que añadir los 593,15 hm³/a que aporta el río Bernesga.

Del total de aportación del sistema, 573,52 hm³/a están regulados en el embalse de Riaño (573 hm³ de volumen útil) y 263,57 hm³/a están regulados en el embalse de Porma (270 hm³ de volumen útil), que además recibe 38,07 hm³/a del Curueño mediante un trasvase. El total de la aportación regulada es 837,09 hm³/a. Aparentemente, esta aportación debería resultar suficiente para atender las demandas, ya que es más de un 25% superior a la demanda y se dispone de un volumen de regulación prácticamente igual a la aportación media anual. Además, puede complementarse con la aportación no regulada, que es 577,59 hm³/a.

Tabla 3.21 Valores medios (hm³/mes) de las aportaciones empleadas en el modelo del horizonte 2039 para el sistema Esla-Porma

Lugar	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
AN 101	32.90	55.45	67.68	74.09	64.93	84.12	76.80	57.14	31.60	13.64	7.34	7.84	573.52
AN 139	12.36	15.89	18.82	19.82	17.02	19.21	16.71	12.45	7.33	3.65	2.41	3.15	148.82
AN 610	0.76	2.26	5.04	7.60	6.58	6.05	4.48	3.06	1.62	0.77	0.36	0.18	38.75
AN 166	0.47	1.41	3.40	5.60	4.85	4.46	3.16	2.09	1.09	0.51	0.23	0.11	27.39
AN 140	0.55	1.91	5.29	9.13	7.76	6.74	4.80	3.04	1.47	0.67	0.29	0.13	41.79
Esla - Porma	47.0	76.9	100.2	116.2	101.1	120.6	106.0	77.8	43.1	19.2	10.6	11.4	830.3
AN 191	10.58	14.98	16.92	18.20	15.50	20.29	21.10	16.67	9.75	5.37	3.62	3.76	156.74
AN 102	7.44	10.24	11.76	13.03	11.22	14.60	13.51	10.27	6.43	3.56	2.35	2.44	106.83
AN 603	1.77	2.91	3.90	4.52	3.79	3.55	2.91	2.06	1.12	0.54	0.31	0.31	27.68
AN 164	1.74	2.90	3.99	4.69	3.78	3.55	2.80	1.99	1.13	0.55	0.31	0.31	27.73
AN 604	3.39	5.77	8.01	9.76	7.75	7.17	5.61	4.07	2.28	1.06	0.57	0.59	56.02
AN 143	0.93	1.62	2.33	2.93	2.25	1.96	1.57	1.13	0.65	0.29	0.14	0.15	15.94
AN 147	2.87	5.96	10.13	13.25	11.00	10.10	8.05	5.69	2.82	1.36	0.74	0.52	72.48
AN 119	1.67	3.65	6.85	9.34	7.11	5.80	4.19	2.78	1.50	0.61	0.26	0.20	43.94
AN 163	0.38	0.84	1.58	2.21	1.68	1.38	0.97	0.64	0.35	0.14	0.06	0.04	10.29
Porma - Esla	30.8	48.9	65.5	77.9	64.1	68.4	60.7	45.3	26.0	13.5	8.3	8.3	517.6
AN 120	0.54	1.25	3.46	5.79	4.36	3.64	2.37	1.41	0.73	0.30	0.12	0.07	24.05
AN 190	0.34	0.93	2.54	4.04	2.96	2.43	1.56	0.90	0.43	0.19	0.08	0.05	16.44
AN 622	0.23	0.52	1.48	2.52	1.96	1.65	1.07	0.63	0.33	0.13	0.05	0.03	10.62
AN 121	0.26	0.66	2.12	3.91	2.80	2.55	1.56	0.97	0.50	0.21	0.09	0.05	15.66
Resto Esla	1.4	3.4	9.6	16.3	12.1	10.3	6.6	3.9	2.0	0.8	0.3	0.2	66.8
Total	79.2	129.2	175.3	210.4	177.3	199.2	173.2	127.0	71.1	33.5	19.3	19.9	1414.7

Análisis de la operación del sistema

El análisis detallado del funcionamiento del sistema Esla-Porma está fuera del alcance del presente trabajo, ya que requiere el empleo de modelos de simulación de sistemas complejos de recursos hídricos. Sin embargo, se pueden hacer unos análisis globales del funcionamiento conjunto del sistema para entender las causas del fallo de las demandas, a pesar de la relativa abundancia de las aportaciones y la capacidad de regulación de los embalses.

Se han empleado los resultados del modelo Aquatool correspondientes al escenario 2039, a partir de la información presentada en la página web de la

Confederación Hidrográfica del Duero. Los datos recopilados son los correspondientes a embalses y demandas en el sistema Esla-Porma.

Los resultados de demandas se presentan en las figuras 3.10 y 3.11. En la figura 3.10 se presentan los déficits mensuales de las demandas de riego del sistema Esla-Porma, comparados con el valor total de la demanda. En la figura 3.11 se presenta el valor acumulado de los déficits a lo largo de 10 años, comparado con el 100% de la demanda anual. En ambas figuras se comprueba que todas las demandas de riego del sistema tienen un comportamiento similar: presentan déficits en los mismos meses y en una proporción muy similar. La figura de déficit acumulado muestra unas bandas paralelas que indican que todas las demandas contribuyen en la misma proporción al déficit total. El año más crítico de la simulación es 1992-93. El máximo déficit se produce en julio de 1993, y es igual a 79,83 hm³. Todos los periodos de 10 años que incumplen el criterio de garantía incluyen el año hidrológico 1992-93. El periodo de 10 años más desfavorable es el comprendido entre el año hidrológico 1985-86 y el año hidrológico 1995-96.

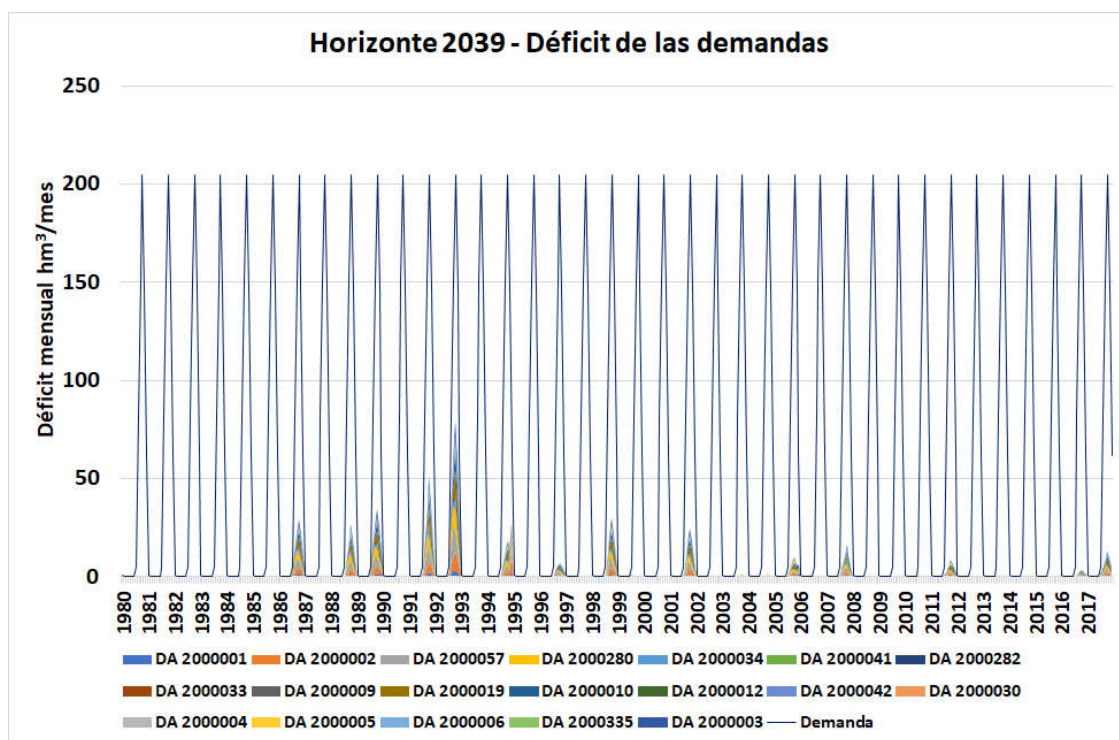


Figura 3.10 Déficit de las demandas de riego del sistema Esla-Porma en el escenario 2039.

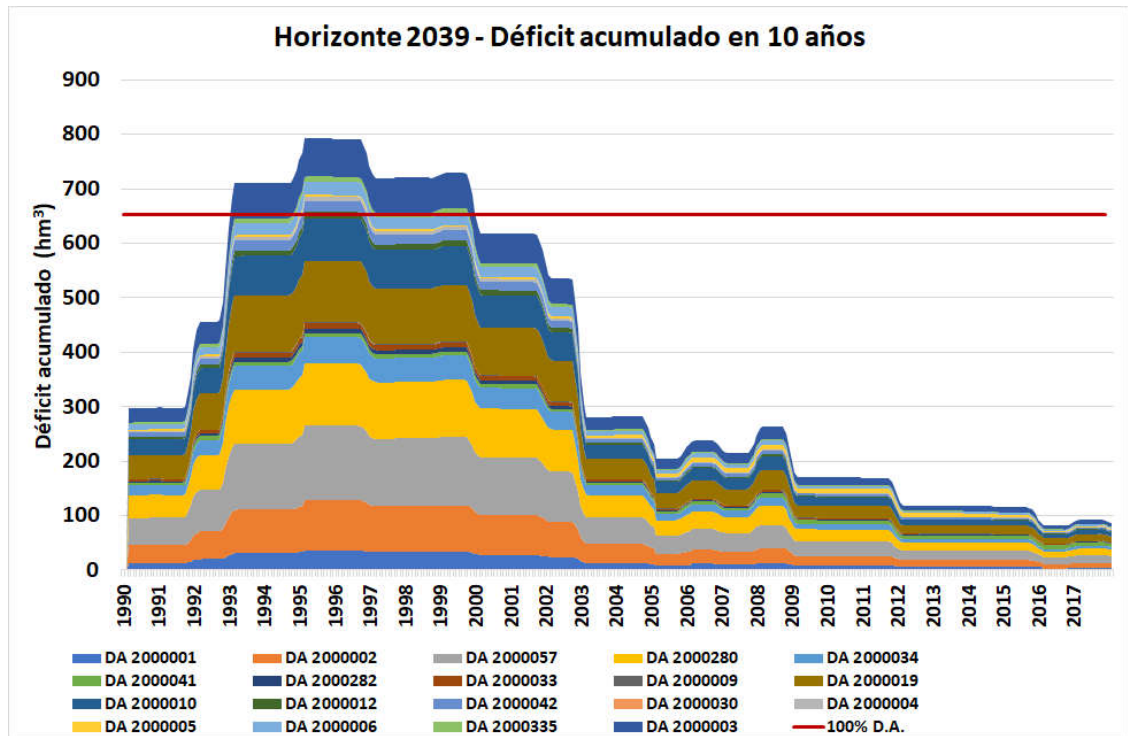


Figura 3.11 Déficit acumulado en diez años de las demandas de riego del sistema Esla-Porma en el escenario 2039.

En la figura 3.12 se muestra la evolución en el tiempo de las reservas de agua en los embalses de Riaño y Porma. En ambos embalses se ha considerado el volumen útil, descontando el volumen de embalse mínimo, que es de 78 hm³ en Riaño y 47 hm³ en Porma.

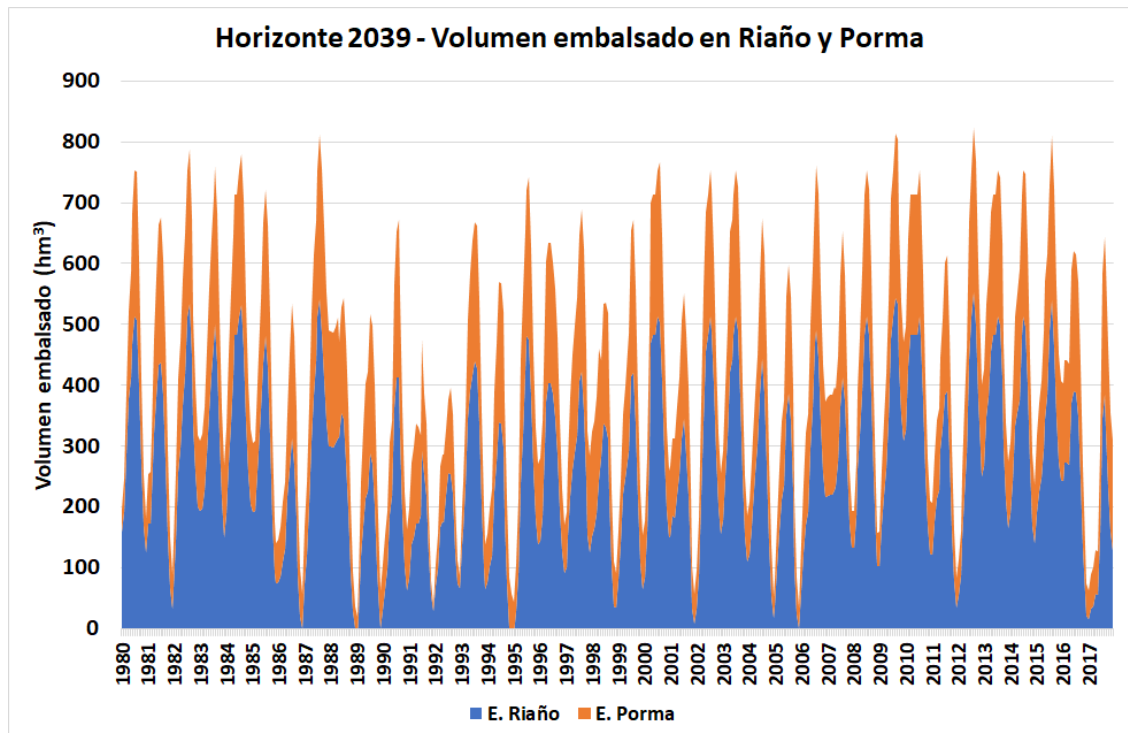


Figura 3.12 Volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

Hay varios ciclos en los que el volumen de reservas baja considerablemente hasta casi agotarse. En Riaño se producen dos vaciados, en octubre de 1989 y 1995, pero las reservas del sistema nunca llegan a agotarse completamente porque Porma tiene volumen embalsado útil en esos meses (30,58 hm³ en 1989 y 43,91 hm³ en 1995). En conjunto, las reservas del sistema combinado nunca bajan de 20,43 hm³.

En la figura 3.13 se comparan las sueltas netas de los embalses (descontando el caudal mínimo impuesto en el tramo inmediatamente aguas abajo) con los suministros a las demandas de riego. En la figura se puede apreciar que el suministro de las demandas coincide con las sueltas netas de los embalses en muchos meses, lo que indica que las demandas situadas más aguas abajo no utilizan la aportación correspondiente a la cuenca situada aguas abajo de los embalses. También se constata que hay varios periodos en los que se producen sueltas que no están destinadas a satisfacer las demandas consuntivas del sistema.

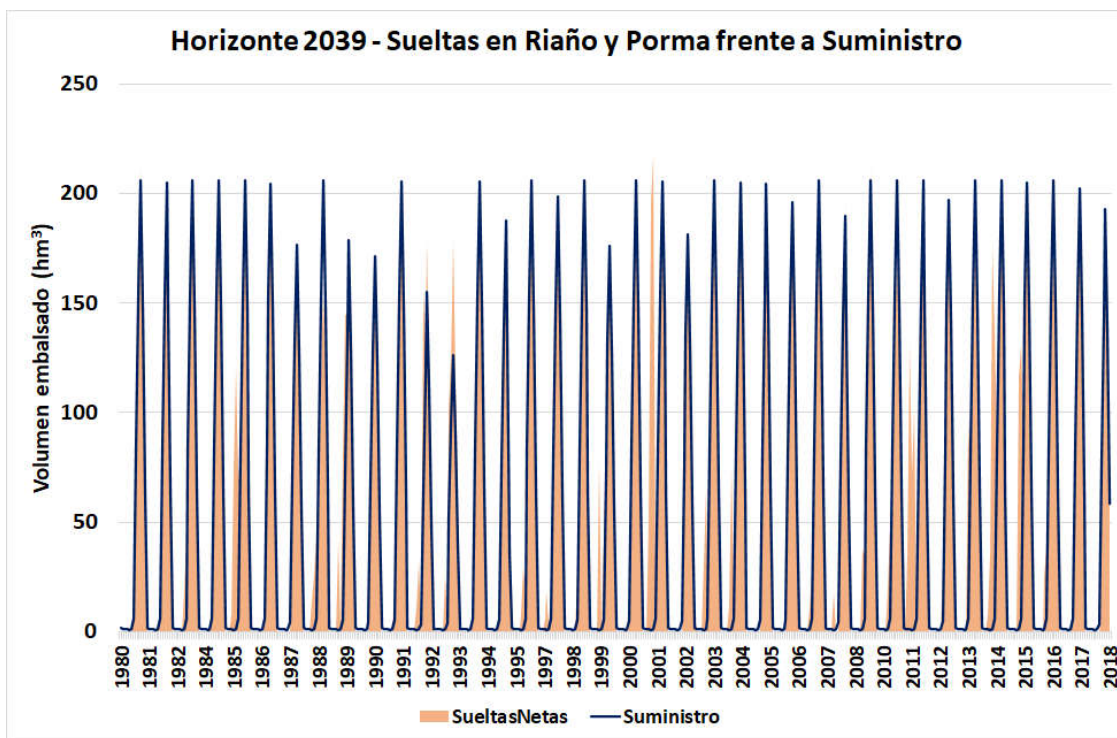


Figura 3.13 Comparación de las sueltas netas de los embalses de Riaño y Porma con el suministro a las demandas de riego del sistema Esla-Porma.

Para analizar la influencia de este aspecto se han preparado las figuras 3.14 y 3.15. En la figura 3.14 se compara el valor acumulado de las sueltas netas de los embalses con el valor acumulado de los suministros a las demandas. En la figura 3.15 se ha representado directamente la diferencia entre las sueltas y los suministros.

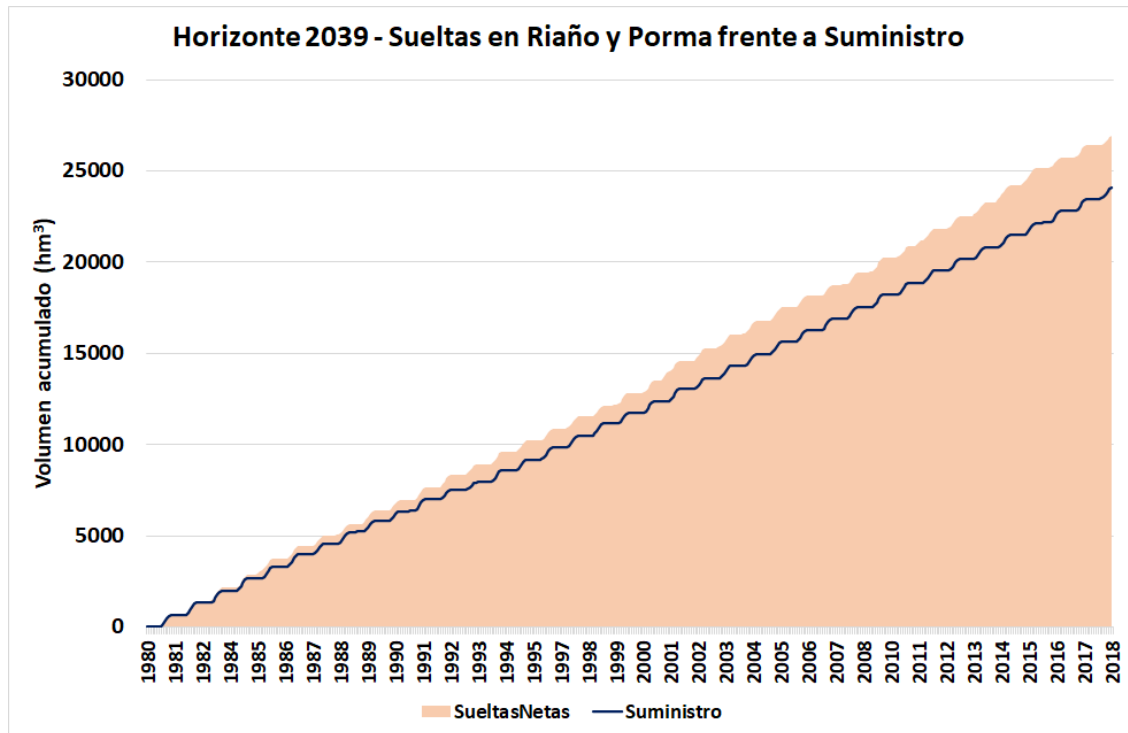


Figura 3.14 Valor acumulado de las sueltas netas de los embalses de Riaño y Porma y del suministro a las demandas de riego del sistema Esla-Porma.

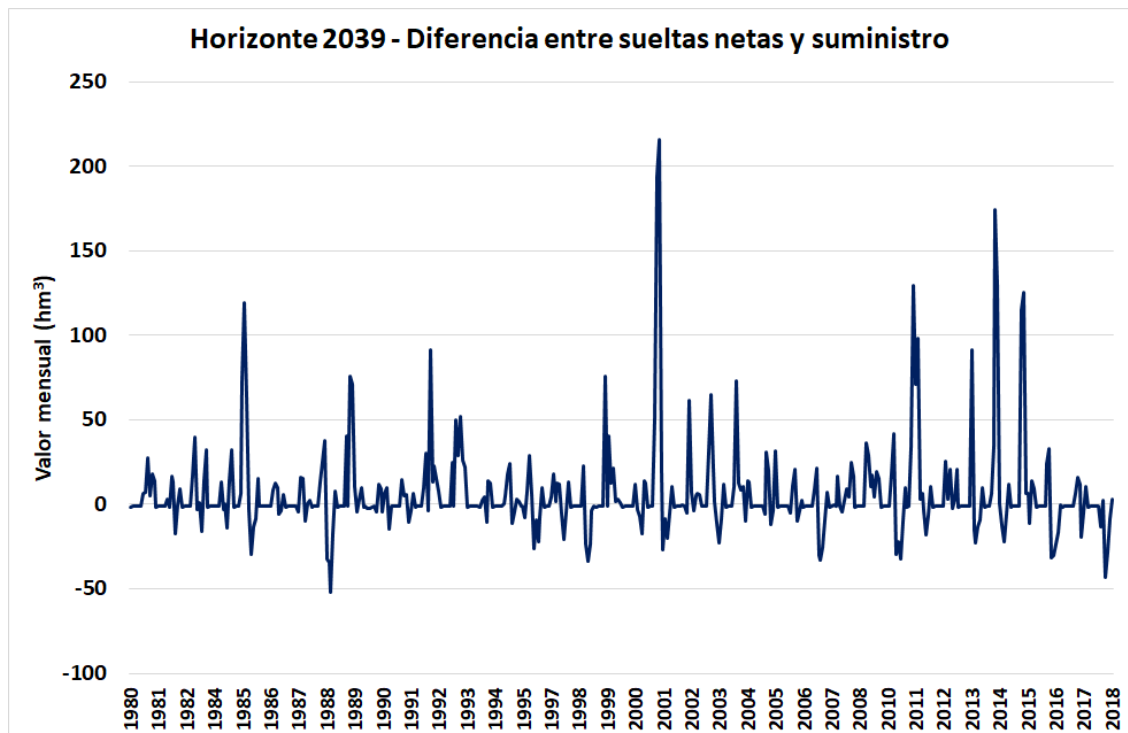


Figura 3.15 Diferencia entre las sueltas netas de los embalses de Riaño y Porma y el suministro a las demandas de riego del sistema Esla-Porma.

El valor acumulado de las sueltas resulta superior al del suministro a las demandas en 2.847 hm³, lo que supone un valor medio de unos 75 hm³/año. Puede

verificarse que los meses en los que las sueltas exceden a los suministros son mucho más numerosos. Si se suman los excesos en estos meses, totalizan 4.354 hm³. Esto indica que los parámetros de configuración del modelo Aquatool provocan que los embalses atiendan necesidades de la cuenca situada aguas abajo de su zona de influencia, sin garantizar previamente que se atienden las demandas consuntivas a las que dan servicio. Esta circunstancia, unida a la baja cobertura que proporcionan las aportaciones no reguladas a las demandas, puede justificar los fallos que se han detectado en el sistema.

Las circunstancias en las que se producen los déficits se analizan en las figuras 3.16 y 3.17. En la figura 3.16 se muestra el déficit mensual de las demandas de riego en función del volumen embalsado en ese mes. En la figura 3.17 se muestra el déficit de cada una de las demandas, expresado en tanto por ciento de la demanda mensual, en función del volumen embalsado en ese mes.

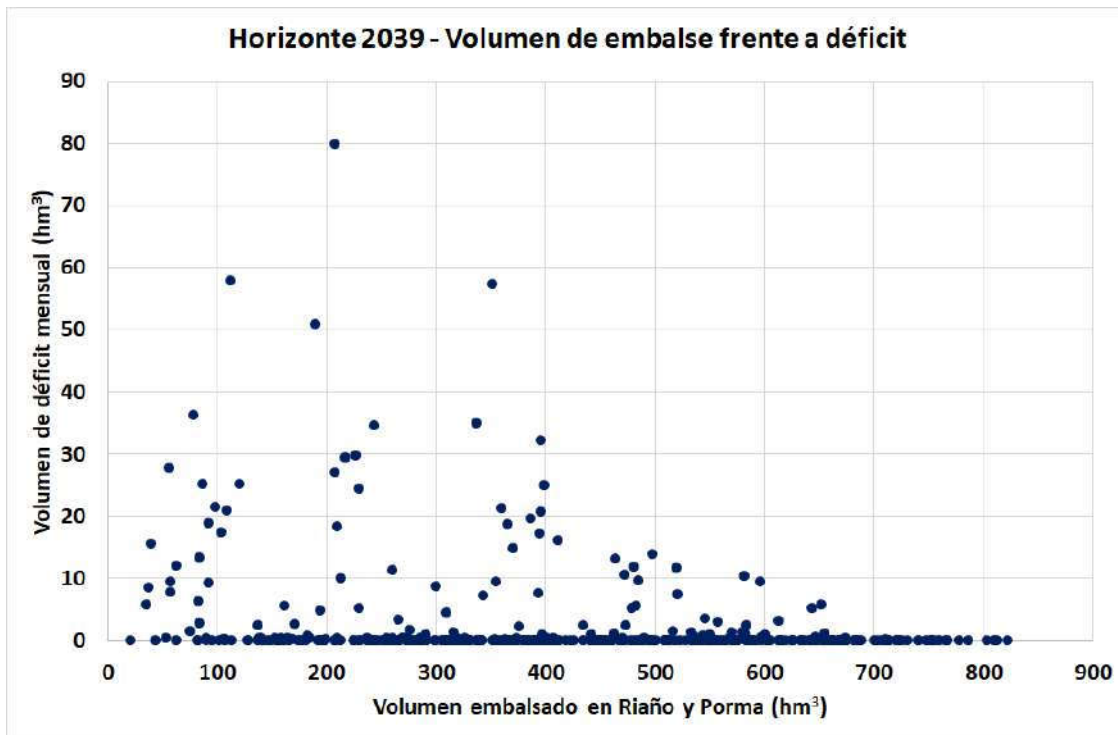


Figura 3.16 Déficit mensual de las demandas de riego en función del Volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

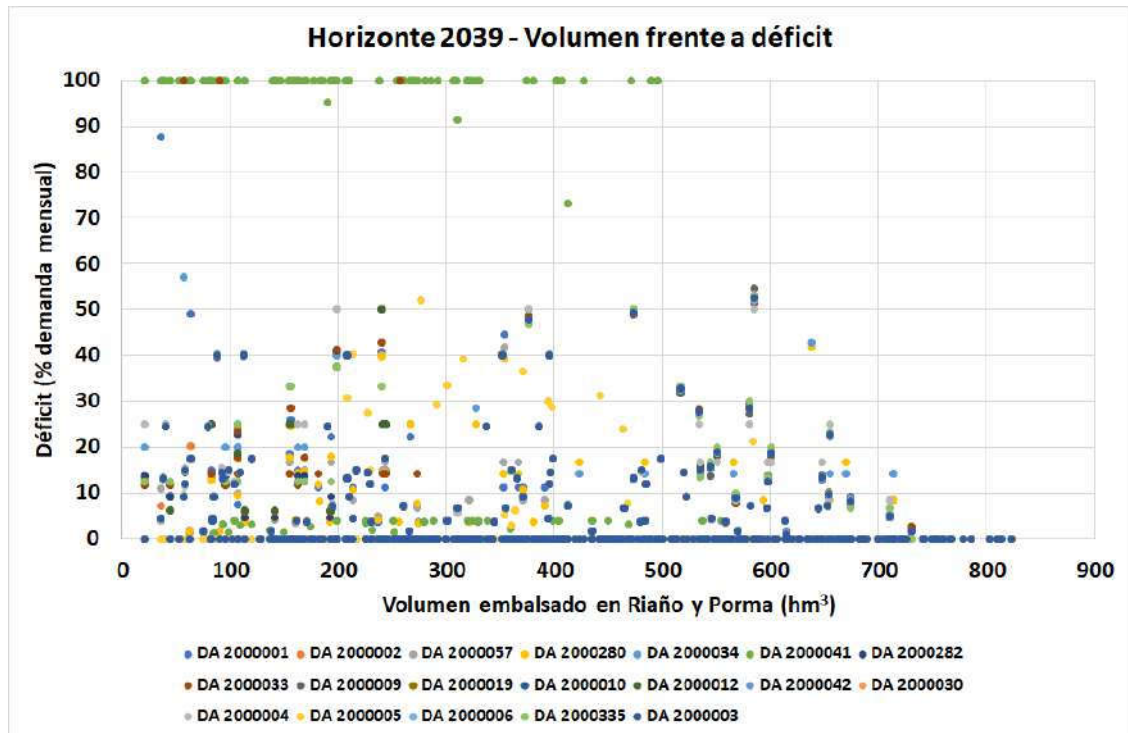


Figura 3.17 Déficit de las demandas de riego (expresado en tanto por ciento de la demanda mensual) en función del volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

Las figuras 3.16 y 3.17 muestran que el funcionamiento del modelo es tremendamente complejo, puesto que se producen déficits en algunas demandas incluso cuando las reservas del sistema son considerables. Esto puede ser debido a circunstancias desfavorables de explotación. Por ejemplo, es posible que la reserva se encuentre en un embalse que no puede dar servicio a la demanda. También puede suceder que la infraestructura hidráulica no tenga capacidad para hacer llegar el agua embalsada a todas las demandas. Por ejemplo, las demandas que presentan un déficit mensual igual al 100% de su demanda son las que toman agua del Canal Cea-Carrión. A pesar de ello, el hecho de que los déficits significativos afecten prácticamente de la misma manera a todas las demandas del sistema sugiere que el déficit no es debido a falta de disponibilidad de recursos y falta de capacidad hidráulica del sistema, sino a una gestión del sistema que no otorga prioridad a las demandas de riego que deben ser atendidas desde los embalses.

Este aspecto se confirma si se analiza el periodo crítico de 10 años que impide que se cumpla el criterio de garantía. En la figura se muestra el detalle de la explotación del sistema Esla-Porma en el periodo comprendido entre el año hidrológico 1985-86 y el año hidrológico 1995-96. Se muestran las reservas en los embalses, el valor de la demanda y el déficit y la suma del déficit y las sueltas netas del sistema.

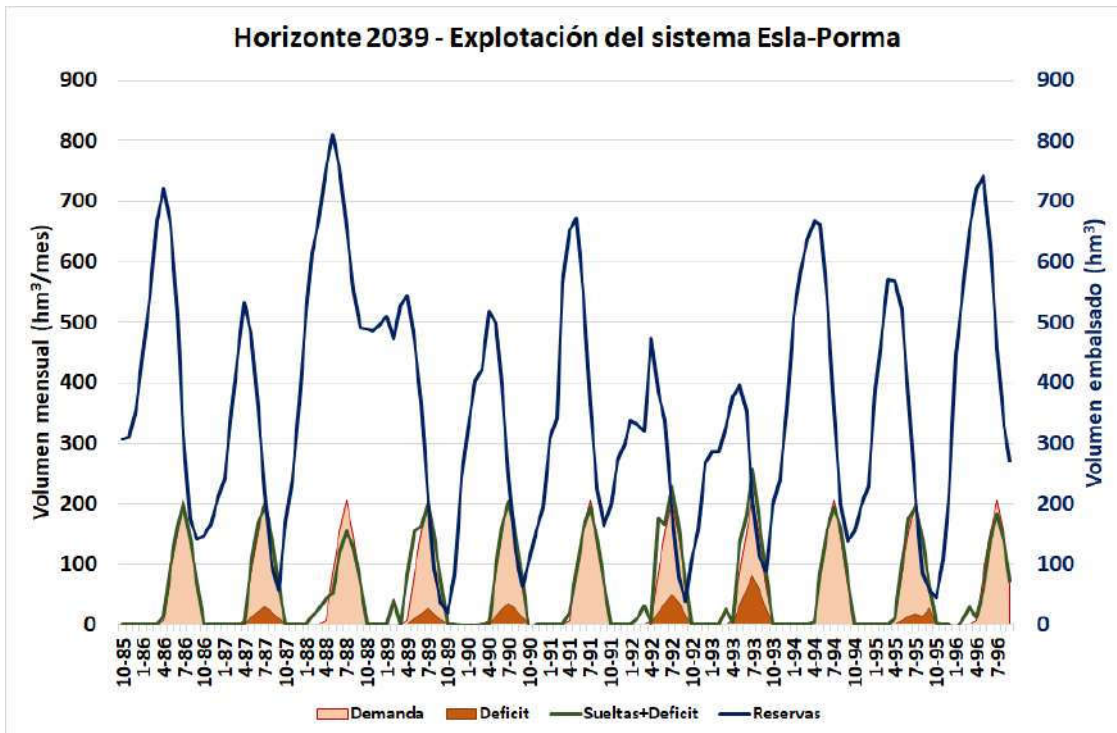


Figura 3.18 Detalle de la explotación del sistema Esla-Porma en el periodo comprendido entre el año hidrológico 1985-86 y el año hidrológico 1995-96 en el escenario 2039.

Hay varios meses en los que se han desembalsado recursos que no han sido destinados a las demandas del sistema. En total, el déficit acumulado en ese periodo es $793.12 \text{ hm}^3/\text{a}$, un 120% de la demanda anual. En el mismo periodo, la suma de las sueltas netas que no han sido destinadas al suministro a las demandas totaliza $965.39 \text{ hm}^3/\text{a}$, lo que habría sido suficiente para eliminar completamente el déficit. Además, se finaliza en el año hidrológico 1992-93, el más crítico de la serie, con una reserva de $87,33 \text{ hm}^3$, 66.40 hm^3 en Riaño y 20.93 hm^3 en Porma.

Conclusión

El modelo que se ha empleado para analizar el sistema Esla-Porma tiene una complejidad notable. Está encuadrado en el modelo integral de la cuenca, con el que tiene distintas conexiones. Además de los elementos analizados en este estudio, embalses, demandas consuntivas, tramos de río y conducciones, existen numerosas centrales hidroeléctricas, tramos de río cedentes al acuífero y caudales ecológicos. En el modelo se han incluido distintas reglas de operación, que pretenden ajustar el funcionamiento de las infraestructuras a su operación habitual. En el modelo Aquatool figuran las reglas “PES Riaño”, “Regla_Esla”, “Trasvase Cea-Carrión_Esla” y “DEM_Esla”. Todo esto hace que su funcionamiento sea tremendamente complejo y resulte muy difícil conseguir equilibrar los múltiples objetivos de la explotación. Sin embargo, no debe perderse de vista que el objetivo de estos modelos de simulación es realizar la mejor asignación posible de los recursos a las demandas. En este contexto, no siempre resulta más adecuado para esta función un modelo

El balance de recursos y demandas que se ha realizado en los embalses de Riaño y Porma a partir de los resultados del modelo Aquatool permite deducir que, en contra



de las conclusiones del Proyecto de Plan, existen recursos disponibles para atender las demandas consuntivas de regadío del sistema Esla-Porma, incluso en el escenario de cambio climático. Para comprobarlo, sería necesario configurar el modelo para que la gestión de estos embalses atendiera su principal objetivo, que es la satisfacción de las demandas de riego. Dado el carácter preliminar del estudio, esta es una conclusión provisional, que debería ser validada en un estudio detallado del funcionamiento del sistema.

La conclusión general del sistema Esla-Porma es aplicable a la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase. En el caso particular de la demanda DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión, esta conclusión queda matizada por las limitaciones que se derivan de su configuración singular. La viabilidad de esta demanda dependerá de las condiciones de explotación del Canal Cea-Carrión y de la capacidad de regulación que pueda proporcionar la balsa.



4. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE SISTEMAS SENCILLOS

En este apartado se describe la metodología que se emplea en el análisis de los dos sistemas mediante modelos de explotación elaborados en hoja de cálculo. En primer lugar, se describe el modelo de cálculo empleado. Seguidamente, se presenta la metodología seguida en el análisis de los distintos escenarios.

Descripción del modelo de cálculo

El modelo de cálculo está compuesto de un conjunto de módulos individuales de análisis, que se enlazan según la topología del sistema. El análisis se realiza a escala mensual para un periodo de simulación formado por múltiples años. El sistema tiene como objetivo atender una única demanda principal, pero puede considerar otras demandas que tienen más o menos prioridad que la demanda principal. El cálculo se organiza enlazando los módulos para atender la demanda principal. Los enlaces entre módulos y las reglas de operación se pueden configurar en función de las necesidades de cada caso particular. Los módulos básicos de cálculo son los siguientes:

Análisis de una demanda previa sin regulación. En este módulo se considera una serie de aportación en régimen natural que debe atender una demanda de cabecera. Se dispone del valor de la demanda y su reparto a lo largo del año, y del caudal ecológico que debe ser respetado en la toma. El modelo descuenta en primer lugar el caudal ecológico de la aportación natural y emplea el resto en proporcionar suministro a la demanda. Los valores suministrados se devuelven al cauce en el extremo de aguas abajo, aplicando el coeficiente de retorno correspondiente. Se pueden aplicar reglas de operación que reduzcan el valor del caudal ecológico o el caudal demandado en función de otras variables de estado del modelo.

Análisis de un embalse con una demanda local. En este modelo se considera una serie de aportación de entrada a un embalse, que debe atender prioritariamente una demanda local y queda disponible para atender otras demandas aguas abajo. Se dispone de los volúmenes máximos y mínimos de operación el embalse en cada mes, de la tasa de evaporación mensual y de la tabla de relación entre el volumen almacenado y la superficie inundada. También se dispone del valor de la demanda local y su reparto a lo largo del año, y del caudal ecológico que debe ser respetado aguas abajo del embalse. El modelo descuenta en primer lugar el caudal ecológico de la aportación de entrada y acumula el resto en el embalse. A continuación, se aplican las pérdidas por evaporación, calculadas a partir del volumen embalsado. Seguidamente, se asigna parte del volumen embalsado para atender la demanda local prioritaria. El resto de volumen embalsado queda disponible para atender la demanda central del sistema. El módulo de la demanda central determina las sueltas que son requeridas desde cada embalse en función del estado actual de cada módulo. En el módulo del embalse, se aplican las sueltas requeridas y se obtiene el volumen final, respetando el volumen mínimo. Si el volumen final excede el volumen máximo, se calculan los vertidos. Los valores suministrados a la demanda local se devuelven al cauce en el extremo de aguas abajo, aplicando el coeficiente de retorno correspondiente. Se pueden aplicar reglas de operación que reduzcan el valor del caudal ecológico o el caudal demandado en función de otras variables de estado del modelo.

Análisis de la demanda central. La demanda central del sistema se puede atender a partir de una aportación sin regular y de uno o más embalses. Se dispone del valor de la demanda y su reparto a lo largo del año, y del caudal ecológico que debe ser respetado en la toma. La aportación sin regular es una serie en régimen natural que se utiliza prioritariamente para atender parte de la demanda central. El modelo descuenta en primer lugar el caudal ecológico de la aportación natural y emplea el resto en proporcionar suministro a la demanda central. Si el suministro a partir de la aportación sin regular no es suficiente para atender la totalidad de la demanda, se solicita la contribución de los embalses del sistema. El módulo de análisis determina la cuantía de esta contribución y las aportaciones individuales de cada embalse en función de las reservas actuales de cada embalse y de las reglas de operación programadas. Estas reglas dependen del número de embalses del sistema y de cómo estén conectados entre ellos. Una vez se han definido las sueltas que debe hacer cada embalse, se realiza la operación de gestión los embalses y se obtiene el suministro total a la demanda, como suma del suministro procedente de la aportación sin regular y de los distintos embalses. Los valores suministrados se devuelven al cauce en el extremo de aguas abajo, aplicando el coeficiente de retorno correspondiente. Se pueden aplicar reglas de operación que reduzcan el valor del caudal ecológico o el caudal demandado en función de otras variables de estado del modelo.

Análisis de una demanda posterior sin regulación. Es posible analizar el suministro a una demanda posterior a la demanda central a partir de los retornos del sistema de aguas arriba y de una aportación adicional no regulada. Se dispone del valor de la demanda y su reparto a lo largo del año, y del caudal ecológico que debe ser respetado en la toma. El modelo descuenta en primer lugar el caudal ecológico de la aportación natural y emplea el resto en proporcionar suministro a la demanda. Los valores suministrados se devuelven al cauce en el extremo de aguas abajo, aplicando el coeficiente de retorno correspondiente. Se pueden aplicar reglas de operación que reduzcan el valor del caudal ecológico o el caudal demandado en función de otras variables de estado del modelo.

En la figura 4.1 se presenta un ejemplo del sistema que se puede construir a partir de los módulos elementales. El sistema atiende la demanda central a partir de un único embalse y de una aportación sin regular. Adicionalmente, se puede considerar que la aportación el embalse y la aportación sin regular están sujetas a la captación de una demanda previa. Estas demandas previas corresponderían a riegos de cabecera sin regulación. En el embalse se considera una demanda local prioritaria que se atiende antes de liberar los recursos para la demanda central. Esta demanda local podría ser una demanda de abastecimiento. También se considera una demanda posterior, que se atiende con los retornos del sistema. En las tomas de todas las demandas y aguas abajo del embalse se puede especificar un caudal ecológico.

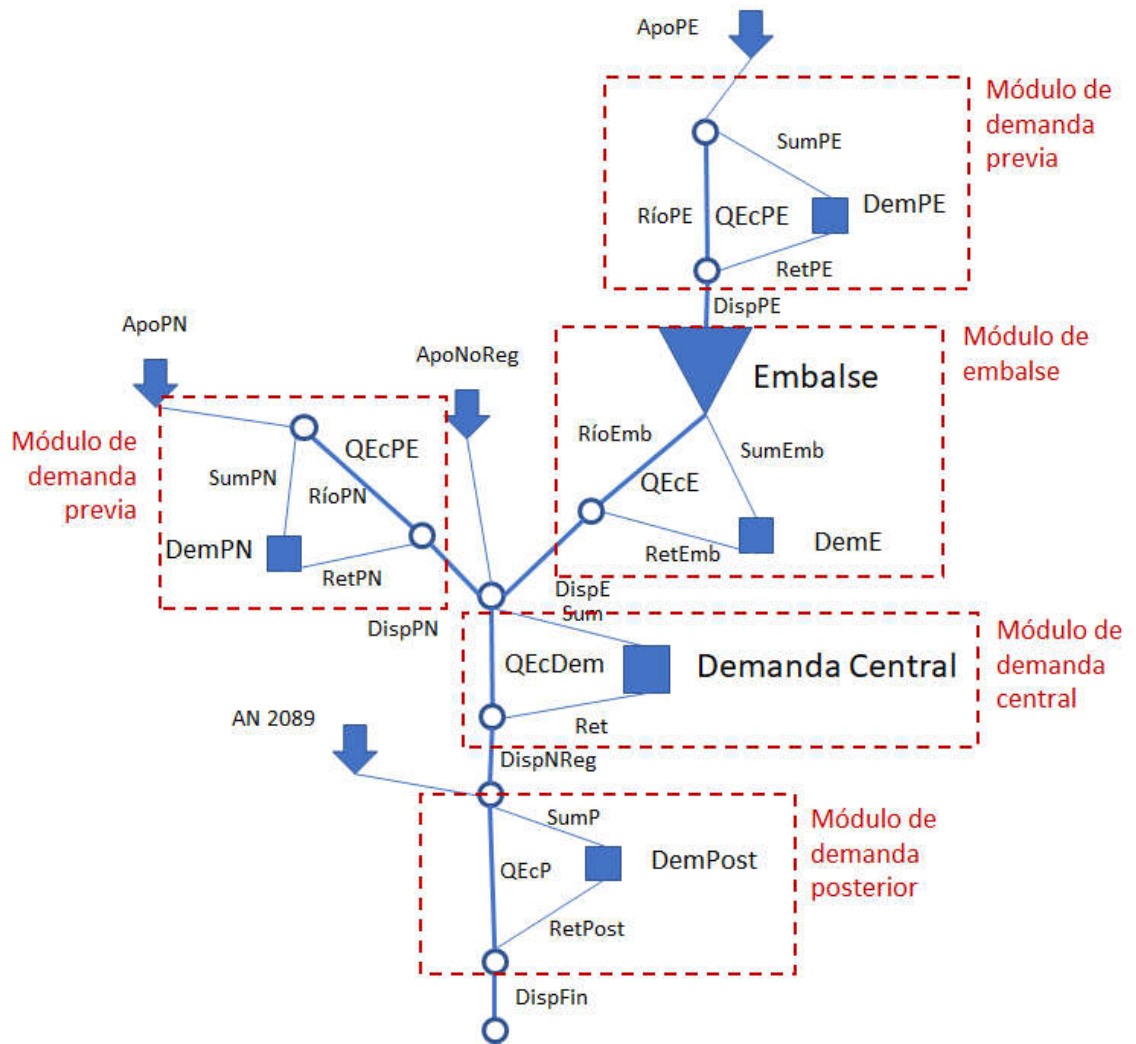


Figura 4.1 Ejemplo del esquema de aprovechamiento que se puede analizar con el modelo preparado.

El modelo está desarrollado en hoja de cálculo, lo que permite realizar cambios en su estructura con facilidad. También se pueden elaborar gráficos que ilustren sobre el funcionamiento del sistema y obtener distintos resúmenes, tanto a escala anual como en valores medios agregados. En particular, se puede examinar el grado de atención a los caudales ecológicos o el cumplimiento de distintos criterios de garantía en cada una de las demandas. Finalmente, la utilidad “solver” permite responder preguntas relativas a los límites de operación del sistema, definiendo, por ejemplo, el volumen de embalse que se requiere para atender una demanda o la máxima demanda que se puede atender con una configuración determinada.

Metodología de análisis de los sistemas en distintas hipótesis

El objetivo del análisis es confirmar los resultados de las simulaciones realizadas en el Proyecto de Plan Hidrológico y explorar otras alternativas de gestión que permitan mejorar la disponibilidad de agua en el sistema. El análisis se ha realizado respetando los datos de partida establecidos en el Proyecto de Plan, en cuanto a recursos en régimen natural, demandas, infraestructura y caudales ecológicos.

En cada escenario se han realizado tres series de pasadas:

- Pasada con la hipótesis del Proyecto de Plan. En ese caso, se reproducen exactamente las hipótesis de cálculo de las pasadas del modelo Aquatool
- Pasada considerando caudal ecológico en la toma. Se ha impuesto la condición de respetar un caudal ecológico mínimo aguas abajo de la toma.
- Pasada considerando caudal ecológico en la toma y reglas de operación en sequía. En este caso, se ha considerado que se aplican las reglas de operación que autorizan a suministrar el 50% del caudal ecológico en las situaciones de sequía prolongada.

Para la definición de sequía prolongada se ha tomado como referencia la versión del Plan Especial de Sequía (PES) de la cuenca del Duero de 2018, donde se identifican los indicadores empleados para el sistema Pisuegra: aportaciones acumuladas en 6 meses en los embalses de Requejada (40%) y Cervera (20%), aportaciones acumuladas en 6 meses en las estaciones de aforo EA 2049 Esgueva en Cabañes de Esgueva (10%), EA 2018 Río Odra en Pedrosa de Príncipe (10%) y EA 2131 Río Camesa en Villaescusa de las Torres (10%) y precipitación acumulada en 9 meses en el pluviómetro 2422 de Valladolid (10%). Se han recopilado los datos de las estaciones y se han reconstruido el valor histórico del indicador de estado que permite determinar los meses en los que se habría declarado sequía prolongada. El resultado del indicador de estado se presenta en la figura 4.2. Se han sombreado los meses en los que el indicador es inferior a 0.3, que determinan la declaración de sequía prolongada. Este indicador no coincide exactamente con el que figura en el PES, puesto que las series de aportación a los embalses son diferentes de las que se emplearon en el PES, pero puede utilizarse para analizar el efecto que tendría la incorporación de este tipo de regla de operación.

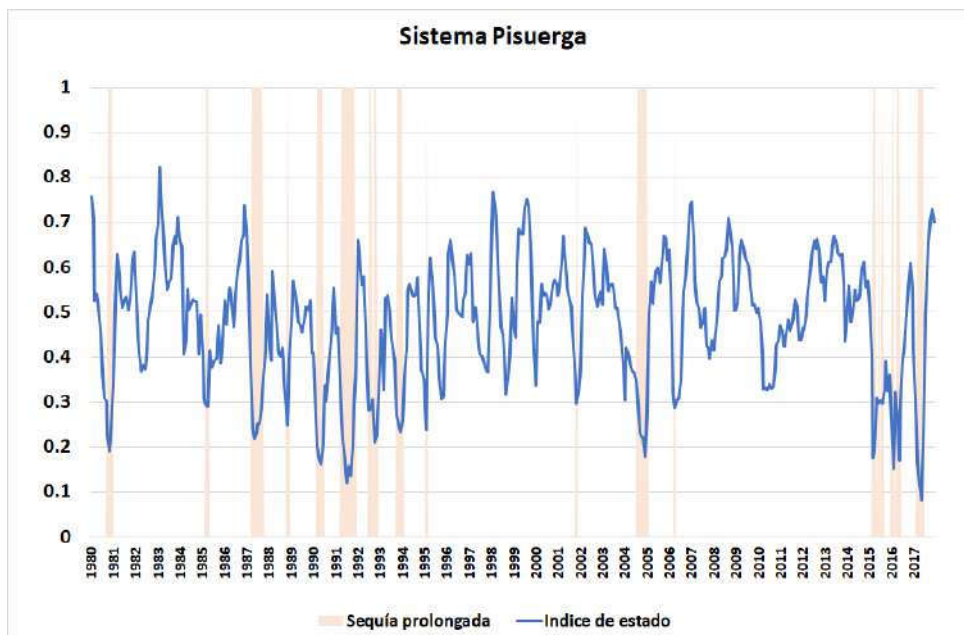


Figura 4.2 Indicador normalizado de estado en el sistema Pisuegra.

5. ANÁLISIS DEL SISTEMA DEL RÍO BOEDO

Configuración del sistema

El sistema del río Boedo se estudia para analizar la demanda DA 2000100 RP Río Boedo. El sistema comprende la cuenca del río Boedo hasta su desembocadura en el río Pisuerga. Las figuras 5.1 y 5.2 presentan los esquemas utilizados en el modelo de cálculo. La figura 5.1 corresponde al modelo de Aquatool empleado en el proyecto de Plan y la figura 5.2 corresponde al modelo empleado en este estudio.

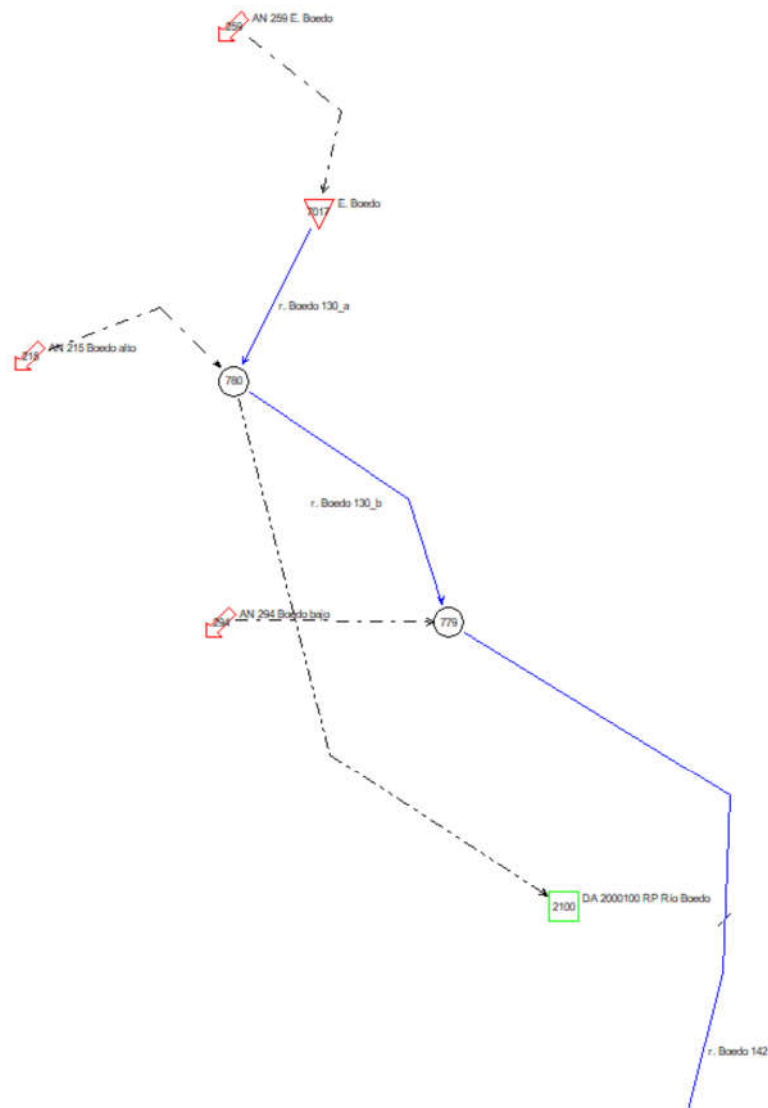


Figura 5.1 Esquema del sistema del río Boedo empleado en el modelo Aquatool del Proyecto de Plan.

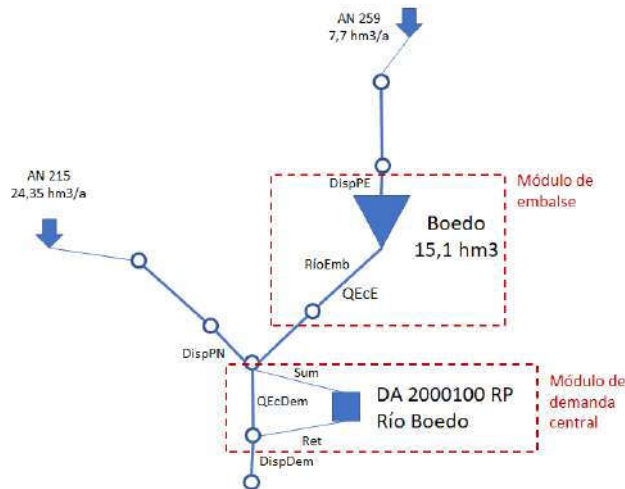


Figura 5.2 Esquema del sistema del río Boedo empleado en este estudio.

En el Proyecto de Plan, la DA 2000100 está encuadrada en el Sistema de Explotación Pisuerga. Toma del nudo 780, que corresponde a un punto intermedio en la masa de agua 30400130, “Río Boedo desde cabecera hasta confluencia con arroyo del Sotillo, y arroyo del Sotillo”. El sistema cuenta con el embalse de Boedo (15,1 hm³), pero sólo se considera operativo a partir del escenario 2033.

La demanda se atiende a partir de dos series de aportaciones: Las entradas al embalse de Boedo, identificadas como “AN 259 E. Boedo”, y las correspondientes a la cuenca diferencial hasta la toma, identificadas como “AN 215 Boedo alto”. Los valores medios de las aportaciones empleados en el cálculo para los escenarios sin cambio climático son los reflejados en la tabla 5.1. Corresponden a la “serie corta”, del año hidrológico 1980-81 a 2017-18. A la altura de la toma, estas aportaciones totalizan 32,04 hm³/a, de los que 7,69 hm³/a están regulados. Estas aportaciones se utilizan en los horizontes 2021, 2027 y 2033. La tabla 5.2 corresponde al escenario de cambio climático, y se utiliza en el horizonte 2039. En la hipótesis de cambio climático, estas aportaciones se reducen un 8,8 %.

Tabla 5.1 Valores medios de las aportaciones consideradas en el sistema del río Boedo, en hm³/mes

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 259	7.69	0.167	0.388	0.953	1.448	1.307	1.130	0.991	0.655	0.332	0.165	0.094	0.060
AN 215	24.35	0.529	1.229	3.018	4.584	4.139	3.579	3.139	2.075	1.051	0.521	0.298	0.191
AN 254	6.72	0.111	0.265	0.750	1.439	1.162	1.034	0.885	0.560	0.272	0.131	0.069	0.044

Tabla 5.2 Valores medios de las aportaciones consideradas en el sistema del río Boedo en escenario de cambio climático, en hm³/mes

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 259	7.01	0.141	0.321	0.769	1.377	1.254	1.086	0.888	0.589	0.299	0.149	0.085	0.055
AN 215	22.21	0.445	1.017	2.436	4.362	3.970	3.438	2.810	1.864	0.947	0.473	0.270	0.173
AN 254	6.14	0.097	0.224	0.624	1.320	1.084	0.969	0.822	0.523	0.253	0.120	0.063	0.040

La demanda de la cuenca (DA 2000100 RP Río Boedo) se presenta en la tabla 5.3 y asciende a 6,162 hm³/a en los escenarios 2021 y 2027 y 14,327 hm³/a en los escenarios 2033 y 2039. Las dotaciones adoptadas en los escenarios 2033 y 2039 no son consistentes con el contenido normativo del Proyecto de Plan, puesto que en la comarca de Boedo-Ojeda se establece una dotación bruta máxima de 4.011 m³/ha.a. En los dos primeros escenarios, esta demanda se atiende sin regulación. En el horizonte 2033 se contempla la puesta en servicio del embalse de Boedo, cuyos datos figuran en la tabla 5.4.

Tabla 5.3 Valores de la demanda DA 2000100 RP Río Boedo

Escenario	Superficie ha	Dotación m ³ /ha.a	Demanda hm ³ /a
Escenario 2021	817	7546	6.162
Escenario 2027	817	7546	6.162
Escenario 2033	3147	4553	14.327
Escenario 2039	3147	4553	14.327

Tabla 5.4 Características del embalse de Boedo

Variable	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Vol. Max (hm ³)	15.1	15.1	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1
Vol. Min (hm ³)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tasa evap. (mm)	51.5	26.1	18.3	19.8	29.6	56.6	76.7	109.5	139.8	163.2	141.9	93.9

En el modelo Aquatool se fija un caudal mínimo en el arco aguas abajo del embalse se fija un caudal mínimo, que es aproximadamente igual al 24% del caudal ecológico estimado para la masa 30400130 e igual al 19% de la aportación media anual al embalse en la serie corta. Ambos caudales se presentan en la tabla 5.5. En el modelo Aquatool no se fija caudal mínimo en el arco aguas abajo de la toma.

Tabla 5.5 Caudales mínimos (hm³/mes) impuestos en el sistema del río Boedo

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Modelo	1.46	0.109	0.124	0.154	0.161	0.128	0.135	0.143	0.129	0.106	0.096	0.090	0.087
M30400130	6.10	0.455	0.518	0.643	0.777	0.532	0.562	0.596	0.536	0.441	0.402	0.375	0.259

Comparación del modelo con los resultados de Aquatool

Se ha realizado inicialmente una comparación del comportamiento del modelo Aquatool y el modelo elaborado en el presente trabajo. La comparación se ha realizado para el escenario 2033, que ya incluye el embalse de Boedo. Se ha constatado que existen ligeras discrepancias entre el funcionamiento de ambos modelos. En la tabla 5.6 se compara el resultado del suministro en la demanda DA 2000100 RP Río Boedo en los dos modelos. El modelo elaborado en este trabajo proporciona resultados de atención a la demanda que son ligeramente diferentes que los del modelo de Aquatool, pero la concordancia global es muy buena.

Tabla 5.6 Resultados de la simulación para la demanda DA 2000100 RP Río Boedo

Escenario	Demanda hm ³ /a	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Máx 1 año % dem 1 año	Máx 2 años % dem 1 año	Máx 10 años % dem 1 año
Aquatool	14.327	9.587	4.740	66.920	96.94	183.52	476.43
Modelo	14.327	9.736	4.591	67.957	96.94	182.25	487.30

En la figura 5.3 se presenta la comparación entre la serie temporal de volúmenes embalsados producida por los dos modelos.

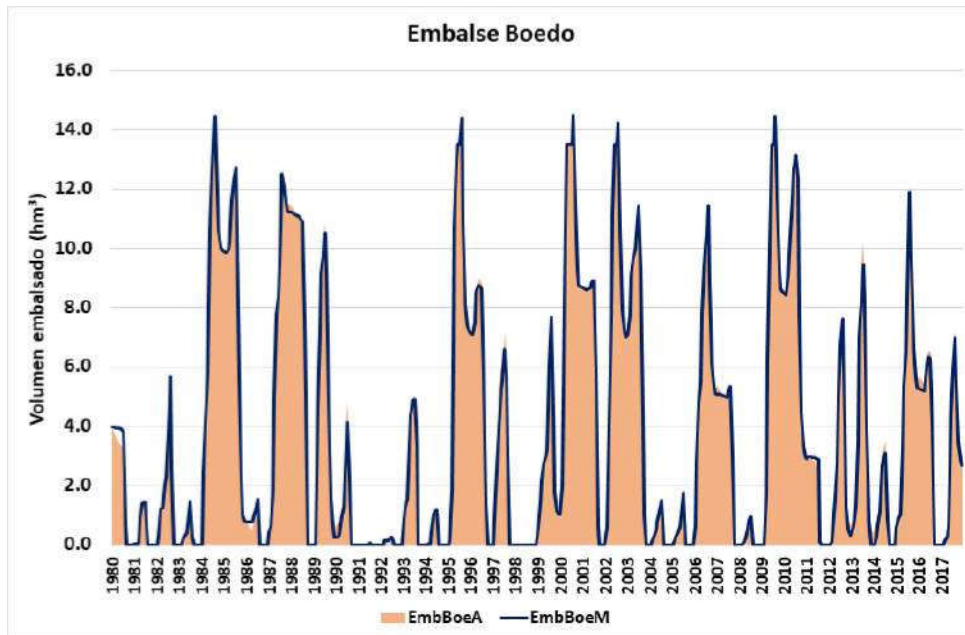


Figura 5.3 Comparación de la serie temporal de volumen embalsado entre el modelo Aquatool (EmbBoeA) y el modelo del presente estudio (EmbBoeM) para el escenario 2033.

El modelo de Aquatool arroja unos resultados de volumen embalsado ligeramente superiores a los del modelo elaborado en el presente estudio. Para analizar el motivo de la discrepancia, se ha comparado el caudal circulante por el tramo inmediatamente aguas abajo del embalse. La comparación se muestra en la figura 5.4, que se centra en la representación de los caudales bajos.

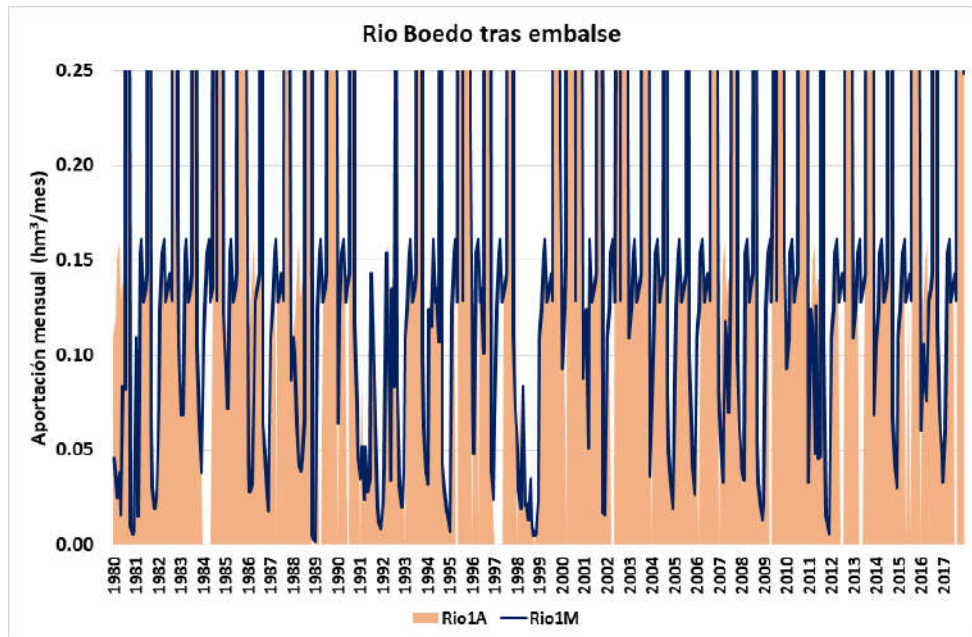


Figura 5.4 Comparación de la serie temporal de caudal circulante en el tramo aguas abajo del embalse de Boedo entre el modelo Aquatool (Rio1A) y el modelo del presente estudio (Rio1M) para el escenario 2033.

En la figura 5.4 se aprecia que hay numerosos meses en los que el modelo de Aquatool no suministra el caudal ecológico, aun cuando la aportación natural al embalse excede su valor. Ésta es la causa por la que los volúmenes embalsados resultan superiores en el modelo de Aquatool. Se desconoce el motivo por el que el modelo de Aquatool no suministra estos caudales ecológicos ya que, en principio, los caudales ecológicos constituyen una restricción a la explotación, previa a la asignación de recursos y deben ser suministrados siempre que las aportaciones naturales lo permitan.

En las figuras 5.5 y 5.6 se presenta la comparación de caudales circulantes en el tramo de río inmediatamente aguas abajo de la toma y de los caudales suministrados en la toma. La figura 5.5 muestra los valores mensuales y la figura 5.6 los valores acumulados.

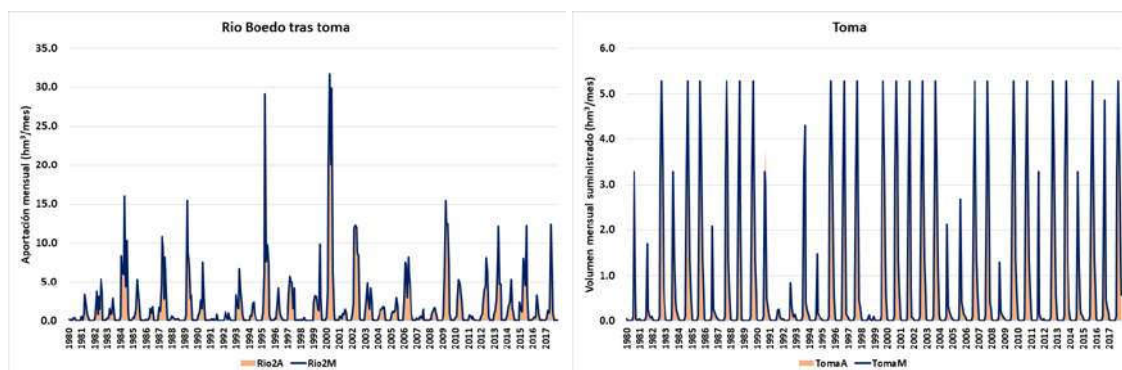


Figura 5.5 Comparación de la serie temporal de caudal circulante en el tramo aguas abajo de la toma (izquierda) y el suministro a la demanda entre el modelo Aquatool (Rio2A, TomaA) y el modelo del presente estudio (Rio2M, TomaM) para el escenario 2033.

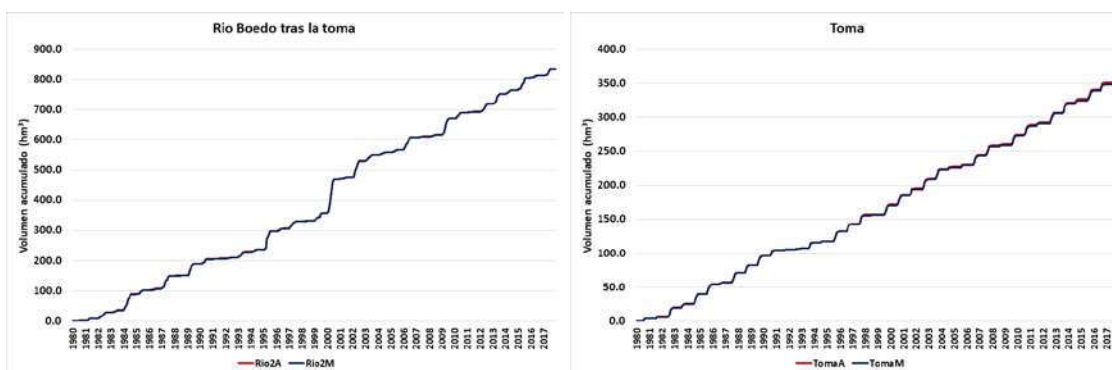


Figura 5.6 Comparación de la serie de volúmenes acumulados en el tramo aguas abajo de la toma (izquierda) y el suministro a la demanda entre el modelo Aquatool (Rio2A, TomaA) y el modelo del presente estudio (Rio2M, TomaM) para el escenario 2033.

Los resultados de caudal de circulación en el río y de suministro a la toma son casi idénticos. Por tanto, puede deducirse que el modelo elaborado representa correctamente la explotación del sistema del río Boedo que se realiza en Aquatool.

Análisis de los escenarios 2021 y 2027

Los escenarios 2021 y 2027 tienen la misma configuración, ya que en ellos no se considera el embalse de Boedo y se parte de las mismas series de aportaciones y demandas.

Hipótesis Proyecto de Plan

En la tabla 5.7 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis del Proyecto de Plan. Se presenta el valor medio y la desviación estándar de cada variable y diferentes percentiles de la distribución. La demanda considerada en el Proyecto de Plan es 6,162 hm³/a. En la figura 5.7 se presenta el déficit de la demanda de riego. Como puede apreciarse en la tabla y en la figura, el sistema no tiene capacidad para atender la demanda, puesto que se producen fallos muy frecuentes y cuantiosos.

Tabla 5.7 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2021

Variable	Aportación hm ³ /a	Suministro hm ³ /a	Déficit 1a hm ³ /a	Déficit 2a hm ³ /a	Déficit 10a hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEco hm ³ /a
Media	32.04	3.32	2.84	5.52	22.16	28.72	0.00
Desv Est	30.49	2.08	2.08	2.50	12.96	28.82	0.00
P95%	1.32	0.32	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00
P75%	8.25	0.95	0.67	3.46	0.00	6.63	0.00
P50%	19.70	3.30	2.80	5.33	26.13	17.03	0.00
P25%	42.14	5.45	4.77	6.71	30.14	36.52	0.00
P05%	78.47	6.16	5.77	8.84	35.03	72.65	0.00

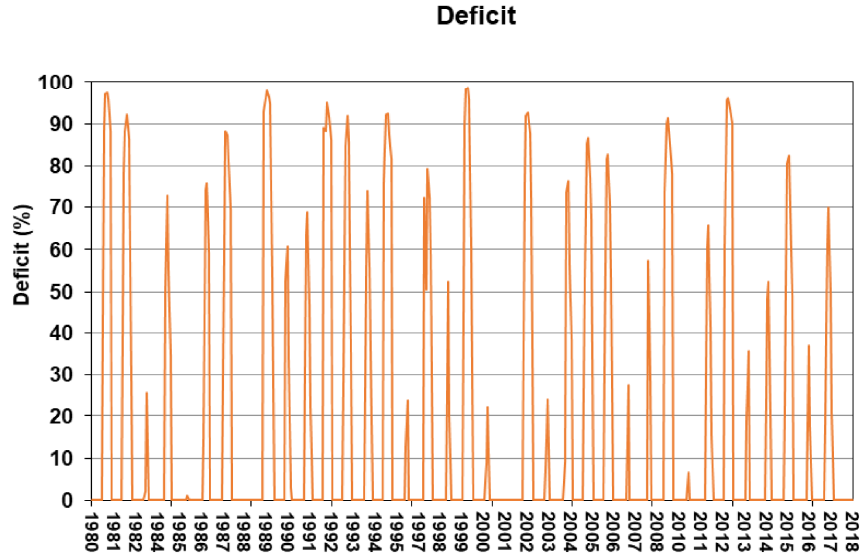


Figura 5.7 Déficit de la demanda de riego en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2021.

Hipótesis Caudal Ecológico en la Toma

En la tabla 5.8 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis de caudal ecológico en la toma. La demanda considerada es la misma que en el Proyecto de Plan, 6,162 hm³/a. El caudal ecológico adoptado es 6,10 hm³/a. En la figura 5.8 se presenta el déficit de la demanda de riego. Como puede apreciarse en la tabla, la imposición del caudal ecológico prácticamente imposibilita que se pueda atender la demanda. También se aprecia que la aportación natural es totalmente insuficiente para atender el caudal ecológico mínimo en la masa, lo que resulta contradictorio con la definición el caudal ecológico adoptada en el IPH. La garantía en volumen es del 82%, pero la garantía en tiempo a escala anual es únicamente del 21%, puesto que únicamente en 8 años la aportación natural supera el caudal ecológico impuesto en todos los meses del año.

Tabla 5.8 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2021

Variable	Aportación hm ³ /a	Suministro hm ³ /a	Déficit 1a hm ³ /a	Déficit 2a hm ³ /a	Déficit 10a hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEco hm ³ /a
Media	32.04	2.28	3.88	7.59	30.19	29.76	4.98
Desv Est	30.49	2.19	2.19	2.74	17.38	28.70	1.36
P95%	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	1.32
P75%	8.25	0.07	1.67	5.76	0.00	7.68	4.29
P50%	19.70	1.48	4.20	7.46	37.06	18.72	5.63
P25%	42.14	4.37	6.08	9.03	40.05	37.58	5.92
P05%	78.47	5.74	6.16	11.68	46.45	73.74	6.10

Deficit

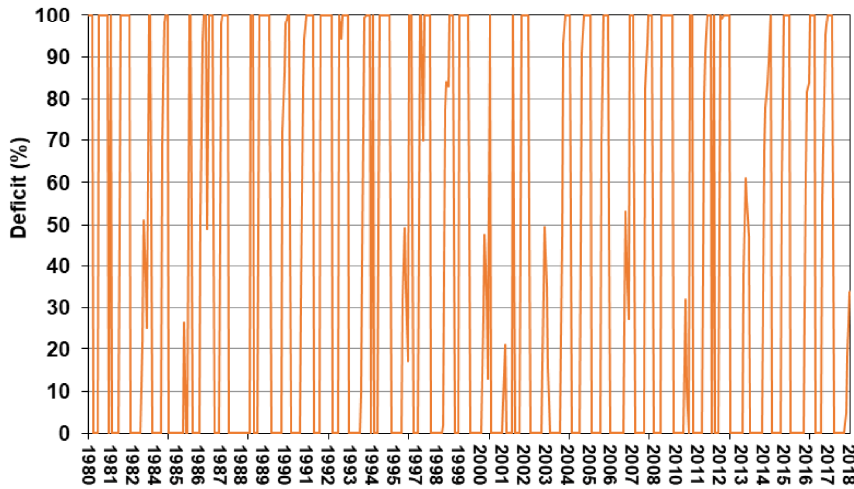


Figura 5.8 Déficit de la demanda de riego en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2021.

Hipótesis Reglas de Explotación en Sequías

En la tabla 5.9 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis de caudal ecológico en la toma incorporando reglas de explotación en sequías, que suponen la reducción del caudal ecológico en un 50% en situación de sequía prolongada. Esta medida incrementa ligeramente el suministro a la demanda de riego y reduce la garantía del caudal ecológico, pero la influencia global es escasa.

Tabla 5.9 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma y reglas de operación en sequías para el escenario 2021

Variable	Aportación hm ³ /a	Suministro hm ³ /a	Déficit 1a hm ³ /a	Déficit 2a hm ³ /a	Déficit 10a hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEco hm ³ /a
Media	32.04	2.31	3.85	7.54	29.92	29.74	4.75
Desv Est	30.49	2.17	2.17	2.67	17.20	28.72	1.33
P95%	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	1.32
P75%	8.25	0.07	1.67	5.76	0.00	7.68	4.25
P50%	19.70	1.48	4.11	7.46	37.03	18.72	4.86
P25%	42.14	4.37	5.77	9.03	39.44	37.58	5.73
P05%	78.47	5.74	6.16	11.29	45.79	73.74	6.10



Deficit

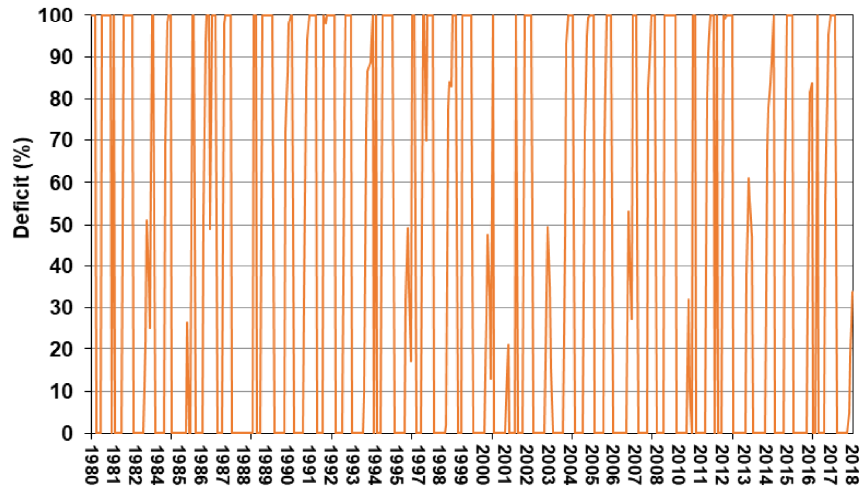


Figura 5.9 Déficit de la demanda de riego en la hipótesis de caudal ecológico en la toma y reglas de operación en sequías para el escenario 2021.

Resumen

La tabla 5.10 y la figura 5.10 resumen los resultados de los análisis realizados en el escenario 2021. La tabla 5.10 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan, junto con los resultados obtenidos en el modelo Aquatool para este horizonte. La figura 5.10 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda.

Tabla 5.10 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2021

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Aquatool	6.162	817	3.307	2.855	53.668	95.080	178.920	615.260
Proyecto de Plan	6.162	817.000	3.324	2.838	53.944	94.726	178.207	613.562
Caudal Ecológico	6.162	817.000	2.280	3.882	37.008	100.000	198.946	786.662
Gestión de Sequías	6.162	817.000	2.308	3.854	37.463	100.000	198.946	776.043

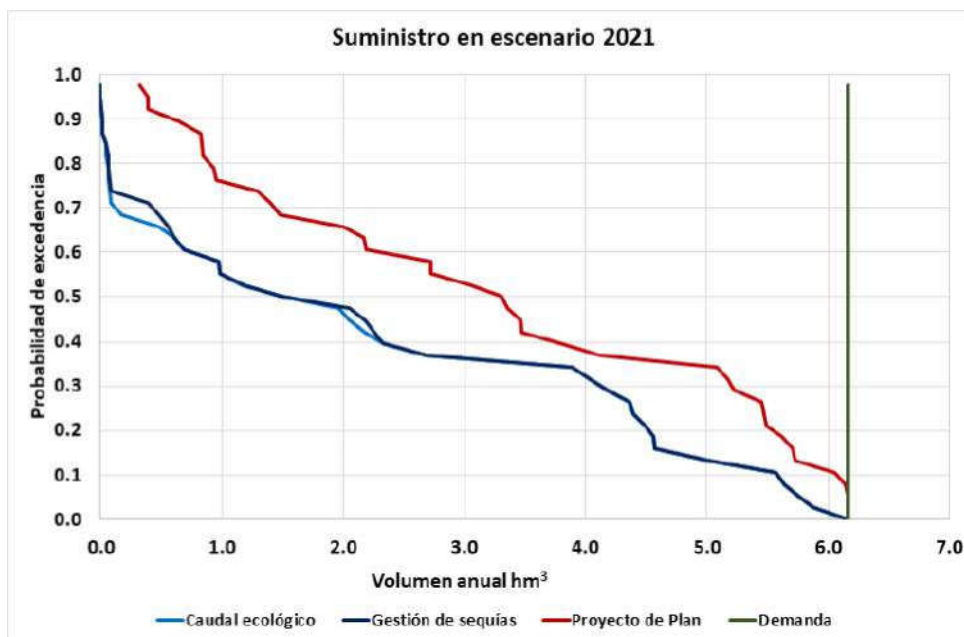


Figura 5.10 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas correspondientes al escenario 2021.

Análisis del escenario 2033

En el escenario 2033 entra en funcionamiento el embalse de Boedo, de 15,1 hm³ de capacidad, y se incrementa la demanda hasta 14.327 hm³/a.

Hipótesis Proyecto de Plan

En la tabla 5.11 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis del Proyecto de Plan. Se presenta la aportación regulada (ApR), la aportación no regulada (ApNR), el suministro a la demanda de riego (Sum), el suministro desde el embalse (SumE), el suministro desde la aportación no regulada (SuNR), los valores de déficit en 1, 2 y 10 años, el vertido desde el embalse (Vert), el caudal circulante por el río tras la toma (Río), el caudal ecológico suministrado desde el embalse (QEcE) y el caudal ecológico suministrado en la toma (QEcT). La demanda considerada en el Proyecto de Plan es 14,327 hm³/a, correspondiente a 3.147 ha. En la figura 5.11 se presentan distintos resultados de la simulación. Como puede apreciarse en la tabla y en la figura, la regulación que proporciona el embalse es insuficiente para atender la totalidad de la demanda.

Tabla 5.11 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2033

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	7.69	24.35	9.53	5.37	4.17	4.79	9.32	37.13	0.62	21.99	1.18	0.00
Desv Est	7.32	23.17	5.21	3.39	3.14	5.21	6.93	22.93	2.65	22.87	0.32	0.00
P95%	0.32	1.00	0.44	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.32	0.00
P75%	1.98	6.27	3.74	1.80	1.04	0.00	3.41	0.00	0.00	5.01	1.01	0.00
P50%	4.73	14.97	10.95	6.05	3.13	1.32	9.45	42.21	0.00	13.79	1.33	0.00
P25%	10.11	32.03	14.33	7.19	7.14	10.10	12.38	46.66	0.00	26.21	1.41	0.00
P05%	18.83	59.64	14.33	10.54	9.13	12.60	21.82	65.89	1.90	55.58	1.46	0.00

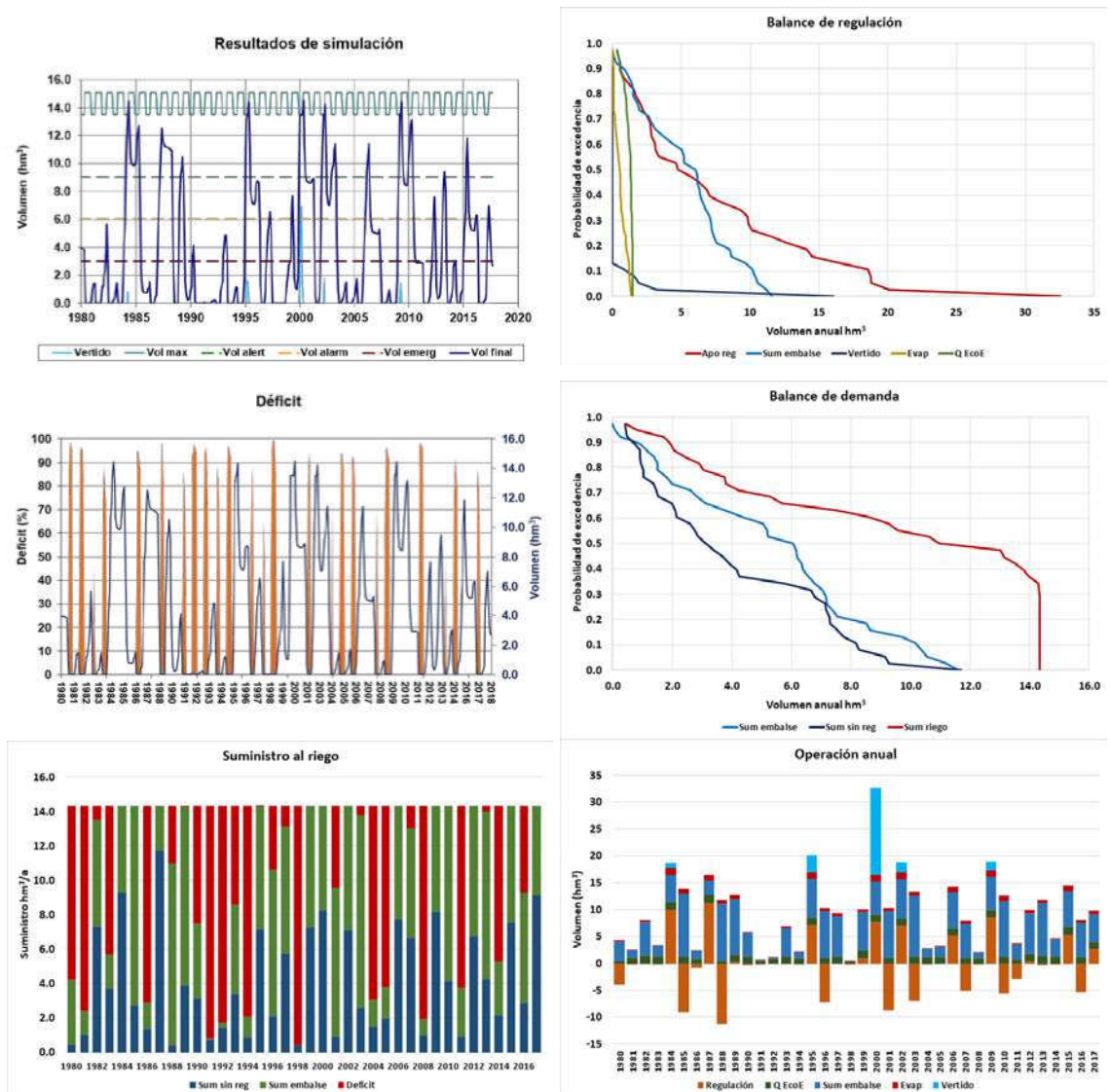


Figura 5.11 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2033. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en esta hipótesis cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 6.75 hm³/a, que corresponden a 1.684 ha con la dotación bruta máxima de 4.011 m³/ha.a. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 5.12 y en la figura 5.12. Esta demanda es igual al 88% de la aportación regulada, a pesar de que el embalse tiene una capacidad casi el doble de su aportación. Los desembalses para atender la demanda suponen únicamente el 43,3 % de la aportación, lo que da una idea de la dificultad de regular las aportaciones naturales. El 15,3% de los desembalses se destinan al caudal ecológico y el 26,4 % corresponden a vertidos. El 15% restante son pérdidas por evaporación.

Tabla 5.12 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2033

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	7.69	24.35	6.59	3.32	3.27	0.17	0.33	1.66	2.05	24.29	1.18	0.00
Desv Est	7.32	23.17	0.72	2.04	2.09	0.72	0.99	2.62	4.40	25.30	0.32	0.00
P95%	0.32	1.00	3.38	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.32	0.00
P75%	1.98	6.27	6.75	1.44	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	5.42	1.01	0.00
P50%	4.73	14.97	6.75	3.29	3.04	0.00	0.00	0.00	0.16	16.46	1.33	0.00
P25%	10.11	32.03	6.75	4.84	5.15	0.00	0.00	2.94	2.86	28.23	1.41	0.00
P05%	18.83	59.64	6.75	6.35	6.30	0.00	2.94	6.32	5.61	62.95	1.46	0.00

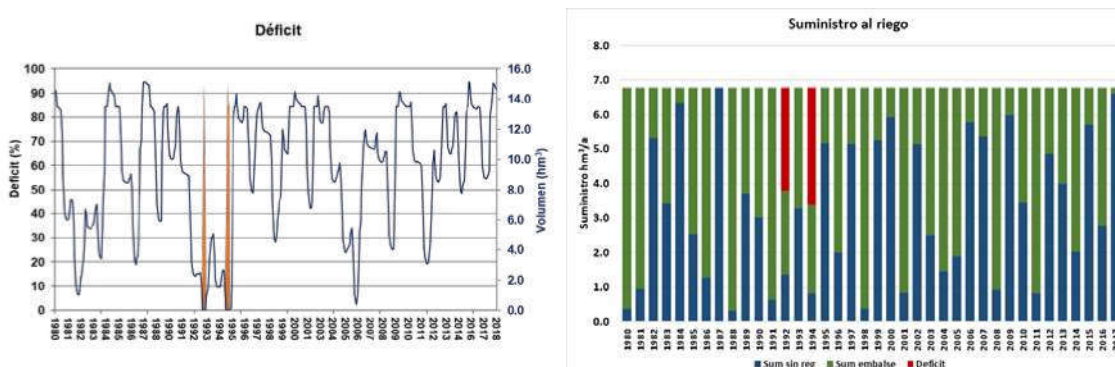


Figura 5.12 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2033. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

Hipótesis Caudal Ecológico en la Toma

En la tabla 5.13 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis de caudal ecológico en la toma. El caudal ecológico adoptado en la toma es 6,10 hm³/a. En la figura 5.13 se presentan algunos resultados de la simulación. El efecto del caudal ecológico reduciría el suministro de 9.45 hm³/a a 8.21 hm³/a e incrementaría el déficit de 4.79 hm³/a 6.11 hm³/a. Las condiciones de atención del caudal ecológico en la toma son idénticas a las del escenario 2021.

Tabla 5.13 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2033

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	7.69	24.35	8.21	5.49	2.72	6.11	11.95	47.33	0.59	23.41	1.18	4.98
Desv Est	7.32	23.17	5.49	3.55	2.95	5.49	7.12	28.29	2.49	22.93	0.32	1.36
P95%	0.32	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.32	1.32
P75%	1.98	6.27	1.70	1.49	0.11	0.05	6.64	0.00	0.00	6.13	1.01	4.29
P50%	4.73	14.97	9.36	6.19	1.20	4.68	12.09	55.00	0.00	15.48	1.33	5.63
P25%	10.11	32.03	13.91	8.05	5.26	10.66	15.56	62.52	0.00	27.68	1.41	5.92
P05%	18.83	59.64	14.33	10.68	7.60	14.15	23.40	80.35	1.90	57.46	1.46	6.10

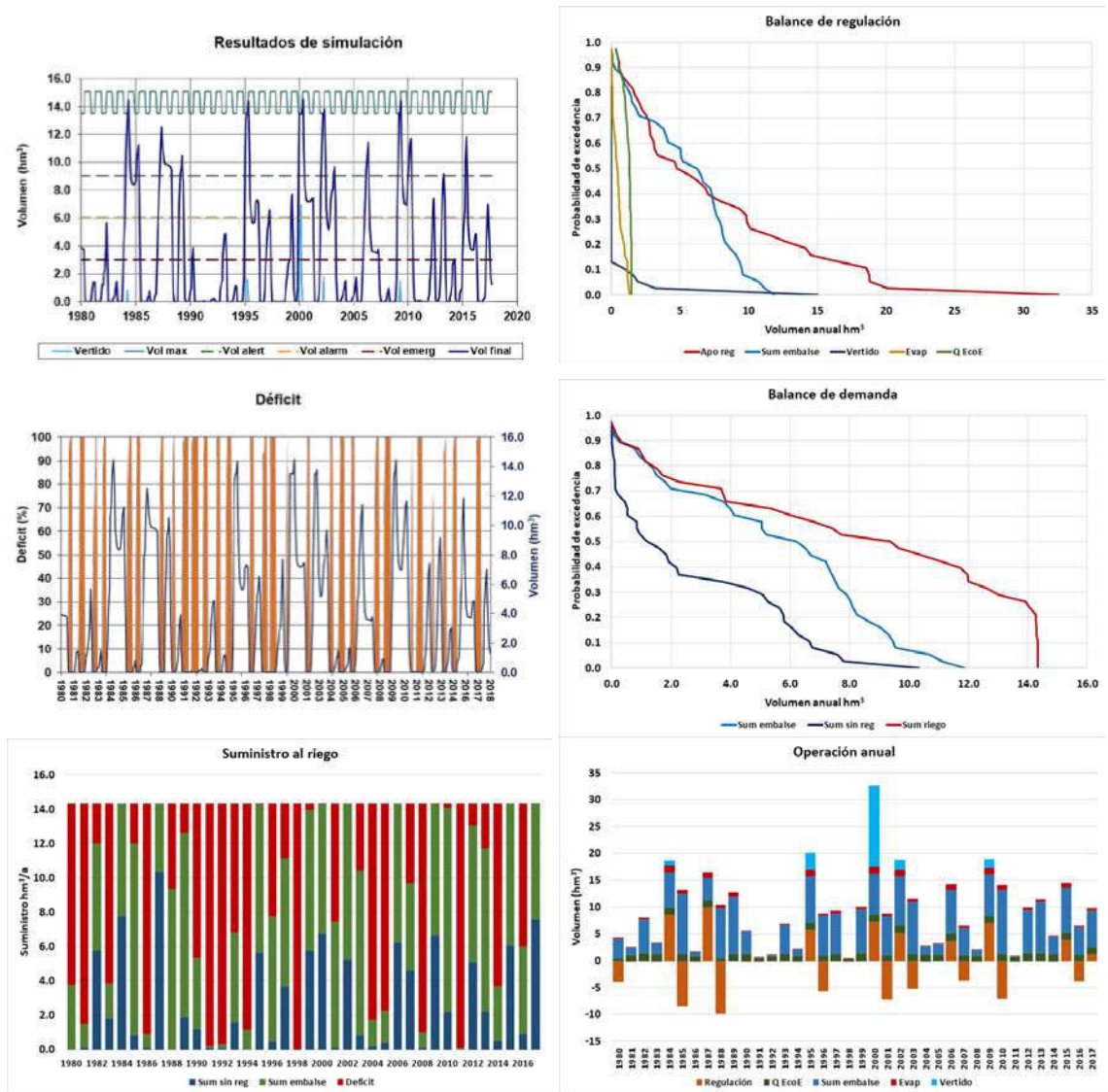


Figura 5.13 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2033. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en esta hipótesis cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 4.99 hm³/a, correspondiente a 1.245 ha. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 5.14 y en la figura 5.14. Esto supone una reducción de 438 ha con relación a la demanda que se podría atender sin considerar la restricción del caudal ecológico en la toma.

Tabla 5.14 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2033

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	7.69	24.35	4.89	3.09	1.80	0.11	0.22	1.09	2.24	25.98	1.18	4.98
Desv Est	7.32	23.17	0.48	1.69	1.74	0.48	0.66	1.72	4.68	25.84	0.32	1.36
P95%	0.32	1.00	2.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.32	1.32
P75%	1.98	6.27	4.99	1.43	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	6.74	1.01	4.29
P50%	4.73	14.97	4.99	3.32	1.13	0.00	0.00	0.00	0.03	18.25	1.33	5.63
P25%	10.11	32.03	4.99	4.63	3.42	0.00	0.00	1.61	3.16	29.93	1.41	5.92
P05%	18.83	59.64	4.99	4.98	4.57	0.02	1.61	4.13	6.51	64.68	1.46	6.10

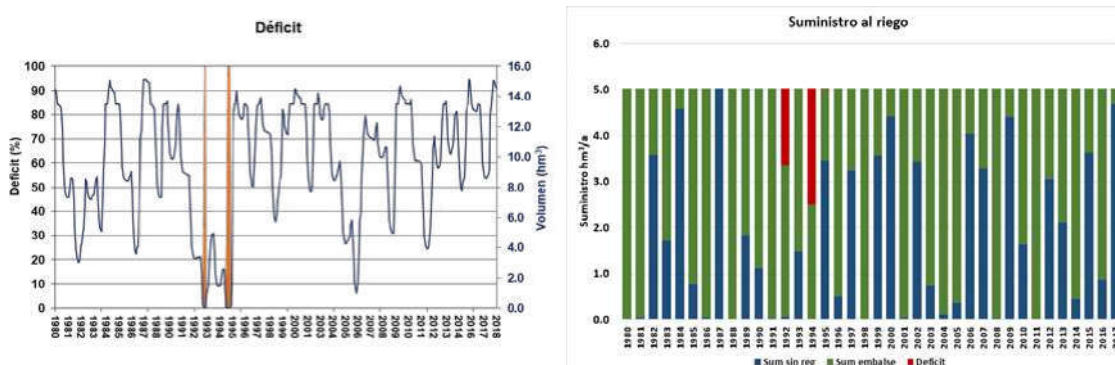


Figura 5.14 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2033. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

Hipótesis Reglas de Explotación en Sequías

En la tabla 5.15 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis de caudal ecológico en la toma incorporando reglas de explotación en sequías, que suponen la reducción del caudal ecológico en un 50% en situación de sequía prolongada. El efecto de la gestión en sequías incrementaría el suministro de 8.22 hm³/a a 8.28 hm³/a y reduciría el déficit de 6.11 hm³/a a 6.04 hm³/a, pero la influencia global es escasa. En la figura 5.15 se presentan algunos resultados de la simulación.

Tabla 5.15 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con gestión de sequías para el escenario 2033

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	7.69	24.35	8.28	5.53	2.75	6.05	11.82	46.79	0.59	23.33	1.18	4.98
Desv Est	7.32	23.17	5.46	3.56	2.95	5.46	7.06	27.90	2.49	22.93	0.32	1.36
P95%	0.32	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.32	1.32
P75%	1.98	6.27	2.09	1.58	0.13	0.05	6.20	0.00	0.00	6.13	1.01	4.29
P50%	4.73	14.97	9.72	6.19	1.20	4.47	12.09	54.55	0.00	15.39	1.33	5.63
P25%	10.11	32.03	13.91	8.05	5.26	10.66	15.56	62.06	0.00	27.68	1.41	5.92
P05%	18.83	59.64	14.33	10.68	7.60	14.03	23.40	78.72	1.90	57.46	1.46	6.10

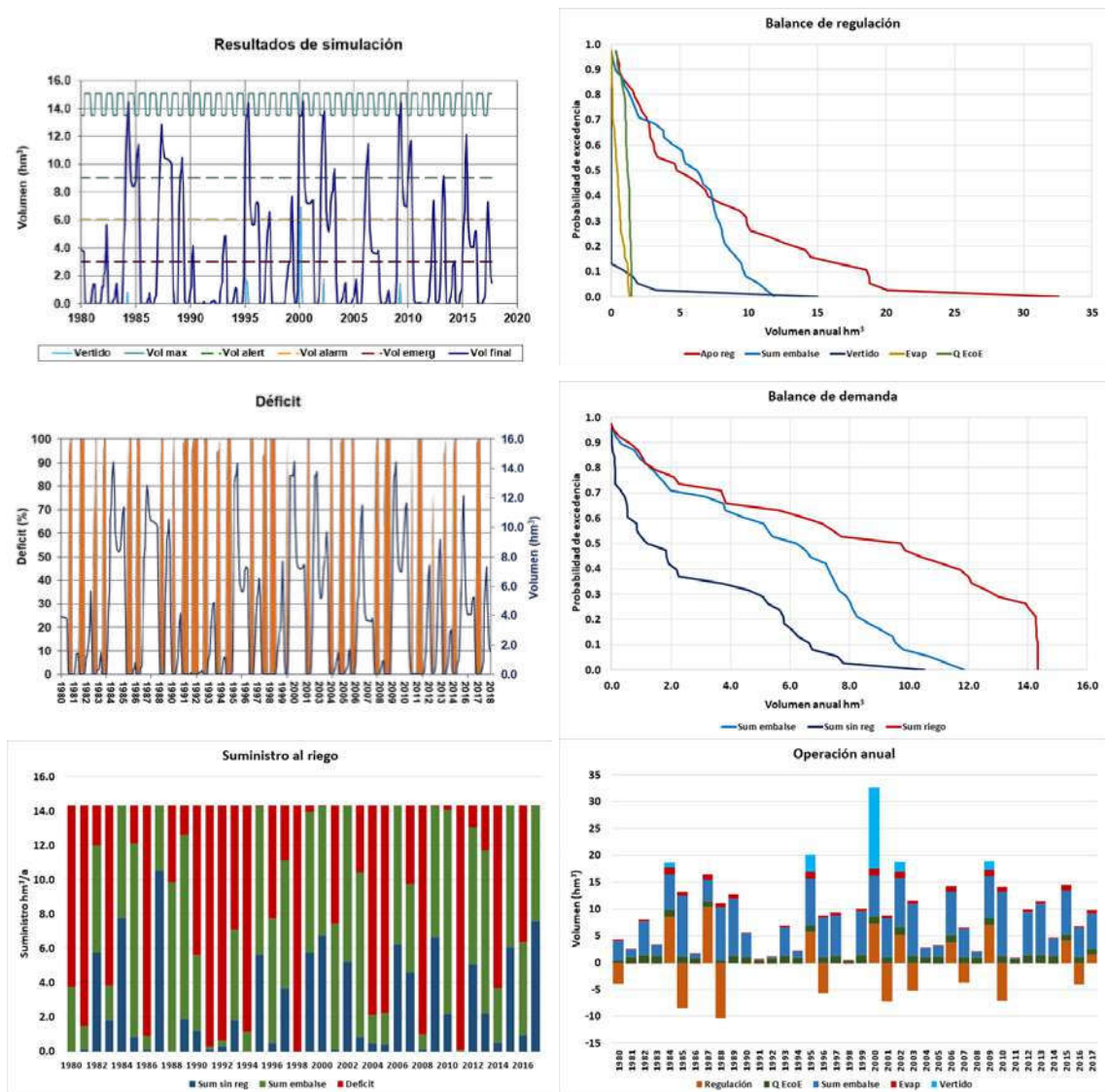


Figura 5.15 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con gestión de sequías para el escenario 2033. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en esta hipótesis cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 5.19 hm³/a, correspondiente a 1.294 ha. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 5.16 y en la figura 5.16. La gestión de sequías permite incrementar la superficie regada en 49 ha con relación a la demanda que se podría atender sin considerar la gestión de sequías.

Tabla 5.16 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con gestión de sequías para el escenario 2033

Variable	ApR hm³/a	ApNR hm³/a	Sum hm³/a	SumE hm³/a	SuNR hm³/a	Déf1a hm³/a	Déf2a hm³/a	Déf10a hm³/a	Vert hm³/a	Río hm³/a	QEcE hm³/a	QEcT hm³/a
Media	7.69	24.35	5.08	3.22	1.86	0.11	0.23	1.14	2.17	25.80	1.13	4.75
Desv Est	7.32	23.17	0.50	1.72	1.76	0.50	0.69	1.81	4.58	25.72	0.32	1.33
P95%	0.32	1.00	2.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.32	1.32
P75%	1.98	6.27	5.19	1.58	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	6.62	1.01	4.25
P50%	4.73	14.97	5.19	3.41	1.13	0.00	0.00	0.00	0.14	18.07	1.16	4.86
P25%	10.11	32.03	5.19	4.76	3.46	0.00	0.00	1.73	3.14	29.88	1.38	5.73
P05%	18.83	59.64	5.19	5.18	4.70	0.02	1.73	4.34	6.08	64.63	1.46	6.10

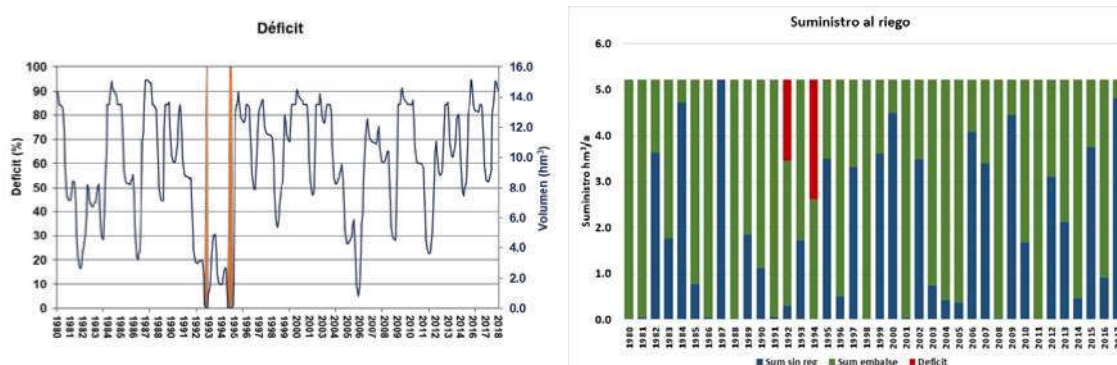


Figura 5.16 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con gestión de sequías para el escenario 2033. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

Resumen

Pasadas con la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

La tabla 5.17 y la figura 5.17 resumen los resultados de los análisis realizados en el escenario 2033 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan. La tabla 5.17 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda, junto con los resultados obtenidos en el modelo Aquatool para este horizonte. La figura 5.17 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda.

Tabla 5.17 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2033 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

Hipótesis	Demanda hm³/a	Superficie ha	Suministro hm³/a	Déficit hm³/a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Aquatool	14.327	3147.0	9.587	4.740	66.920	96.940	183.520	476.430
Proyecto de Plan	14.327	3147.0	9.534	4.793	66.548	96.936	182.247	487.654
Caudal Ecológico	14.327	3147.0	8.219	6.108	57.364	100.000	196.452	584.481
Gestión de Sequías	14.327	3147.0	8.283	6.044	57.817	100.000	193.500	577.576

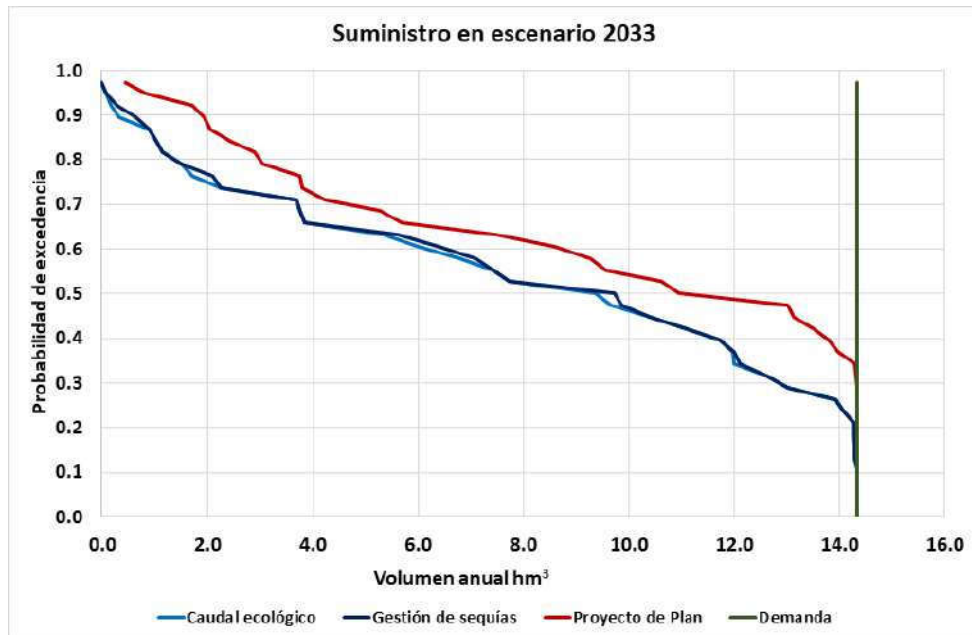


Figura 5.17 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan correspondientes al escenario 2033.

Pasadas que identifican la máxima demanda atendible

La tabla 5.18 y la figura 5.18 resumen los resultados de los análisis realizados en el escenario 2033 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible cumpliendo el criterio de garantía de la IPH. La tabla 5.18 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda. Se ha adoptado la dotación bruta máxima del contenido normativo, 4.011 m³/ha.a. La figura 5.18 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda.

Tabla 5.18 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2033 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Proyecto de Plan	6.753	1683.62	6.587	0.166	97.538	50.000	50.000	93.568
Caudal Ecológico	4.995	1245.33	4.886	0.109	97.826	50.000	50.314	82.595
Gestión de Sequías	5.191	1294.19	5.077	0.114	97.799	50.000	50.314	83.644

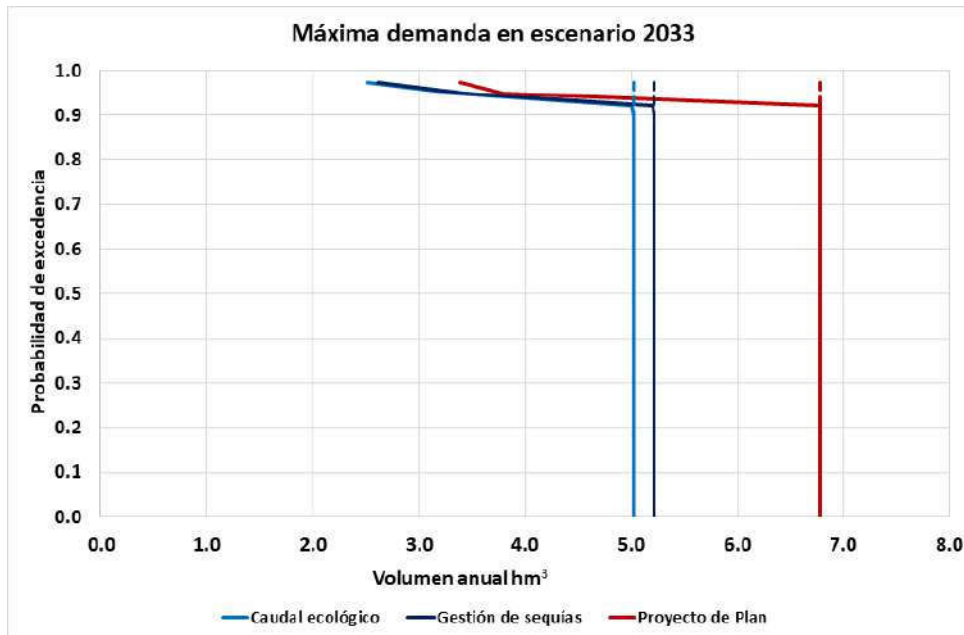


Figura 5.18 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que identifican la máxima demanda atendible correspondientes al escenario 2033.

Análisis del escenario 2039

En el escenario 2039 se mantiene la configuración el sistema correspondiente al escenario 2033, pero se considera que las aportaciones se ven afectadas por el cambio climático, lo que implica una reducción del 8,8%

Hipótesis Proyecto de Plan

En la tabla 5.19 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis del Proyecto de Plan en el escenario 2039. La aportación considerada en el escenario de cambio climático es Proyecto de Plan es 7,01 hm³/a en la cuenca del embalse y 23,36 hm³/a en la cuenca sin regular. En la figura 5.19 se presentan distintos resultados de la simulación. El resultado es muy similar al del escenario 2033, con un ligero incremento del déficit de la demanda, que ya era muy elevado en el anterior escenario.



Tabla 5.19 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	7.01	22.21	8.90	5.01	3.89	5.43	10.59	42.52	0.38	19.86	1.16	0.00
Desv Est	6.63	21.00	5.15	3.10	3.00	5.15	6.93	26.52	1.90	20.16	0.34	0.00
P95%	0.27	0.86	0.38	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.27	0.00
P75%	1.97	6.22	3.17	1.44	1.03	0.00	5.07	0.00	0.00	4.41	0.95	0.00
P50%	4.61	14.61	9.27	5.91	2.88	3.31	10.16	47.65	0.00	13.79	1.31	0.00
P25%	9.88	31.29	14.30	7.46	6.67	10.15	14.75	57.74	0.00	25.98	1.39	0.00
P05%	17.98	56.93	14.33	9.68	8.42	12.90	22.39	77.43	1.44	53.12	1.46	0.00

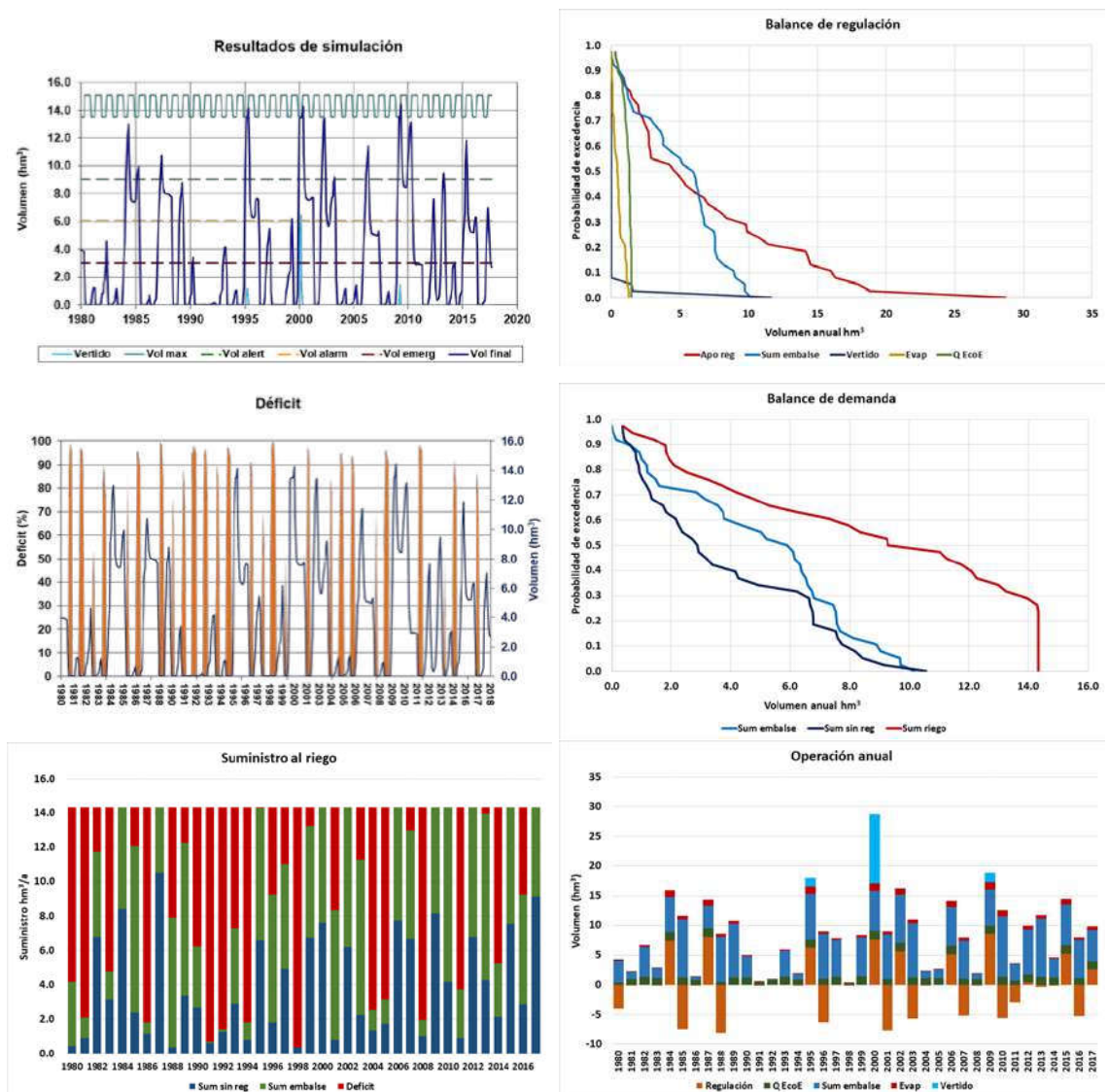


Figura 5.19 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2039. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en esta hipótesis cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 5.71 hm³/a. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 5.20 y en la figura 5.20. Con la dotación bruta máxima de 4.011

m³/ha.a, los recursos disponibles permitirían atender el riego de 1.422 ha, 261 ha menos que en el escenario 2033. Esto supone una reducción del 15%, casi el doble que la reducción de aportaciones.

Tabla 5.20 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	7.01	22.21	5.60	2.74	2.86	0.10	0.20	1.02	1.93	22.43	1.16	0.00
Desv Est	6.63	21.00	0.49	1.77	1.82	0.49	0.67	1.63	3.96	22.95	0.34	0.00
P95%	0.27	0.86	2.85	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	0.27	0.00
P75%	1.97	6.22	5.71	1.19	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	5.28	0.95	0.00
P50%	4.61	14.61	5.71	2.78	2.79	0.00	0.00	0.00	0.02	14.72	1.31	0.00
P25%	9.88	31.29	5.71	4.08	4.46	0.00	0.00	1.01	1.99	28.75	1.39	0.00
P05%	17.98	56.93	5.71	5.37	5.46	0.00	1.01	3.87	7.28	56.00	1.46	0.00

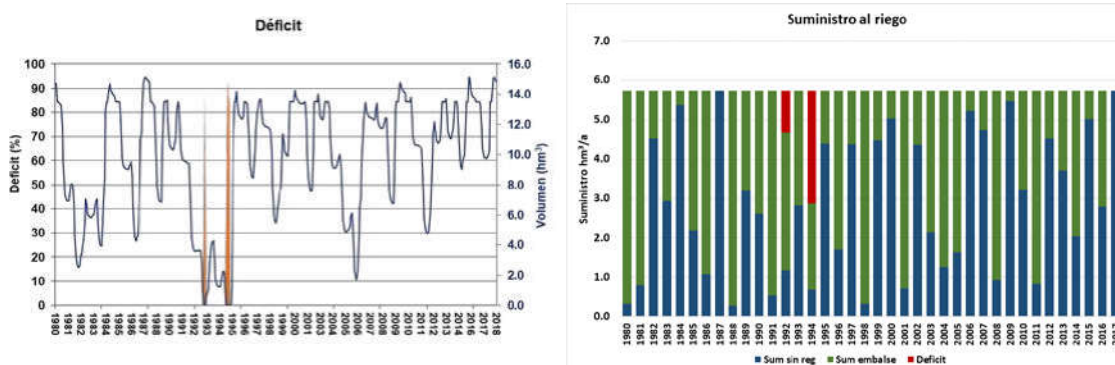


Figura 5.20 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2039. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

Hipótesis Caudal Ecológico en la Toma

En la tabla 5.21 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2039. Los caudales ecológicos adoptados en este escenario en el Proyecto de Plan son los mismos que en el escenario 2033, a pesar de que las aportaciones se reducen considerablemente. En el caso de la toma, se ha mantenido el caudal ecológico de 6,10 hm³/a. En la figura 5.21 se presentan algunos resultados de la simulación. El efecto del cambio climático reduciría el suministro en esta hipótesis de 8.90 hm³/a en el escenario 2033 a 7.56 hm³/a en el escenario 2039 e incrementaría el déficit de 5.43 hm³/a a 6.77 hm³/a. Estas variaciones son similares a las que experimentan las aportaciones naturales.



Tabla 5.21 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QE _{Ec} hm ³ /a	QE _{CT} hm ³ /a
Media	7.01	22.21	7.56	5.10	2.46	6.77	13.25	52.90	0.38	21.29	1.16	4.86
Desv Est	6.63	21.00	5.40	3.37	2.74	5.40	7.05	31.83	1.90	20.42	0.34	1.43
P95%	0.27	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.27	1.13
P75%	1.97	6.22	1.29	1.19	0.10	0.05	8.24	0.00	0.00	5.41	0.95	4.06
P50%	4.61	14.61	6.27	5.22	0.96	6.46	13.36	60.89	0.00	15.39	1.31	5.51
P25%	9.88	31.29	13.01	7.69	4.60	11.33	17.20	70.84	0.00	27.65	1.39	5.85
P05%	17.98	56.93	14.33	9.70	6.64	14.18	24.11	90.87	1.44	55.15	1.46	6.10

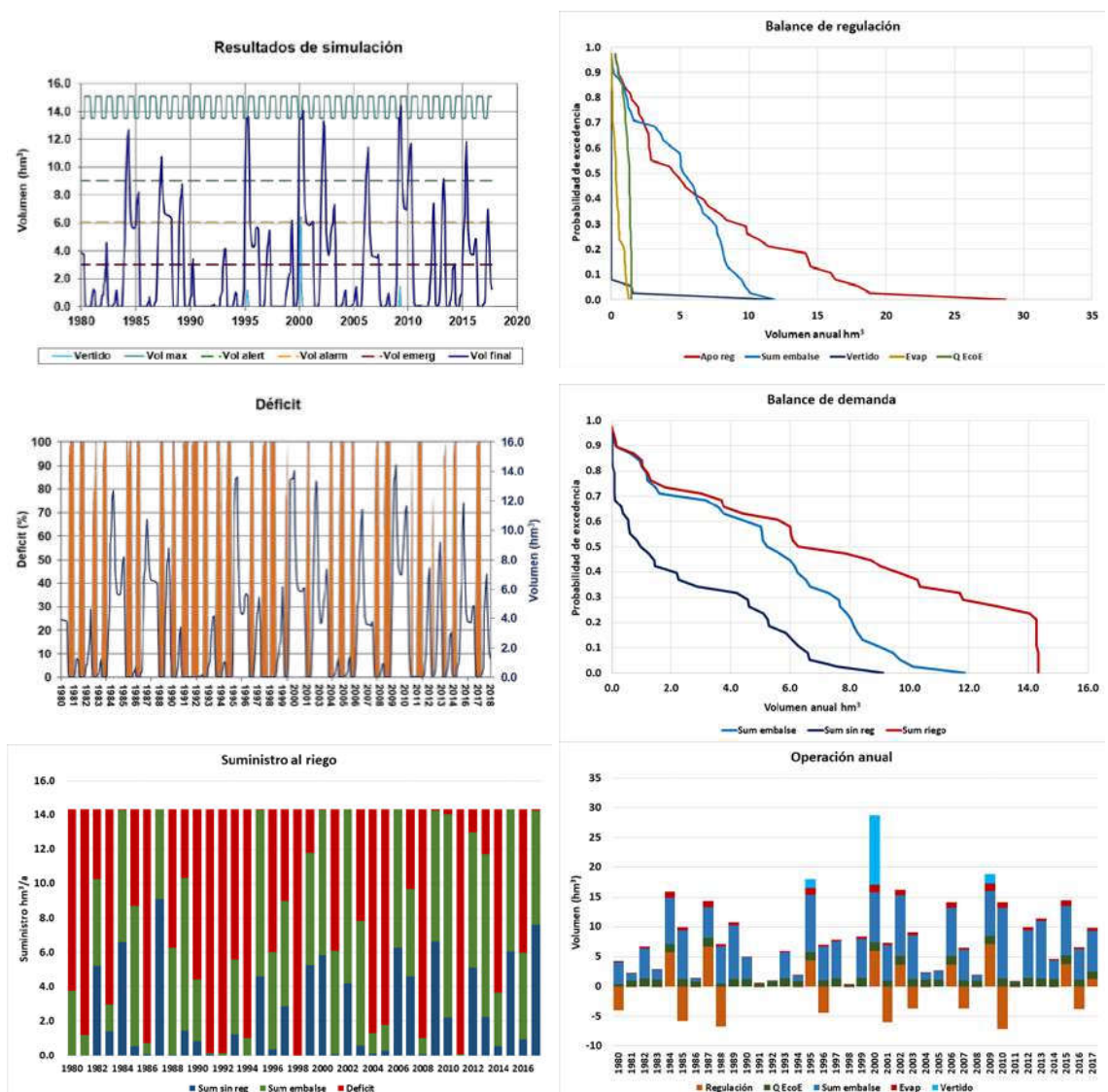


Figura 5.21 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2039. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en esta hipótesis cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 4.12 hm³/a, correspondiente a 904 ha. Los

resultados de esta pasada se resumen en la tabla 5.22 y en la figura 5.22. El cambio climático supone una reducción de 219 ha con relación a la demanda que se podría atender en la misma hipótesis en el escenario 2033. Esto equivale a una reducción del 17,6%, prácticamente el doble de la reducción supuesta en las aportaciones naturales. Sin embargo, el caudal ecológico se suministra prácticamente en las mismas condiciones en el escenario 2033.

Tabla 5.22 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	7.01	22.21	4.06	2.58	1.48	0.06	0.11	0.56	2.06	23.94	1.16	4.86
Desv Est	6.63	21.00	0.33	1.44	1.46	0.33	0.47	0.94	4.16	23.42	0.34	1.43
P95%	0.27	0.86	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.27	1.13
P75%	1.97	6.22	4.12	1.29	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	7.12	0.95	4.06
P50%	4.61	14.61	4.12	2.77	0.89	0.00	0.00	0.00	0.14	16.54	1.31	5.51
P25%	9.88	31.29	4.12	4.07	2.73	0.00	0.00	0.04	1.69	30.09	1.39	5.85
P05%	17.98	56.93	4.12	4.11	3.86	0.01	0.04	2.11	8.15	58.53	1.46	6.10

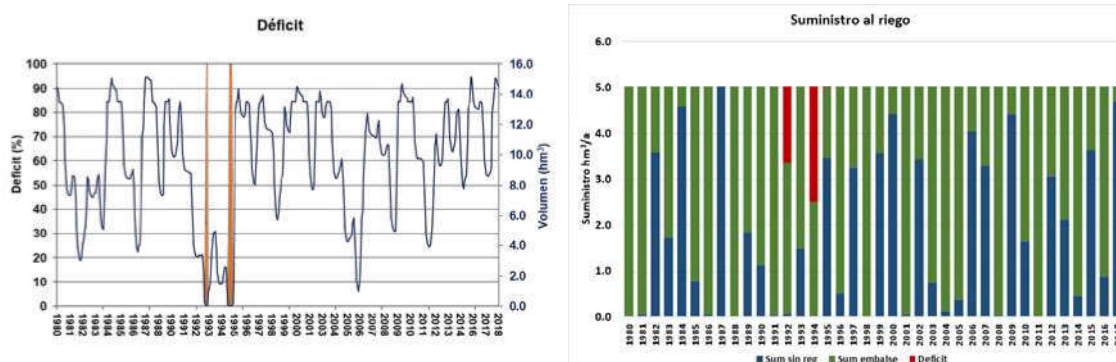


Figura 5.22 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2039. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

Hipótesis Reglas de Explotación en Sequías

En la tabla 5.23 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente al escenario 2039 en la hipótesis de caudal ecológico en la toma incorporando reglas de explotación en sequías, que suponen la reducción del caudal ecológico en un 50% en situación de sequía prolongada. En la figura 5.23 se presentan algunos resultados de la simulación. El efecto de la gestión en sequías incrementaría ligeramente el suministro, de 7.56 hm³/a a 7.62 hm³/a. Si se comparan los resultados de esta pasada con los de la misma hipótesis en el escenario 2033, se obtiene una variación del suministro de 8,28 hm³/a a 7,62 hm³/a, que corresponde a una reducción del 8%.



Tabla 5.23 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con gestión de sequías para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QE _{Ec} hm ³ /a	QE _{CT} hm ³ /a
Media	7.01	22.21	7.62	5.14	2.48	6.71	13.14	52.44	0.39	21.22	1.10	4.64
Desv Est	6.63	21.00	5.37	3.36	2.74	5.37	7.00	31.48	1.90	20.42	0.33	1.39
P95%	0.27	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.27	1.13
P75%	1.97	6.22	1.62	1.25	0.10	0.05	7.95	0.00	0.00	5.41	0.95	4.06
P50%	4.61	14.61	6.78	5.40	0.98	6.46	13.36	60.70	0.00	15.39	1.13	4.71
P25%	9.88	31.29	13.01	7.69	4.60	11.33	17.20	70.52	0.00	27.65	1.38	5.72
P05%	17.98	56.93	14.33	9.70	6.64	14.11	23.77	90.11	1.50	55.15	1.46	6.10

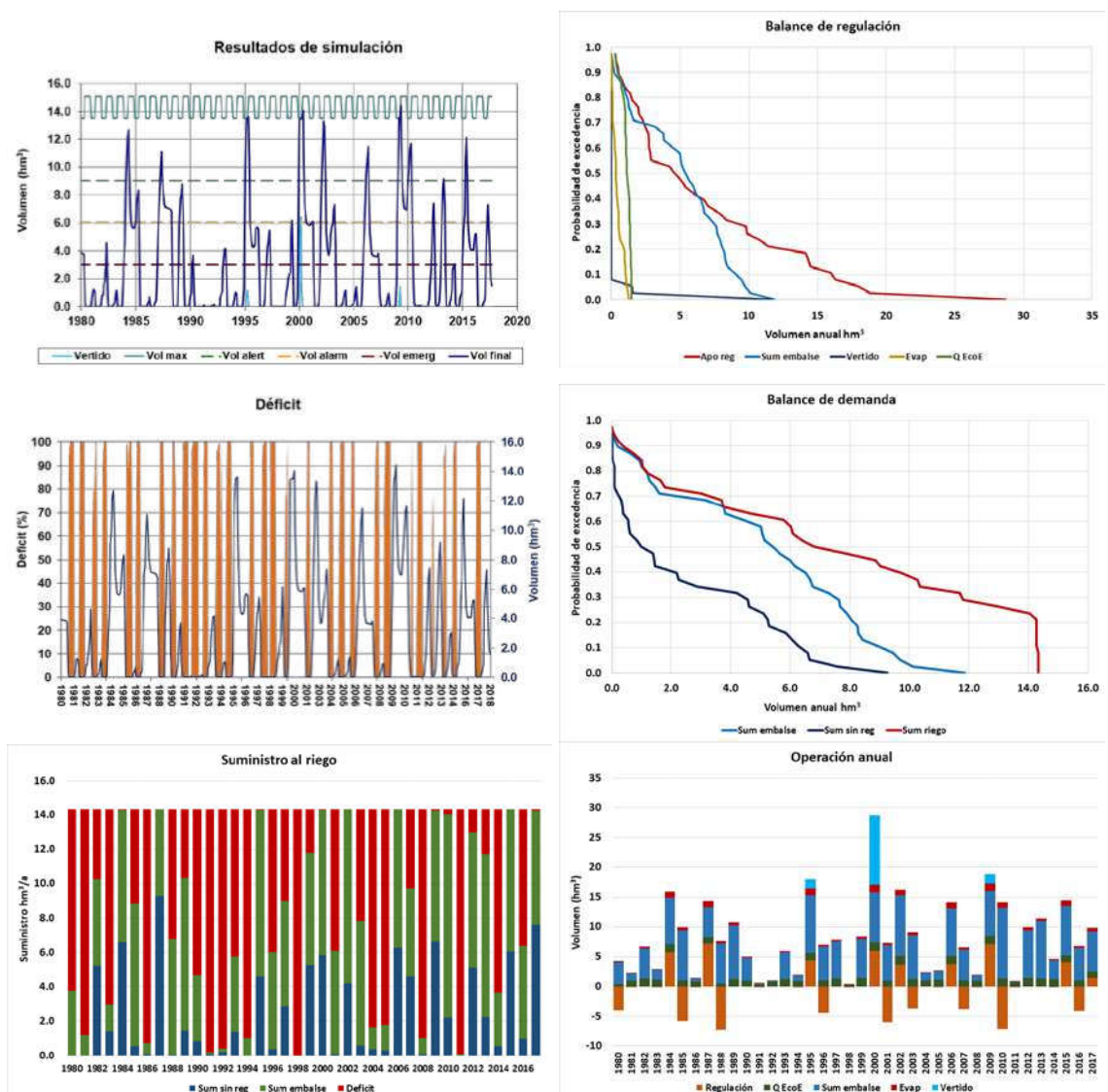


Figura 5.23 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con gestión de sequías para el escenario 2039. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en esta hipótesis cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 4.25 hm³/a, correspondiente a 1060 ha. Los

resultados de esta pasada se resumen en la tabla 5.24 y en la figura 5.24. La gestión de sequías permite incrementar la superficie regada en 34 ha con relación a la demanda que se podría atender sin considerar la gestión de sequías. Si se compara este resultado con el obtenido en el escenario 2033, se comprueba que el efecto del cambio climático es una reducción en la disponibilidad de agua que se traduce en una reducción de la superficie regable de 234 ha. Esto supone una reducción del 18,1%, que es más del doble de la supuesta en la serie natural de aportaciones.

Tabla 5.24 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con gestión de sequías para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	7.01	22.21	4.20	2.68	1.52	0.06	0.11	0.56	2.02	23.81	1.10	4.64
Desv Est	6.63	21.00	0.34	1.46	1.48	0.34	0.48	0.95	4.10	23.34	0.33	1.39
P95%	0.27	0.86	2.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.27	1.13
P75%	1.97	6.22	4.25	1.40	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	7.12	0.95	4.06
P50%	4.61	14.61	4.25	2.91	0.90	0.00	0.00	0.00	0.04	16.25	1.13	4.71
P25%	9.88	31.29	4.25	4.01	2.81	0.00	0.00	0.01	1.85	29.88	1.38	5.72
P05%	17.98	56.93	4.25	4.25	3.95	0.00	0.01	2.14	8.03	58.37	1.46	6.10

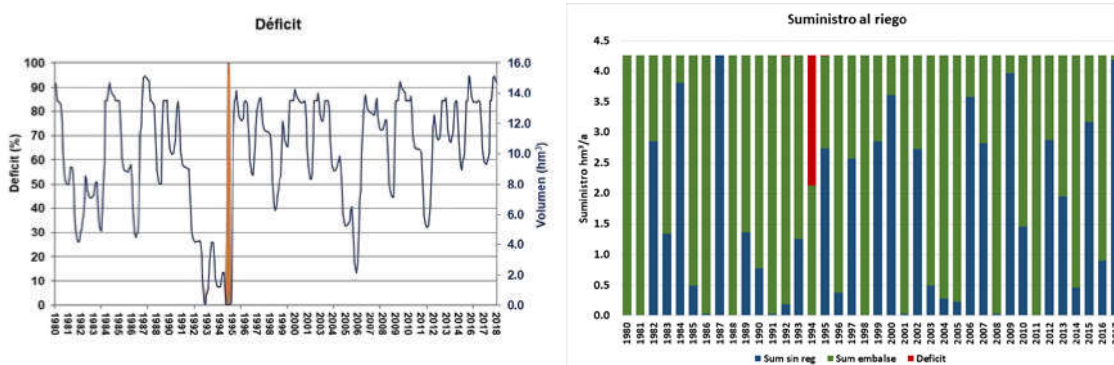


Figura 5.24 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con gestión de sequías para el escenario 2039. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

Resumen

Pasadas con la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

La tabla 5.25 y la figura 5.25 resumen los resultados de los análisis realizados en el escenario 2039 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan. La tabla 5.25 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda, junto con los resultados obtenidos en el modelo Aquatool para este horizonte. La figura 5.25 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda.

Tabla 5.25 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2039 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Aquatool	14.327	3147.0	8.952	5.375	62.482	97.362	186.138	540.741
Proyecto de Plan	14.327	3147.0	8.901	5.426	62.124	97.362	185.220	548.926
Caudal Ecológico	14.327	3147.0	7.560	6.767	52.771	100.000	197.841	644.297
Gestión de Sequías	14.327	3147.0	7.618	6.709	53.172	100.000	195.657	638.933

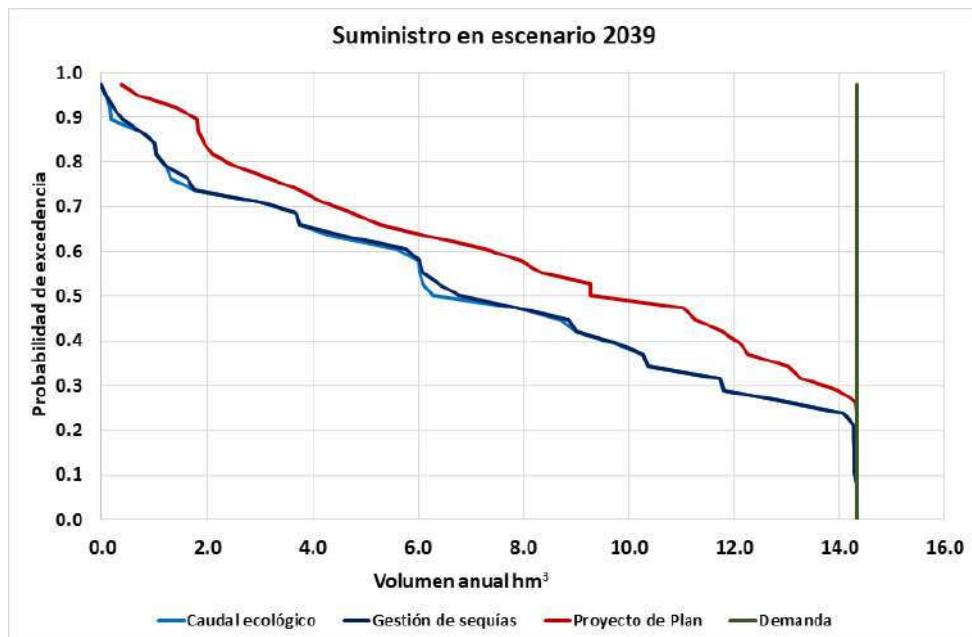


Figura 5.25 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan correspondientes al escenario 2039.

Pasadas que identifican la máxima demanda atendible

La tabla 5.26 y la figura 5.26 resumen los resultados de los análisis realizados en el escenario 2039 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible cumpliendo el criterio de garantía de la IPH. La tabla 5.26 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda. La figura 5.26 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda.

Tabla 5.26 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2039 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Proyecto de Plan	5.705	1422.34	5.603	0.102	98.217	50.000	50.000	67.754
Caudal Ecológico	4.117	1026.43	4.061	0.056	98.650	50.000	50.314	51.284
Gestión de Sequías	4.252	1060.08	4.195	0.056	98.676	50.000	50.314	50.314



Figura 5.26 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que identifican la máxima demanda atendible correspondientes al escenario 2039.

Análisis de los caudales ecológicos

En los análisis realizados se ha comprobado que los caudales ecológicos condicionan los resultados obtenidos. Los caudales ecológicos mínimos adoptados en el río Boedo son muy superiores a los caudales circulantes en régimen natural en las masas de agua correspondientes, como puede comprobarse en las figuras 5.27 y 5.28. La figura 5.27 muestra la comparación de los caudales de circulación en régimen natural con los caudales ecológicos fijados para la masa de agua. Los caudales ecológicos son muy superiores a los que circularían en régimen natural un número muy elevado de meses de la serie.

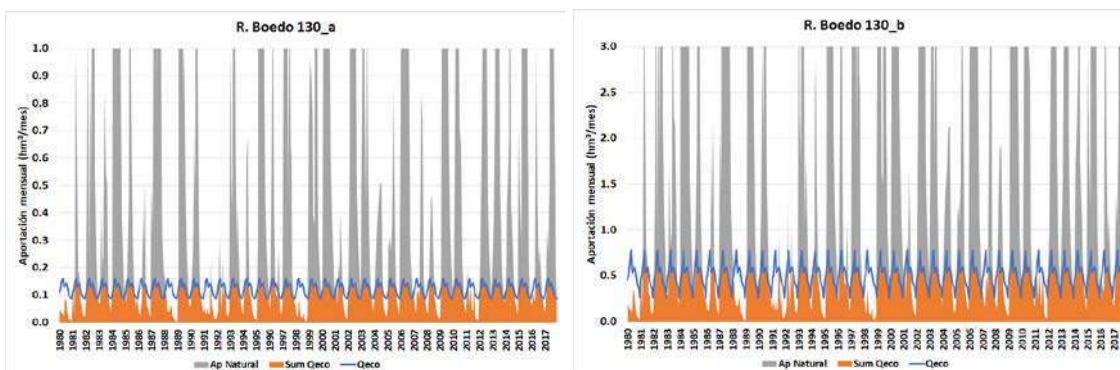


Figura 5.27 Comparación de los caudales ecológicos establecidos para los tramos de cálculo del modelo con los caudales de circulación en régimen natural. Izquierda: río Boedo aguas abajo del embalse. Derecha: río Boedo en la toma.

La figura 5.28 muestra la distribución de probabilidad de suministro anual del caudal ecológico que proporciona el modelo, tanto en el tramo aguas abajo del embalse como en el punto de toma de la demanda.

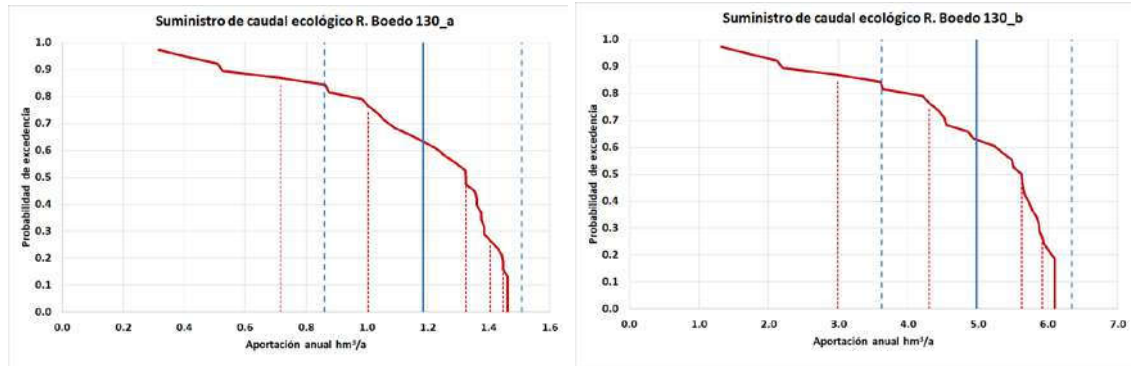


Figura 5.28 Distribución de la probabilidad de suministro del caudal ecológico. Izquierda: río Boedo aguas abajo del embalse. Derecha: río Boedo en la toma.

En la tabla 5.27 se presentan las probabilidades de cumplimiento por volumen y por tiempo a escala anual de los caudales ecológicos prescritos en el río Boedo cuando se comparan con la serie en régimen natural. También se presentan los máximos déficits acumulados de los caudales ecológicos en los periodos de tiempo que considera la Instrucción de Planificación Hidrológica para establecer el nivel de garantía de los usos del agua.

Tabla 5.27 Garantías de suministro de los caudales ecológicos del sistema Boedo

Lugar	Escenario	Garantía en Volumen	Garantía en Tiempo	Déficit 1 año	Déficit 2 años	Déficit 10 años
		%	%	%	%	%
Embalse Boedo	Actual	81.01	15.79	78.32	106.09	271.82
Toma demanda	Actual	81.69	21.05	78.35	106.25	265.48
Embalse Boedo	C. Climático	79.04	13.16	81.40	114.91	306.29
Toma demanda	C. Climático	79.73	18.42	81.51	114.94	299.08

La probabilidad de cumplimiento en volumen es próxima al 80% y la probabilidad de cumplimiento por tiempo a escala anual oscila entre el 13% y el 21%. Los máximos déficits anuales son próximos al 80% del caudal ecológico anual. Los máximos déficits acumulados en dos años oscilan entre el 106% y el 115% del caudal ecológico anual. Los máximos déficits acumulados en diez años oscilan entre el 265% y el 306% del caudal ecológico anual. Si se tiene en cuenta la definición legal de caudal ecológico, estas garantías resultan sorprendentemente bajas.

A la vista de las probabilidades de cumplimiento obtenidas al compararlas con la serie natural, resulta difícil aceptar que los caudales ecológicos prescritos son los mínimos imprescindibles para mantener la vida piscícola o la vegetación de ribera naturales. Si esto fuera así, los frecuentes incumplimientos de la serie natural habrían comprometido la viabilidad de dicho ecosistema.

Conclusiones del análisis

Las tablas 5.28 y 5.29 resumen los resultados de las pasadas realizadas con el modelo del sistema del río Boedo. La tabla 5.28 se refiere a las pasadas realizadas considerando la demanda contemplada en el Proyecto de Plan y la tabla 5.29 se refiere a las pasadas realizadas para identificar la máxima demanda atendible cumpliendo el criterio de garantía. Ambas tablas contienen los valores medios de las variables incluidas en las tablas que representan cada pasada individual. Las hipótesis están identificadas por el año del escenario y un número. El número 1 corresponde a las pasadas realizadas con las mismas hipótesis que el Proyecto de Plan, el número 2 corresponde a las pasadas que incorporan el caudal ecológico en la toma y el número 3 identifica las pasadas realizadas con el caudal ecológico en la toma y las reglas de operación del sistema en situaciones de sequía.

Tabla 5.28 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que consideran la demanda de riego contemplada en el Proyecto de Plan

Hipótesis	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QE _{cE} hm ³ /a	QE _{cT} hm ³ /a
2021_1	-	32.04	3.32	-	3.32	2.84	5.52	22.16	-	28.72	-	0.00
2021_2	-	32.04	2.28	-	2.28	3.88	7.59	30.19	-	29.76	-	4.98
2021_3	-	32.04	2.31	-	2.31	3.85	7.54	29.92	-	29.74	-	4.75
2033_1	7.69	24.35	9.53	5.37	4.17	4.79	9.32	37.13	0.62	21.99	1.18	0.00
2033_2	7.69	24.35	8.21	5.49	2.72	6.11	11.95	47.33	0.59	23.41	1.18	4.98
2033_3	7.69	24.35	8.28	5.53	2.75	6.05	11.82	46.79	0.59	23.33	1.13	4.75
2039_1	7.01	22.21	8.90	5.01	3.89	5.43	10.59	42.52	0.38	19.86	1.16	0.00
2039_2	7.01	22.21	7.56	5.10	2.46	6.77	13.25	52.90	0.38	21.29	1.16	4.86
2039_3	7.01	22.21	7.62	5.14	2.48	6.71	13.14	52.44	0.39	21.22	1.10	4.64

Tabla 5.29 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas con la máxima demanda que puede atenderse en cada hipótesis respetando el criterio de garantía

Hipótesis	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QE _{cE} hm ³ /a	QE _{cT} hm ³ /a
2033_1	7.69	24.35	6.59	3.32	3.27	0.17	0.33	1.66	2.05	24.31	1.18	0.00
2033_2	7.69	24.35	4.89	3.09	1.80	0.11	0.22	1.09	2.24	25.98	1.18	4.98
2033_3	7.69	24.35	5.08	3.22	1.86	0.11	0.23	1.14	2.17	25.80	1.13	4.75
2039_1	7.01	22.21	5.60	2.74	2.86	0.10	0.20	1.02	1.93	22.43	1.16	0.00
2039_2	7.01	22.21	4.06	2.58	1.48	0.06	0.11	0.56	2.06	23.94	1.16	4.86
2039_3	7.01	22.21	4.20	2.68	1.52	0.06	0.11	0.56	2.02	23.81	1.10	4.64

En la figura 5.29 puede apreciarse la diferencia entre los distintos escenarios para cada una de las hipótesis analizadas. Las figuras incluyen tanto las pasadas con la demanda contemplada en el proyecto de Plan como las que identifican la máxima demanda que se puede atender cumpliendo el criterio de garantía.

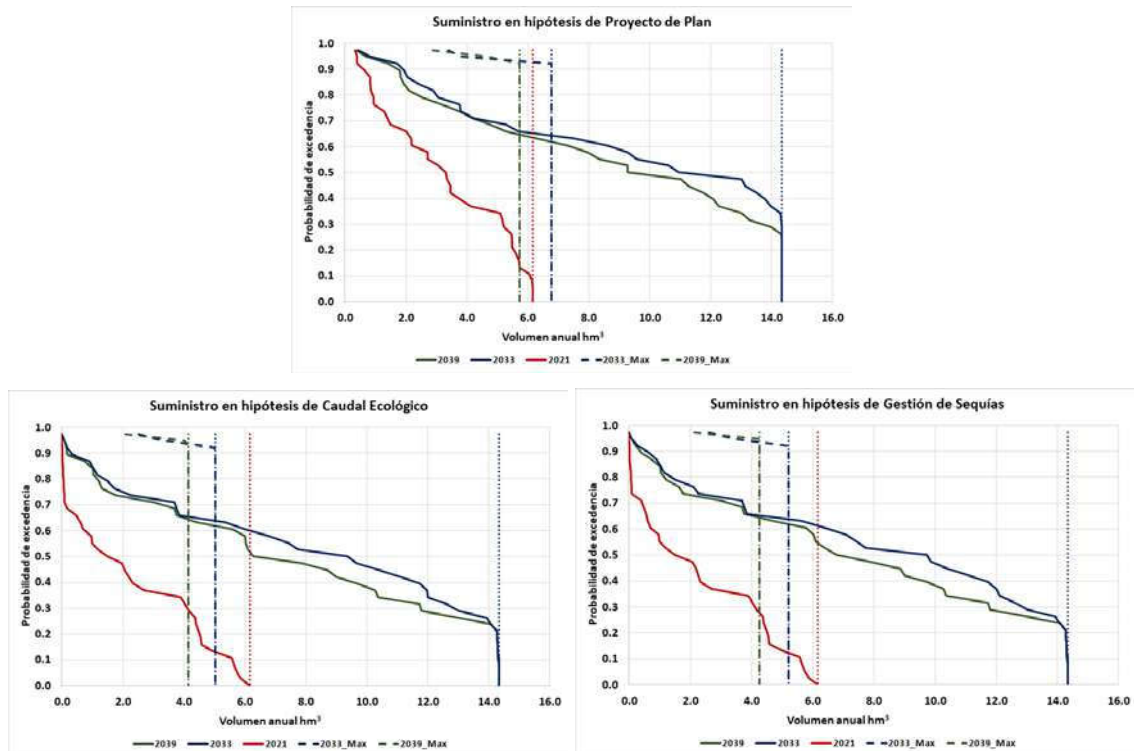


Figura 5.29 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que consideran la demanda de riego contemplada en el Proyecto de Plan. Arriba: escenario 2021. Abajo: izquierda: escenario 2033; derecha: escenario 2039

Del estudio realizado pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Los resultados de las simulaciones realizadas con el modelo empleado en este trabajo coinciden con los que se obtuvieron en el Proyecto de Plan con el modelo Aquatool cuando se emplean las mismas hipótesis de cálculo. Esta circunstancia refuerza la confianza en ambos modelos.
- En la situación correspondiente al escenario 2021, que no dispone de regulación en el embalse de Boedo no resulta posible atender la demanda asignada a la zona regable en el Proyecto de Plan. En los análisis realizados no ha sido posible cumplir el criterio de garantía, aunque la demanda se reduzca prácticamente a cero. Esto indica que la irregularidad de las aportaciones naturales es muy grande, y la regulación resulta imprescindible para poder atender las demandas.
- En la situación correspondiente al escenario 2033, considerando ya la regulación que proporciona el embalse de Boedo, tampoco resulta posible atender la demanda asignada a la zona regable en el Proyecto de Plan. Frente a las 3.147 ha consideradas en el horizonte 2033 del Proyecto de Plan, la máxima demanda que podría atenderse en ese horizonte con la dotación bruta máxima de 4.011 m³/ha.a sería de 6,75 hm³/a, que corresponden a 1.684 ha.
- Si se tiene en cuenta que la toma debería respetar el caudal ecológico de la Masa 30400130, 6,1 hm³/a, la máxima demanda que se podría atender se reduce hasta 5,00 hm³/a, que corresponde a 1.245 ha.

- En el caso de tener en cuenta que el caudal ecológico puede reducirse al 50% en situación de sequía prolongada, la demanda atendible podría incrementarse hasta 5,19 hm³/a, que corresponde a 1.294 ha.
- Al tener en cuenta los efectos del cambio climático, los valores de disponibilidad se reducen muy significativamente. La reducción supuesta de las aportaciones naturales es del 8,8%. La disponibilidad se reduce un 15,4% en la hipótesis del Proyecto de Plan, un 17,4% si se considera el caudal ecológico y un 18,2% si se aplican reglas de gestión en sequías.
- Se ha constatado que la regulación que proporciona el embalse de Boedo es poco eficaz. A pesar de tener una capacidad prácticamente igual al doble de la aportación y de disponer de una aportación complementaria no regulada más de tres veces superior, sólo permite atender una demanda es igual al 88% de la aportación regulada. Los desembalses para atender la demanda suponen únicamente el 43,3 % de la aportación. El 15,3% de los desembalses se destinan al caudal ecológico y el 26,4 % corresponden a vertidos. El 15% restante son pérdidas por evaporación. Esto indica que las aportaciones naturales son extremadamente irregulares.
- Se ha constatado que los caudales ecológicos propuestos para el embalse de Boedo y la Masa 030400130 son muy elevados en comparación con la aportación en régimen natural en esos puntos. La garantía de suministro en volumen del caudal ecológico es del 82%, muy inferior a la que se obtiene para las demandas que cumplen estrictamente el criterio de garantía de regadíos de la IPH. La garantía en tiempo a escala anual es únicamente del 21%, puesto que únicamente en 8 años la aportación natural supera el caudal ecológico impuesto en todos los meses del año. Estos valores son extremadamente bajos, y resultan absolutamente incompatibles con la definición el caudal ecológico adoptada en el IPH.
- El efecto del caudal ecológico se agrava en el escenario de cambio climático, puesto que en el Proyecto de Plan se ha supuesto un descenso de las aportaciones, pero se han mantenido los valores de caudales ecológicos calculados sobre las aportaciones naturales en el periodo de referencia. Los caudales ecológicos en el escenario futuro de cambio climático deberían reducirse, al menos en la misma proporción que las aportaciones naturales.

6. ANÁLISIS DEL SISTEMA DEL RÍO VALDAVIA

Configuración del sistema

El sistema del río Valdavia se estudia para analizar la demanda DA 2000073 RP Río Valdavia. El sistema comprende la cuenca del río Valdavia hasta su desembocadura en el río Pisuegra. La figura 6.1 corresponde al modelo de Aqatool empleado en el proyecto de Plan y las figuras 6.2 y 6.3 corresponden a los modelos empleados en este estudio, en el que se han distinguido dos casos, según se considere únicamente el embalse de Villafraja (escenario 2021), representado en la figura 6.2, o se consideren Villafraja y Las Cuevas (escenarios 2027, 2033 y 2039), representado en la figura 6.3.

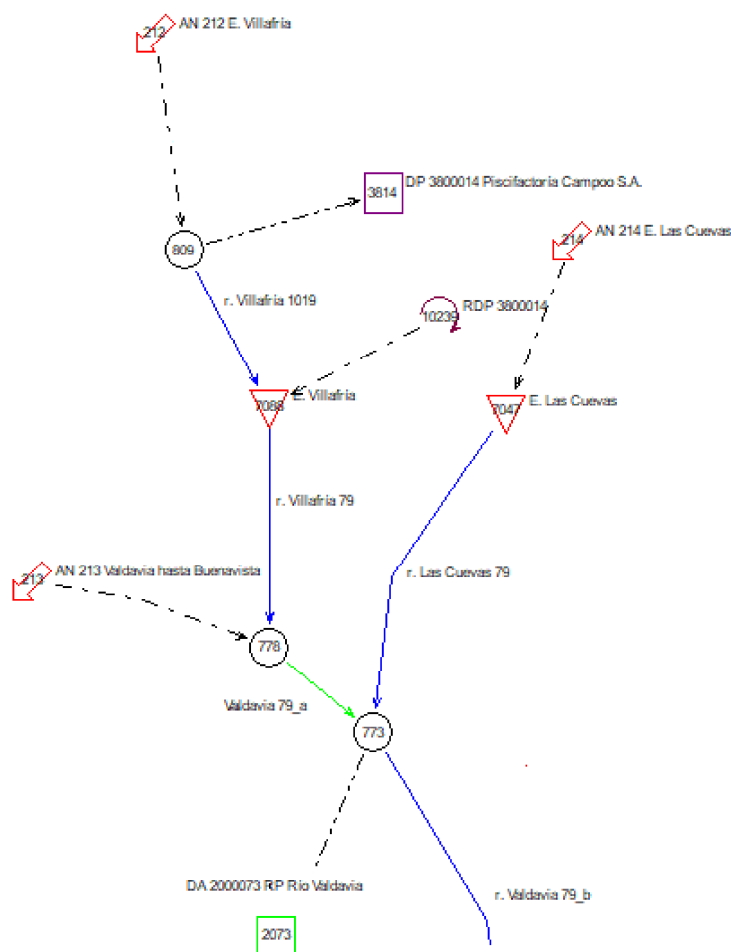


Figura 6.1 Esquema del sistema del río Valdavia empleado en el modelo Aqatool del Proyecto de Plan.

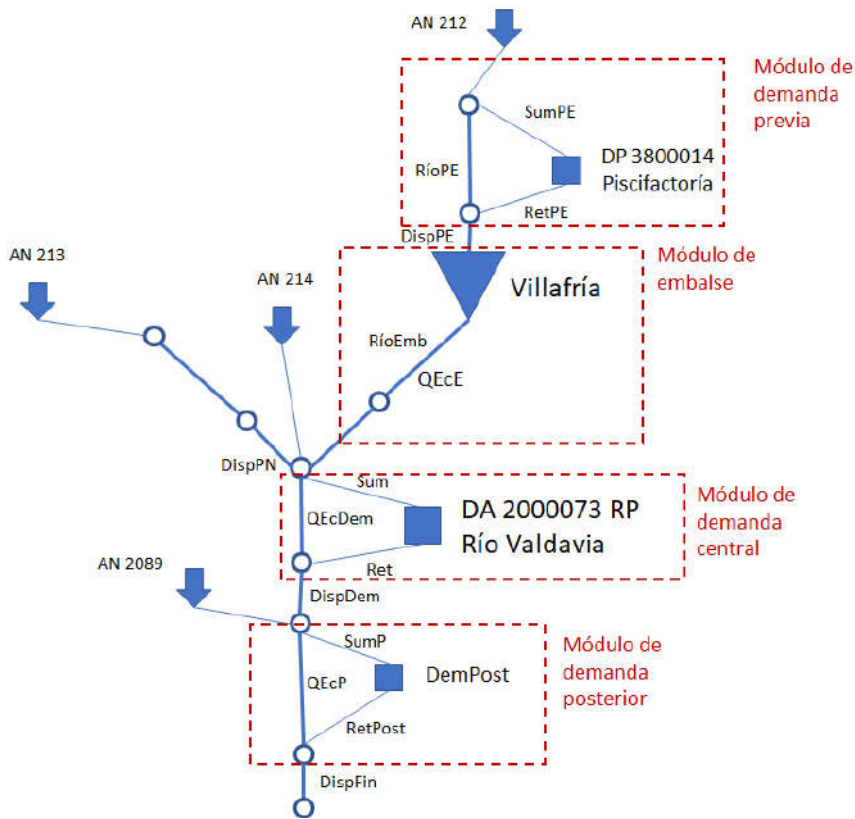


Figura 6.2 Esquema del sistema del río Valdavia empleado en el escenario 2021.

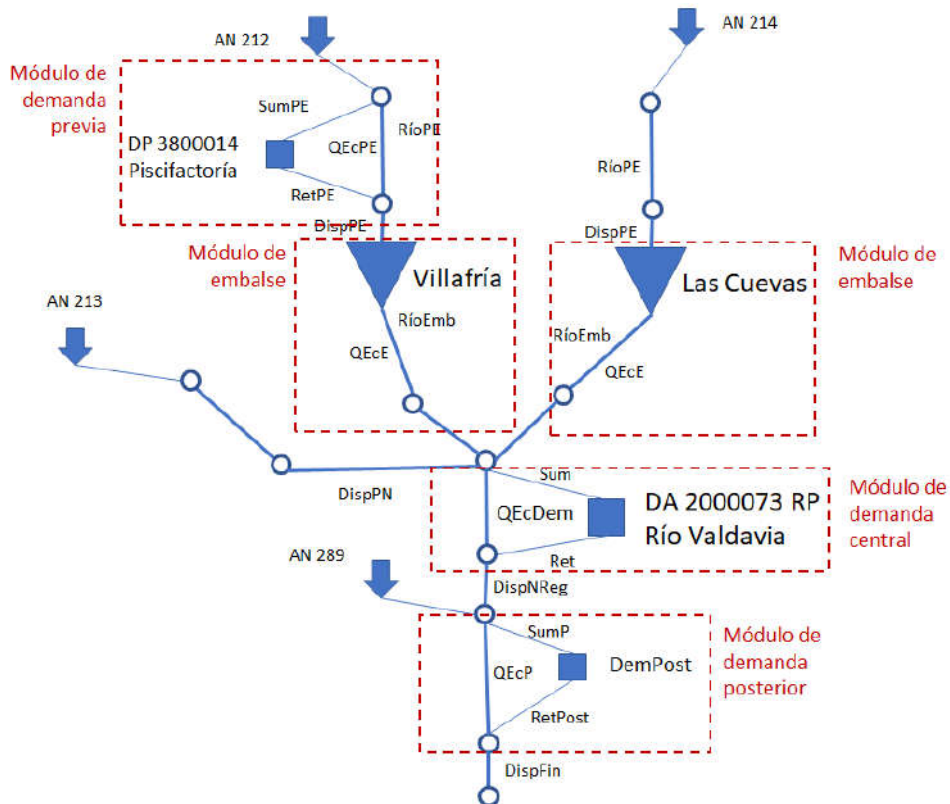


Figura 6.3 Esquema del sistema del río Valdavia empleado en los escenarios 2027, 2033 y 2039.



En el Proyecto de Plan, la DA 2000073 está encuadrada en el Sistema de Explotación Pisuerga. Toma del nudo 773, que corresponde a la confluencia del arroyo Las Cuevas con el río Valdavia, en la masa de agua 30400079, “Río Valdavia desde confluencia con el arroyo de Villafría hasta confluencia con río Pequeño, y arroyos de Villafría, las Cuevas y Cornoncillo”. El sistema cuenta con los embalses de Villafría (12,1 hm³) y Las Cuevas (10,9 hm³), pero el embalse de Las Cuevas sólo se considera operativo a partir del escenario 2027. Aguas arriba del embalse de Villafría debe atenderse la demanda de una piscifactoría, de escasa entidad (1,9 hm³/a), a la que se supone un retorno de 0.95.

En la cuenca del Valdavia hay cinco series de aportaciones: Las entradas al embalse de Villafría, identificadas como “AN 212 E. Villafría”, las entradas al embalse de Las Cuevas, identificadas como “AN 214 E. Las Cuevas”, las correspondientes a la cuenca diferencial hasta la toma, identificadas como “AN 213 Valdavia hasta Buenavista”, una segunda cuenca diferencias, identificada como “AN 289 Valdavia hasta río Avión” y la cuenca final, identificada como “AN 290 Valdavia hasta Pisuerga”. Los valores medios de las aportaciones empleados en el cálculo para los escenarios sin cambio climático son los reflejados en la tabla 6.1. Corresponden a la “serie corta”, del año hidrológico 1980-81 a 2017-18. La aportación acumulada hasta la toma totaliza 64,66 hm³/a, de los que 11,56 hm³/a están regulados, y se utilizan en los horizontes 2021, 2027 y 2033. La tabla 6.2 corresponde al escenario de cambio climático, y se utiliza en el horizonte 2039. En la hipótesis de cambio climático, estas aportaciones se reducen un 9,1 %.

Tabla 6.1 Valores medios de las aportaciones consideradas en el sistema del río Valdavia, en hm³/mes

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 212	9.552	0.296	0.555	1.192	1.615	1.566	1.279	1.314	0.828	0.436	0.234	0.142	0.094
AN 213	4.008	0.105	0.240	0.532	0.719	0.661	0.574	0.502	0.340	0.172	0.083	0.048	0.031
AN 214	51.096	1.439	3.197	6.732	8.858	8.241	7.424	6.373	4.386	2.261	1.110	0.650	0.426
AN 289	12.884	0.312	0.740	1.738	2.542	2.142	1.787	1.560	1.051	0.523	0.255	0.142	0.092
AN 290	35.887	0.789	1.855	4.592	7.146	6.102	5.229	4.411	2.950	1.459	0.713	0.389	0.252

Tabla 6.2 Valores medios de las aportaciones consideradas en el sistema del río Valdavia en escenario de cambio climático, en hm³/mes

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 212	8.995	0.268	0.490	1.030	1.586	1.543	1.259	1.215	0.763	0.404	0.217	0.133	0.088
AN 213	3.610	0.087	0.198	0.426	0.680	0.630	0.547	0.443	0.302	0.153	0.074	0.043	0.028
AN 214	46.395	1.208	2.666	5.468	8.464	7.930	7.140	5.638	3.901	2.013	1.000	0.586	0.383
AN 289	11.629	0.259	0.610	1.399	2.397	2.038	1.704	1.383	0.935	0.465	0.229	0.128	0.083
AN 290	32.467	0.656	1.523	3.686	6.684	5.778	4.961	3.973	2.668	1.317	0.646	0.350	0.225

La demanda de la cuenca (DA 2000073 RP Río Valdavia) se presenta en la tabla 6.3 y asciende a 5,949 hm³/a en el escenario 2021 y 14,945 hm³/a en los escenarios 2027, 2033 y 2039. La dotación bruta máxima que figura en el contenido normativo del Proyecto de Plan para la comarca Saldaña-Valdavia es 4.147 m³/ha.a, un 23% inferior a la adoptada en los cálculos. En el primer escenario, esta demanda se atiende sólo con la

regulación del embalse de Villafría. En el horizonte 2027 se contempla además la puesta en servicio del embalse de Las Cuevas, los datos de ambos embalses figuran en la tabla 6.4.

Tabla 6.3 Valores de la demanda DA 2000073 RP Río Valdivia

Escenario	Superficie ha	Dotación m ³ /ha.a	Demanda hm ³ /a
Escenario 2021	824	7218	5.949
Escenario 2027	2595	5374	13.945
Escenario 2033	2595	5374	13.945
Escenario 2039	2595	5374	13.945

Tabla 6.4 Características de los embalses de Villafría y Las Cuevas

Variable	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Vill- V.Max (hm ³)	12.1	12.1	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
Vill-V. Min (hm ³)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vill- Evap. (mm)	51.0	26.2	18.6	20.2	29.9	56.1	76.4	107.4	137.0	159.1	139.4	92.9
LC-V.Max (hm ³)	10.9	10.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
LC-V.Min (hm ³)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
LC- Evap. (mm)	51.0	26.2	18.6	20.2	29.9	56.1	76.4	107.4	137.0	159.1	139.4	92.9

En el modelo Aquatool se fija un caudal mínimo en el arco aguas abajo de la toma igual al caudal ecológico estimado para la masa 30400079, aunque no se aplica en el escenario 2021. En los arcos aguas abajo de los embalses de Villafría y Las Cuevas también se fijan caudales mínimos. Los valores de caudal mínimo adoptados en los cálculos se reflejan en la tabla 6.5. El valor del caudal ecológico que debe atenderse en la toma es similar a la demanda de riego (11,16 hm³/a frente a 13,95 hm³/a), y corresponde al 17% de la aportación media en régimen natural. Aparentemente, en Villafría se ha adoptado un valor de caudal mínimo igual al 20% del caudal ecológico correspondiente a la masa y en Las Cuevas se ha adoptado un caudal mínimo igual al 10% del caudal ecológico correspondiente a la masa.

Tabla 6.7 Caudales mínimos (hm³/mes) impuestos en el sistema del río Valdivia

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Villafría	2.231	0.161	0.181	0.214	0.214	0.194	0.214	0.207	0.187	0.181	0.161	0.161	0.156
L.Cuevas	1.116	0.080	0.091	0.107	0.107	0.097	0.107	0.104	0.094	0.091	0.080	0.080	0.078
Valdivia	11.16	0.804	0.907	1.071	1.071	0.968	1.071	1.037	0.937	0.907	0.804	0.804	0.778

Comparación del modelo con los resultados de Aquatool

Se ha realizado inicialmente una comparación del comportamiento del modelo Aquatool y el modelo elaborado en el presente trabajo. La comparación se ha realizado para el escenario 2027, que ya incluye el embalse de Las Cuevas. Se ha constatado que existen discrepancias significativas entre el funcionamiento de ambos modelos. En la tabla 6.6 se compara el resultado del suministro en la demanda DA 2000073 RP Río

Valdavia en los dos modelos. El modelo elaborado en este trabajo proporciona resultados de atención a la demanda que son mejores que los del modelo de Aquatool, aunque la concordancia global es aceptable.

Tabla 6.6 Resultados de la simulación para la demanda DA 200073 RP Río Valdavia

Escenario	Demanda hm ³ /a	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Máx 1 año % dem 1 año	Máx 2 años % dem 1 año	Máx 10 años % dem 1 año
Aquatool	13.945	11.711	2.234	83.980	94.370	162.630	333.500
Modelo	13.945	12.219	1.726	87.620	77.577	132.582	270.732

En la figura 6.4 se presenta la comparación entre la serie temporal de volúmenes almacenados en los dos embalses producida por los dos modelos.

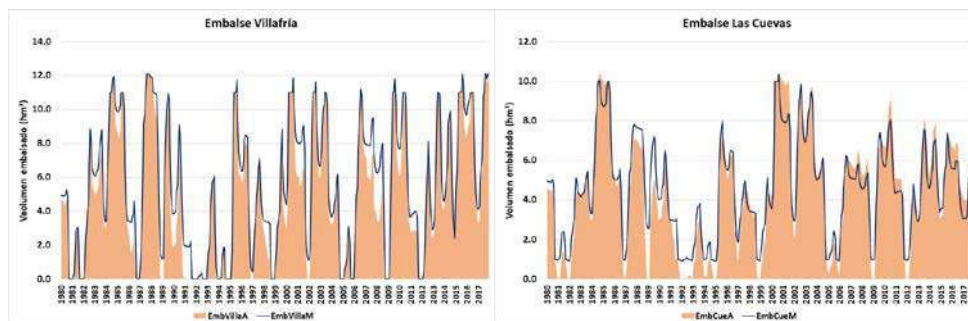


Figura 6.4 Comparación de la serie temporal de volumen embalsado entre el modelo Aquatool (EmbVilla, EmbCueA) y el modelo del presente estudio (EmbVillM, EmbCueM) para el escenario 2027. Izquierda: embalse de Villafría. Derecha: embalse de Las Cuevas

El modelo de Aquatool arroja unos resultados de volumen embalsado ligeramente diferentes a los del modelo elaborado en el presente estudio. El volumen en el embalse de Villafría suele ser superior en la simulación del modelo de este trabajo que en la de Aquatool. En el caso de Las Cuevas, sucede lo contrario con frecuencia. Esta discrepancia es debida al criterio diferente para explotar el sistema formado por dos embalses en paralelo. En el caso de la simulación de Aquatool, llama la atención que se observen volúmenes por debajo del volumen mínimo de 1 hm³. Para analizar el motivo de las discrepancias, se ha comparado el caudal circulante por los tramos inmediatamente aguas abajo de los embalses. La comparación se muestra en la figura 6.5, que se centra en la representación de los caudales bajos.

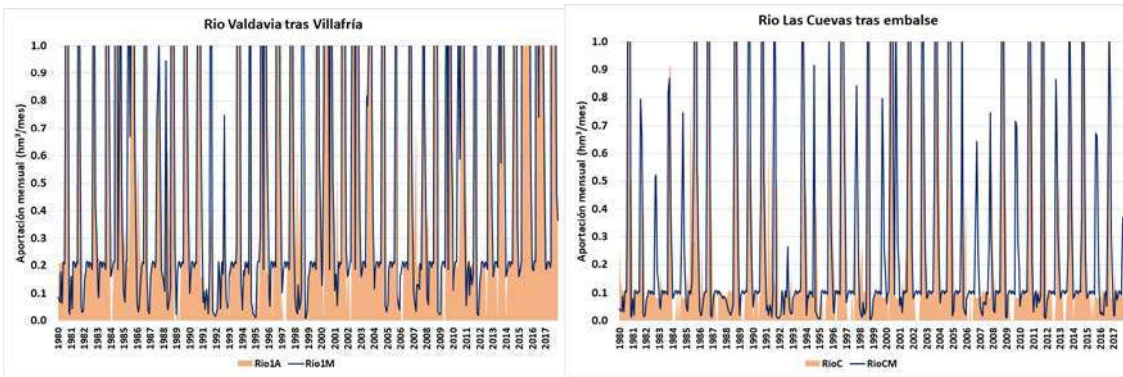


Figura 6.5 Comparación de la serie temporal de caudal circulante en el tramo aguas abajo de los embalses de Villafria (izquierda) y Las Cuevas (derecha) entre el modelo Aquatool (Rio1A, RioC) y el modelo del presente estudio (Rio1M, Río CM) para el escenario 2027.

En la figura 6.5 se aprecia que hay numerosos meses en los que el modelo de Aquatool no suministra el caudal ecológico en ambos embalses, aun cuando la aportación natural al embalse excede su valor. Éste puede ser uno de los motivos de discrepancia entre los dos modelos. Se desconoce el motivo por el que el modelo de Aquatool no suministra estos caudales ecológicos ya que, en principio, los caudales ecológicos constituyen una restricción a la explotación, previa a la asignación de recursos y deben ser suministrados siempre que las aportaciones naturales lo permitan.

En las figuras 6.6 y 6.7 se presenta la comparación de caudales circulantes en el tramo de río inmediatamente aguas abajo de la toma y de los caudales suministrados en la toma. La figura 6.6 muestra los valores mensuales y la figura 6.7 los valores acumulados.

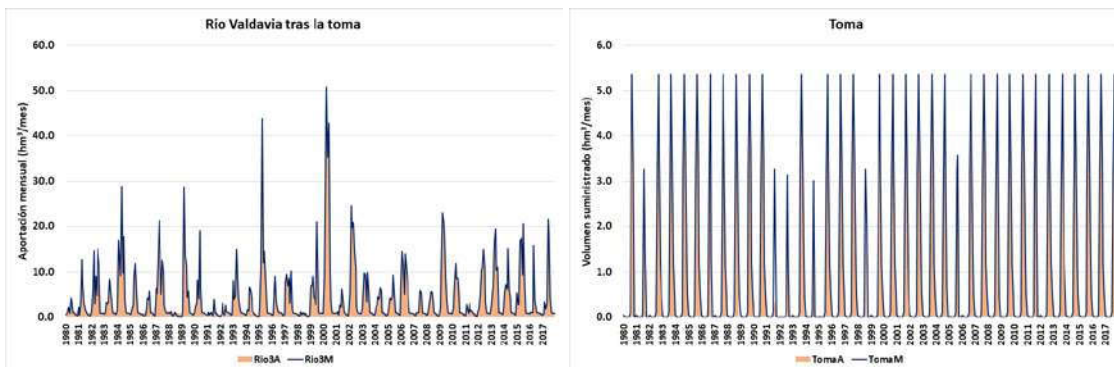


Figura 6.6 Comparación de la serie temporal de caudal circulante en el tramo aguas abajo de la toma (izquierda) y el suministro a la demanda entre el modelo Aquatool (Rio3A, TomaA) y el modelo del presente estudio (Rio3M, TomaM) para el escenario 2027.

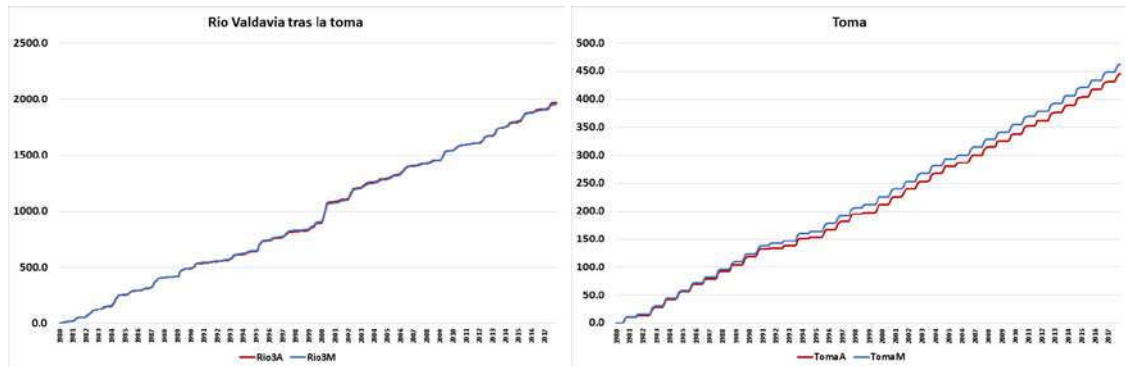


Figura 6.7 Comparación de la serie de volúmenes acumulados en el tramo aguas abajo de la toma (izquierda) y el suministro a la demanda entre el modelo Aquatool (Rio3A, TomaA) y el modelo del presente estudio (Rio3M, TomaM) para el escenario 2027.

A la escala del dibujo de la figura 6.6, los resultados de caudal de circulación en el río y de suministro a la toma son casi idénticos. Sin embargo, si se analizan los valores acumulados se puede comprobar que el modelo empleado en este trabajo asigna más volumen a la toma y deja circular menos volumen por el río. Las discrepancias acumuladas a lo largo de toda la serie son de unos 15 hm³ aproximadamente. Esto indica que este modelo consigue una explotación de los embalses ligeramente mejor que la de Aquatool. Por tanto, puede deducirse que el modelo elaborado representa correctamente la explotación del sistema del río Valdavia.

Análisis del escenario 2021

En el escenario 2021 sólo se considera el embalse de Villafría, que atiende una demanda de 824 ha.

Hipótesis Proyecto de Plan

En la tabla 6.7 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis del Proyecto de Plan. La tabla incluye la aportación regulada (ApR), la aportación no regulada (ApNR), el suministro a la demanda de riego (Sum), el suministro desde el embalse (SumE), el suministro desde la aportación no regulada (SuNR), los valores de déficit en 1, 2 y 10 años, el vertido desde el embalse (Vert), el caudal circulante por el río tras la toma (Rio), el caudal ecológico suministrado desde el embalse (QE_{CE}) y el caudal ecológico suministrado en la toma (QE_{CT}). Se presenta el valor medio y la desviación estándar de cada variable y diferentes percentiles de la distribución. La demanda considerada en el Proyecto de Plan es 5,949 hm³/a. En la figura 6.8 se presentan varios resultados de la simulación. Como puede apreciarse en la tabla y en la figura, el sistema tiene capacidad muy holgada para atender la demanda, puesto que no se producen fallos y los vertidos del embalse son muy frecuentes y cuantiosos.

Tabla 6.7 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2021

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QECoE hm ³ /a	QECoT hm ³ /a
Media	9.48	55.10	5.95	1.21	4.74	0.00	0.00	0.00	5.60	57.76	1.79	0.00
Desv Est	7.61	39.28	0.00	1.37	1.37	0.00	0.00	0.00	6.52	43.79	0.44	0.00
P95%	0.54	5.16	5.95	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	0.54	0.00
P75%	3.40	23.90	5.95	0.00	3.51	0.00	0.00	0.00	0.59	24.06	1.51	0.00
P50%	7.75	49.95	5.95	0.75	5.17	0.00	0.00	0.00	3.00	52.87	1.91	0.00
P25%	12.67	76.69	5.95	1.89	5.95	0.00	0.00	0.00	8.32	77.16	2.12	0.00
P05%	23.36	112.38	5.95	3.29	5.95	0.00	0.00	0.00	19.74	118.4	2.23	0.00

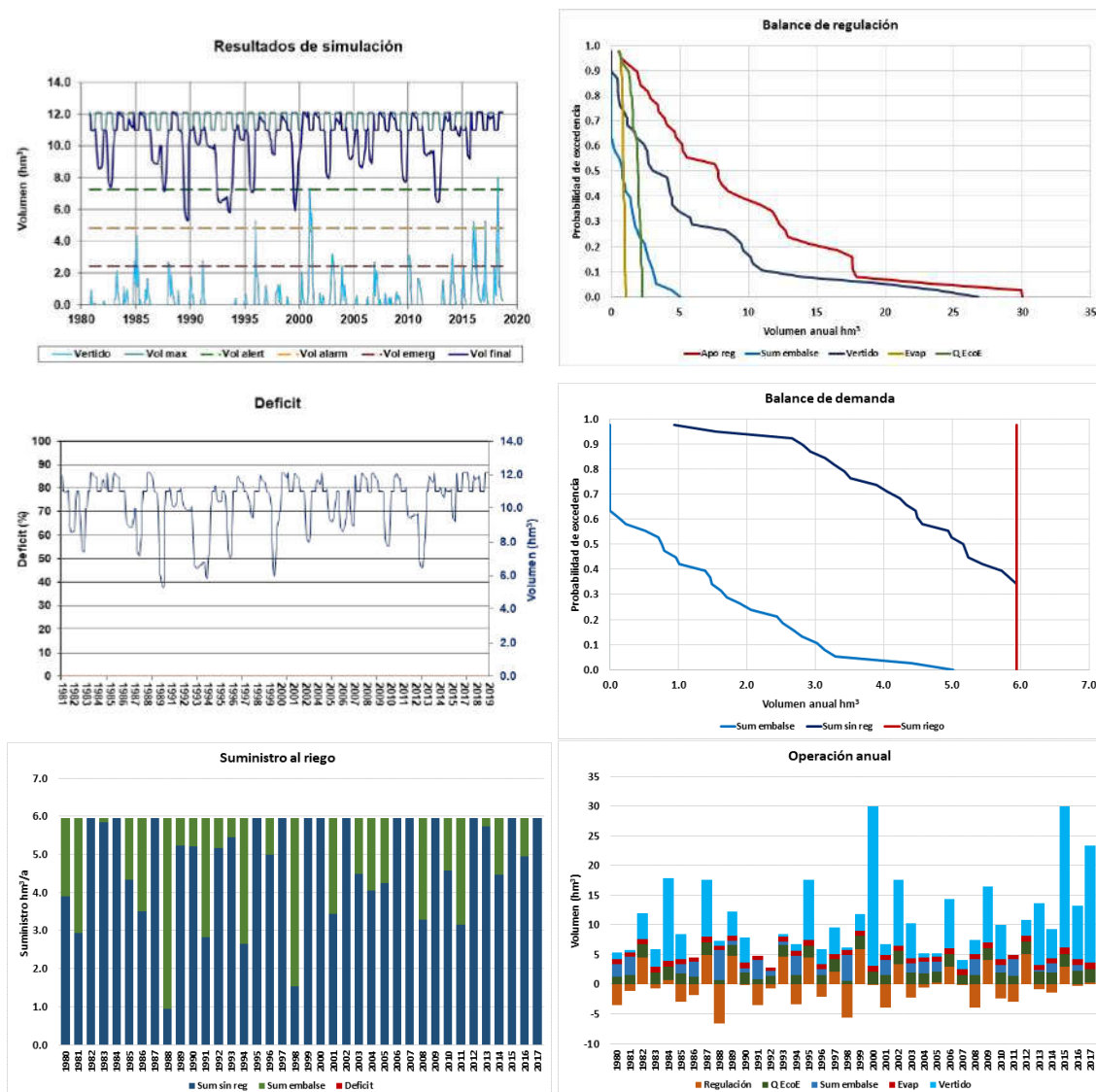


Figura 6.8 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2021. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en la hipótesis del Proyecto de Plan cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 11.20 hm³/a, correspondiente a 1.552 ha. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 6.8 y en la figura 6.9. El

máximo déficit se produce en el año hidrológico 1994-95 y supone el 41,2% de la demanda anual. El incumplimiento del criterio de garantía se debe al déficit reiterado en el periodo de diez años que acaba en el año hidrológico 1994-95. Esta demanda es igual al 118% de la aportación regulada, pero los desembalses contribuyen únicamente al 35% de la demanda, ya que el 65% se atiende con la aportación no regulada, que es considerablemente mayor. Esta circunstancia viene determinada porque en el Proyecto de Plan no se ha considerado caudal ecológico en la toma de la demanda. Las sueltas para riego constituyen únicamente el 41% de la aportación. El caudal ecológico en el embalse supone el 19%, los vertidos el 33% y las pérdidas por evaporación el 7%.

Tabla 6.8 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2021

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	9.48	55.10	10.85	3.90	6.96	0.35	0.70	3.24	3.12	53.06	1.79	0.00
Desv Est	7.61	39.28	1.01	2.73	2.90	1.01	1.48	4.10	5.55	40.97	0.44	0.00
P95%	0.54	5.16	6.52	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	4.09	0.54	0.00
P75%	3.40	23.90	11.20	1.20	4.43	0.00	0.00	0.00	0.00	19.82	1.51	0.00
P50%	7.75	49.95	11.20	4.03	6.74	0.00	0.00	0.79	0.19	46.98	1.91	0.00
P25%	12.67	76.69	11.20	5.88	9.72	0.00	0.67	4.68	3.44	71.46	2.12	0.00
P05%	23.36	112.38	11.20	7.72	11.01	1.93	4.68	10.44	16.04	111.3	2.23	0.00

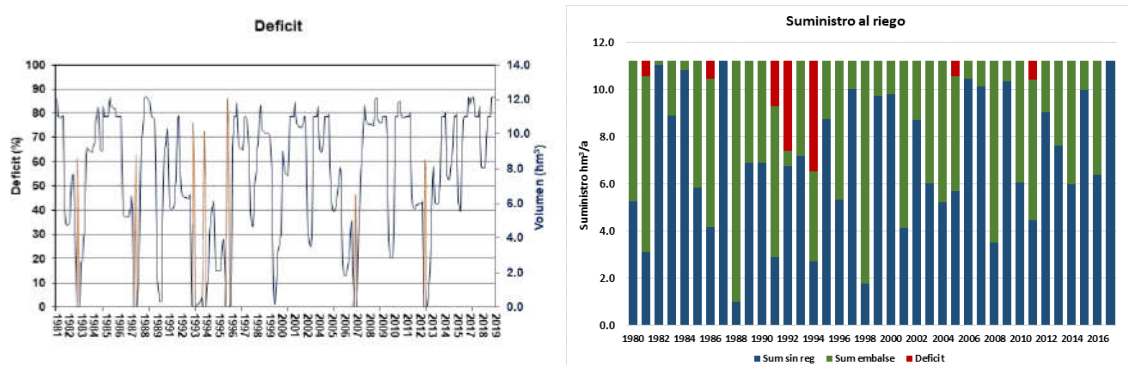


Figura 6.9 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2021. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

Hipótesis Caudal Ecológico en la Toma

En la tabla 6.9 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis de caudal ecológico en la toma. La demanda considerada es la misma que en el Proyecto de Plan, 5,949 hm³/a. El caudal ecológico adoptado es el correspondiente al tramo aguas abajo de la toma en los otros escenarios del Proyecto de Plan, 11,16 hm³/a. En la figura 6.10 se presentan varios resultados de la simulación. La imposición del caudal ecológico origina algunos déficits de suministro, pero no imposibilita que se pueda atender la demanda del escenario 2021.

Tabla 6.9 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2021

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QECo hm ³ /a	QECoT hm ³ /a
Media	9.48	55.10	5.91	2.81	3.10	0.04	0.07	0.37	4.11	57.90	1.79	9.89
Desv Est	7.61	39.28	0.16	2.00	2.02	0.16	0.22	0.58	6.09	42.27	0.44	1.44
P95%	0.54	5.16	5.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.85	0.54	5.38
P75%	3.40	23.90	5.95	0.82	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	25.20	1.51	9.15
P50%	7.75	49.95	5.95	3.15	2.78	0.00	0.00	0.00	1.44	52.95	1.91	10.37
P25%	12.67	76.69	5.95	4.19	4.92	0.00	0.00	0.69	4.64	77.73	2.12	10.93
P05%	23.36	112.38	5.95	5.71	5.93	0.02	0.69	1.40	17.35	117.5	2.23	11.16

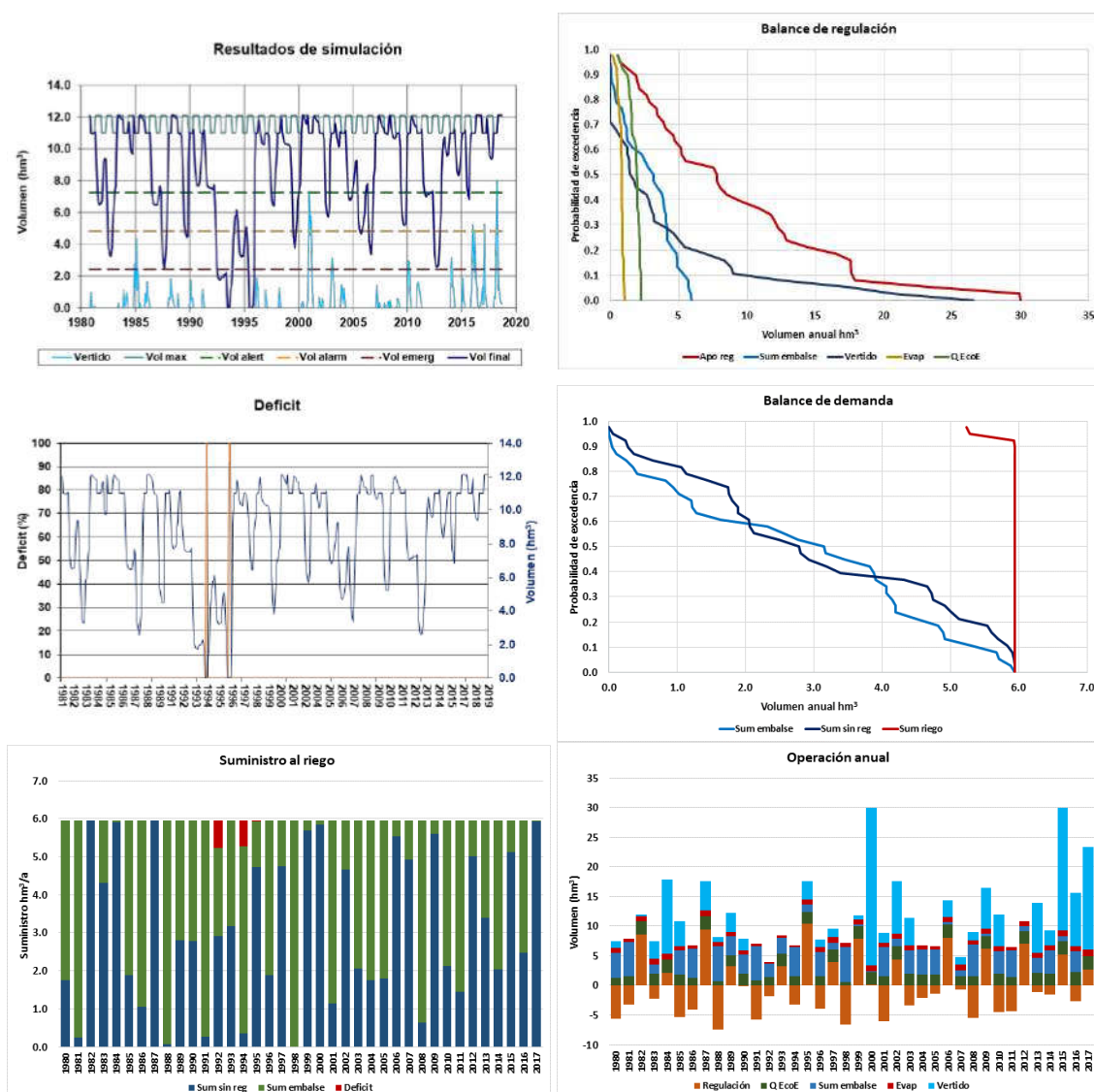


Figura 6.10 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2021. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

En la figura 6.11 se muestra la distribución del caudal ecológico anual suministrado desde el embalse y respetado en la toma. Estos caudales se suministran siempre que haya aportación natural suficiente. Se aprecia que la aportación natural es totalmente insuficiente para atender los caudales ecológicos mínimos fijados para el embalse y el tramo de toma. La garantía en volumen del caudal ecológico en el embalse es del 81% y en el tramo de toma es del 88,7%. Las garantías en tiempo a escala anual son mucho menores. Sólo hay 4 años en el embalse y 6 años en el tramo de toma en los que la aportación natural supera el caudal ecológico todos los meses del año. Esto corresponde a una garantía en tiempo a escala anual de únicamente el 10,5% en el embalse y el 16% en el tramo de toma. Estas garantías tan bajas resultan absolutamente contradictorias con la definición del caudal ecológico adoptada en la IPH.

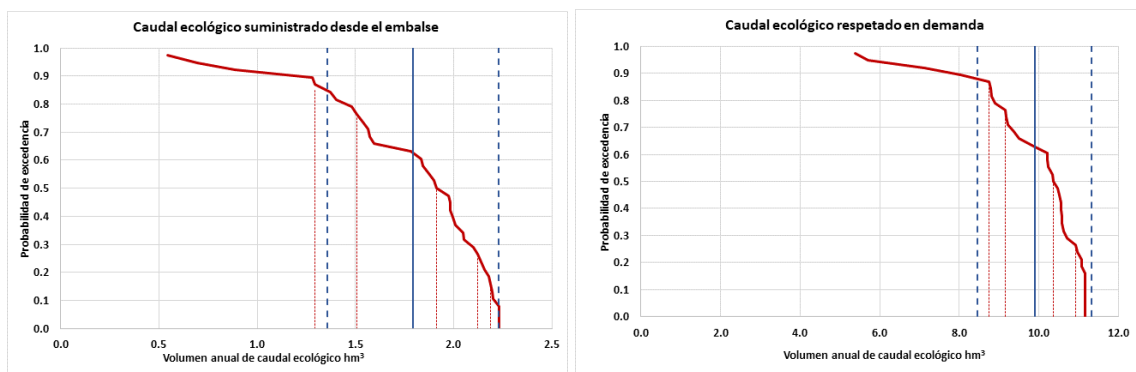


Figura 6.11 Resultados de cumplimiento de caudal ecológico en el embalse y en la toma para el escenario 2021. Izquierda: embalse. Derecha: tramo de toma.

La máxima demanda que se podría atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 7,46 hm³/a, correspondiente a 1.033 ha. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 6.10 y en la figura 6.12. La imposición del caudal ecológico en la toma implica una disminución de la disponibilidad de 3,74 hm³/a, lo que supone una reducción del 33%. Casi toda la reducción corresponde al volumen suministrado desde la toma.

Tabla 6.10 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2021

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	9.48	55.10	7.27	3.68	3.59	0.20	0.39	1.96	3.30	56.61	1.79	9.89
Desv Est	7.61	39.28	0.77	2.38	2.41	0.77	1.11	3.05	5.72	41.52	0.44	1.44
P95%	0.54	5.16	3.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.85	0.54	5.38
P75%	3.40	23.90	7.46	1.02	1.81	0.00	0.00	0.00	0.00	23.88	1.51	9.15
P50%	7.75	49.95	7.46	3.91	3.15	0.00	0.00	0.00	0.82	51.48	1.91	10.37
P25%	12.67	76.69	7.46	5.34	5.69	0.00	0.00	3.21	3.53	75.96	2.12	10.93
P05%	23.36	112.38	7.46	7.21	7.40	0.70	3.21	7.44	15.87	115.7	2.23	11.16

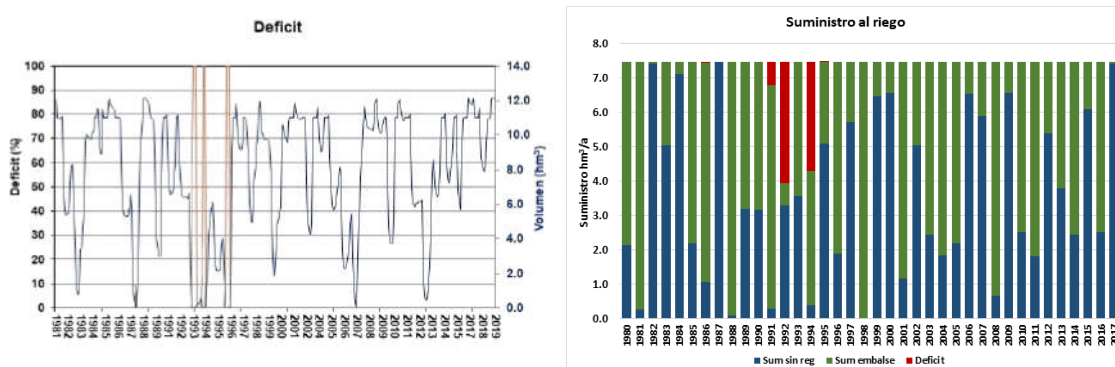


Figura 6.12 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2021. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

El máximo déficit se produce en el año hidrológico 1992-93 y supone el 47,8% de la demanda anual. El incumplimiento del criterio de garantía se debe al déficit reiterado en los periodos de diez años que incluyen los años hidrológicos 1991-92, 1992-93 y 1994-95.

Hipótesis Reglas de Explotación en Sequías

En la tabla 6.11 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis de caudal ecológico en la toma incorporando reglas de explotación en sequías, que suponen la reducción del caudal ecológico en un 50% en situación de sequía prolongada. Esta medida permite eliminar los déficits que aparecían al imponer la condición de caudal ecológico en la toma. Como consecuencia de las reglas de explotación, el caudal ecológico suministrado se reduce en un 10% aproximadamente. En la figura 6.13 se ilustran algunos resultados de la simulación.

Tabla 6.11 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma y reglas de operación en sequías para el escenario 2021

Variable	ApR hm³/a	ApNR hm³/a	Sum hm³/a	SumE hm³/a	SuNR hm³/a	Déf1a hm³/a	Déf2a hm³/a	Déf10a hm³/a	Vert hm³/a	Río hm³/a	QEcE hm³/a	QEcT hm³/a
Media	9.48	55.10	5.95	2.63	3.32	0.00	0.00	0.00	4.42	57.84	1.64	8.86
Desv Est	7.61	39.28	0.00	1.84	1.84	0.00	0.00	0.00	6.23	42.64	0.49	2.11
P95%	0.54	5.16	5.95	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	5.52	0.52	4.49
P75%	3.40	23.90	5.95	0.82	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	24.61	1.20	7.27
P50%	7.75	49.95	5.95	2.77	2.92	0.00	0.00	0.00	1.69	53.66	1.69	9.19
P25%	12.67	76.69	5.95	4.06	4.92	0.00	0.00	0.00	5.12	78.03	2.05	10.68
P05%	23.36	112.38	5.95	5.30	5.93	0.00	0.00	0.00	19.41	118.5	2.20	11.16

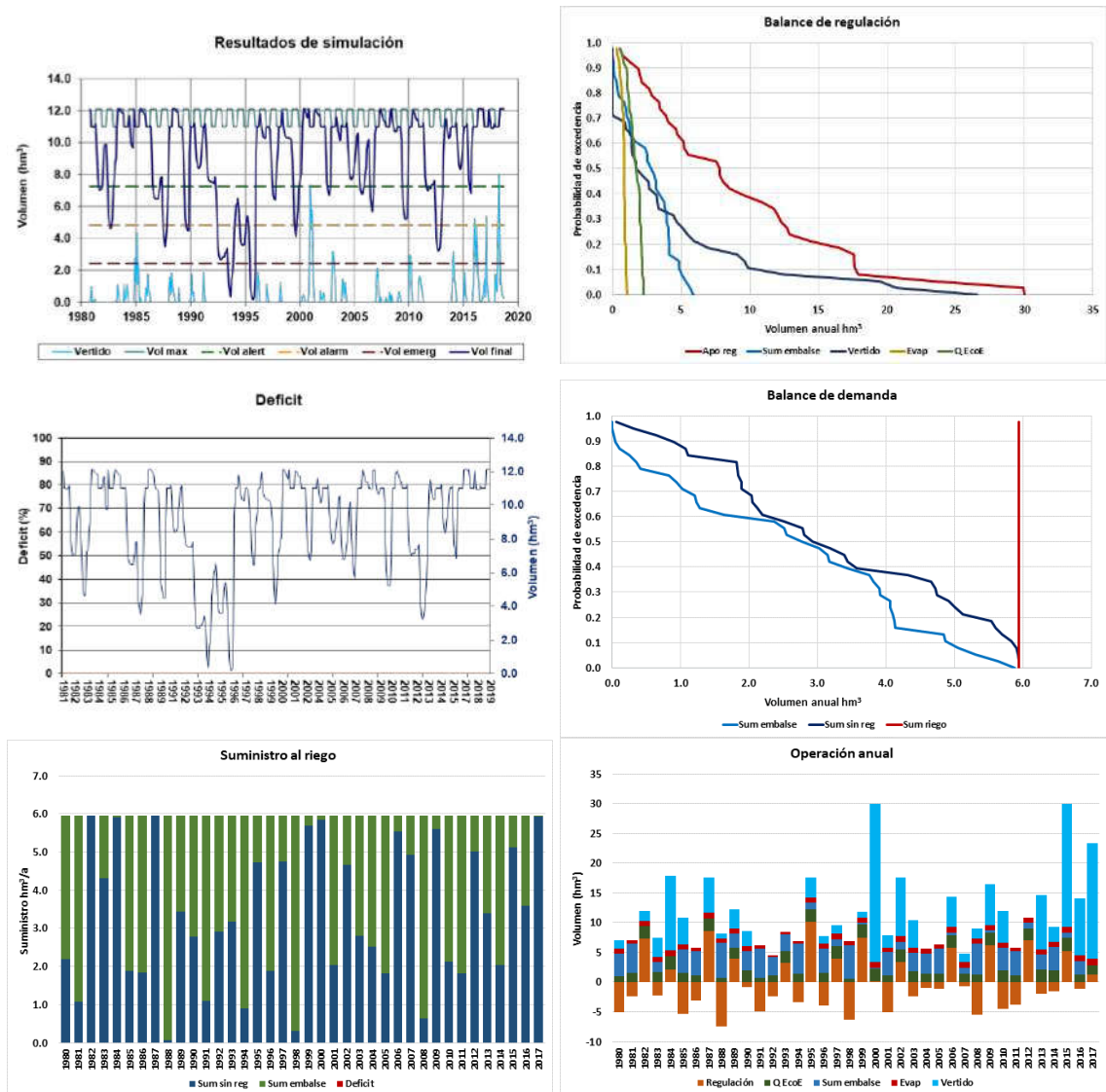


Figura 6.13 Resultados de la simulación en la hipótesis de caudal ecológico en la toma para el escenario 2021. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con reglas de operación en sequías es 8,01 hm³/a, correspondiente a 1.110 ha. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 6.12 y en la figura 6.14. Las reglas de operación en sequías permiten incrementar la disponibilidad en 0,55 hm³/a, lo que supone un incremento del 7,4%. El incremento de disponibilidad es únicamente un 53% de la reducción del caudal ecológico suministrado en la toma.

Tabla 6.12 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con reglas de operación en sequías para el escenario 2021

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	9.48	55.10	7.80	3.82	3.98	0.21	0.42	2.10	3.32	56.08	1.64	8.86
Desv Est	7.61	39.28	0.82	2.33	2.36	0.82	1.18	3.26	5.66	41.52	0.49	2.11
P95%	0.54	5.16	4.32	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	5.52	0.52	4.49
P75%	3.40	23.90	8.01	1.43	2.09	0.00	0.00	0.00	0.00	23.75	1.20	7.27
P50%	7.75	49.95	8.01	4.07	3.42	0.00	0.00	0.00	0.93	51.65	1.69	9.19
P25%	12.67	76.69	8.01	5.69	6.04	0.00	0.00	3.56	3.13	75.50	2.05	10.68
P05%	23.36	112.38	8.01	7.35	7.79	0.68	3.56	7.94	17.72	116.0	2.20	11.16

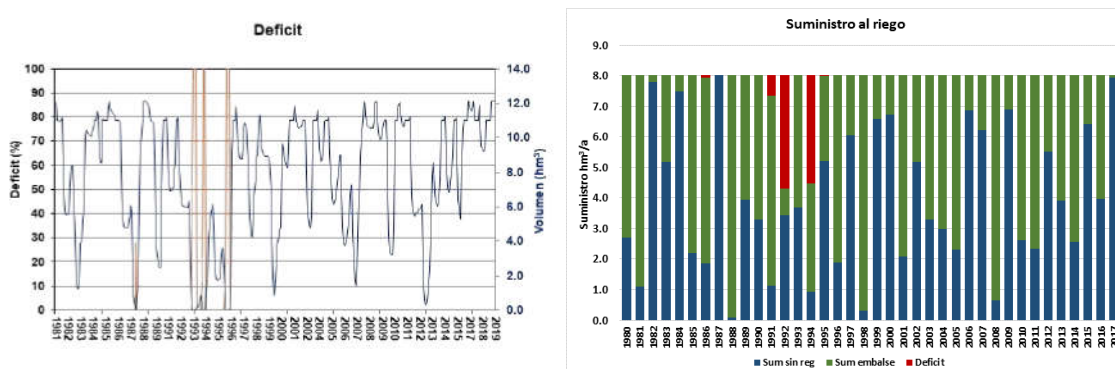


Figura 6.14 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de caudal ecológico en la toma con reglas de operación en sequías para el escenario 2021. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

El máximo déficit se produce en el año hidrológico 1992-93 y supone el 46,1% de la demanda anual. El incumplimiento del criterio de garantía se debe al déficit reiterado en los periodos de diez años que incluyen el periodo comprendido entre 1986-87 y 1995-96.

Resumen

Pasadas con la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

La tabla 6.13 y la figura 6.15 resumen los resultados de los análisis realizados en el escenario 2021 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan. La tabla 6.13 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda, junto con los resultados obtenidos en el modelo Aquatool para este horizonte. La demanda puede atenderse sin déficit en todas las hipótesis, excepto en el caso en que se imponga caudal ecológico sin aplicar reglas de operación en sequías. La figura 6.15 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda.



Tabla 6.13 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2021 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Aquatool	5.949	824.0	5.949	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000
Proyecto de Plan	5.949	824.0	5.949	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000
Caudal Ecológico	5.949	824.0	5.912	0.037	99.379	12.055	12.055	23.579
Gestión de Sequías	5.949	824.0	5.949	0.000	100.000	0.000	0.000	0.000

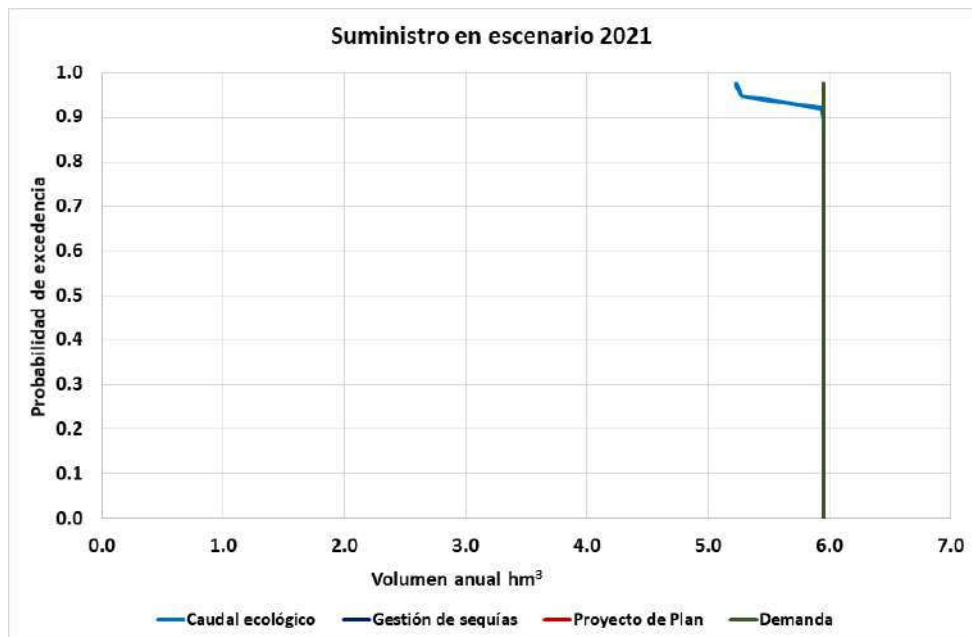


Figura 6.15 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan correspondientes al escenario 2021.

Pasadas que identifican la máxima demanda atendible

La tabla 6.14 y la figura 6.16 resumen los resultados de los análisis realizados en el escenario 2021 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible cumpliendo el criterio de garantía de la IPH. La tabla 6.14 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda. La figura 6.16 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda. La máxima demanda atendible oscila entre 7,46 hm³/a y 11,20 hm³/a, que corresponden a una superficie regable entre 1033 y 1552 ha.

Tabla 6.14 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2021 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Proyecto de Plan	11.202	1551.56	10.851	0.351	96.871	41.790	51.421	100.000
Caudal Ecológico	7.463	1033.71	7.267	0.196	97.368	47.400	56.718	100.000
Gestión de Sequías	8.014	1110.05	7.803	0.211	97.368	46.133	54.659	100.000

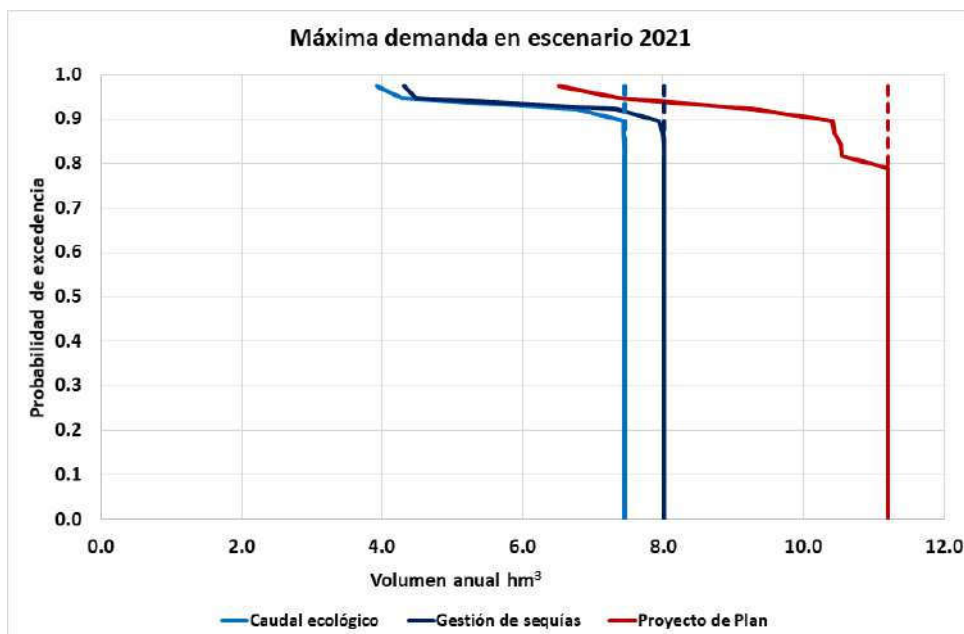


Figura 6.16 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que identifican la máxima demanda atendible correspondientes al escenario 2021.

Análisis de los escenarios 2027 y 2033

En el escenario 2027 entra en funcionamiento el embalse de Las Cuevas, de 10,9 hm³ de capacidad, y se incrementa la demanda hasta 13.945 hm³/a, correspondientes a 2.595 ha. Es importante destacar que, a diferencia de lo que ocurre en el escenario 2021, en este escenario sí se aplica el caudal ecológico en la toma de la demanda de riego.

Hipótesis Proyecto de Plan

En la tabla 6.15 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis del Proyecto de Plan. Las variables correspondientes a embalses incluyen la suma de los valores en los embalses de Villafría y Las Cuevas. La demanda considerada en el Proyecto de Plan es 13,945 hm³/a, correspondiente a 2.595 ha. En la figura 6.17 se presentan distintos resultados de la simulación. En los gráficos también se han sumado las variables correspondientes a los embalses de Villafría y Las Cuevas. Como puede apreciarse en la tabla y en la figura, la regulación adicional que proporciona el embalse de Las Cuevas es insuficiente para atender el incremento de demanda que se plantea en este horizonte.

Tabla 6.15 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2027

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	13.48	51.10	12.22	7.48	4.74	1.73	3.41	14.30	2.15	51.17	2.67	9.89
Desv Est	10.32	36.20	3.34	3.46	3.59	3.34	4.73	12.11	4.94	37.49	0.63	1.44
P95%	0.82	4.80	3.13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.85	0.82	5.38
P75%	5.07	22.41	12.23	4.54	1.82	0.00	0.00	0.00	0.00	20.62	2.26	9.15
P50%	11.52	46.29	13.95	7.41	3.54	0.00	0.04	13.01	0.00	47.53	2.85	10.37
P25%	18.18	71.01	13.95	10.41	7.79	1.00	6.97	19.26	1.75	68.85	3.09	10.93
P05%	27.02	103.86	13.95	12.12	10.31	9.28	10.87	37.75	9.25	102.7	3.30	11.16

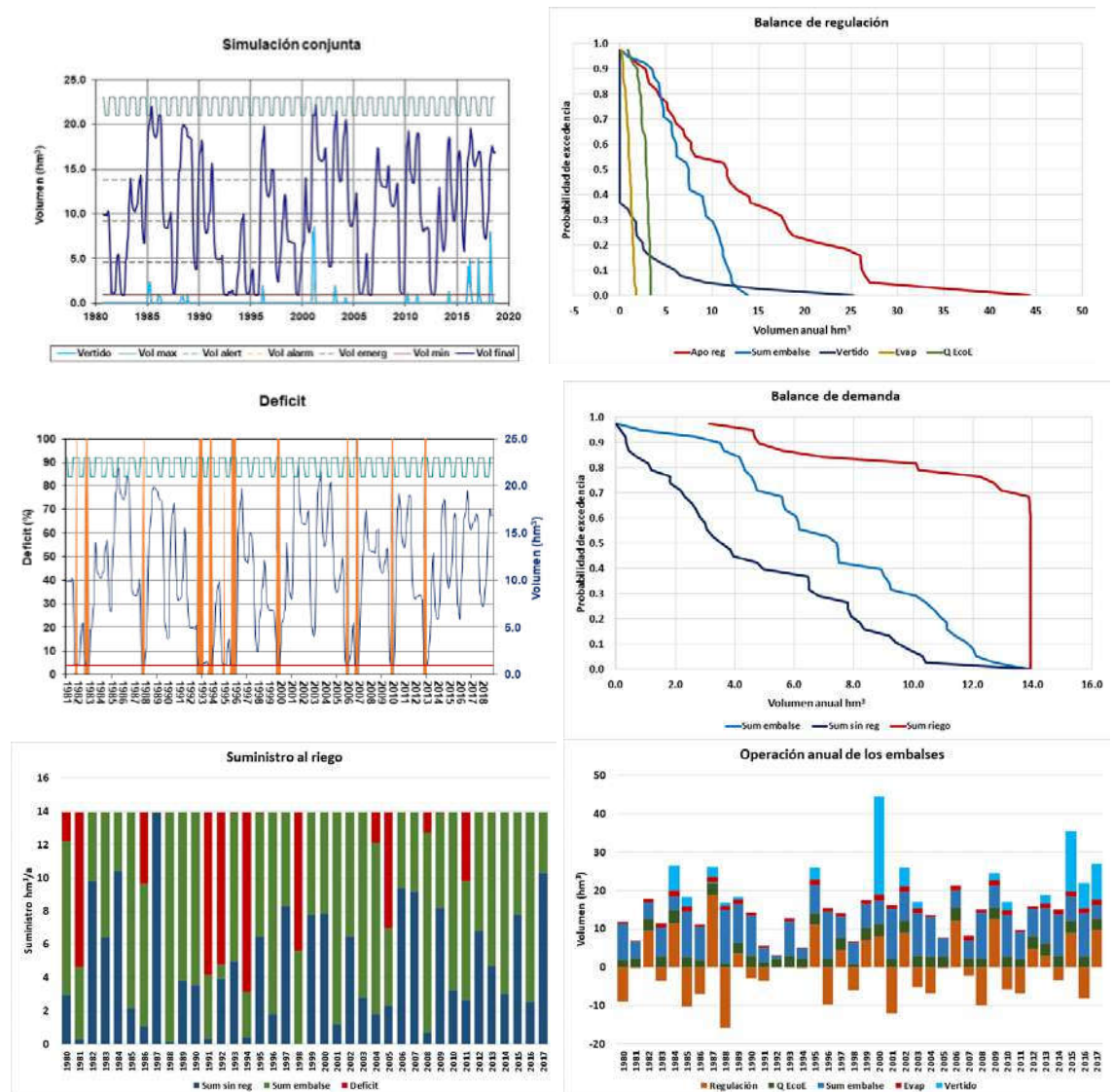


Figura 6.17 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2027. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en las hipótesis del Proyecto de Plan cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 10.68 hm³/a, que corresponde a 2.575 ha con la dotación bruta máxima de 4.147 m³/ha.a. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 6.15 y en la figura 6.18. Esta demanda es igual al 79% de la aportación regulada, a pesar de que los embalses tienen conjuntamente una capacidad igual al 170% de su aportación, y de que se aprovecha una aportación sin regular muy cuantiosa. Para atender la demanda, los embalses sueltan únicamente el 45,4 % de la aportación, lo que da una idea de la dificultad de regular las aportaciones naturales. El 19,8% de los desembalses se destinan al caudal ecológico y el 25,0 % corresponden a vertidos. El 9,8% restante son pérdidas por evaporación.

Tabla 6.16 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2027

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	13.48	51.10	10.27	5.99	4.29	0.41	0.81	3.06	3.29	52.76	2.67	9.89
Desv Est	10.32	36.20	1.40	3.01	3.06	1.40	1.90	4.39	6.16	38.88	0.63	1.44
P95%	0.82	4.80	5.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.85	0.82	5.38
P75%	5.07	22.41	10.68	3.28	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	20.66	2.26	9.15
P50%	11.52	46.29	10.68	6.19	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	48.16	2.85	10.37
P25%	18.18	71.01	10.68	8.16	6.99	0.00	0.00	5.32	3.36	69.65	3.09	10.93
P05%	27.02	103.86	10.68	10.37	9.06	4.77	5.32	10.66	14.46	108.7	3.30	11.16

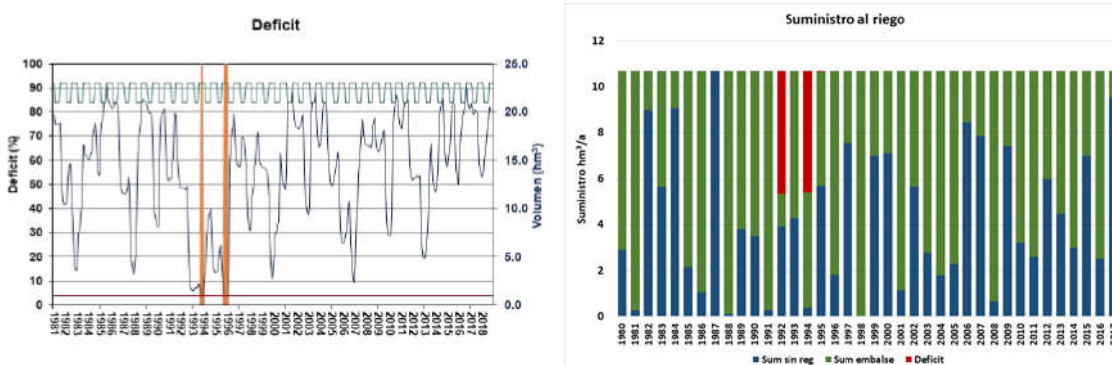


Figura 6.18 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2027. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

El máximo déficit se produce en los años hidrológicos 1992-93 y 1994-95 supone el 50,0% de la demanda anual. El incumplimiento del criterio de garantía se debe al déficit anual en esos años.

Hipótesis Reglas de Explotación en Sequías

En la tabla 6.17 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis de reglas de explotación en sequías, que suponen la reducción del caudal ecológico en un 50% en situación de sequía prolongada. El efecto de la gestión en sequías incrementaría ligeramente el suministro, de 12.23 hm³/a a 12.48 hm³/a, y reduciría el déficit de 1.73 hm³/a a 1.47 hm³/a, pero la influencia global es escasa y la demanda seguiría sin cumplir el criterio de garantía. En la figura 6.19 se presentan algunos resultados de la simulación.



Tabla 6.17 Resultados de la simulación en la hipótesis de gestión de sequías para el escenario 2027

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	13.48	51.10	12.48	7.45	5.03	1.47	2.91	12.27	2.24	50.87	2.57	8.86
Desv Est	10.32	36.20	3.02	3.28	3.37	3.02	4.23	11.25	5.04	37.76	0.66	2.11
P95%	0.82	4.80	3.69	0.03	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	0.80	4.49
P75%	5.07	22.41	12.96	4.74	2.18	0.00	0.00	0.00	0.00	19.39	2.12	7.27
P50%	11.52	46.29	13.95	7.41	4.28	0.00	0.00	8.93	0.00	47.53	2.75	9.19
P25%	18.18	71.01	13.95	9.66	7.79	0.05	5.04	18.36	1.77	68.77	3.08	10.68
P05%	27.02	103.86	13.95	12.12	10.03	8.38	10.29	34.77	11.00	102.8	3.29	11.16

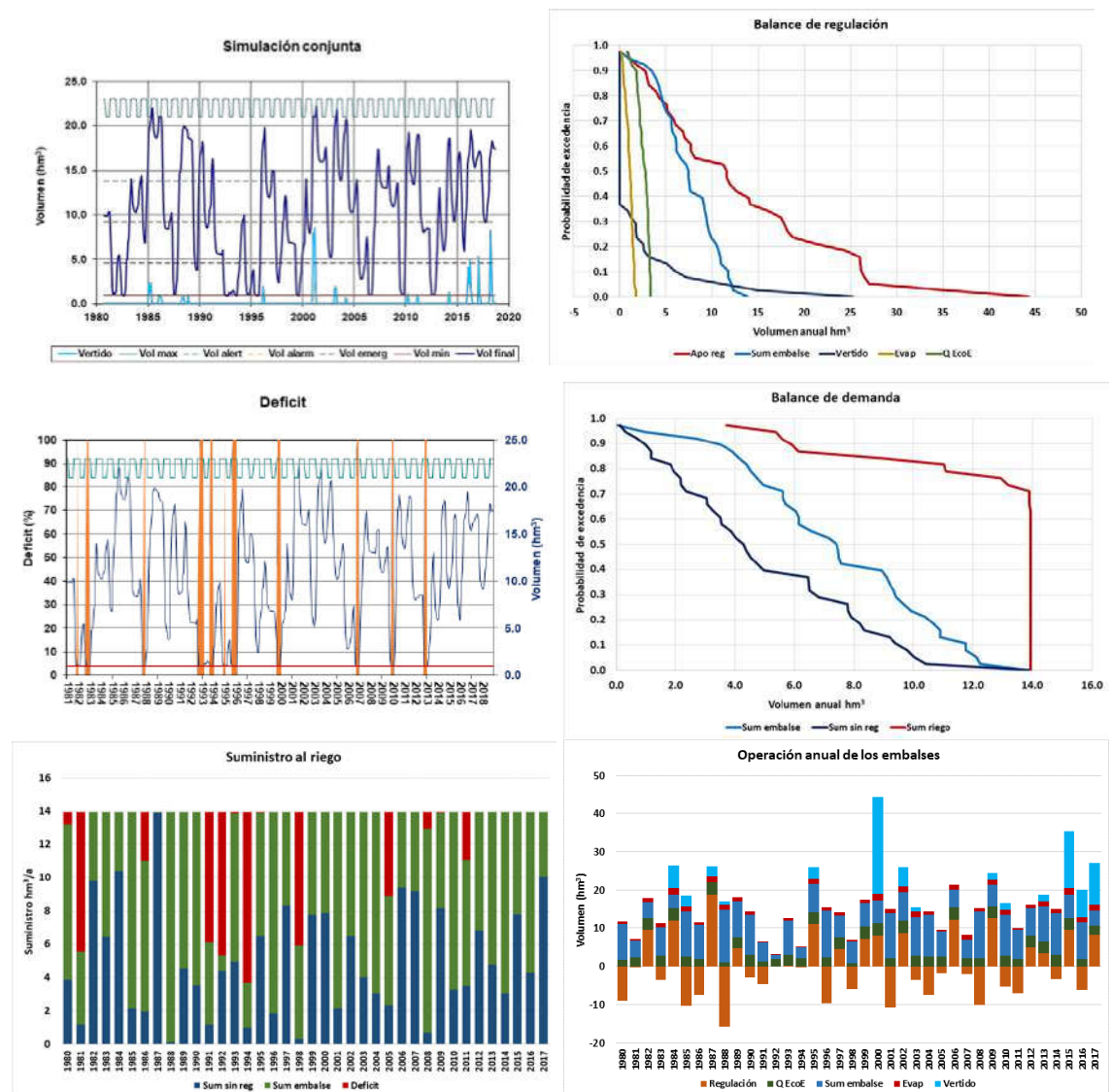


Figura 6.19 Resultados de la simulación en la hipótesis de gestión de sequías para el escenario 2027. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en esta hipótesis cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 11.19 hm³/a, correspondiente a 2.697 ha con la dotación de 4.147 m³/ha.a. Esta superficie es superior a las 2.595 ha previstas para esta zona. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 6.18 y en la figura 6.20. La gestión de sequías permite incrementar la superficie regada en 122 ha con relación a la demanda que se podría atender sin considerar la gestión de sequías. Este incremento se consigue a costa de reducir el caudal ecológico suministrado en un 10%.

Tabla 6.18 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de gestión de sequías para el escenario 2027

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	13.48	51.10	10.89	6.25	4.64	0.29	0.59	2.94	3.33	52.36	2.57	8.86
Desv Est	10.32	36.20	1.26	2.99	2.93	1.26	1.74	4.64	6.07	38.93	0.66	2.11
P95%	0.82	4.80	5.59	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	0.80	4.49
P75%	5.07	22.41	11.19	3.66	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	19.98	2.12	7.27
P50%	11.52	46.29	11.19	6.68	4.15	0.00	0.00	0.00	0.25	48.24	2.75	9.19
P25%	18.18	71.01	11.19	8.17	7.12	0.00	0.00	5.59	3.23	69.49	3.08	10.68
P05%	27.02	103.86	11.19	10.50	9.35	0.03	5.59	11.18	15.34	109.6	3.29	11.16

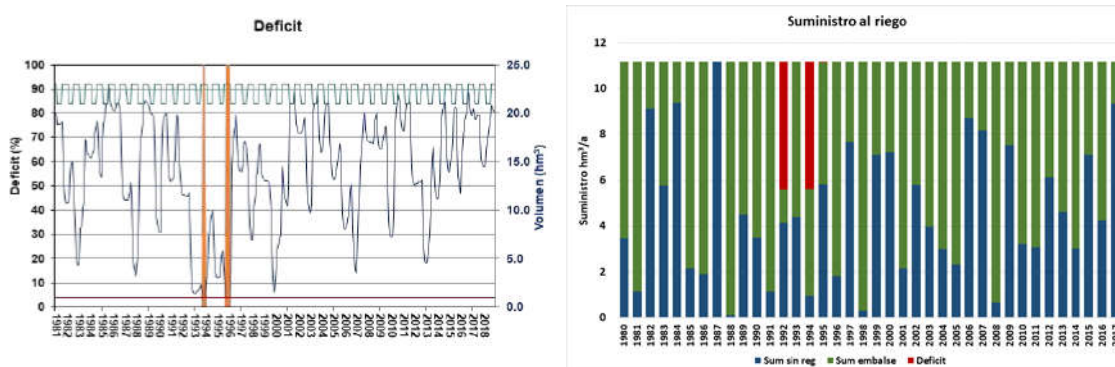


Figura 6.20 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de gestión de sequías para el escenario 2027. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

El máximo déficit se produce en los años hidrológicos 1992-93 y 1994-95 supone el 50,0% de la demanda anual. El incumplimiento del criterio de garantía se debe al déficit anual en esos años.

Resumen

Pasadas con la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

La tabla 6.19 y la figura 6.21 resumen los resultados de los análisis realizados para los escenarios 2027 y 2033 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan. La tabla 6.19 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda, junto con los resultados obtenidos en el modelo Aquatool para este horizonte. La figura 6.21 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda. A pesar de que el modelo

empleado en este estudio presenta resultados más favorables para la demanda que los del modelo Aquatool del Proyecto de Plan, no se llegan a reducir los déficits lo suficiente como para poder cumplir el criterio de garantía, ni aun considerando que se aplican las reglas de gestión de sequías.

Tabla 6.17 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2027 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Aquatool	13.945	2595.0	11.711	2.234	83.980	94.370	162.630	333.500
Proyecto de Plan	13.945	2595.0	12.219	1.726	87.620	77.577	132.582	270.732
Gestión de Sequías	13.945	2595.0	12.478	1.467	89.479	73.507	117.692	249.366

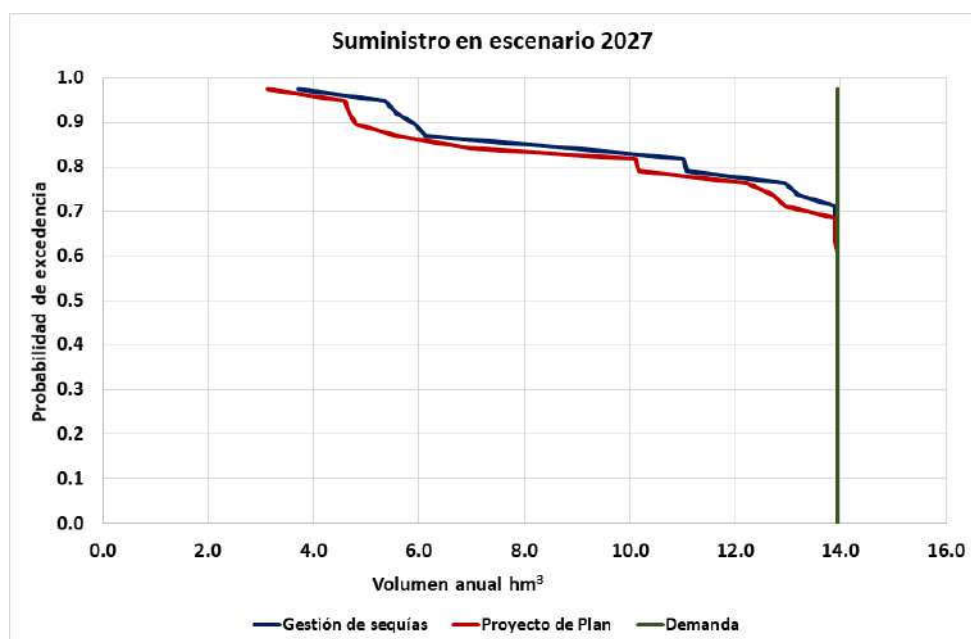


Figura 6.21 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan correspondientes al escenario 2027.

Pasadas que identifican la máxima demanda atendible

La tabla 6.20 y la figura 6.22 resumen los resultados de los análisis realizados en los escenarios 2027 y 2033 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible cumpliendo el criterio de garantía de la IPH. La tabla 6.20 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda. La figura 6.22 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda. La máxima demanda atendible oscila entre 10,68 hm³/a y 11,19 hm³/a. Esto supone entre un 76,6% y un 80,2% de la demanda contemplada en el Proyecto de Plan para estos escenarios.

Tabla 6.20 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2027 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Proyecto de Plan	10.681	2575.60	10.400	0.280	97.374	50.000	50.000	99.782
Gestión de Sequías	11.186	2697.37	10.891	0.294	97.370	50.000	50.000	99.955

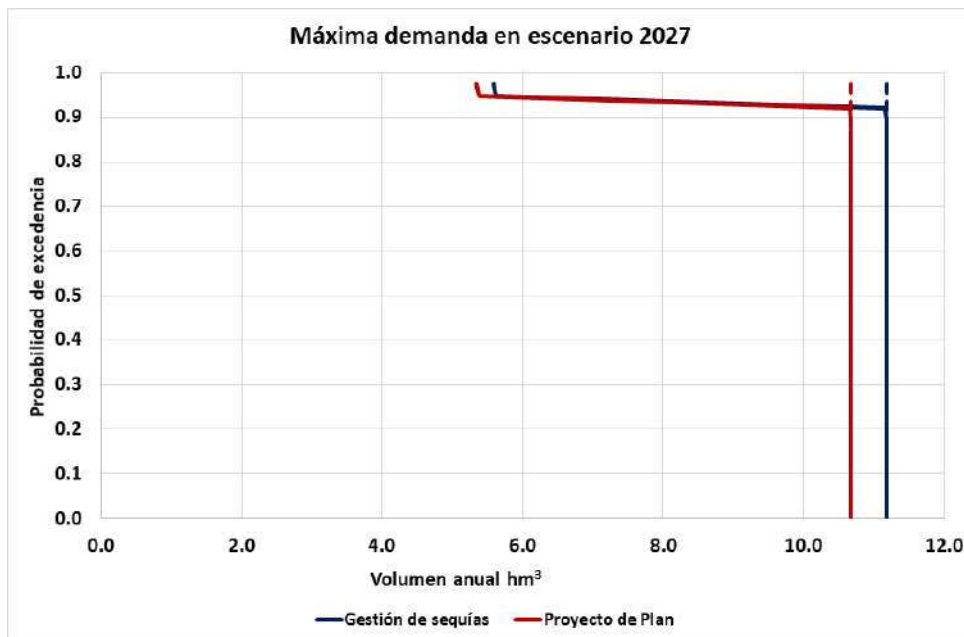


Figura 6.22 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que identifican la máxima demanda atendible correspondientes al escenario 2027.

Análisis del escenario 2039

En el escenario 2039 se mantiene la configuración el sistema correspondiente al escenario 2033, pero se considera que las aportaciones se ven afectadas por el cambio climático, lo que implica una reducción del 9,1%

Hipótesis Proyecto de Plan

En la tabla 6.21 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente a la hipótesis del Proyecto de Plan en el escenario 2039. La aportación considerada en el escenario de cambio climático es Proyecto de Plan es 12,53 hm³/a en la cuenca de los embalses y 49,00 hm³/a en la cuenca sin regular. En la figura 6.22 se presentan distintos resultados de la simulación. El resultado es peor que en el escenario 2027-2033, con un incremento del déficit de la demanda, de 1,72 hm³/a a 2,44 hm³/a.



Tabla 6.21 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	12.53	46.40	11.51	7.28	4.23	2.44	4.80	20.74	1.59	46.36	2.60	9.66
Desv Est	9.70	32.52	4.15	3.64	3.45	4.15	6.21	17.13	4.02	33.04	0.67	1.61
P95%	0.72	3.97	0.42	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	0.72	4.81
P75%	4.66	20.18	10.17	4.54	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	19.03	2.20	8.77
P50%	10.49	42.58	13.95	7.19	3.06	0.00	1.27	19.18	0.00	43.16	2.78	10.24
P25%	16.00	62.77	13.95	9.58	6.76	2.43	8.37	27.81	0.49	59.32	3.09	10.69
P05%	27.02	89.71	13.95	12.43	9.41	11.28	14.13	51.32	9.25	89.22	3.26	11.16

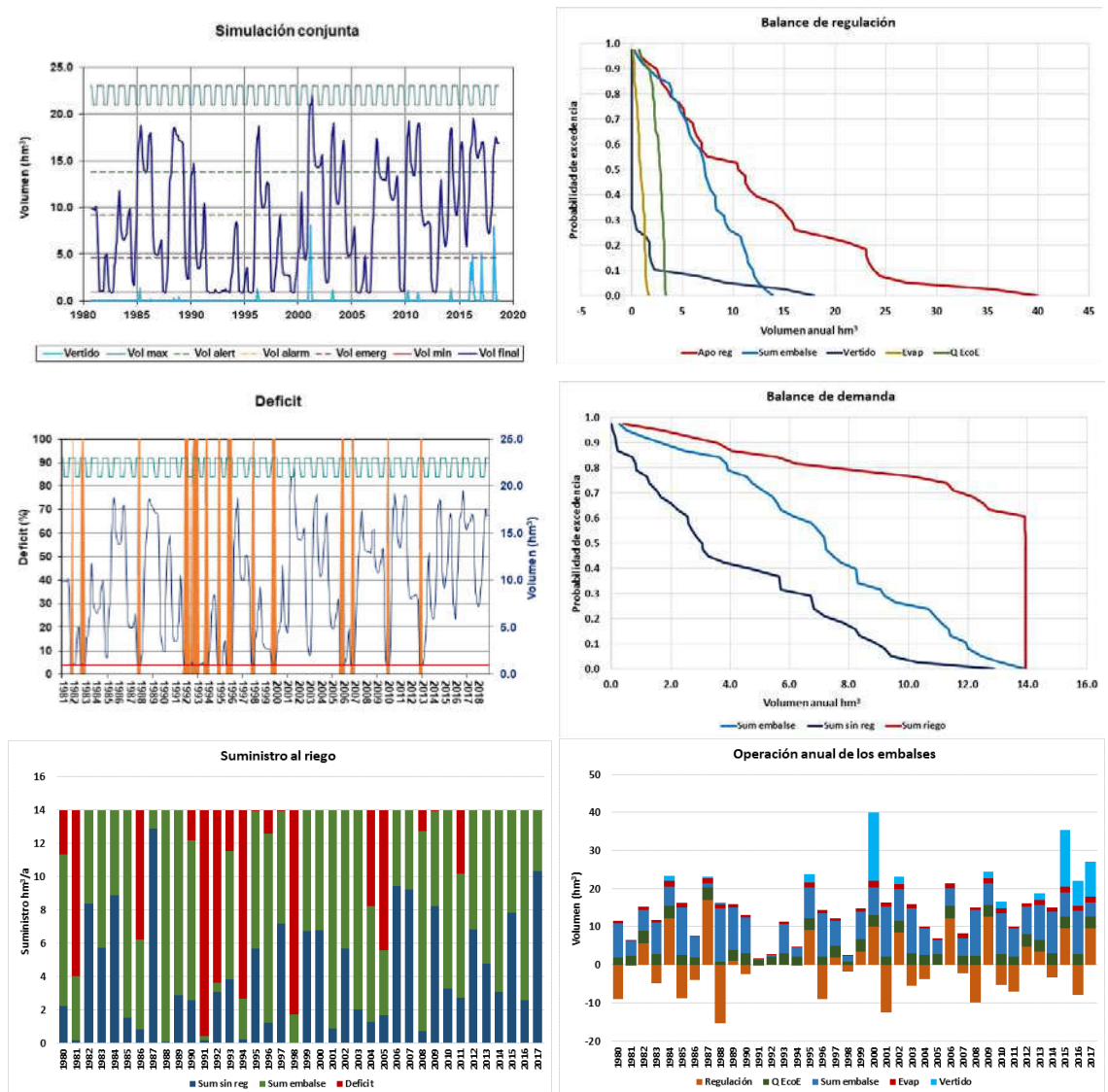


Figura 6.22 Resultados de la simulación en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2039. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en esta hipótesis cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 8.95 hm³/a. Los resultados de esta pasada se resumen en la tabla 6.22 y en la figura 6.23. Los recursos disponibles permitirían atender

el riego de 2.158 ha, 417 ha menos que en el escenario 2033. Esto supone una reducción del 16%, mucho mayor que la reducción de aportaciones, que es del 9,1%.

Tabla 6.22 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	12.53	46.40	8.74	5.21	3.53	0.21	0.42	2.09	3.34	48.81	2.60	9.66
Desv Est	9.70	32.52	0.90	2.64	2.66	0.90	1.24	3.30	5.79	35.11	0.67	1.61
P95%	0.72	3.97	4.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	0.72	4.81
P75%	4.66	20.18	8.95	2.48	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	22.02	2.20	8.77
P50%	10.49	42.58	8.95	5.62	2.81	0.00	0.00	0.00	0.55	43.64	2.78	10.24
P25%	16.00	62.77	8.95	7.34	5.54	0.00	0.00	3.44	2.48	63.40	3.09	10.69
P05%	27.02	89.71	8.95	8.86	7.39	0.02	3.44	7.94	16.26	94.75	3.26	11.16

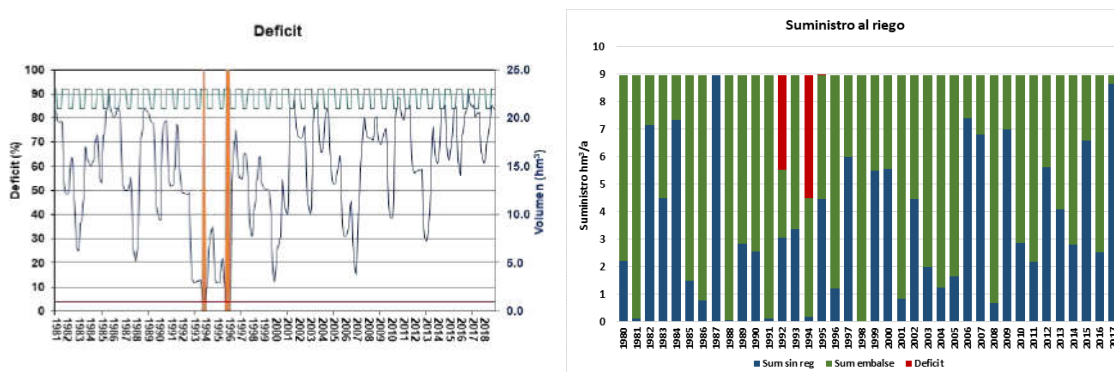


Figura 6.23 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis del Proyecto de Plan para el escenario 2039. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

El máximo déficit se produce en el año hidrológico 1994-95 supone el 50,0% de la demanda anual. El incumplimiento del criterio de garantía se debe al déficit anual en ese año.

Hipótesis Reglas de Explotación en Sequías

En la tabla 6.23 se presentan los resultados principales del balance de recursos en la pasada correspondiente al escenario 2039 en la hipótesis de reglas de explotación en sequías, que suponen la reducción del caudal ecológico en un 50% en situación de sequía prolongada. En la figura 6.24 se presentan algunos resultados de la simulación. El efecto de la gestión en sequías incrementaría ligeramente el suministro, de 11.51 hm³/a a 11.76 hm³/a. Si se comparan los resultados de esta pasada con los de la misma hipótesis en el escenario 2033, se obtiene una variación del suministro de 12,48 hm³/a a 11,76 hm³/a, que corresponde a una reducción del 5,7%.

Tabla 6.23 Resultados de la simulación en la hipótesis de gestión de sequías para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	12.53	46.40	11.76	7.26	4.50	2.19	4.33	18.76	1.67	46.07	2.51	8.68
Desv Est	9.70	32.52	3.91	3.51	3.24	3.91	5.79	16.32	4.14	33.28	0.69	2.21
P95%	0.72	3.97	1.19	0.35	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	4.92	0.71	3.99
P75%	4.66	20.18	11.08	4.54	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	18.95	1.99	6.84
P50%	10.49	42.58	13.95	7.24	3.49	0.00	1.04	14.93	0.00	42.17	2.63	8.96
P25%	16.00	62.77	13.95	9.66	6.76	1.67	8.12	26.76	0.49	59.07	3.07	10.59
P05%	27.02	89.71	13.95	12.32	9.41	10.79	13.22	49.33	11.00	89.22	3.26	11.16

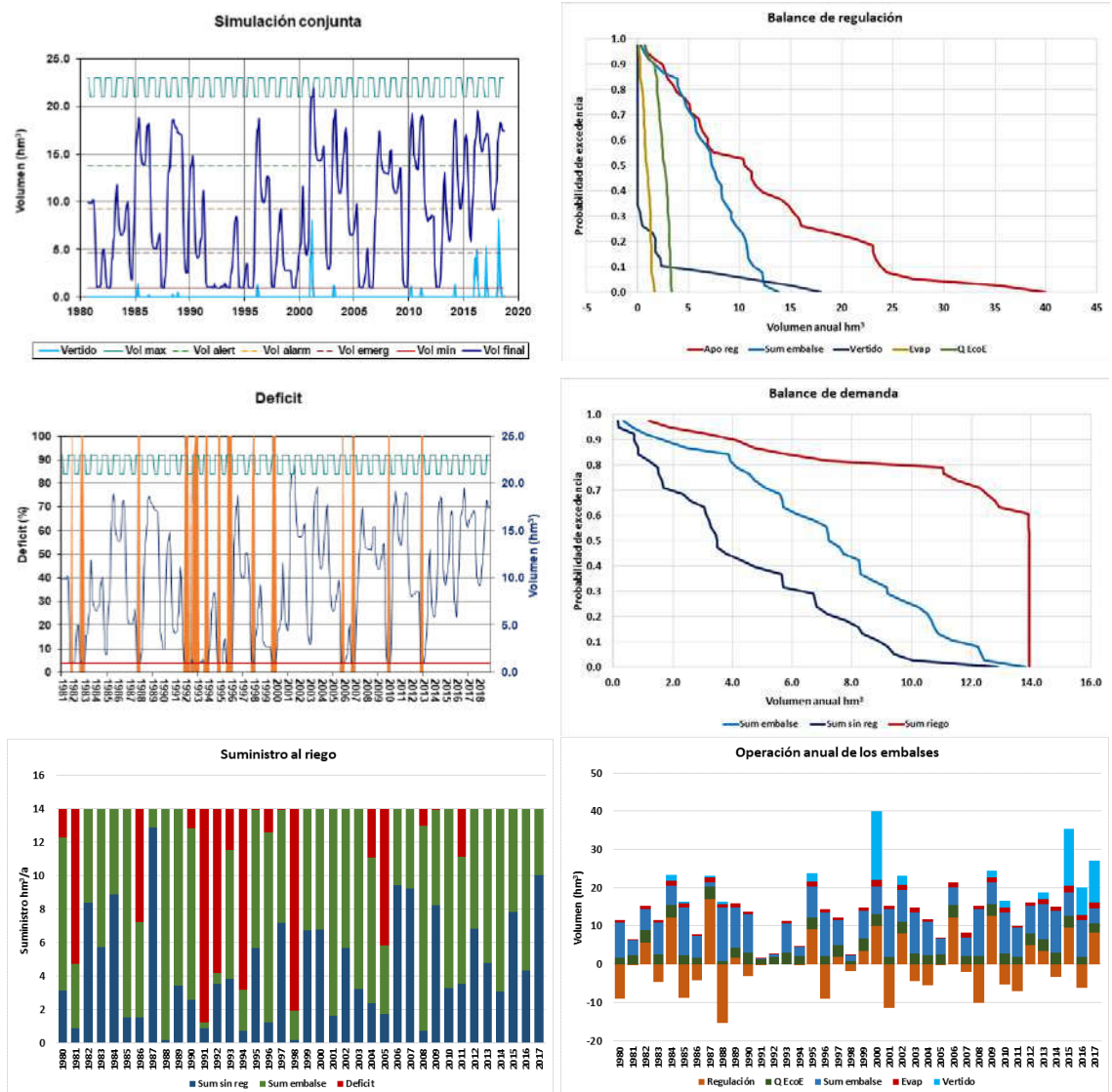


Figura 6.24 Resultados de la simulación en la hipótesis de gestión de sequías para el escenario 2039. Arriba: izquierda: operación del embalse; derecha: balance de regulación. Centro: izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: balance de la demanda. Abajo: izquierda: procedencia del suministro; derecha: operación del embalse

La máxima demanda que se podría atender en esta hipótesis cumpliendo estrictamente el criterio de garantía es 9.36 hm³/a, correspondiente a 2.258 ha con la dotación bruta máxima de 4.147 m³/a.a. Los resultados de esta pasada se resumen en

la tabla 6.24 y en la figura 6.25. La gestión de sequías permite incrementar la superficie regada en 100 ha con relación a la demanda que se podría atender sin considerar la gestión de sequías. Si se compara este resultado con el obtenido en el escenario 2033, se comprueba que el efecto del cambio climático es una reducción en la disponibilidad de agua que se traduce en una reducción de la superficie regable de 440 ha. Esto supone una reducción del 16,3%, que es superior a la supuesta en la serie natural de aportaciones.

Tabla 6.24 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de gestión de sequías para el escenario 2039

Variable	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
Media	12.53	46.40	9.15	5.30	3.85	0.22	0.43	2.15	3.36	48.41	2.51	8.68
Desv Est	9.70	32.52	0.93	2.56	2.56	0.93	1.28	3.40	5.77	35.20	0.69	2.21
P95%	0.72	3.97	4.68	0.01	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	4.92	0.71	3.99
P75%	4.66	20.18	9.36	2.69	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	21.56	1.99	6.84
P50%	10.49	42.58	9.36	5.20	3.35	0.00	0.00	0.00	0.53	43.73	2.63	8.96
P25%	16.00	62.77	9.36	7.07	5.64	0.00	0.00	3.47	2.47	63.22	3.07	10.59
P05%	27.02	89.71	9.36	8.69	7.65	0.03	3.47	8.17	17.53	94.91	3.26	11.16

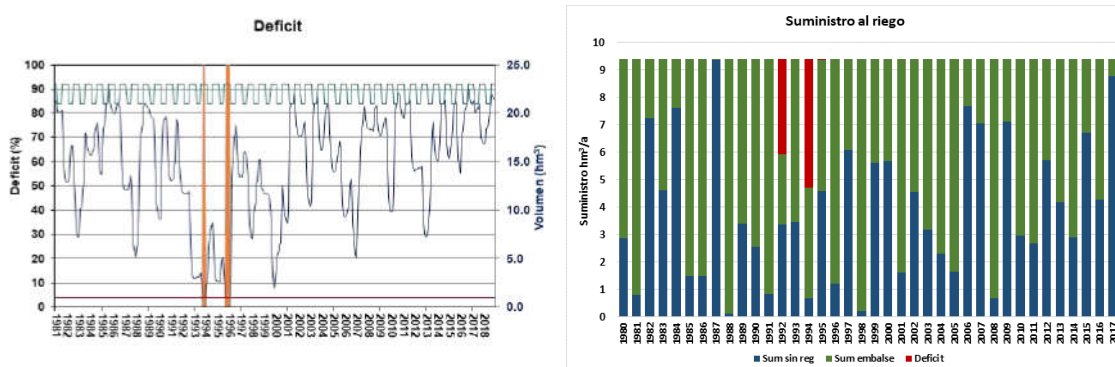


Figura 6.24 Resultados de la simulación para la máxima demanda que se puede atender en la hipótesis de gestión de sequías para el escenario 2039. Izquierda: déficit de la demanda de riego; derecha: procedencia del suministro

El máximo déficit se produce en el año hidrológico 1994-95 supone el 50,0% de la demanda anual. El incumplimiento del criterio de garantía se debe al déficit anual en ese año.

Resumen

Pasadas con la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

La tabla 6.25 y la figura 6.26 resumen los resultados de los análisis realizados en el escenario 2039 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan. La tabla 6.25 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda, junto con los resultados obtenidos en el modelo Aquatool para este horizonte. La figura 6.26 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda.

Tabla 6.25 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2039 en las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Aquatool	13.945	2595.0	10.89	3.06	78.07	99.161	173.625	427.128
Proyecto de Plan	13.945	2595.0	11.509	2.436	82.528	97.017	171.231	380.820
Gestión de Sequías	13.945	2595.0	11.759	2.186	84.321	91.480	161.829	362.095

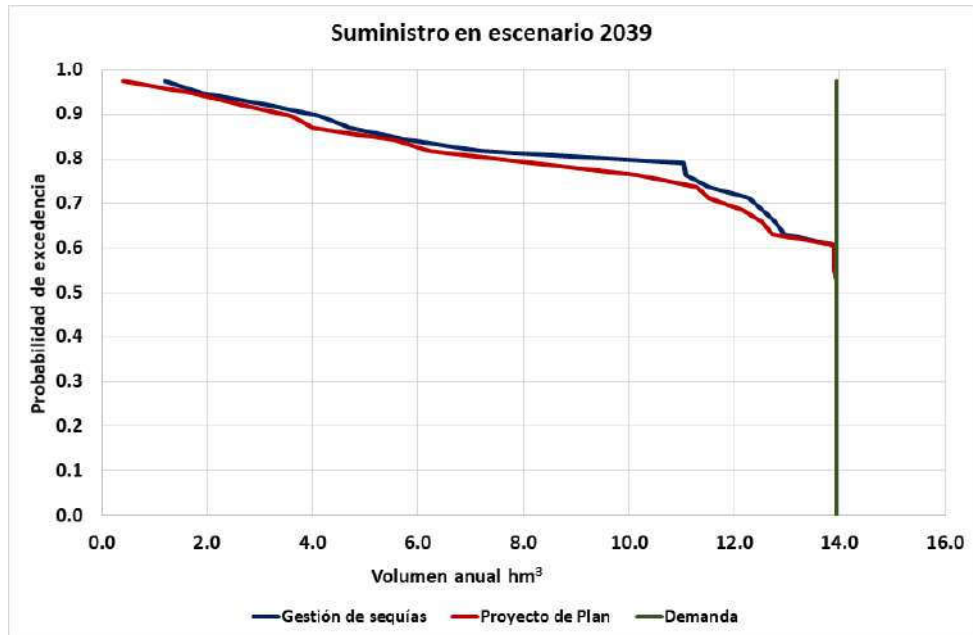


Figura 6.26 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que consideran la demanda contemplada en el Proyecto de Plan correspondientes al escenario 2039.

Pasadas que identifican la máxima demanda atendible

La tabla 6.26 y la figura 6.27 resumen los resultados de los análisis realizados en el escenario 2039 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible cumpliendo el criterio de garantía de la IPH. La tabla 6.26 contiene los resultados de nivel de servicio a la demanda. La figura 6.27 representa la distribución de probabilidad de los suministros anuales en cada hipótesis, junto con el valor de la demanda.

Tabla 6.26 Resultados de las simulaciones realizadas en el escenario 2039 en las pasadas que identifican la máxima demanda atendible

Hipótesis	Demanda hm ³ /a	Superficie ha	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Def 1a %	Def 2a %	Def 10a %
Proyecto de Plan	8.950	2158.19	8.741	0.209	97.666	50.000	50.272	88.705
Gestión de Sequías	9.363	2257.78	9.148	0.215	97.703	50.000	50.272	87.304

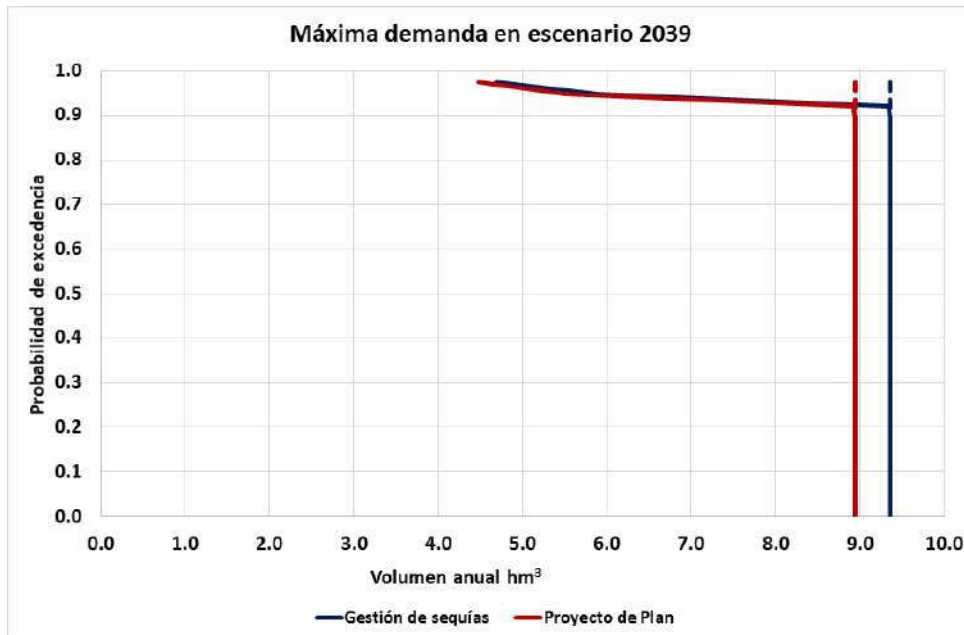


Figura 6.27 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que identifican la máxima demanda atendible correspondientes al escenario 2039.

Análisis de los caudales ecológicos

En los análisis realizados se ha comprobado que los caudales ecológicos condicionan los resultados obtenidos. Los caudales ecológicos mínimos adoptados en el sistema de río Valdavia son muy superiores a los caudales circulantes en régimen natural en las masas de agua correspondientes, como puede comprobarse en las figuras 6.28, 6.29 y 6.30. La figura 6.28 muestra la comparación de los caudales de circulación en régimen natural con los caudales ecológicos fijados para la masa de agua. Los caudales ecológicos son muy superiores a los que circularían en régimen natural un número muy elevado de meses de la serie.

La figura 6.29 muestra la distribución de probabilidad de suministro anual del caudal ecológico que proporciona el modelo, tanto en el tramo aguas abajo del embalse como en el punto de toma de la demanda. La figura 6.30 muestra una comparación de la distribución de percentiles mensuales de la serie natural con los valores de caudal ecológico adoptados. En el gráfico se ha representado el valor medio mensual y los percentiles 5% y 15%, que es la horquilla establecida por la IPH para los métodos de cálculo del caudal ecológico mínimo basados en percentiles. En la mayor parte de los meses el caudal ecológico fijado está muy por encima de la horquilla de percentiles y en los meses de agosto y septiembre está por encima del valor medio mensual.

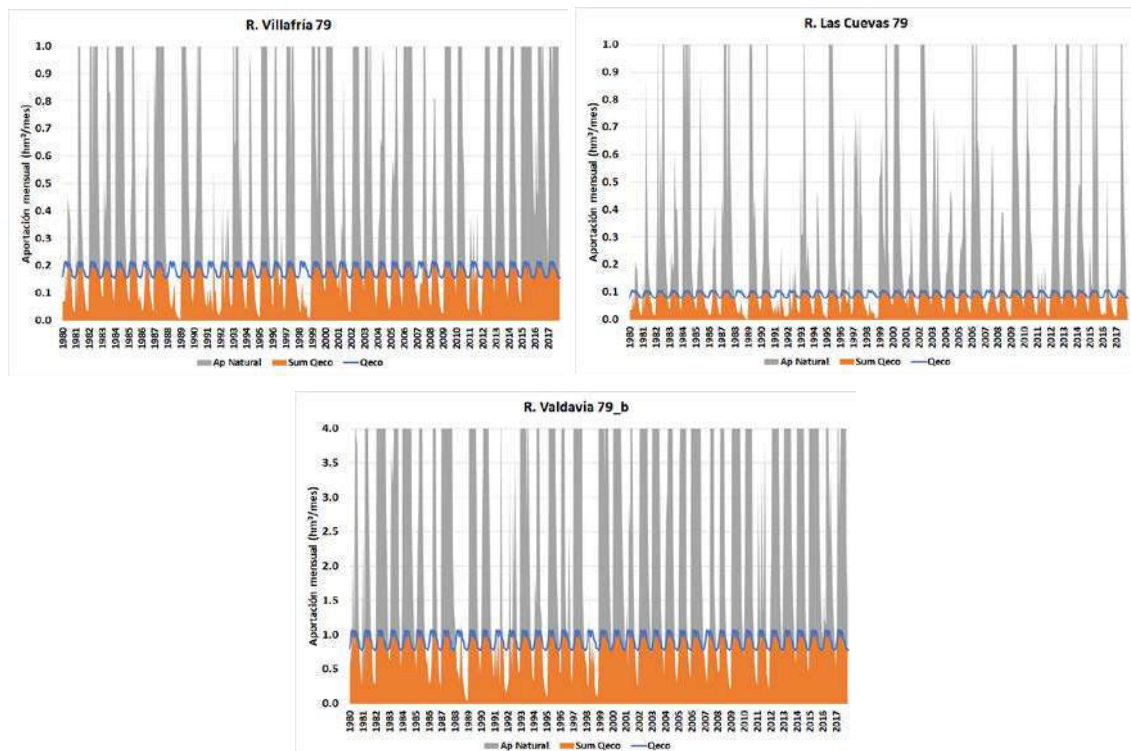


Figura 6.28 Comparación de los caudales ecológicos establecidos para los tramos de cálculo del modelo con los caudales de circulación en régimen natural. Arriba: embalse de Villafria (izquierda) y embalse de Las Cuevas (derecha). Abajo: río Valdavia en la toma.

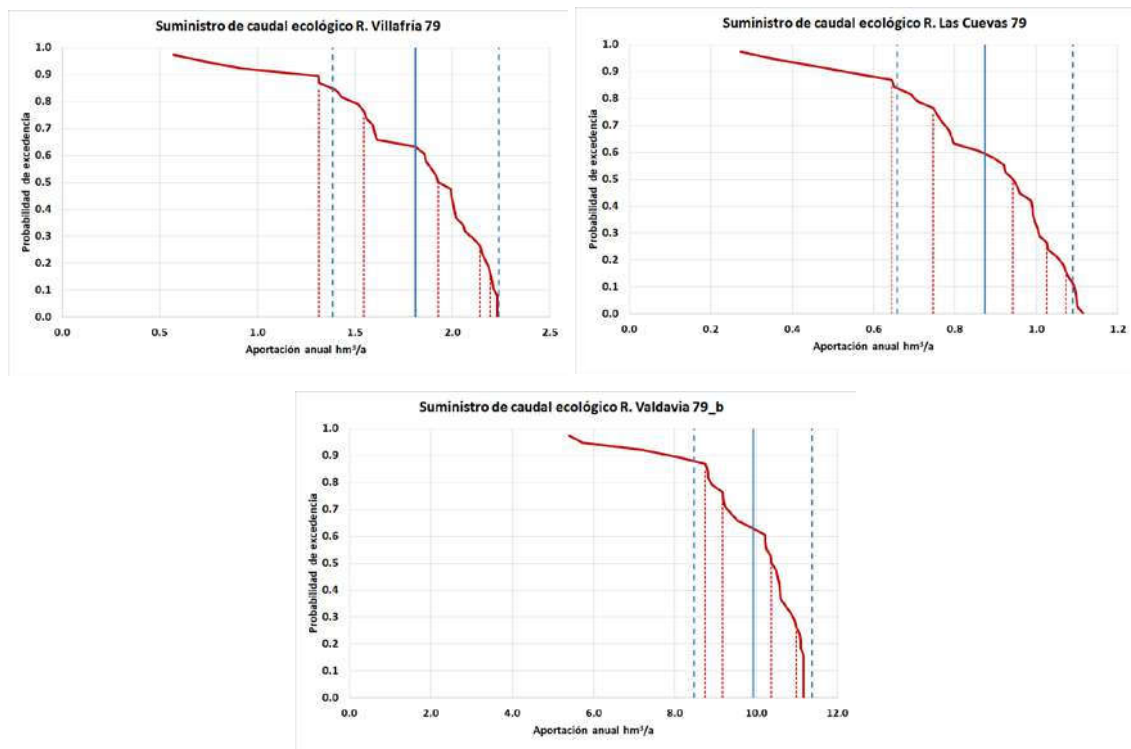


Figura 6.29 Distribución de la probabilidad de suministro del caudal ecológico. Arriba: embalse de Villafria (izquierda) y embalse de Las Cuevas (derecha). Abajo: río Valdavia en la toma.

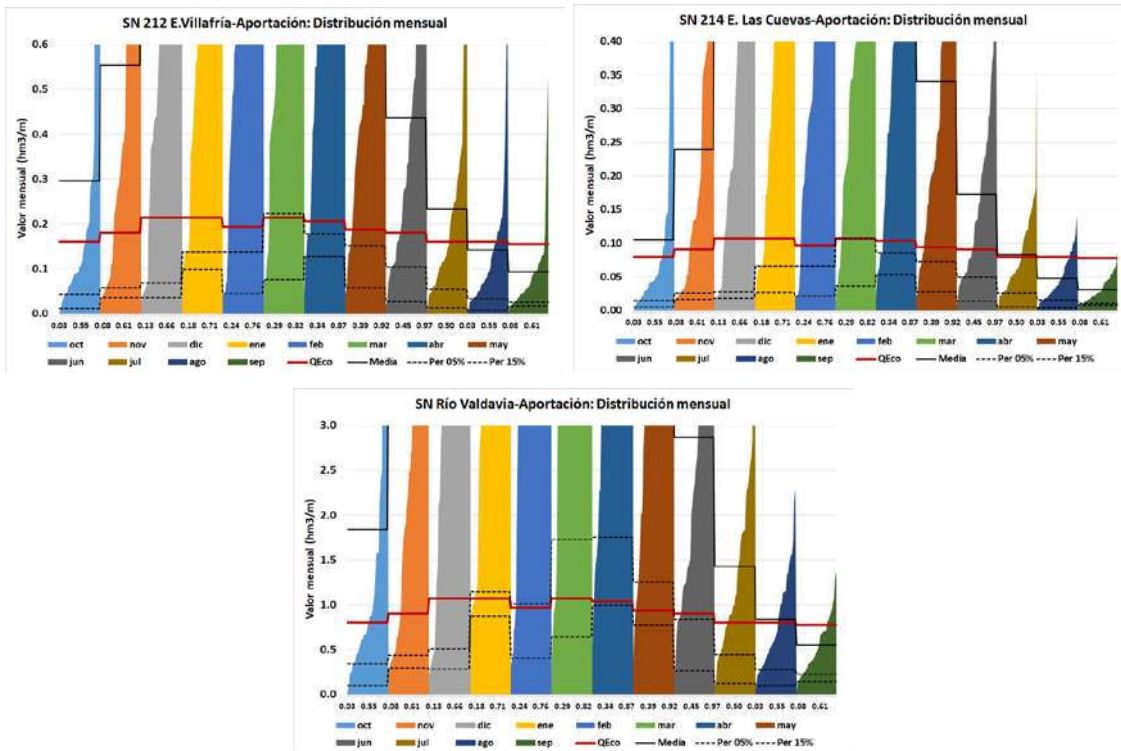


Figura 6.30 Comparación de la distribución mensual de aportaciones de la serie natural y los caudales ecológicos adoptados. Arriba: embalse de Villafraía (izquierda) y embalse de Las Cuevas (derecha). Abajo: río Valdavia en la toma.

En la tabla 6.27 se presentan las probabilidades de cumplimiento por volumen y por tiempo a escala anual de los caudales ecológicos prescritos en sistema del río Valdavia cuando se comparan con la serie en régimen natural. También se presentan los máximos déficits acumulados de los caudales ecológicos en los periodos de tiempo que considera la Instrucción de Planificación Hidrológica para establecer el nivel de garantía de los usos del agua.

Tabla 6.27 Garantías de suministro de los caudales ecológicos del sistema Boedo

Lugar	Escenario	Garantía en Volumen	Garantía en Tiempo	Déficit 1 año	Déficit 2 años	Déficit 10 años
		%	%	%	%	%
Embalse Villafraía	Actual	81.21	10.53	74.45	94.22	288.39
Embalse Las Cuevas	Actual	78.33	2.63	75.45	96.59	296.24
Toma demanda	Actual	88.92	18.42	51.55	62.96	186.83
Embalse Villafraía	C. Climático	79.37	7.89	77.01	101.30	318.20
Embalse Las Cuevas	C. Climático	76.03	0.00	78.94	105.82	334.14
Toma demanda	C. Climático	86.83	13.16	56.63	69.60	220.37

La probabilidad de cumplimiento en volumen oscila entre el 76% y el 89% y la probabilidad de cumplimiento por tiempo a escala anual oscila entre el 0% y el 18%. Los máximos déficits anuales oscilan entre el 51% y el 79% del caudal ecológico anual. Los



máximos déficits acumulados en dos años oscilan entre el 63% y el 106% del caudal ecológico anual. Los máximos déficits acumulados en diez años oscilan entre el 187% y el 318% del caudal ecológico anual. Si se tiene en cuenta la definición legal de caudal ecológico, estas garantías resultan sorprendentemente bajas.

A la vista de las probabilidades de cumplimiento obtenidas al compararlas con la serie natural, resulta difícil aceptar que los caudales ecológicos prescritos son los mínimos imprescindibles para mantener la vida piscícola o la vegetación de ribera naturales. Si esto fuera así, los frecuentes incumplimientos de la serie natural habrían comprometido la viabilidad de dicho ecosistema.

Conclusiones del análisis

Las tablas 6.28 y 6.29 resumen los resultados de las pasadas realizadas con el modelo del sistema del río Valdavia. La tabla 6.28 se refiere a las pasadas realizadas considerando la demanda contemplada en el Proyecto de Plan y la tabla 6.29 se refiere a las pasadas realizadas para identificar la máxima demanda atendible cumpliendo el criterio de garantía. Ambas tablas contienen los valores medios de las variables incluidas en las tablas que representan cada pasada individual. Las hipótesis están identificadas por el año del escenario y un número. El número 1 corresponde a las pasadas realizadas con las mismas hipótesis que el Proyecto de Plan, el número 2 corresponde a las pasadas que incorporan el caudal ecológico en la toma y el número 3 identifica las pasadas realizadas con el caudal ecológico en la toma y las reglas de operación del sistema en situaciones de sequía.

Tabla 6.28 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que consideran la demanda de riego contemplada en el Proyecto de Plan

Hipótesis	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
2021_1	9.48	55.10	5.95	1.21	4.74	0.00	0.00	0.00	5.60	57.75	1.79	0.00
2021_2	9.48	55.10	5.91	2.81	3.10	0.04	0.07	0.37	4.11	57.90	1.79	9.89
2021_3	9.48	55.10	5.95	2.63	3.32	0.00	0.00	0.00	4.42	57.84	1.64	8.86
2027_1	13.48	51.10	12.22	7.48	4.74	1.73	3.41	14.30	2.15	51.17	2.67	9.89
2027_3	13.48	51.10	12.48	7.45	5.03	1.47	2.91	12.27	2.24	50.87	2.57	8.86
2039_1	12.53	46.40	11.51	7.28	4.23	2.44	4.80	20.74	1.59	46.36	2.60	9.66
2039_3	12.53	46.40	11.76	7.26	4.50	2.19	4.33	18.76	1.67	46.07	2.51	8.68

Tabla 6.29 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas con la máxima demanda que puede atenderse en cada hipótesis respetando el criterio de garantía

Hipótesis	ApR hm ³ /a	ApNR hm ³ /a	Sum hm ³ /a	SumE hm ³ /a	SuNR hm ³ /a	Déf1a hm ³ /a	Déf2a hm ³ /a	Déf10a hm ³ /a	Vert hm ³ /a	Río hm ³ /a	QEcE hm ³ /a	QEcT hm ³ /a
2021_1	9.48	55.10	10.85	3.90	6.96	0.35	0.70	3.24	3.12	53.06	1.79	0.00
2021_2	9.48	55.10	7.27	3.68	3.59	0.20	0.39	1.96	3.30	56.61	1.79	9.89
2021_3	9.48	55.10	7.80	3.82	3.98	0.21	0.42	2.10	3.32	56.08	1.64	8.86
2027_1	13.48	51.10	10.40	6.12	4.29	0.28	0.56	2.80	3.38	52.86	2.67	9.89
2027_3	13.48	51.10	10.89	6.25	4.64	0.29	0.59	2.94	3.33	52.36	2.57	8.86
2039_1	12.53	46.40	8.74	5.21	3.53	0.21	0.42	2.09	3.36	48.83	2.60	9.66
2039_3	12.53	46.40	9.15	5.30	3.85	0.22	0.43	2.15	3.36	48.41	2.51	8.68

En la figura 6.31 puede apreciarse la diferencia entre los distintos escenarios para cada una de las hipótesis analizadas. Las figuras incluyen tanto las pasadas con la demanda contemplada en el proyecto de Plan como las que identifican la máxima demanda que se puede atender cumpliendo el criterio de garantía.

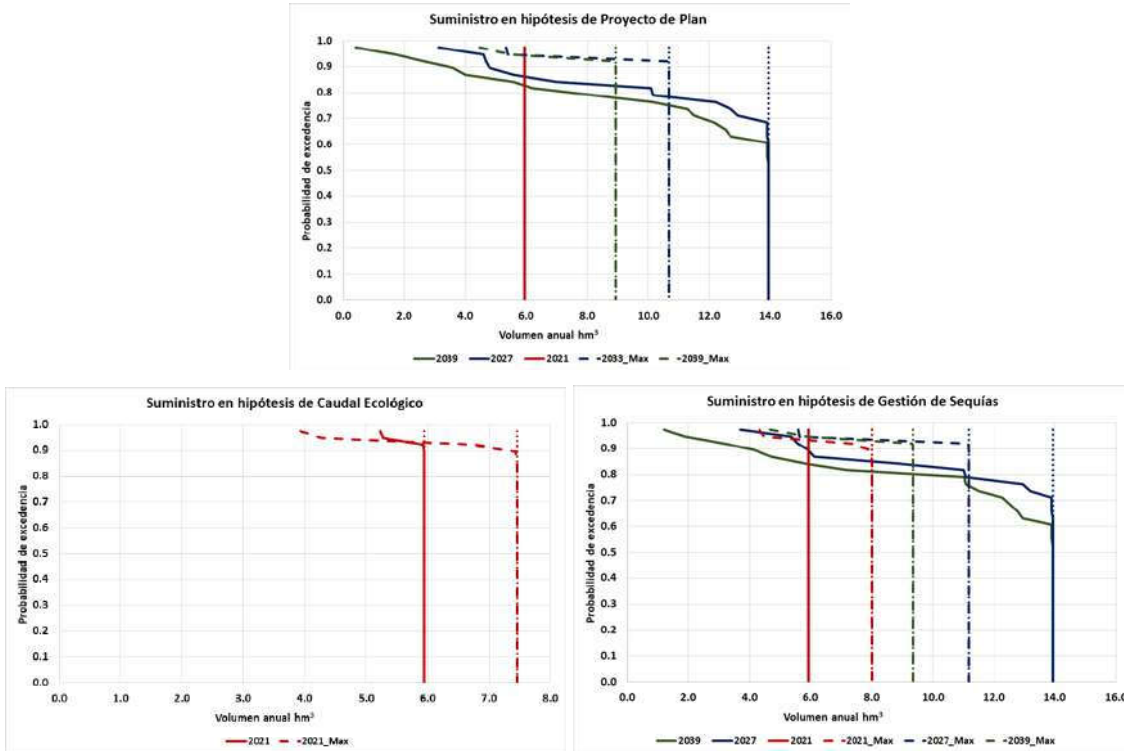


Figura 6.31 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que consideran la demanda de riego contemplada en el Proyecto de Plan. Arriba: escenario 2021. Abajo: izquierda: escenario 2033; derecha: escenario 2039

Del estudio realizado pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Cuando se emplean las mismas hipótesis de cálculo, los resultados de las simulaciones realizadas con el modelo empleado en este trabajo difieren ligeramente de los que se obtuvieron en el Proyecto de Plan con el modelo Aquatool. La diferencia puede atribuirse al mejor ajuste logrado para la explotación coordinada de los dos embalses en este modelo.
- En la situación correspondiente al escenario 2021, el sistema, regulado únicamente por el embalse de Villafría, puede atender holgadamente la demanda asignada a la zona regable en el Proyecto de Plan, que corresponde a 824 ha. En esa situación, manteniendo las hipótesis de cálculo del Proyecto de Plan, el sistema podría atender hasta 1.552 ha sin incumplir el criterio de garantía.
- Sin embargo, en las hipótesis del Proyecto de Plan no se establecía caudal ecológico para el tramo aguas abajo de la toma. Si se impone la obligación de respetar el caudal ecológico, la superficie que puede regarse se reduce a 1.034 ha, que pueden aumentarse hasta 1.110 ha si se aplican las normas de



gestión en sequías que permiten reducir el caudal ecológico al 50% en situación de sequía prolongada.

- En la situación correspondiente a los escenarios 2027 y 2033, considerando ya la regulación adicional que proporciona el embalse de Las Cuevas, el sistema no es capaz de atender el incremento de demanda previsto. Frente a las 2.595 ha consideradas en el horizonte 2027 del Proyecto de Plan, la máxima demanda que podría atenderse en ese horizonte sería de 10,68 hm³/a, que corresponden a 2.576 ha con la dotación bruta máxima de 4.147 m³/a.a.
- En el caso de tener en cuenta que el caudal ecológico puede reducirse al 50% en situación de sequía prolongada, la demanda atendible podría incrementarse hasta 11,19 hm³/a, que corresponde a 2.697 ha.
- Al tener en cuenta los efectos del cambio climático, los valores de disponibilidad se reducen muy significativamente. La reducción supuesta de las aportaciones naturales es del 9,1%. La disponibilidad se reduce un 16,2% en la hipótesis del Proyecto de Plan y un 16,3 si se aplican reglas de gestión en sequías.
- Se ha constatado que la regulación que proporcionan los embalses de Villafría y Las Cuevas es poco eficaz. A pesar de tener una capacidad del 170% de la aportación y de disponer de una aportación complementaria no regulada muy superior, sólo permite atender una demanda es igual al 79% de la aportación regulada. Los desembalses para atender la demanda suponen únicamente el 45,5 % de la aportación. El 19,8% de los desembalses se destinan al caudal ecológico y el 25,0 % corresponden a vertidos. El 9,8% restante son pérdidas por evaporación. Esto indica que las aportaciones naturales son extremadamente irregulares.
- Se ha constatado que los caudales ecológicos propuestos para los embalses de Villafría y Las Cuevas y la Masa 30400079 son muy elevados en comparación con la aportación en régimen natural en esos puntos. La garantía de suministro en el embalse de Villafría es del 80,3%, en el embalse de Las Cuevas es del 78,3% y en el tramo de toma es del 88,7%. Estas garantías son muy inferiores a las que se obtienen para las demandas que cumplen estrictamente el criterio de garantía de regadíos de la IPH.
- Las garantías en tiempo a escala anual de los caudales ecológicos son mucho menores. Sólo hay 6 años en el tramo de toma en los que la aportación natural supera el caudal ecológico todos los meses del año. Esto corresponde a una garantía en tiempo a escala anual de únicamente el 16% en el tramo de toma. En los embalses las garantías son aún menores: sólo se cumple el caudal ecológico anual en 4 años (el 10,5%) en el embalse de Villafría y en un único año (5,2%) en el embalse de Las Cuevas. Estas garantías tan bajas resultan absolutamente contradictorias con la definición del caudal ecológico adoptada en la IPH.
- El efecto del caudal ecológico se agrava en el escenario de cambio climático, puesto que en el Proyecto de Plan se ha supuesto un descenso de las aportaciones, pero se han mantenido los valores de caudales ecológicos calculados sobre las aportaciones naturales en el periodo de referencia. Los

caudales ecológicos en el escenario futuro de cambio climático deberían reducirse, al menos en la misma proporción que las aportaciones naturales.

5. CONCLUSIONES

Análisis realizados

En este trabajo se ha examinado la garantía de suministro de varias demandas de riego correspondientes a distintas zonas regables que está promoviendo la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León, cuya viabilidad ha sido cuestionada en el Proyecto de Plan Hidrológico del Duero. Para ello, se ha recopilado la información del Proyecto de Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero. En particular, se ha analizado la información relativa a la modelación de los sistemas de explotación de recursos hídricos, con el objeto de revisar los cálculos realizados.

Las demandas analizadas en el presente estudio son las siguientes:

- Zona regable del Sector V Cea-Carrión
- Valderas: Zona regable de la margen izquierda del río Porma 2ª fase
- Río Boedo: zona regable del río Boedo
- Río Valdavia: zona regable del río Valdavia

Las simulaciones realizadas para dar soporte al Proyecto de Plan dieron como resultado que estas demandas incumplían en algunos escenarios el criterio de garantía establecido en la IPH para las demandas de regadío. Por este motivo, el Proyecto de Plan ha limitado o anulado la asignación o reserva de recursos a estas demandas.

Las demandas del Sector V Cea-Carrión y Valderas, dependientes del sistema de explotación del Esla, no se consideran viables por los fallos del criterio de garantía obtenidos en la simulación del escenario 2039, correspondiente a cambio climático. Se han recopilado los resultados de la ejecución del modelo Aquatool en ese escenario y se ha analizado el comportamiento de las demandas y los embalses del sistema, diagnosticando el motivo de los fallos.

Con relación a las demandas de los ríos Boedo y Valdavia, están encuadradas en el sistema de explotación del Pisuegra, pero ambas están atendidas por sistemas sencillos con uno o dos embalses, cuyo funcionamiento puede independizarse del resto. Por ello, se han elaborado dos modelos sencillos de la explotación e estos sistemas y se han analizado con ellos todos los escenarios.

Resumen de resultados

Sistema del Esla-Porma

El estudio de las demandas atendidas por el sistema Esla-Porma se ha basado en el análisis de los resultados del modelo Aquatool elaborado para la cuenca en el escenario 2039. Se trata de un sistema muy complejo, con un elevado número de componentes e interacciones entre ellos, por lo que las conclusiones obtenidas en este análisis deben entenderse como preliminares.

Se ha trabajado con las series temporales a escala mensual de embalses (volumen embalsado y sueltas controladas) y demandas (volumen suministrado y déficit). En el análisis se han obtenido cuatro resultados de interés, que se detallan a continuación.

Los recursos del sistema Esla-Porma parecen ser suficientes. La demanda total atendida en el sistema Esla-Porma es de 656,45 hm³/a. En el escenario 2039, el embalse de Riaño (573 hm³ de volumen útil) recibe una aportación de 573,52 hm³/a y el embalse de Porma (270 hm³ de volumen útil) recibe una aportación de 263,57 hm³/a, más 38,07 hm³/a trasvasados desde el Curueño. El total de la aportación regulada es 837,09 hm³/a. Aparentemente, esta aportación debería resultar suficiente para atender las demandas, ya que es más de un 25% superior a la demanda y se dispone de un volumen de regulación prácticamente igual a la aportación media anual. Además, puede complementarse con la aportación no regulada, que es 577,59 hm³/a.

Las demandas del sistema presentan un comportamiento similar. Se ha constatado que todas las demandas de riego que toman de los ríos Porma y Esla hasta la confluencia con el Órbigo presentan un resultado similar en el escenario 2039, con incumplimiento del criterio de garantía por presentar déficit acumulado en 10 años del orden del 120% de la demanda anual. El análisis de las series de suministro a las demandas ha confirmado que los déficits se producen de manera simultánea en todas las demandas, lo que induciría a pensar que los fallos deberían ser consecuencia de la falta de disponibilidad del recurso, ya que afectan en la misma medida a todas las demandas de riego.

Los embalses de Riaño y Porma realizan sueltas no destinadas a las demandas. La comparación de las series temporales de sueltas controladas de los embalses y los suministros a las demandas ha permitido identificar que es frecuente que los embalses de Porma y Riaño realicen sueltas que no son captadas para atender las demandas. Los excesos de sueltas sobre los suministros totalizan 4.354 hm³ en 38 años, lo que supone 114 hm³/a, un 17,5% de la demanda.

Existen déficits aparentemente no justificados. Es frecuente que se produzcan déficits de suministro a las demandas cuando el sistema tiene todavía reservas significativas de agua. Estos déficits no se deben a falta de recurso, puesto que existen reservas. Podrían deberse a limitaciones en la infraestructura o a la falta de priorización de estas demandas en la explotación del sistema.

Estos resultados se resumen de manera sintética en la figura 5.1, que muestra la secuencia temporal de la diferencia entre sueltas y suministros y la relación entre volúmenes embalsados en el sistema y déficits en las demandas.

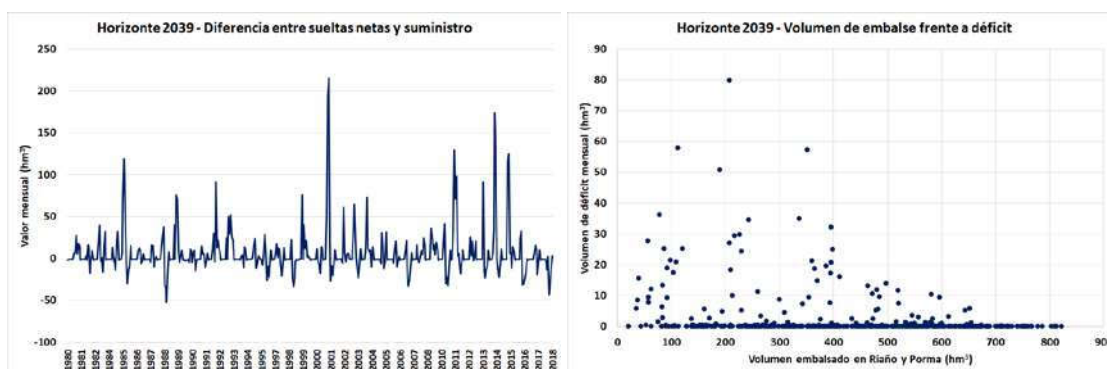


Figura 5.1 Izquierda: diferencia entre las sueltas netas de los embalses de Riaño y Porma y el suministro a las demandas de riego del sistema Esla-Porma. Derecha: déficit mensual de las demandas de riego en función del volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

En el análisis detallado del periodo crítico de 10 años que da lugar al incumplimiento del criterio de garantía, se ha constatado que la suma de las sueltas netas que no han sido destinadas al suministro a las demandas totaliza 965.39 hm³/a en ese periodo. Este volumen habría sido suficiente para eliminar completamente el déficit, que ascendió a 793.12 hm³/a, un 120% de la demanda anual.

Sistemas del Boedo y Valdavia

En las simulaciones realizadas de los sistemas de Boedo y Valdavia con las mismas hipótesis que las adoptadas en el Proyecto de Plan se han obtenido resultados similares. En el caso de Boedo, los resultados son prácticamente idénticos. En el caso de Valdavia existe alguna discrepancia, que puede ser atribuible a una mejor explotación de los embalses en el modelo desarrollado en este trabajo.

Se han realizado simulaciones con hipótesis adicionales, que en algunos casos mejoran ligeramente los resultados obtenidos en el Proyecto de Plan, pero no justificarían la modificación de las conclusiones adoptadas. También se han realizado análisis específicos orientados a determinar la máxima demanda que se puede atender en cada hipótesis. Los resultados se resumen en la figura 5.2, que muestra la distribución de la demanda suministrada en estas hipótesis para el escenario 2039. En el sistema Boedo, la máxima demanda que se podría atender en la hipótesis del Proyecto de Plan es 5,71 hm³/a, que permitiría regar 1.422 ha con la dotación bruta máxima de la comarca, que son 4.011 m³/ha.a. Sin embargo, en este sistema el modelo de Aquatool no impone el caudal ecológico en la toma. Si se considera el caudal ecológico, la disponibilidad se reduce hasta 5,00 hm³/a o 1.245 ha, que podría incrementarse hasta 5,19 hm³/a o 1.294 ha si se tuvieran en cuenta las reglas de explotación en sequías, que autorizan a reducir el caudal ecológico al 50% en caso de sequía prolongada. En el sistema Valdavia, la máxima demanda que se podría atender en la hipótesis del Proyecto de Plan es 8,95 hm³/a, que permitiría regar 2.158 ha con la dotación bruta máxima de la comarca, que son 4.147 m³/ha.a. Esta disponibilidad podría incrementarse hasta 9,36 hm³/a o 2.258 ha si se tuvieran en cuenta las reglas de explotación en sequías, que autorizan a reducir el caudal ecológico al 50% en caso de sequía prolongada.

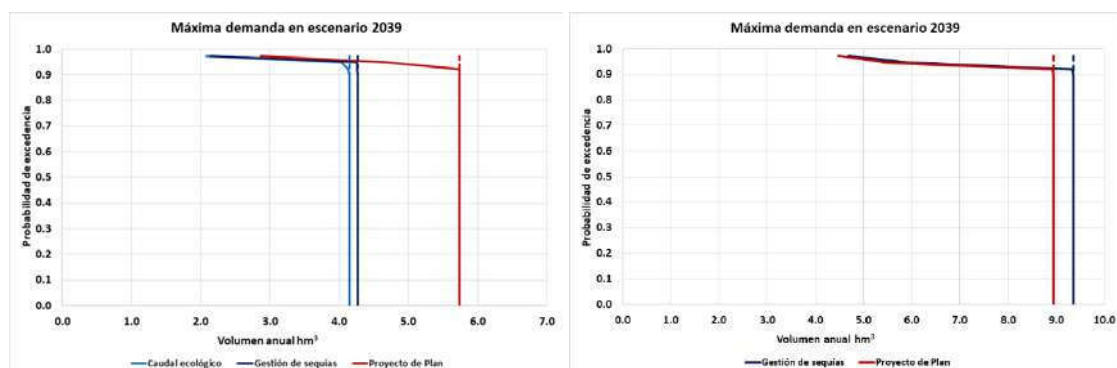


Figura 5.2 Resumen de resultados de la simulación para las pasadas que identifican la máxima demanda atendible correspondientes al escenario 2039. Izquierda: Boedo. Derecha: Valdavia.

En los análisis se ha detectado que los resultados están muy condicionados por los valores ecológicos adoptados en las masas de agua de la zona. Se han obtenido garantías de suministro muy bajas para los caudales ecológicos establecidos.

Conclusiones del estudio

De acuerdo con el contenido de este informe, pueden extraerse las siguientes conclusiones fundamentales:

- Los modelos de simulación del sistema de explotación de recursos hídricos del Duero han sido realizados con mucho cuidado y meticulosidad, y técnicamente son correctos. Sin embargo, el funcionamiento del modelo, que abarca toda la cuenca, es tremendamente complejo y resulta muy difícil conseguir equilibrar los múltiples objetivos de la explotación.
- Se han identificado aspectos del funcionamiento del sistema Esla-Porma que sugieren que puede mejorarse el suministro a las demandas de riego en el escenario 2039 hasta conseguir que cumplan el criterio de garantía. Esta conclusión es preliminar, y debería validarse con estudios específicos empleando el software Aquatool.
- La conclusión general del sistema Esla-Porma es aplicable a la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase. En el caso particular de la demanda DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión, esta conclusión queda matizada por las limitaciones que se derivan de su configuración singular. La viabilidad de esta demanda dependerá de las condiciones de explotación del Canal Cea-Carrión y de la capacidad de regulación que pueda proporcionar la balsa.
- Aplicando los datos y las hipótesis de cálculo del Proyecto de Plan, se ha obtenido que el sistema del río Boedo no podría atender la totalidad de la demanda prevista para el horizonte 2033. La disponibilidad sería de 6,75 hm³/a, que, con la dotación máxima de 4.011 m³/ha.a, permitiría atender 1.684 ha de las 3.147 ha previstas.
- En el caso de la DA 2000073 RP Río Valdavia, aplicando los datos y las hipótesis de cálculo del Proyecto de Plan se ha obtenido una disponibilidad máxima de 10,68 hm³/a. Con la dotación máxima de 4.147 m³/ha.a, se podrían atender 2.576 ha, superficie prácticamente igual a las 2.595 ha previstas. Esta disponibilidad puede incrementarse hasta 11,19 hm³/a si se aplican reglas de gestión en sequías. Con esta disponibilidad se podrían atender 2.697 ha, superficie superior a las 2.595 ha previstas.
- Aplicando los datos y las hipótesis de cálculo del Proyecto de Plan, se ha obtenido que los sistemas de los ríos Boedo y Valdavia no podrían atender la totalidad de la demanda prevista para ellos en el horizonte 2039. En el caso de la demanda DA 2000100 RP Río Boedo, la disponibilidad de 5,71 hm³/a permitiría atender 1.422 ha de las 3.147 ha previstas y en el caso de la DA 2000073 RP Río Valdavia la disponibilidad de 8,95 hm³/a permitiría atender 2.158 ha de las 2.595 ha previstas. Si se aplicaran reglas de gestión en sequías la disponibilidad se incrementaría hasta 9,36 hm³/a, pudiendo atender 2.258 ha.
- En ambos sistemas, el rendimiento de la regulación es muy bajo. A pesar de que la capacidad de los embalses es muy superior a su aportación y de disponer de una aportación regulada adicional, sólo podrían atender una demanda del orden del



80%-90% de su aportación media, contribuyendo con sus desembalses únicamente con el 45% de la aportación.

- Se ha constatado que los caudales ecológicos propuestos para los embalses de Boedo, Villafría y Las Cuevas y las masas de agua 3040130 y 30400079 son muy elevados en comparación con la aportación en régimen natural en esos puntos. Las garantías de suministro en volumen de estos caudales están entre el 78% y el 89% y las garantías en tiempo están entre el 5% y el 21%. Como contraste, la demanda en Valdavia que cumple estrictamente el criterio de garantía para riego de la IPH tiene una garantía en volumen del 97,3% y una garantía en tiempo del 92,1%
- Las garantías de los caudales ecológicos son tan bajas que resultan absolutamente contradictorias con la definición del caudal ecológico adoptada en la IPH. El efecto del caudal ecológico se agrava en el escenario de cambio climático, puesto que en el Proyecto de Plan se ha supuesto un descenso de las aportaciones, pero se han mantenido los valores de caudales ecológicos calculados sobre las aportaciones naturales en el periodo de referencia. Los caudales ecológicos en el escenario futuro de cambio climático deberían reducirse, al menos en la misma proporción que las aportaciones naturales.

En Madrid, a 28 de octubre de 2021.

Firmado:

Luis Garrote de Marcos
Catedrático de Ingeniería Hidráulica
Universidad Politécnica de Madrid

F. Javier Caballero Jiménez
Ingeniero de Caminos
ACIS innovación + ingeniería S.L.



**Junta de
Castilla y León**

Consejería de Agricultura,
Ganadería y Desarrollo Rural
Viceconsejería de Desarrollo Rural

ANEXO 2

ANÁLISIS DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DEL SISTEMA ESLA-CEA-CARRIÓN



Luis Garrote de Marcos
Universidad Politécnica de Madrid



F. Javier Caballero Jiménez
ACIS innovación + ingeniería S.L.



ANÁLISIS DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DEL SISTEMA ESLA-CEA-CARRIÓN

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
Antecedentes y objeto del trabajo.....	1
Objeto del trabajo y contenido del documento.....	1
2. Recopilación de documentación	3
Datos de antecedentes	3
Documentación del Plan Hidrológico del Duero	4
Otras fuentes de información	4
3. Análisis de la documentación contenida en Proyecto de Plan.....	7
Esquema de modelación del sistema integral del Duero.....	7
Datos de partida y metodología empleada.....	8
Resultados presentados en el Proyecto de Plan	9
4. Análisis de la situación actual	35
Descripción de las demandas analizadas en este estudio	35
Análisis de los resultados presentados en el proyecto de Plan	40
Análisis del sistema Esla-Porma en el escenario 2039.....	42
5. Análisis de alternativas de configuración del sistema	53
Modificación en la gestión	53
Escenario 2039 con regla de gestión modificada en el Esla.....	53
Escenario 2039 con regla de gestión modificada en el Esla y en el Pisuerga	65
Comparación del escenario 2039 con la gestión propuesta	72
6. Conclusiones	85
Análisis realizados	85
Resumen de resultados.....	85
Conclusiones del estudio.....	87



ANÁLISIS DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS DEL SISTEMA ESLA-CEA-CARRIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Antecedentes y objeto del trabajo

El 22 de junio de 2021 el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico sometió a consulta pública el contenido de la “Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero” para el ciclo de planificación 2022-2027 (en adelante, “Proyecto de Plan”). La Viceconsejería de Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León tiene previsto realizar alegaciones al borrador del Proyecto de Plan, puesto que la versión sometida a consulta pública deja sin dotación para la transformación en regadío a nuevas zonas regables, como son el Sector V del Canal Esla-Carrión (Palencia) y la zona regable de Valderas (León), que estaba inicialmente previsto que fueran atendidas desde el sistema de explotación del Esla, mediante distintas obras de infraestructura. El argumento que justifica la decisión es la falta de garantía que presentan estas zonas regables en el escenario futuro (año 2039) incluyendo el efecto del cambio climático sobre las series de aportaciones.

El Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León solicitó un servicio de asistencia técnica que prestara apoyo a la unidad en el análisis de la documentación técnica del Proyecto de Plan y realizara determinados cálculos de comprobación que pudieran servir de base para la realización de las alegaciones al borrador del Plan Hidrológico de la cuenca del Duero 2022-2027. El presente documento presenta los trabajos realizados como resultado de la colaboración entre la empresa ACIS Innovación más Ingeniería S.L. ACIS y el Grupo de Investigación en Hidroinformática y Gestión del Agua (GIHGA) de la Universidad Politécnica de Madrid para la ejecución del trabajo.

Objeto del trabajo y contenido del documento

De acuerdo con los antecedentes presentados, presente trabajo tiene como objetivo principal analizar en profundidad el modelo del sistema de explotación de recursos del Esla, que está conectado con los ríos Cea y Carrión a través del Canal de Payuelos y el Trasvase Cea-Carrión. Entre los documentos sometidos a consulta pública se encuentran los modelos del sistema de explotación integral de la cuenca del Duero, que se han utilizado en los cálculos del Anejo 6, Asignación y reserva de recursos, que han servido de base para la decisión de no dotar los regadíos mencionados. Estos modelos pueden servir de base para validar los cálculos realizados y plantear alternativas que justifiquen la viabilidad de los regadíos en cuestión. El sistema Esla-Cea-Carrión tiene gran complejidad técnica, puesto que se encuentra formado por numerosos elementos interrelacionados, y requiere del empleo de herramientas avanzadas de modelación de sistemas de recursos hídricos para su análisis.

La metodología de trabajo se basa en el análisis de la documentación disponible sobre el Proyecto de Plan, tanto en los documentos sometidos a consulta pública como en los distintos servidores de datos que mantiene la Confederación Hidrográfica del Duero. La motivación del presente estudio es la resolución adoptada en el Proyecto de

Plan de considerar que dos demandas de riego no resultan viables a la vista de las simulaciones realizadas. Se trata de las siguientes demandas de riego:

- Zona regable del Sector V Cea-Carrión
- Valderas: Zona regable de la margen izquierda del río Porma 2ª fase

A partir de la revisión de la documentación, se pretende identificar las causas que han justificado la decisión de no dotar estas demandas y obtener información que permita realizar alegaciones para defender, en todo o en parte, la viabilidad de estos regadíos. Dado que la decisión del Proyecto de Plan se basa en los análisis de los sistemas de explotación de recursos hídricos, en el Pliego de Prescripciones Técnicas está previsto el análisis del sistema integral de la cuenca del Duero mediante el modelo Aquatool en distintas opciones de funcionamiento para explorar la viabilidad de las dos demandas.

Siguiendo los epígrafes del Pliego de Prescripciones Técnicas, en el capítulo 2 se describe la información recopilada para la realización del trabajo. Seguidamente, en el capítulo 3 se presenta el análisis técnico de los resultados obtenidos en la simulación de los cuatro escenarios analizados en el Proyecto de Plan Hidrológico del Duero 2021-2027. En el capítulo 4 se analiza la situación actual, estudiando en detalle el funcionamiento del sistema Esla-Porma para identificar las causas que impiden que las dos demandas objeto de este estudio cumplan el criterio de garantía. En el capítulo 5 se presenta el análisis del comportamiento del modelo integral del Duero en varias alternativas de configuración que permiten mejorar la garantía de las demandas y acreditar la viabilidad de las dos demandas objeto de este estudio. Finalmente, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones del trabajo.

2. RECOPIACIÓN DE DOCUMENTACIÓN

Datos de antecedentes

Se ha dispuesto de los siguientes documentos, que sirven como antecedentes del trabajo:

Informe técnico sobre el cálculo de la reserva de las dotaciones necesarias en el sector V de la Zona Regable Esla-Carrión (Palencia), 23 de febrero de 2021.

Se analiza la historia de la Zona Regable del Canal Esla Carrión y se describe cómo ha sido considerada en los distintos ciclos de planificación hidrológica. En el ciclo 2016-2021 se establecía una reserva de 6,65 hm³/a para 1.220 ha a partir del año 2027. Se concluye que deben contemplarse, como mínimo, 750 ha con una demanda total de 4,4 hm³/a, que se regularán mediante la construcción de una balsa de almacenamiento.

Alegaciones de la Consejería de Agricultura de Ganadería y Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León al Esquema Provisional de Temas Importantes, 30 de septiembre de 2020.

En estas alegaciones, la Junta de Castilla y León solicitaba que se incluyeran en los análisis los nuevos regadíos pendientes en la zona de Valderas, como sector XII de la zona regable del Porma II fase, y la transformación del sector V de la zona regable del Canal Cea-Carrión, con recursos regulados en una balsa, semejante a la del sector IV. Junto a ello, se realizaron observaciones sobre el enfoque de otras dos fichas relevantes para este trabajo: los caudales ecológicos y la adaptación al cambio climático.

Análisis de la documentación técnica del Borrador del Plan Hidrológico de la Cuenca del Duero 2022-2027 y la modelización del río Valdavia y del río Porma.

En este trabajo se examinó la garantía de suministro de varias demandas de riego correspondientes a distintas zonas regables que está promoviendo la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León, cuya viabilidad ha sido cuestionada en el Proyecto de Plan Hidrológico del Duero. En el trabajo se incluyó un estudio de las demandas atendidas por el sistema Esla-Porma, que se basó en el análisis de los resultados del modelo Aquatool elaborado para la cuenca en el escenario 2039. Aunque el estudio tenía carácter preliminar, pudo concluir que los recursos del sistema Esla-Porma, aparentemente, pueden ser suficientes para atender las demandas, incluso en el escenario de reducción de aportaciones por cambio climático. Todas las demandas del sistema presentan un comportamiento similar, con incumplimiento del criterio de garantía por presentar déficit acumulado en 10 años del orden del 120% de la demanda anual. El análisis de las series de suministro a las demandas confirmó que los déficits se producen de manera simultánea en todas las demandas, lo que induciría a pensar que los fallos deberían ser consecuencia de la falta de disponibilidad del recurso, ya que afectan en la misma medida a todas las demandas de riego. También se constató que los embalses de Riaño y Porma realizan sueltas no destinadas a las demandas y que existen déficits aparentemente no justificados, puesto

que se producen cuando el sistema tiene todavía reservas significativas de agua. Estas características del funcionamiento del modelo del sistema Esla-Porma sugieren que podría mejorarse el suministro a las demandas de riego en el escenario 2039 hasta conseguir que cumplieran el criterio de garantía, por lo que el estudio concluye con la conveniencia de realizar análisis específicos con el modelo Aquatool. Este estudio es el antecedente inmediato del presente trabajo, que se centra en la realización de dichos análisis.

Documentación del Plan Hidrológico del Duero

La documentación correspondiente al borrador del Proyecto de Plan Hidrológico de la Parte Española de la Demarcación Hidrográfica del Duero se encuentra disponible en:

<https://www.chduero.es/web/guest/borrador-de-proyecto-de-plan-hidrol%C3%B3gico1>

Consta de Normativa, Memoria del Plan Hidrológico, con 16 anejos, Estudio ambiental estratégico, Resumen ejecutivo del Plan Hidrológico y enlaces a distintas acciones de participación pública. En particular, en el presente trabajo se han examinado con detalle los siguientes anejos:

- Anejo 2: Inventario de recursos hídricos
- Anejo 4: Caudales ecológicos
- Anejo 5: Demandas de agua
- Anejo 6: Asignación y reserva de recursos

En la documentación relativa al Anejo 6 se incluye un vínculo que permite descargar los modelos del sistema de recursos hídricos realizados en los cuatro escenarios considerados. Estos modelos se han realizado con el software Aquatool y están completamente operativos, de manera que pueden ser ejecutados directamente a partir de la información que se distribuye.

Otras fuentes de información

Se ha utilizado información procedente de otras fuentes. En particular, se ha recopilado información relevante del visor del SIG corporativo de la Confederación Hidrográfica del Duero, denominado “Mírame” y disponible en

http://www.mirame.chduero.es/DMA Duero_09_Viewer/viewerShow.do?accion=showViewer

El visor permite descargar capas de la base de datos de información geográfica de planificación. Se han utilizado las correspondientes a las unidades de demanda y la infraestructura hidráulica.

También se han consultado otros documentos de la Oficina de Planificación, como el Esquema de Temas Importantes (<https://www.chduero.es/web/guest/esquema-temas-importantes>), que establece las directrices básicas del plan hidrológico



y el Plan Especial de Sequías (<https://www.chduero.es/plan-especial-sequias-vigente>), que establece las condiciones para la declaración de sequía prolongada, que permite la reducción de los caudales ecológicos.

Desde el punto de vista de los datos, se ha recopilado la información de aportaciones en régimen natural proporcionada por el modelo SIMPA. Los datos de la última versión de SIMPA se pueden descargar en:

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/evaluacion-recursos-hidricos-regimen-natural/>

Están disponibles los mapas de aportaciones en régimen natural en todo el territorio español. Las series abarcan desde el año hidrológico 1940-41 al año hidrológico 2018-2019. Los escenarios de cambio climático pueden analizarse mediante la aplicación Camrec, disponible en la plataforma AdapteCCa de la Oficina Española de Cambio Climático en la dirección <https://www.adaptecca.es/cambio-climatico-y-recursos-hidricos-en-espana-aplicacion-camrec>.

3. ANÁLISIS DE LA DOCUMENTACIÓN CONTENIDA EN PROYECTO DE PLAN

Esquema de modelación del sistema integral del Duero

La metodología para determinar las reservas de recursos para las demandas se ha basado en los resultados de los análisis realizados con ayuda del modelo integral de la cuenca, desarrollado en el entorno de software Aquatool. Se trata de una evolución del modelo ya empleado en el anterior ciclo de planificación. A pesar de las dificultades que entraña el análisis conjunto de la totalidad de la cuenca, se ha preferido esa opción frente a analizar individualmente los sistemas de explotación, introduciendo las conexiones que se producen entre ellos.

El modelo integral de la cuenca se presenta de forma esquemática en la figura 3.1. En el se han representado los distintos componentes del modelo mediante un código de colores.

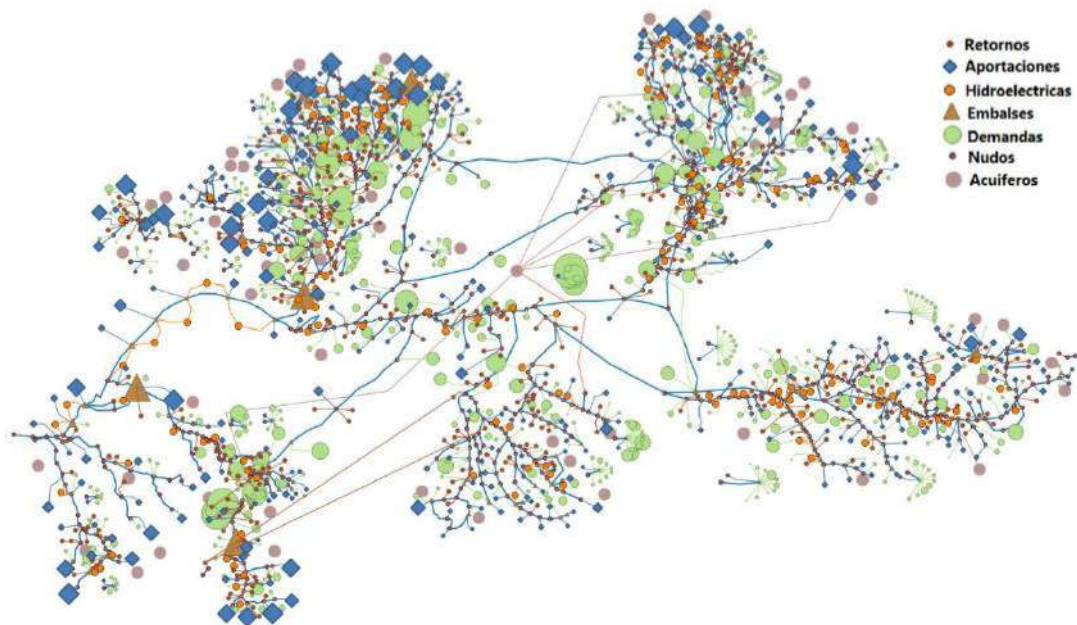


Figura 3.1 Esquema del modelo integral de la cuenca del Duero empleado en el Proyecto de Plan.

Como se puede apreciar en la figura, el modelo tiene un grado de complejidad apreciable. Se configuran y relacionan componentes de distintos: masas de agua superficial, masas de agua subterránea, series de aportaciones naturales, recarga de acuíferos, infraestructuras (embalses, canales), demandas, retornos, vertidos, evaporación en embalses, pérdidas según eficiencias, reglas de operación, caudales ecológicos, reservas para laminación, criterios de garantía y objetivos ambientales. Los símbolos empleados para los componentes principales del modelo: aportaciones, embalses y demandas se han representado de tamaño proporcional a su volumen anual.

El software Aquatool se emplea para simular la explotación del sistema durante un periodo de análisis y permite obtener los balances de explotación que se requieren para la toma de decisiones en la planificación hidrológica. Aunque el

modelo se ha ejecutado conjuntamente en una única pasada, los resultados se han presentado estructurados en los siguientes sistemas de explotación:

- Támega-Manzanas
- Tera
- Órbigo
- Esla
- Carrión
- Pisuerga
- Arlanza
- Alto Duero
- Riaza-Duratón
- Cega-Eresma-Adaja
- Bajo Duero
- Tormes
- Águeda

Datos de partida y metodología empleada

Se han analizado únicamente cuatro escenarios, identificados por un año de referencia: 2021, 2027, 2033 y 2039. Los tres primeros corresponden a los tres horizontes del plan: año anterior al inicio del ciclo, año en el final del ciclo y año al final del ciclo siguiente. El último escenario es una comprobación del efecto del cambio climático, que se ha etiquetado como correspondiente al final de un tercer ciclo de planificación.

En cada escenario se ha determinado la configuración del sistema como la combinación de demandas y obras de infraestructura que están activas en cada momento. Se ha adoptado el criterio de suponer que las infraestructuras y demandas que actualmente están en construcción o en fase de desarrollo avanzado estarán en explotación en el horizonte 2027. En el horizonte 2033 se han incluido las actuaciones que se hallan todavía en fase embrionaria o corresponden a planteamientos antiguos que no muestran una concreción clara en el momento presente. Los tres escenarios correspondientes a los horizontes del plan se han analizado con las series de aportaciones en régimen natural correspondientes al periodo 1980-81 a 2017-18, la denominada “serie corta”. El último escenario se ha analizado con una serie mixta, formada en parte por la serie histórica, pero sustituyendo parte de los años por una nueva serie de aportaciones que recoge el efecto del cambio climático.

En cada escenario se han impuesto las restricciones correspondientes a la operación de los sistemas, como niveles máximos y mínimos en los embalses, caudales mínimos circulantes, reglas de operación habituales y en situación de sequía, etc. Se han realizado controles del ajuste conseguido comparando los flujos simulados por el sistema con los registrados en las estaciones de aforo más representativas. Dado que únicamente se han analizado cuatro escenarios, es de esperar que en cada uno de ellos se haya conseguido un funcionamiento del sistema próximo al óptimo teórico.



Asignación de recursos

Las decisiones sobre la asignación de recursos se han adoptado a partir de los resultados del modelo en el horizonte 2027. El criterio es el siguiente:

- En las demandas que cumplen el criterio de garantía se asigna un volumen anual igual al volumen total demandado en el horizonte 2027 y un volumen máximo mensual equivalente al volumen calculado para el mes de máximo consumo.
- En las demandas que incumplen el criterio de garantía se asigna un volumen anual igual al volumen medio servido en el horizonte 2027 y un volumen máximo mensual equivalente al volumen medio suministrado en el mes de máximo consumo.

Aparentemente, no se han analizado las causas por las que se incumple el criterio de garantía, ni se han identificado soluciones que pudieran llegar a resolver el problema. Las unidades de demanda consideradas exclusivamente en el horizonte 2033 han recibido asignación nula en el horizonte 2027.

Reserva de recursos

Se entiende por reserva de recursos la correspondiente a las asignaciones que se establecen en previsión de las demandas y de los elementos de regulación que se desarrollen para alcanzar los objetivos de la planificación hidrológica. La metodología para la determinación de las reservas de las demandas agrarias superficiales se establece en el Apéndice II del Anejo 06 del Proyecto de Plan, en el que se consideran distintas alternativas en función del volumen asignado y la situación concesional.

Resultados presentados en el Proyecto de Plan

Los resultados obtenidos en las simulaciones realizadas para los cuatro escenarios del Proyecto de Plan se presentan en el Anejo 06, desagregados por sistemas de explotación. Para cada sistema de explotación se describen los componentes del modelo y la topología del sistema de explotación, las reglas de gestión aplicadas y los resultados obtenidos: grado de satisfacción de las demandas, producción hidroeléctrica, caudales circulantes, comportamiento de embalses, cumplimiento de caudales mínimos, etc. Finalmente, se realiza el análisis de la asignación y reserva de recursos de las demandas en función de los resultados de la simulación.

A continuación, se presenta un resumen de resultados obtenidos en los cuatro escenarios analizados en el Proyecto de Plan. En cada escenario se presentan tres figuras y cinco tablas. Las figuras muestran esquemáticamente los máximos déficits acumulados en un año, dos años y diez años mediante un código de colores. Las tablas muestran los resultados globales en cada tipo de demanda. Se muestran las demandas que no cumplen el criterio de garantía, las que lo cumplen y las que lo cumplen con déficit. En cada tipo de demanda se muestran los valores medios asociados al criterio de garantía.

Escenario 2021

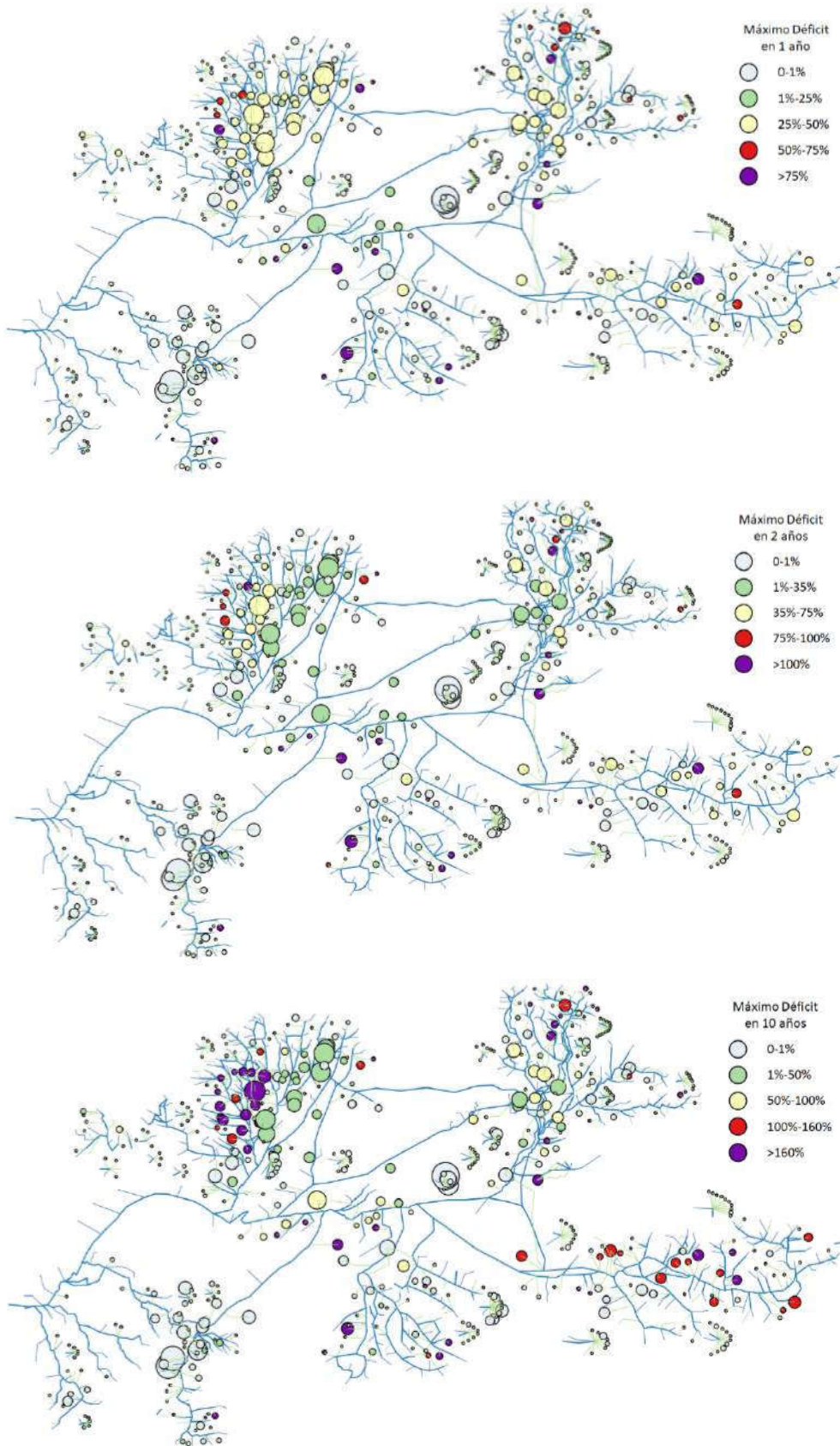


Figura 3.2 Escenario 2021: Máximo déficit en 1 año (arriba), 2 años (centro) y 10 años (abajo)

Tabla 3.1 Escenario 2021: Resumen de resultados de las demandas agrarias

Sistema	Demandas agrarias	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	86	753.9	635.5	118.4	67.1	105.2	277.7
	Cumplen criterio de garantía	238	2391.7	2362.0	29.7	8.1	8.4	13.0
	Demandas que no tienen déficit	144	1099.0	1099.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	6	10.3	10.1	0.2	11.3	13.1	21.5
	Demandas que no tienen déficit	4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	64.6	64.6	0.0	2.2	2.2	2.7
	Demandas que no tienen déficit	5	64.1	64.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	20	363.4	327.6	35.7	50.0	70.5	175.5
	Cumplen criterio de garantía	11	8.0	7.9	0.0	2.9	3.0	7.0
	Demandas que no tienen déficit	9	6.1	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	3	2.0	1.0	1.0	94.2	150.0	411.2
	Cumplen criterio de garantía	44	704.9	696.2	8.7	11.5	12.1	15.0
	Demandas que no tienen déficit	13	51.6	51.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	2	3.6	3.1	0.5	68.4	106.4	225.3
	Cumplen criterio de garantía	21	326.0	314.9	11.0	15.8	15.8	25.6
	Demandas que no tienen déficit	9	49.3	49.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	10	47.3	29.7	17.6	77.2	128.4	381.2
	Cumplen criterio de garantía	25	202.0	197.8	4.3	17.6	17.6	23.5
	Demandas que no tienen déficit	13	34.0	34.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	3	4.0	3.7	0.3	58.4	65.9	147.6
	Cumplen criterio de garantía	18	51.6	51.6	0.0	4.2	4.5	8.3
	Demandas que no tienen déficit	15	46.5	46.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	13	140.8	121.3	19.5	53.7	82.2	215.3
	Cumplen criterio de garantía	16	11.1	11.0	0.1	7.1	8.5	15.8
	Demandas que no tienen déficit	11	7.5	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	8	73.2	65.5	7.6	61.9	100.3	250.1
	Cumplen criterio de garantía	14	55.4	55.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	47.3	47.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	9	58.9	48.7	10.1	86.9	138.4	326.8
	Cumplen criterio de garantía	22	130.7	130.6	0.2	1.9	1.9	2.6
	Demandas que no tienen déficit	13	122.3	122.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	9	42.4	20.6	21.8	84.0	141.8	391.7
	Cumplen criterio de garantía	19	586.0	580.9	5.1	10.8	11.0	26.6
	Demandas que no tienen déficit	10	434.1	434.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	7	16.9	13.5	3.3	68.2	101.5	273.7
	Cumplen criterio de garantía	25	227.9	227.8	0.1	4.1	4.1	4.3
	Demandas que no tienen déficit	20	222.9	222.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	2	1.5	0.8	0.7	100.0	192.5	625.4
	Cumplen criterio de garantía	10	13.1	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	9	13.1	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.2 Escenario 2021: Resumen de resultados de las demandas urbanas

Sistema	Demandas urbanas	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	2	9.6	0.0	0.3	74.0	65.2
	Cumplen criterio de garantía	190	252.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	183	250.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	6	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	6	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	16	31.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	15	31.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	14	61.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	14	61.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	21	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	21	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	12	31.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	11	31.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	18	12.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	17	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	2	9.6	0.0	0.3	74.0	65.2
	Cumplen criterio de garantía	23	24.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	22	24.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	20	33.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	19	33.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	8	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Tabla 3.3 Escenario 2021: Resumen de resultados de las demandas industriales

Sistema	Demandas industriales	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	38.8	38.8	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	38.8	38.8	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	3.6	3.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	3.6	3.6	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	11.0	11.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	11.0	11.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	6.1	6.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	6.1	6.1	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.2	4.2	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.2	4.2	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	5.7	5.7	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	5.7	5.7	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.3	2.3	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.4 Escenario 2021: Resumen de resultados de las demandas de producción de energía

Sistema	Demandas de producción de energía	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	5	2.1	2.1	0.0	8.3	8.3	12.0
	Demandas que no tienen déficit	3	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	2.1	0.0	24.8	24.8	35.1
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	0.9	0.0	0.0	8.4	8.4	12.5
	Demandas que no tienen déficit	1	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.5 Escenario 2021: Resumen de resultados de las demandas de piscifactorías

Sistema	Demandas de piscifactorías	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Garan Vol %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	23	573.4	565.2	8.2	95.7
	Demandas que no tienen déficit	15	487.1	487.1	0.0	100.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	21.9	18.0	3.9	82.1
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	29.3	29.0	0.3	99.0
	Demandas que no tienen déficit	1	7.9	7.9	0.0	100.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	6.3	6.3	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	6.3	6.3	0.0	100.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	33.4	31.0	2.5	87.2
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	3.6	2.8	0.8	77.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	8.9	8.2	0.7	96.3
	Demandas que no tienen déficit	2	3.1	3.1	0.0	100.0
Riaza-Duración	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	47.9	47.9	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	3	47.9	47.9	0.0	100.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	0.2	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.2	0.2	0.0	100.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	421.7	421.7	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	7	421.7	421.7	0.0	100.0

Escenario 2027

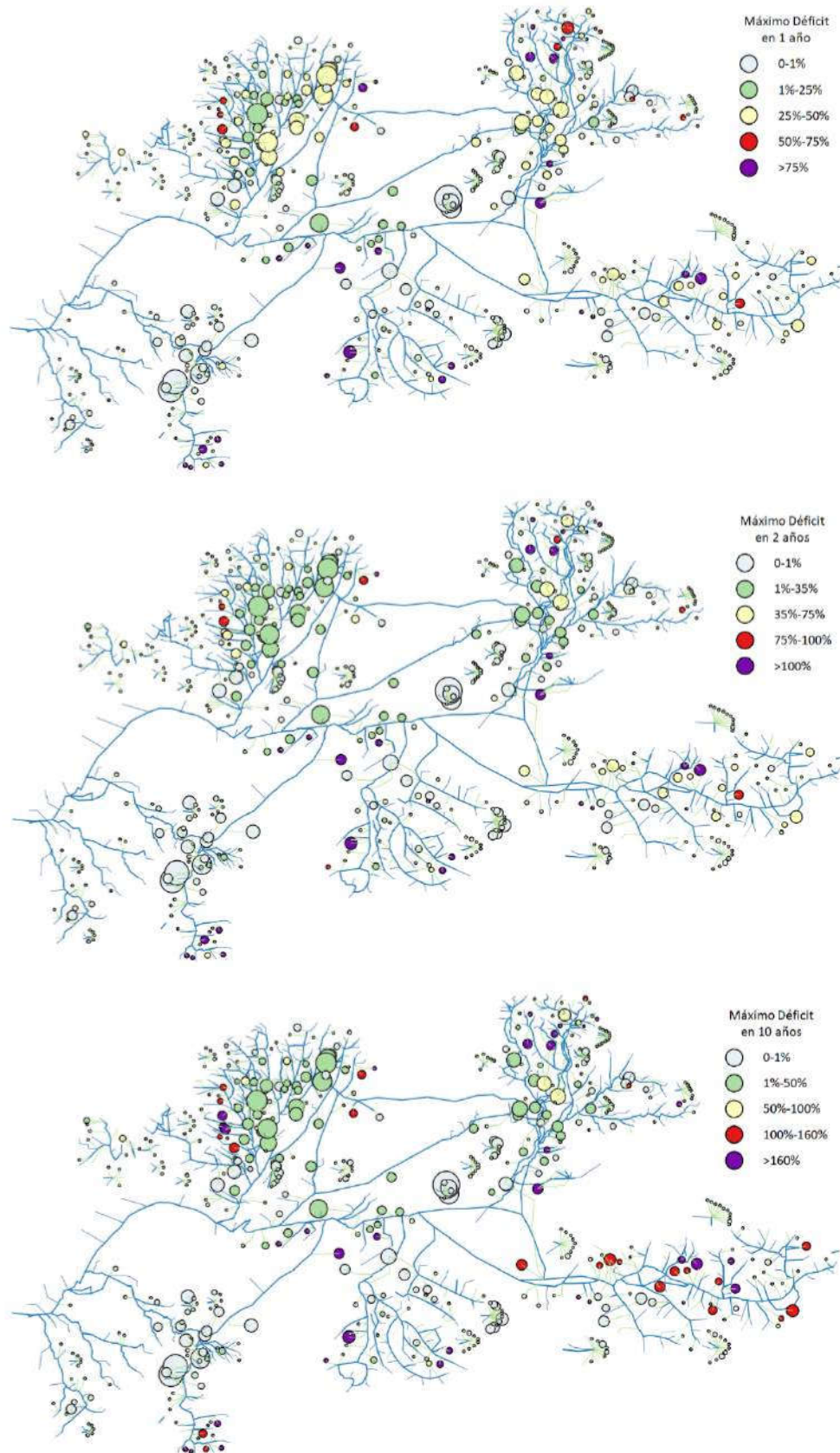


Figura 3.3 Escenario 2027: Máximo déficit en 1 año (arriba), 2 años (centro) y 10 años (abajo)

Tabla 3.6 Escenario 2027: Resumen de resultados de las demandas agrarias

Sis	Demandas agrarias	Núm	Dem	Sum	Def	Máx Def	Máx Def	Máx Def
			Anual hm ³	Tot hm ³	Medio hm ³	1 Año %	2 Año %	10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	80	498.5	410.5	88.0	71.1	112.8	283.1
	Cumplen criterio de garantía	244	2710.9	2685.4	25.5	8.1	8.5	11.7
	Demandas que no tienen déficit	145	1166.4	1166.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega- Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	6	10.4	10.1	0.2	11.3	13.1	21.5
	Demandas que no tienen déficit	4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	93.7	93.7	0.0	2.4	2.4	4.6
	Demandas que no tienen déficit	6	93.3	93.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	7	65.8	57.9	7.9	53.8	71.2	142.3
	Cumplen criterio de garantía	24	279.5	274.8	4.8	13.3	13.3	19.0
	Demandas que no tienen déficit	11	8.8	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	4	12.3	10.6	1.7	87.5	130.5	337.1
	Cumplen criterio de garantía	43	723.1	715.7	7.4	11.4	12.1	14.1
	Demandas que no tienen déficit	13	57.4	57.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	2	3.6	3.1	0.5	63.3	94.1	176.5
	Cumplen criterio de garantía	21	297.5	291.5	6.0	14.3	14.5	16.1
	Demandas que no tienen déficit	9	53.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	11	61.2	41.4	19.8	78.6	130.8	373.4
	Cumplen criterio de garantía	24	199.2	195.4	3.8	15.0	15.0	20.4
	Demandas que no tienen déficit	12	31.2	31.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	3	4.0	3.7	0.3	58.4	65.9	147.7
	Cumplen criterio de garantía	18	61.3	60.9	0.4	5.1	5.5	10.1
	Demandas que no tienen déficit	14	37.2	37.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	14	141.3	123.4	17.9	53.1	87.1	213.0
	Cumplen criterio de garantía	15	12.4	12.3	0.1	7.5	9.1	16.8
	Demandas que no tienen déficit	10	8.8	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza- Duratón	No cumplen criterio de garantía	8	73.2	67.2	6.0	59.3	100.2	240.8
	Cumplen criterio de garantía	14	60.2	60.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	52.0	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega- Eresma- Adaja	No cumplen criterio de garantía	9	58.9	48.5	10.4	84.4	130.1	326.1
	Cumplen criterio de garantía	22	122.6	122.6	0.0	0.1	0.1	0.2
	Demandas que no tienen déficit	14	119.0	119.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	9	42.4	25.3	17.1	83.7	139.4	358.6
	Cumplen criterio de garantía	19	562.1	559.2	2.9	8.3	9.2	15.9
	Demandas que no tienen déficit	10	419.1	419.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	11	34.4	28.6	5.7	78.8	122.7	278.8
	Cumplen criterio de garantía	21	260.4	260.4	0.0	2.9	2.9	3.0
	Demandas que no tienen déficit	19	258.0	258.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	2	1.5	0.8	0.7	100.0	192.8	630.8
	Cumplen criterio de garantía	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0



Tabla 3.7 Escenario 2027: Resumen de resultados de las demandas urbanas

Sis	Demandas urbanas	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	2	9.4	0.0	0.2	73.6	56.8
	Cumplen criterio de garantía	190	242.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	183	240.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	6	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	6	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	16	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	15	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	14	59.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	14	59.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	21	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	21	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	12	31.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	11	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	18	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	17	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	2	9.4	0.0	0.2	73.6	56.8
	Cumplen criterio de garantía	23	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	22	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	20	32.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	19	32.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	8	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.8 Escenario 2027: Resumen de resultados de las demandas industriales

Sis	Demandas industriales	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	41.3	41.3	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	41.3	41.3	0.0	0.0	0.0
Támega- Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	3.6	3.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	3.6	3.6	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	12.5	12.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	12.5	12.5	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	5.3	5.3	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	5.3	5.3	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.1	4.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.1	4.1	0.0	0.0	0.0
Riaza- Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	1.1	1.1	0.0	0.0	0.0
Cega- Eresma- Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	6.5	6.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	6.5	6.5	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.6	2.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.6	2.6	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.2	2.2	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.2	2.2	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0



Tabla 3.9 Escenario 2027: Resumen de resultados de las demandas de producción de energía

Sis	Demandas de producción de energía	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	5	2.1	2.1	0.0	5.0	5.0	6.7
	Demandas que no tienen déficit	4	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega- Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	2.1	0.0	24.8	24.8	33.3
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	2	0.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega- Eresma- Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.10 Escenario 2027: Resumen de resultados de las demandas de piscifactorías

Sis	Demandas de piscifactorías	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Garan Vol %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	23	573.4	567.4	6.0	96.0
	Demandas que no tienen déficit	14	483.3	483.3	0.0	100.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	21.9	20.0	2.0	90.9
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	29.3	29.0	0.3	99.1
	Demandas que no tienen déficit	1	7.9	7.9	0.0	100.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	6.3	6.3	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	6.3	6.3	0.0	100.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	33.4	31.4	2.0	85.4
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	3.6	2.8	0.8	77.1
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	8.9	8.2	0.7	96.3
	Demandas que no tienen déficit	2	3.1	3.1	0.0	100.0
Riaza- Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	47.9	47.9	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	3	47.9	47.9	0.0	100.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	0.2	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.2	0.2	0.0	100.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	421.7	421.4	0.3	99.0
	Demandas que no tienen déficit	6	417.9	417.9	0.0	100.0

Escenario 2033

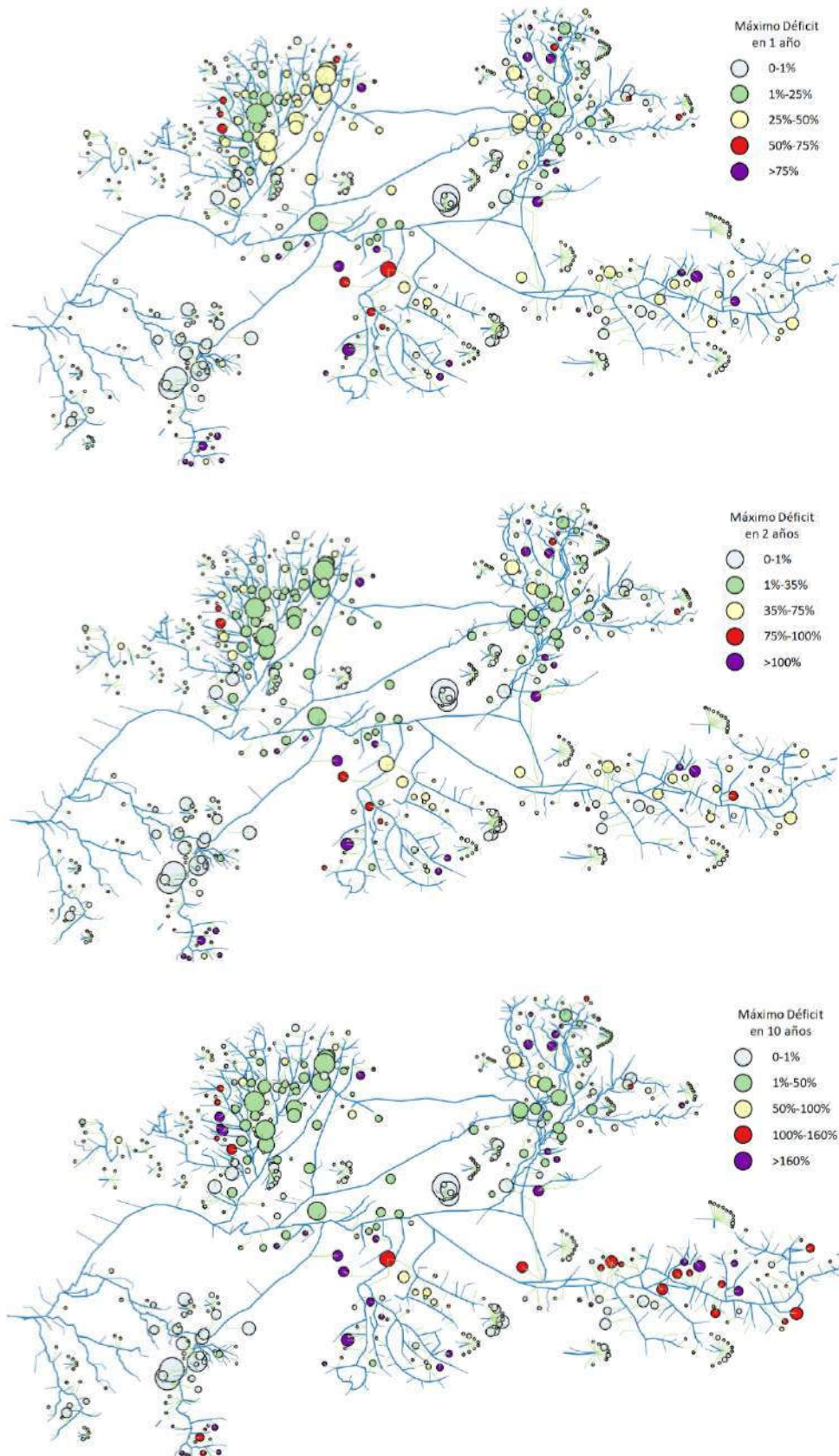


Figura 3.4 Escenario 2033: Máximo déficit en 1 año (arriba), 2 años (centro) y 10 años (abajo)



Tabla 3.11 Escenario 2033: Resumen de resultados de las demandas agrarias

Sis	Demandas agrarias	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	84	617.7	501.0	116.7	70.9	112.0	284.2
	Cumplen criterio de garantía	240	2796.6	2769.6	27.0	8.7	9.4	12.5
	Demandas que no tienen déficit	146	1165.4	1165.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	6	10.4	10.1	0.2	11.3	13.1	21.5
	Demandas que no tienen déficit	4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	93.7	93.7	0.0	2.4	2.4	4.6
	Demandas que no tienen déficit	6	93.3	93.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	7	65.8	57.9	7.9	54.0	71.4	143.0
	Cumplen criterio de garantía	24	279.5	274.6	4.9	13.3	13.3	19.0
	Demandas que no tienen déficit	11	8.8	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	5	19.9	8.9	11.1	87.8	143.2	466.2
	Cumplen criterio de garantía	42	758.2	749.2	9.0	14.9	15.7	18.7
	Demandas que no tienen déficit	13	57.4	57.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	2	3.6	3.4	0.2	61.5	77.4	111.7
	Cumplen criterio de garantía	21	297.5	288.7	8.8	17.2	17.5	23.0
	Demandas que no tienen déficit	9	53.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	11	71.7	47.7	24.0	81.0	140.3	408.8
	Cumplen criterio de garantía	24	202.9	202.5	0.4	4.6	5.6	5.6
	Demandas que no tienen déficit	12	31.2	31.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	3	4.0	3.7	0.3	58.4	65.9	147.7
	Cumplen criterio de garantía	18	61.3	61.2	0.1	4.7	5.1	9.1
	Demandas que no tienen déficit	14	37.2	37.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	14	157.8	132.4	25.4	55.8	87.3	213.4
	Cumplen criterio de garantía	15	12.4	12.3	0.1	8.0	9.5	17.7
	Demandas que no tienen déficit	10	8.8	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	8	73.2	66.8	6.4	59.3	99.8	238.7
	Cumplen criterio de garantía	14	60.2	60.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	52.0	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	12	143.5	124.5	19.0	72.7	107.6	251.4
	Cumplen criterio de garantía	19	162.2	159.5	2.6	10.7	13.7	20.1
	Demandas que no tienen déficit	14	114.9	114.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	9	42.4	26.3	16.1	83.7	138.8	347.9
	Cumplen criterio de garantía	19	562.1	561.3	0.8	7.9	7.9	7.9
	Demandas que no tienen déficit	10	419.1	419.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	11	34.4	28.6	5.7	78.8	122.9	279.2
	Cumplen criterio de garantía	21	267.8	267.8	0.0	1.2	1.2	1.2
	Demandas que no tienen déficit	20	261.1	261.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	2	1.5	0.8	0.7	100.0	192.8	630.1
	Cumplen criterio de garantía	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.12 Escenario 2033: Resumen de resultados de las demandas urbanas

Sis	Demandas urbanas	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	2	9.2	0.0	0.2	73.3	49.6
	Cumplen criterio de garantía	190	233.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	184	231.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	6	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	6	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	16	29.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	15	28.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	14	57.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	14	57.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	21	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	21	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	12	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	11	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	18	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	11.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	17	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	2	9.2	0.0	0.2	73.3	49.6
	Cumplen criterio de garantía	23	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	22	22.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	20	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	20	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	8	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0



Tabla 3.13 Escenario 2033: Resumen de resultados de las demandas industriales

Sis	Demandas industriales	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	3.8	3.8	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	3.8	3.8	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	11.9	11.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	11.9	11.9	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	5.0	5.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.3	4.3	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.3	4.3	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	7.6	7.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	7.6	7.6	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.8	2.8	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.2	2.2	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.2	2.2	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.14 Escenario 2033: Resumen de resultados de las demandas de producción de energía

Sis	Demandas de producción de energía	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def	Máx Def	Máx Def
						1 Año %	2 Año %	10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	5	2.1	2.1	0.0	8.3	8.3	13.3
	Demandas que no tienen déficit	2	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	2.1	0.0	24.8	24.8	33.3
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	0.9	0.0	0.0	8.3	8.3	16.5
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.15 Escenario 2033: Resumen de resultados de las demandas de piscifactorías

Sis	Demandas de piscifactorías	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Garan Vol
						%
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	23	573.4	568.7	4.7	96.2
	Demandas que no tienen déficit	13	483.2	483.2	0.0	100.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	21.9	19.9	2.0	90.9
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	29.3	29.0	0.3	99.1
	Demandas que no tienen déficit	1	7.9	7.9	0.0	100.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	6.3	6.3	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	6.3	6.3	0.0	100.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	33.4	32.8	0.7	87.6
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	3.6	2.8	0.8	77.1
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	8.9	8.2	0.7	96.1
	Demandas que no tienen déficit	1	2.9	2.9	0.0	100.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	47.9	47.9	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	3	47.9	47.9	0.0	100.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	0.2	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.2	0.2	0.0	100.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	421.7	421.4	0.3	99.0
	Demandas que no tienen déficit	6	417.9	417.9	0.0	100.0

Escenario 2039

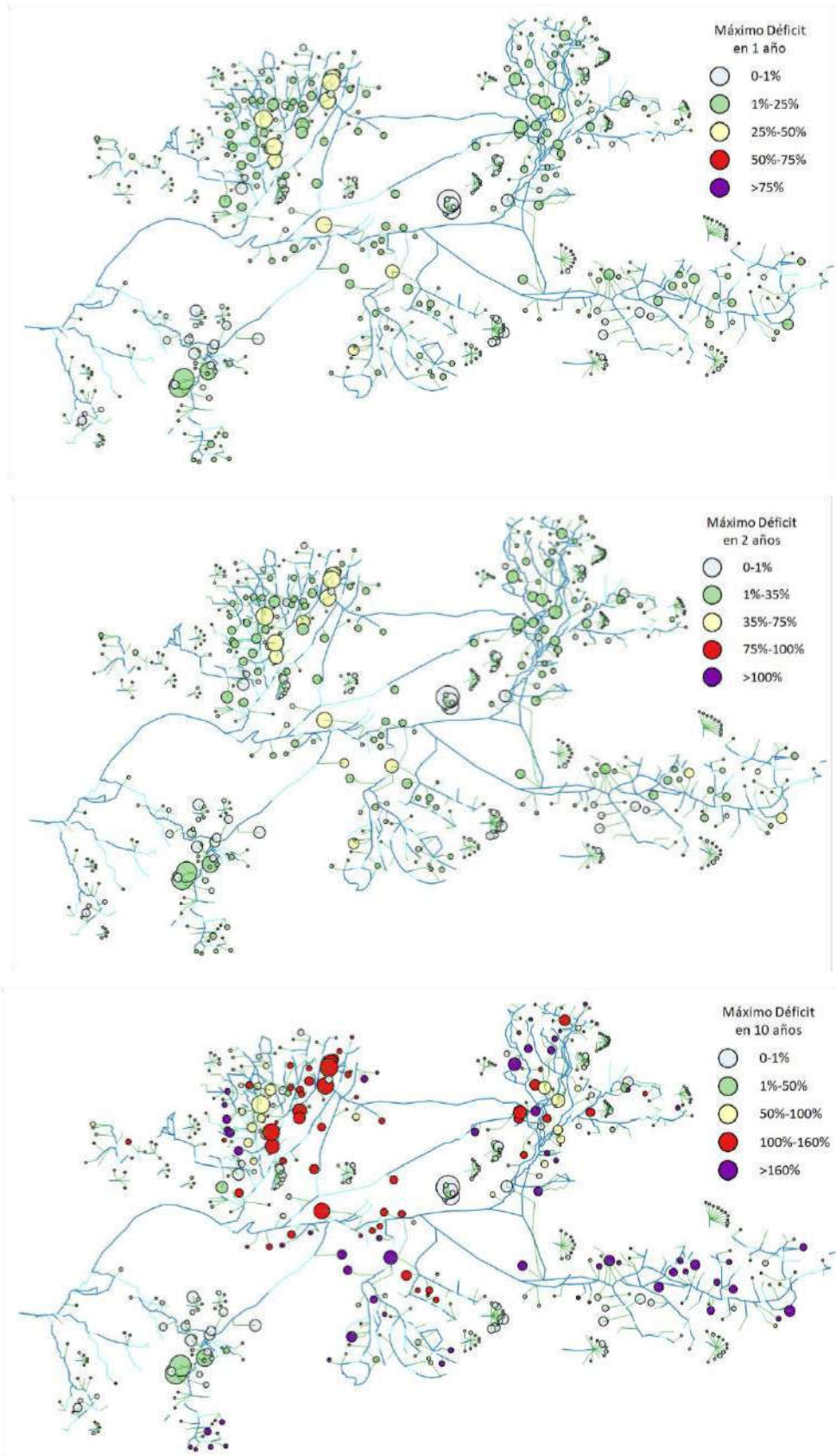


Figura 3.5 Escenario 2039: Máximo déficit en 1 año (arriba), 2 años (centro) y 10 años (abajo)

Tabla 3.16 Escenario 2039: Resumen de resultados de las demandas agrarias

Sis	Demandas agrarias	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	137	1771.6	1557.5	214.1	63.8	102.3	263.9
	Cumplen criterio de garantía	187	1642.7	1622.4	20.3	6.0	7.2	13.6
	Demandas que no tienen déficit	140	1099.1	1099.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	1	5.9	5.7	0.3	46.1	62.9	111.9
	Cumplen criterio de garantía	5	4.4	4.3	0.1	8.3	9.4	13.5
	Demandas que no tienen déficit	4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	93.7	93.5	0.3	6.6	6.6	10.6
	Demandas que no tienen déficit	5	51.7	51.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	7	65.8	55.9	9.8	63.9	91.5	193.3
	Cumplen criterio de garantía	24	279.5	266.7	12.9	15.6	23.5	51.2
	Demandas que no tienen déficit	9	6.7	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	25	701.0	657.4	43.6	49.6	80.6	197.0
	Cumplen criterio de garantía	22	77.1	76.4	0.7	4.1	4.8	7.6
	Demandas que no tienen déficit	13	57.4	57.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	13	247.7	226.8	20.8	42.7	56.2	149.5
	Cumplen criterio de garantía	10	53.4	53.4	0.0	0.8	0.8	0.8
	Demandas que no tienen déficit	9	53.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	13	79.8	52.5	27.4	80.2	135.9	414.5
	Cumplen criterio de garantía	22	194.8	188.7	6.1	17.9	17.9	32.6
	Demandas que no tienen déficit	12	31.2	31.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	7	28.1	26.7	1.5	56.2	76.3	154.0
	Cumplen criterio de garantía	14	37.2	37.1	0.1	1.5	2.1	2.9
	Demandas que no tienen déficit	11	14.7	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	15	158.2	121.8	36.4	64.6	118.1	322.8
	Cumplen criterio de garantía	14	12.0	11.9	0.1	8.1	8.1	14.9
	Demandas que no tienen déficit	10	8.8	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	8	73.2	61.2	11.9	74.5	129.2	343.8
	Cumplen criterio de garantía	14	60.2	60.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	52.0	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	17	190.7	161.2	29.5	73.5	110.6	250.4
	Cumplen criterio de garantía	14	114.9	114.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	14	114.9	114.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	18	185.3	160.1	25.2	61.3	94.2	245.2
	Cumplen criterio de garantía	10	419.1	419.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	419.1	419.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	11	34.4	27.4	6.9	82.3	135.9	344.0
	Cumplen criterio de garantía	21	267.8	267.7	0.1	1.9	1.9	1.9
	Demandas que no tienen déficit	20	261.1	261.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	2	1.5	0.7	0.7	100.0	194.7	656.0
	Cumplen criterio de garantía	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.17 Escenario 2039: Resumen de resultados de las demandas urbanas

Sis	Demandas urbanas	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	2	8.8	0.0	0.2	72.8	64.7
	Cumplen criterio de garantía	190	222.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	184	220.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	16	27.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	15	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	14	55.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	14	55.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	21	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	21	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	12	30.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	11	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	18	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	17	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	2	8.8	0.0	0.2	72.8	64.7
	Cumplen criterio de garantía	23	21.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	22	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	20	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	20	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.18 Escenario 2039: Resumen de resultados de las demandas industriales

Sis	Demandas industriales	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	44.5	44.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	44.5	44.5	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.9	4.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.9	4.9	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	8.9	8.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	8.9	8.9	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.19 Escenario 2039: Resumen de resultados de las demandas de producción de energía

Sis	Demandas de producción de energía	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	5	2.1	2.1	0.0	11.8	15.2	23.6
	Demandas que no tienen déficit	2	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	2.1	0.0	26.1	34.7	51.8
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	0.9	0.0	0.0	16.5	20.6	33.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.20 Escenario 2039: Resumen de resultados de las demandas de piscifactorías

Sis	Demandas de piscifactorías	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Garan Vol %
Total	No cumplen criterio de garantía	2	5.5	4.0	1.5	72.6
	Cumplen criterio de garantía	21	567.9	560.2	7.6	96.8
	Demandas que no tienen déficit	9	65.4	65.4	0.0	100.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	21.9	19.1	2.8	87.2
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	29.3	28.3	1.1	96.7
	Demandas que no tienen déficit	1	7.9	7.9	0.0	100.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	6.3	6.3	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	6.3	6.3	0.0	100.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	1	1.9	1.4	0.5	71.7
	Cumplen criterio de garantía	1	31.5	29.8	1.7	94.6
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	1	3.6	2.7	1.0	73.6
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	8.9	8.1	0.8	95.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.9	2.9	0.0	100.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	47.9	47.9	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	3	47.9	47.9	0.0	100.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	0.2	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.2	0.2	0.0	100.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	421.7	420.4	1.2	98.5
	Demandas que no tienen déficit	2	0.1	0.1	0.0	100.0

Resumen

En las tablas 3.21 a 3.25 se presentan los resúmenes de los resultados que se obtienen en cada tipo de demanda para los cuatro escenarios analizados en el Proyecto de Plan. La tabla 3.21 muestra las demandas agrarias, la tabla 3.22, las demandas urbanas, la tabla 3.23, las demandas industriales, la tabla 3.24, las demandas de producción de energía y la tabla 3.25, las demandas de piscifactorías.

Tabla 3.21 Resumen de resultados de las demandas agrarias en los cuatro escenarios

Escenario	Demandas agrarias	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
2021	Demandas totales	324	3145.6	2997.5	148.0	23.8	34.1	83.2
	No cumplen criterio de garantía	86	753.9	635.5	118.4	67.1	105.2	277.7
	Cumplen criterio de garantía	238	2391.7	2362.0	29.7	8.1	8.4	13.0
	Demandas que no tienen déficit	144	1099.0	1099.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2027	Demandas totales	324	3209.4	3096.0	113.5	23.7	34.3	78.7
	No cumplen criterio de garantía	80	498.5	410.5	88.0	71.1	112.8	283.1
	Cumplen criterio de garantía	244	2710.9	2685.4	25.5	8.1	8.5	11.7
	Demandas que no tienen déficit	145	1166.4	1166.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2033	Demandas totales	324	3414.4	3270.6	143.8	24.8	36.0	83.0
	No cumplen criterio de garantía	84	617.7	501.0	116.7	70.9	112.0	284.2
	Cumplen criterio de garantía	240	2796.6	2769.6	27.0	8.7	9.4	12.5
	Demandas que no tienen déficit	146	1165.4	1165.4	0.0	0.0	0.0	0.0
2039	Demandas totales	324	3414.4	3179.9	234.5	30.5	47.4	119.5
	No cumplen criterio de garantía	137	1771.6	1557.5	214.1	63.8	102.3	263.9
	Cumplen criterio de garantía	187	1642.7	1622.4	20.3	6.0	7.2	13.6
	Demandas que no tienen déficit	140	1099.1	1099.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.22 Resumen de resultados de las demandas urbanas en los cuatro escenarios

Escenario	Demandas urbanas	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
2021	Demandas totales	192	262.0	0.0	0.3	0.8	0.7
	No cumplen criterio de garantía	2	9.6	0.0	0.3	74.0	65.2
	Cumplen criterio de garantía	190	252.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	183	250.3	0.0	0.0	0.0	0.0
2027	Demandas totales	192	251.4	0.0	0.2	0.8	0.6
	No cumplen criterio de garantía	2	9.4	0.0	0.2	73.6	56.8
	Cumplen criterio de garantía	190	242.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	183	240.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2033	Demandas totales	192	242.6	0.0	0.2	0.8	0.5
	No cumplen criterio de garantía	2	9.2	0.0	0.2	73.3	49.6
	Cumplen criterio de garantía	190	233.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	184	231.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2039	Demandas totales	192	231.1	0.0	0.2	0.8	0.7
	No cumplen criterio de garantía	2	8.8	0.0	0.2	72.8	64.7
	Cumplen criterio de garantía	190	222.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	184	220.9	0.0	0.0	0.0	0.0



Tabla 3.23 Resumen de resultados de las demandas industriales en los cuatro escenarios

Escenario	Demandas industriales	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
2021	Demandas totales	13	38.8	38.8	0.0	0.0	0.0
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	38.8	38.8	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	38.8	38.8	0.0	0.0	0.0
2027	Demandas totales	13	41.3	41.3	0.0	0.0	0.0
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	41.3	41.3	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	41.3	41.3	0.0	0.0	0.0
2033	Demandas totales	13	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	42.0	42.0	0.0	0.0	0.0
2039	Demandas totales	13	44.5	44.5	0.0	0.0	0.0
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	44.5	44.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	44.5	44.5	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.24 Resumen de resultados de las demandas de producción de energía en los cuatro escenarios

Escenario	Demandas de producción de energía	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
2021	Demandas totales	5	2.1	2.1	0.0	8.3	8.3	12.0
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	5	2.1	2.1	0.0	8.3	8.3	12.0
	Demandas que no tienen déficit	3	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2027	Demandas totales	5	2.1	2.1	0.0	5.0	5.0	6.7
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	5	2.1	2.1	0.0	5.0	5.0	6.7
	Demandas que no tienen déficit	4	1.9	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2033	Demandas totales	5	2.1	2.1	0.0	8.3	8.3	13.3
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	5	2.1	2.1	0.0	8.3	8.3	13.3
	Demandas que no tienen déficit	2	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2039	Demandas totales	5	2.1	2.1	0.0	11.8	15.2	23.6
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	5	2.1	2.1	0.0	11.8	15.2	23.6
	Demandas que no tienen déficit	2	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 3.25 Resumen de resultados de las demandas de piscifactorías en los cuatro escenarios

Escenario	Demandas de piscifactorías	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Garan Vol %
2021	Demandas totales	23	573.4	565.2	8.2	95.7
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	23	573.4	565.2	8.2	95.7
	Demandas que no tienen déficit	15	487.1	487.1	0.0	100.0
2027	Demandas totales	23	573.4	567.4	6.0	96.0
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	23	573.4	567.4	6.0	96.0
	Demandas que no tienen déficit	14	483.3	483.3	0.0	100.0
2033	Demandas totales	23	573.4	568.7	4.7	96.2
	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	23	573.4	568.7	4.7	96.2
	Demandas que no tienen déficit	13	483.2	483.2	0.0	100.0
2039	Demandas totales	23	573.4	564.3	9.1	94.7
	No cumplen criterio de garantía	2	5.5	4.0	1.5	72.6
	Cumplen criterio de garantía	21	567.9	560.2	7.6	96.8
	Demandas que no tienen déficit	9	65.4	65.4	0.0	100.0

En las tablas anteriores se puede apreciar que los mayores cambios entre los escenarios se producen en las demandas agrarias. Las demandas de producción de energía y piscifactorías se mantienen constantes en los cuatro escenarios analizados. Las demandas de producción de energía presentan un déficit muy reducido y cumplen el criterio de garantía en todos los escenarios. Las demandas de piscifactorías van reduciendo su déficit desde el escenario 2021 al 2033, pero el déficit vuelve a crecer en el escenario 2039, donde hay dos demandas que incumplen el criterio de garantía. El valor total de la demanda urbana se va reduciendo en los escenarios sucesivos. Estas demandas no presentan problemas de cumplimiento del criterio de garantía, excepto en dos casos concretos: los abastecimientos de Ávila y El Espinar. En el caso de las demandas industriales, su valor se va incrementando progresivamente en los cuatro escenarios, pero no presentan déficit en ninguno de ellos.

Las demandas agrarias presentan un comportamiento mucho más complejo, puesto que está previsto que cambien las dotaciones entre los cuatro escenarios y además hay demandas que se activan en distintos escenarios. Por este motivo, se pasa de una demanda agraria total en la cuenca de 3.146,6 hm³/a en el escenario 2021 a 3.414,4 hm³/a en el escenario 2033. Un número importante de las 324 unidades de demanda incluidas en el modelo incumple el criterio de garantía: 86 en el escenario 2021, 80 en el escenario 2027 y 84 en el escenario 2033. La mayor parte de estas demandas incumplen por no disponer de regulación, ya que se trata de tomas directas en ríos no regulados. En el escenario 2039 se produce un fuerte incremento del déficit debido a la reducción de recursos prevista en el escenario de cambio climático. El número de demandas que incumplen el criterio de garantía en este escenario asciende a 137. El impacto del cambio climático es muy grande, ya que se pasa de una situación en la que se incumple el criterio de garantía en el 18,1% de la demanda de la cuenca en



2033 (617,7 hm³/a) a incumplir el criterio de garantía en el 51,9% de la demanda de la cuenca en 2039 (1771,6 hm³/a).

El escenario 2039 es el que ha servido de base para fundamentar la mayor parte de las decisiones sobre la viabilidad de las demandas de riego previstas en la cuenca para un futuro próximo. Por este motivo, el presente estudio se centra en el análisis de este escenario.

4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La motivación del presente estudio es la resolución adoptada en el Proyecto de Plan de considerar que dos demandas de riego no resultan viables a la vista de las simulaciones realizadas. Se trata de las siguientes demandas de riego:

- Zona regable del Sector V Cea-Carrión
- Valderas: Zona regable de la margen izquierda del río Porma 2ª fase

Estas dos demandas están encuadradas en el sistema de explotación del Esla y dependen de la regulación de los embalses de Riaño y Porma. En este capítulo se presenta un análisis específico de los resultados obtenidos en este sistema en el escenario 2039, prestando atención especial a las dos demandas que son objeto del presente estudio.

Descripción de las demandas analizadas en este estudio

A continuación, se describen las características básicas de las demandas analizadas en el presente estudio, analizando su encuadre en el sistema de explotación del Esla.

Sector V Cea-Carrión

La demanda del sector V de la zona regable Cea-Carrión está identificada en el SIG corporativo como 2000282 - ZR Sector V Cea-Carrión. La figura 4.1 muestra la ficha correspondiente en el SIG corporativo de CHD.

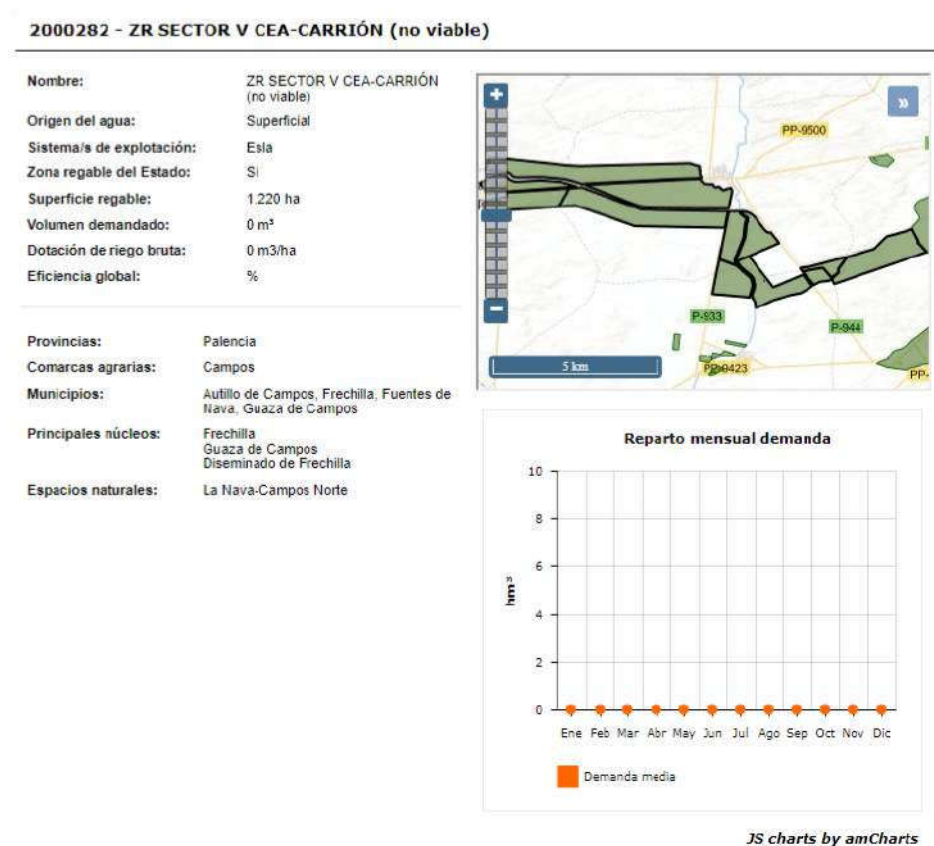


Figura 4.1 Ficha de la demanda del sector V Cea-Carrión en el SIG corporativo de CHD.

Esta demanda sólo se considera a partir del segundo horizonte (2033). En el Anejo 4, la DA 2000282 figura con una superficie de 1.220 ha, pero no se considera viable. Los valores adoptados en el cálculo para los distintos escenarios analizados en el Proyecto de Plan se presentan en la tabla 4.1. La demanda adoptada coincide aproximadamente con la reserva realizada en el ciclo de planificación 2016-2021.

Tabla 4.1 Valores de la demanda DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión

Escenario	Superficie ha	Dotación m ³ /ha.a	Demanda hm ³ /a
Escenario 2021	-	-	-
Escenario 2027	-	-	-
Escenario 2033	1220	5452	6.649
Escenario 2039	1220	5452	6.649

En el Proyecto de Plan, la DA 2000282 está encuadrada en el Sistema de Explotación Esla. La topología del modelo se muestra en la figura 4.2. La demanda toma de una balsa de 3,9 hm³ de capacidad, que se alimenta mediante el Canal Elevación Balsa Sector V, que deriva del Canal Cea-Carrión. El Canal Cea-Carrión toma del nudo 408, situado en el río Cea, en la masa 30400192. La balsa se llena con agua del río Cea durante el invierno, complementándose el resto de la demanda con agua circulante durante la campaña de riego por el Canal Cea-Carrión. El Canal Cea-Carrión está conectado con el río Esla, cuyas aguas pueden conducirse hasta el Cea a través de los dos ramales del Canal de Payuelos.

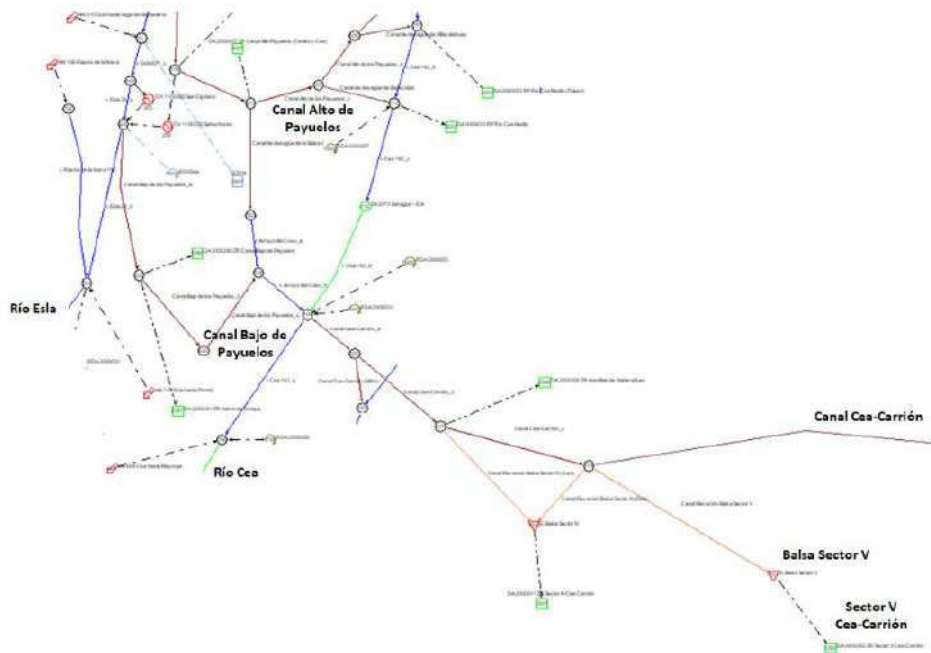


Figura 4.2 Encuadre de la demanda DA 2000073 en el sistema de explotación del Esla.

El comienzo del Canal Cea-Carrión se nutre de las aguas que discurren por el río Cea. Hasta ese punto, el río Cea recibe cinco series de aportaciones: La aportación en cabecera, identificada como “AN 105 Cabecera Cea”, las entradas al embalse de Valcuende de Almanza, identificadas como “AN 172 E. Valcuende de Almanza”, el resto de aportaciones del río Valcuende, identificadas como “AN 173 Valcuende hasta Almanza”, las aportaciones de la cuenca diferencial del río Cea hasta la confluencia con el Valcuende, identificadas como “AN 192 Cea hasta Villamartín”, y las aportaciones del resto de la cuenca hasta la captación, identificadas como “AN 149 Cea hasta Galleguillos”. Los valores medios de las aportaciones empleados en el cálculo para los escenarios sin cambio climático son los reflejados en la tabla 4.2. La aportación total del río Cea hasta la toma del Canal Cea-Carrión es de 182,80 hm³/a. Corresponde a la “serie corta”, del año hidrológico 1980-81 a 2017-18.

Tabla 4.2 Aportaciones consideradas en el río Cea, en hm³/mes

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 105	85.68	2.12	5.13	11.24	14.08	12.99	12.00	11.65	8.11	4.45	2.00	1.15	0.78
AN 172	4.92	0.11	0.28	0.65	0.91	0.82	0.67	0.63	0.43	0.23	0.10	0.06	0.04
AN 173	14.33	0.31	0.80	1.91	2.65	2.41	1.94	1.84	1.26	0.66	0.30	0.16	0.10
AN 192	31.36	0.63	1.70	4.15	6.30	5.38	4.21	3.97	2.60	1.31	0.60	0.32	0.20
AN 149	46.51	2.14	3.58	6.23	7.77	6.27	5.72	4.74	3.67	2.48	1.70	1.23	0.97

En el arco aguas abajo de la toma del Canal Cea-Carrión se fija un caudal mínimo igual al caudal ecológico estimado para la masa 30400192, “Río Cea desde el desagüe del canal alto de Payuelos hasta la toma del Canal Tránsito Cea-Carrión”. Los valores de caudal mínimo adoptados en los cálculos se reflejan en la tabla 4.3. El valor anual del caudal ecológico supone el 17% de la aportación en régimen natural.

Tabla 4.3 Caudales mínimos (hm³/mes) impuestos en la toma del Canal Cea-Carrión

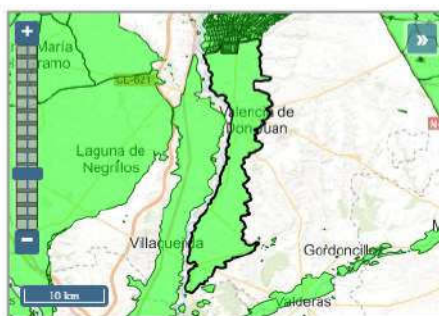
Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Cea	31.902	2.448	2.615	2.761	2.644	2.656	3.016	3.087	2.992	2.418	2.448	2.448	2.369

Valderas

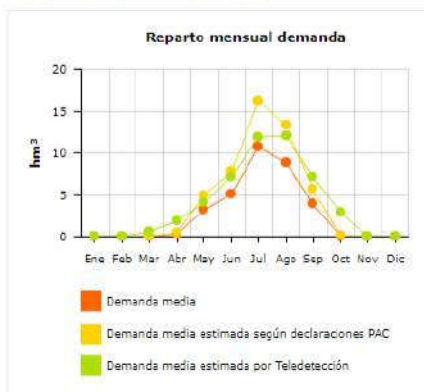
La demanda de interés en la zona de Valderas es la identificada en el SIG corporativo como 2000034 - ZR MI Río Porma 2ª fase. La figura 4.3 muestra la ficha correspondiente en el SIG corporativo de CHD.

2000034 - ZR MI RÍO PORMA 2ª FASE

Nombre: ZR MI RÍO PORMA 2ª FASE
 Origen del agua: Superficial
 Sistema/s de explotación: Esla
 Zona regable del Estado: SI
 Superficie regable: 7.240 ha
 Volumen demandado: 32 hm³
 Dotación de riego bruta: 4.420,24 m³/ha
 Eficiencia global: 64,12 %



Provincias: León, Valladolid
 Comarcas agrarias: Esla-Campos, Tierra de Campos
 Municipios: Campazas, Cimaes de la Vega, Cubillas de los Oteros, Fresno de la Vega, Fuentes de Carbajal, Gordoncillo, Pajares de los Oteros, Rcales de Campos, Valderas, Valencia de Don Juan, Villaomate y Castro, Villaquejida
 Principales núcleos: Valencia de Don Juan, Valderas, Fresno de la Vega
 Espacios naturales: Riberas del Río Esla y afluentes, Oteros-Campos



JS charts by amCharts

Figura 4.3 Ficha de la demanda de la ZR MI Río Porma 2ª fase en el SIG corporativo de CHD.

Esta demanda se considera a partir del horizonte 2021. En el Anejo 4, la DA 2000034 figura con una superficie regable actual de 7.240 ha, que suponen una demanda de 32,00 hm³/a. Está contemplada una posible ampliación de 1.000 ha en 2027 que incrementa la demanda hasta 38,68 hm³/a, pero no se considera viable. Los valores adoptados en el cálculo para los distintos escenarios considerados en el Proyecto de Plan se presentan en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Valores de la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase

Escenario	Superficie ha	Dotación m ³ /ha.a	Demanda hm ³ /a
Escenario 2021	7240	4420	32.003
Escenario 2027	8240	4694	38.675
Escenario 2033	8240	4694	38.675
Escenario 2039	8240	4694	38.675

En el Proyecto de Plan, la DA 2000034 está encuadrada en el Sistema de Explotación Esla. La topología del modelo se muestra en la figura 4.4. A pesar de su denominación, esta demanda no se atiende con agua del río Porma, sino que toma del río Esla, aguas arriba de la confluencia con el Porma. La demanda toma del nudo 55, situado en el río Esla, en la masa 30400038, "Río Esla desde limite LIC "Riberas del río Esla y Afluentes" aguas arriba de Vega de Monasterio hasta confluencia con río Porma". Aguas arriba de ese punto, el río Esla, regulado por el Embalse de Riaño (651 hm³), tiene

numerosos aprovechamientos. Entre otros, atiende las demandas que dependen de los dos ramales del Canal de Payuelos, que permiten trasvasar recursos al río Cea para que sean captados por el Canal Cea-Carrión.

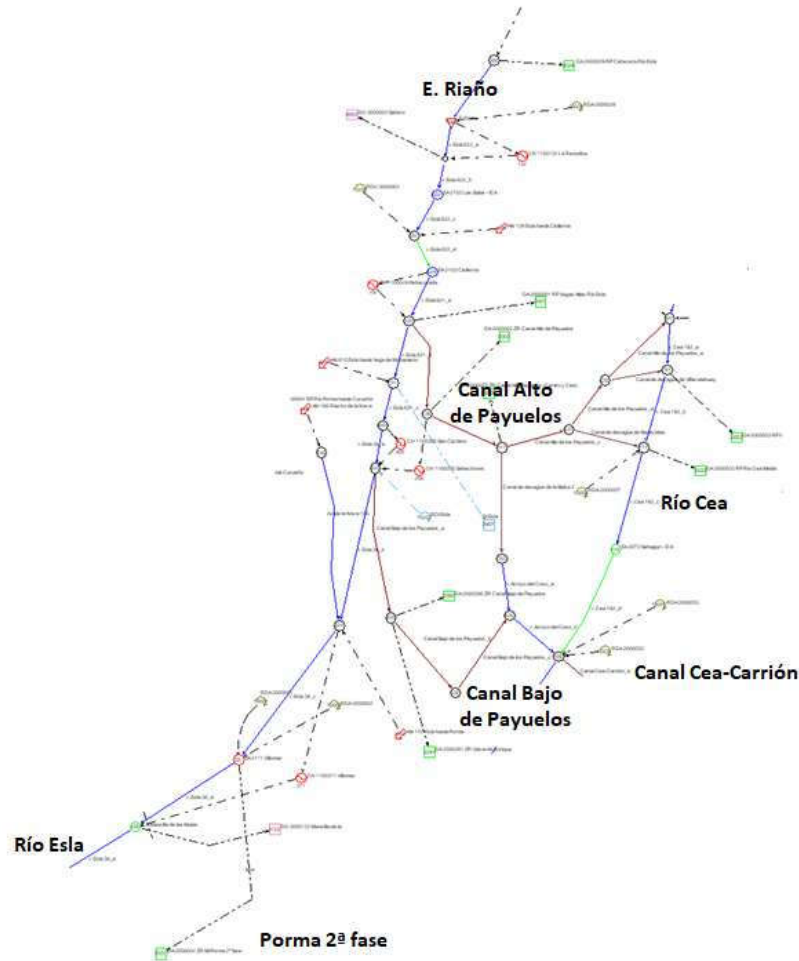


Figura 4.4 Encuadre de la demanda DA 2000038 en el sistema de explotación Esla.

Hasta el punto de toma de la demanda DA 2000038, el río Esla recibe cinco series de aportaciones: Las entradas al embalse de Riaño, identificadas como “AN 101 E. Riaño”, las aportaciones de la cuenca incremental hasta Cistierna, identificadas como “AN 139 Esla hasta Cistierna”, las aportaciones de la cuenca incremental hasta Monasterio, identificadas como “AN 610 Esla hasta Vega de Monasterio”, las aportaciones de un afluente, denominadas como “AN 166 Riacho de la Nava” y las aportaciones del resto de la cuenca hasta el río Porma, identificadas como “AN 140 Esla hasta Porma”. Los valores medios de las aportaciones empleados en el cálculo para los escenarios sin cambio climático son los reflejados en la tabla 4.5. La aportación total del río Esla hasta la toma de la demanda DA 2000038 es de 981,38 hm³/a, de los que 613,92 hm³/a están regulados por el embalse de Riaño.

Tabla 4.5 Aportaciones consideradas en el río Esla hasta el Porma, en hm³/mes

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
AN 101	613.92	36.53	60.96	75.48	75.07	65.66	84.97	84.42	63.21	34.92	15.44	8.30	8.96
AN 139	158.23	13.48	17.27	20.63	19.98	17.13	19.33	18.28	13.69	8.04	4.10	2.71	3.59
AN 610	42.60	0.88	2.67	6.04	7.95	6.84	6.30	5.13	3.50	1.85	0.85	0.40	0.20
AN 166	30.24	0.56	1.71	4.23	5.84	5.03	4.62	3.63	2.42	1.26	0.57	0.25	0.12
AN 140	46.39	0.65	2.29	6.58	9.82	8.29	7.18	5.33	3.40	1.64	0.74	0.33	0.15

En el modelo se imponen caudales mínimos aguas abajo de los embalses de Riaño y Porma y en los tramos del río Esla aguas abajo de la toma del Canal Alto de Payuelos, aguas abajo de la toma de la demanda ZR MI Porma 2ª fase y aguas abajo de la toma del Canal del Esla. Los valores de caudal mínimo adoptados en los cálculos se reflejan en la tabla 4.6.

Tabla 4.6 Caudales mínimos (hm³/mes) impuestos en el sistema Esla-Porma

Lugar	Anual	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Riaño	89.87	13.39	12.96	13.39	13.39	12.10	13.39	11.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Porma	49.30	8.40	6.60	6.30	6.50	5.40	6.20	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Payuelos	140.57	9.37	10.37	14.73	14.73	12.10	14.73	14.26	13.39	9.07	9.37	9.37	9.07
T. Porma	237.01	9.96	12.65	15.00	16.10	13.81	17.25	22.69	22.35	23.90	31.40	29.80	22.10
Can. Esla	321.08	22.82	25.43	28.87	32.14	27.58	33.37	33.72	32.28	21.28	21.43	21.43	20.74

Análisis de los resultados presentados en el proyecto de Plan

Resultado de las simulaciones

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las simulaciones correspondientes a los cuatro escenarios para las demandas objeto de este estudio.

Sector V Cea-Carrión

Los resultados de las simulaciones para la demanda DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión se presentan en la tabla 4.7, que resume los valores de suministro y déficit en los distintos horizontes, junto con la garantía volumétrica. Esta demanda no se consideró en la simulación correspondiente al escenario 2027.

Tabla 4.7 Resultados de la simulación para la demanda DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión

Escenario	Demanda hm ³ /a	Suministro hm ³ /a	Déficit hm ³ /a	Garantía % volumen	Máx 1 año % dem 1 año	Máx 2 años % dem 1 año	Máx 10 años % dem 1 año
Escenario 2021	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Escenario 2027	-	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Escenario 2033	6.649	6.658	0.081	98.790	27.600	27.750	30.100
Escenario 2039	6.649	6.344	0.306	95.405	40.051	64.581	119.507

Según se refleja en la tabla 4.7, el sistema puede atender la demanda considerada en el horizonte 2033, con unos déficits moderados y una garantía

volumétrica próxima al 99%. Sin embargo, en el horizonte 2039 se incumple el déficit máximo admitido por la IPH en el periodo de análisis de diez años consecutivos, con un déficit del 119,5% de la demanda anual. Se trata de un incumplimiento ligero, puesto que está próximo al valor límite, establecido en 100% de la demanda anual.

A pesar de que la demanda cumple el criterio de garantía en los cálculos realizados para el horizonte 2033, en el Proyecto de Plan no se asignan ni se reservan recursos para esta demanda. En el primer caso se debe a la aplicación del criterio de realizar asignación nula en el horizonte 2027 a las demandas previstas para 2033. En el segundo caso, se debe a que la demanda incumple el criterio de garantía en el horizonte 2039.

Valderas

Los resultados de las simulaciones para la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase se presentan en las tablas 4.8 y 4.9. La tabla 4.8 resume los valores de suministro y déficit en los distintos horizontes, junto con la garantía volumétrica. La tabla 4.9 muestra los resultados de suministro, déficits mensuales y garantías volumétricas obtenidos en la simulación correspondiente al escenario 2027.

Tabla 4.8 Resultados de la simulación para la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase

Escenario	Demanda hm³/a	Suministro hm³/a	Déficit hm³/a	Garantía % volumen	Máx 1 año % dem 1 año	Máx 2 años % dem 1 año	Máx 10 años % dem 1 año
Escenario 2021	32.003	31.576	0.427	98.666	26.000	26.210	31.760
Escenario 2027	38.675	38.247	0.428	98.890	25.220	25.440	28.450
Escenario 2033	38.675	38.205	0.470	98.780	27.680	27.890	30.130
Escenario 2039	38.675	36.835	1.840	95.243	40.168	64.856	125.479

Tabla 4.9 Resultados de suministro, déficits mensuales (hm³/mes) y garantías volumétricas (%) para la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase en el escenario 2027

Variable	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
Demanda	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000	0.007	0.385	3.921	6.217	12.897	10.623	4.618	38.675
Suministro	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000	0.007	0.366	3.879	6.151	12.759	10.510	4.569	38.248
Déficit	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.042	0.066	0.138	0.113	0.049	0.427
G.Vol. (%)	100	100	-	-	-	100	95	99	99	99	99	99	99

La tabla 4.8 muestra que el sistema Esla puede atender la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase en los tres horizontes de planificación, 2021, 2027 y 2033, con unos déficits moderados y una garantía volumétrica próxima al 99%. Sin embargo, en el horizonte 2039 se incumple el déficit máximo admitido por la IPH en el periodo de análisis de diez años consecutivos, con un déficit del 125,5% de la demanda anual. Se trata de un incumplimiento ligero, puesto que está próximo al valor límite, establecido en 100% de la demanda anual. En el resultado detallado de la simulación correspondiente a 2027 se aprecia que los valores medios del déficit son muy pequeños, con una garantía igual o superior al 99% en todos los meses excepto en abril.

En la tabla 2 del Apéndice II del Anejo 6, el derecho concesional de la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase se considera nulo, aplicando el criterio 1: “Volumen concesional procedente de las captaciones con derecho que están relacionadas con el regadío”. La asignación realizada es de 32,003 hm³/a, con un máximo mensual de 10,676 hm³/mes. Según el criterio establecido para las demandas que cumplen el criterio de garantía en el horizonte 2027, le correspondería una asignación igual al volumen demandado, que es 38,657 hm³/a. Sin embargo, en una nota a pie de la tabla 143 del Anejo 6, se indica: “*Aunque se ha analizado la demanda a 2027 con cerca de 8.240 has, tan sólo presentan viabilidad 7.240 has de 2021, por lo que para asignaciones solo se contempla la demanda actual de 7.240 has*”. En la página 304 del mismo Anejo 6 se indica: “*El incremento de superficie planteado en la UDA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase, correspondiente a la zona de Valderas, supone incumplimiento de garantía de la IPH en horizonte 2039, al igual que el resto de demandas que dependen de las regulaciones de Riaño-Porma, por lo que se considera conveniente no ampliar la superficie de regadío en esta UDA.*”

La reserva definitiva adoptada en el Apéndice II del Anejo 6 para la demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase es de 47,008 hm³/a, aplicando el criterio “Dotación comarcal”. Esta cifra se obtiene como resultado de multiplicar la superficie regable, 8.240 ha, por una dotación bruta de 5.704,9 m³/ha.a. Esta demanda también figura en la tabla de cálculo correspondiente al criterio “Eficiencia global objetivo”, con una reserva de 33,068 hm³/a, correspondiente a 8.240 ha con una dotación neta de 3.009,79 m³/ha.a, que debe dividirse por 0,75 para obtener la dotación bruta. En la tabla del criterio “Reserva estricta” no se realiza reserva, puesto que la demanda cumple, pero presenta un déficit. La documentación del Proyecto de Plan es confusa con relación a esta demanda, ya que, en las tablas del Apéndice II, esta demanda figura con una asignación igual a 38,675 hm³/a, a pesar de que la asignación realizada en el Anejo 6 es de 32,003 hm³/s.

Análisis del sistema Esla-Porma en el escenario 2039

Como se ha visto en el análisis realizado, el incumplimiento del criterio de garantía de las demandas del Sector V Cea-Carrión y Valderas se produce en el escenario 2039. En este apartado se realiza un análisis del modelo de simulación para poner de manifiesto las circunstancias que han ocasionado el fallo de estas demandas.

Datos generales del sistema Esla

Los recursos hídricos que atienden las demandas del Sector V Cea-Carrión y Valderas proceden fundamentalmente del embalse de Riaño. Este embalse regula las aportaciones de cabecera del río Esla y permite atender numerosas demandas de agua mediante captaciones directas en el río y a través de los dos ramales del Canal de Payuelos. Sin embargo, el examen de los resultados de simulación del escenario 2039 para el sistema Esla en el Anejo 6 permite deducir que el fallo de demandas afecta a una zona más amplia que la atendida por el embalse de Riaño, ya que fallan la mayor parte de las demandas que toman del Porma y varias demandas que toman del Esla aguas abajo de la confluencia con el Porma.

En la figura 4.9 se presentan los resultados del modelo de simulación en el horizonte 2039. Se ha representado esquemáticamente la topología del modelo con sus

componentes básicos. Las demandas, identificadas por un círculo, se han dibujado de un tamaño proporcional a la demanda media anual, utilizando un código de colores para representar el déficit acumulado en 10 años.

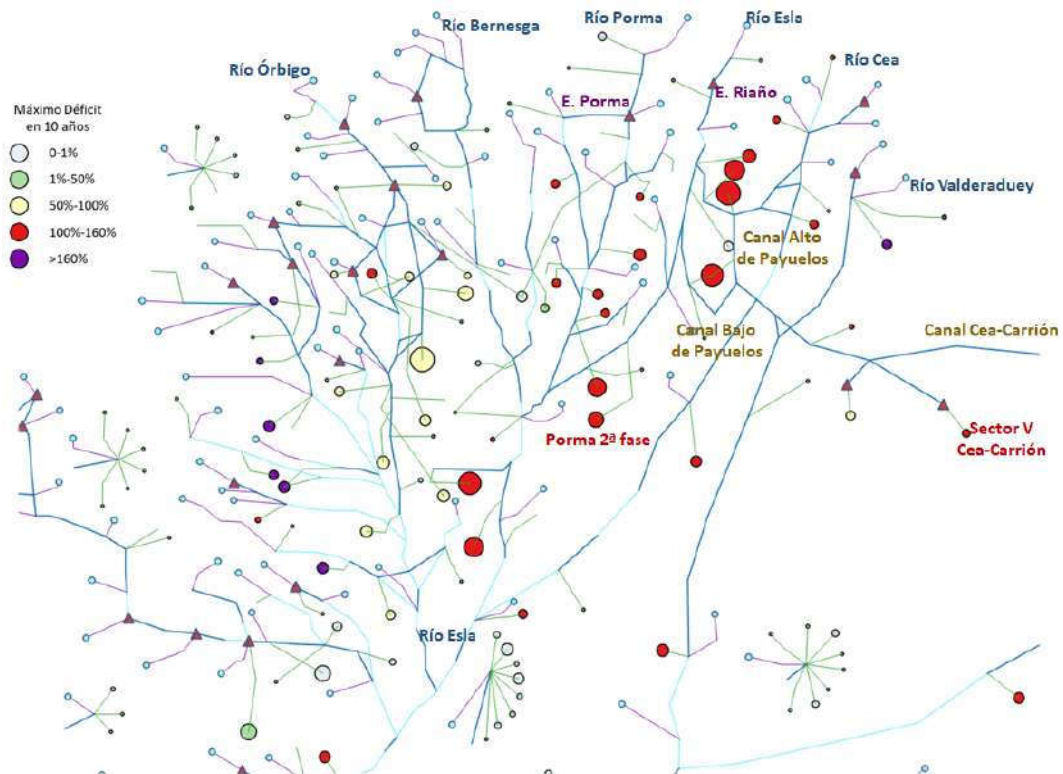


Figura 4.9 Resultado de la simulación del horizonte 2039 en la zona del Esla-Porma.

En la figura se puede comprobar que la mayor parte de las demandas que dependen del sistema Porma-Esla incumplen el criterio de garantía, y en particular las grandes demandas de riego que toman de los ríos Esla y Porma y del Canal de Payuelos. En el análisis del sistema realizado en el horizonte 2033, con una configuración idéntica, pero con las aportaciones naturales correspondientes a la serie corta, todas estas demandas cumplían el criterio de garantía. Además, el fallo se produce en el déficit acumulado a diez años, cumpliendo el criterio para los déficits de uno y dos años. Esto indica que se producen déficits frecuentes de intensidad moderada, lo que sugiere que el valor medio de las aportaciones es insuficiente para atender las demandas. Se deduce, por tanto, que el motivo del fallo de las demandas es la reducción de recursos correspondiente al escenario de cambio climático.

En la tabla 4.20 se han representado los resultados de la simulación en las demandas agrarias que toman de los ríos Esla y Porma hasta el embalse de Ricobayo en los cuatro escenarios analizados en el Proyecto de Plan. Se ha representado el déficit acumulado en diez años, expresado como porcentaje de la demanda anual, para poder comparar los resultados entre escenarios. La demanda agraria atendida por el sistema Esla-Porma es de 616,05 hm³/a en el horizonte 2021, que sube a 638,81 hm³/a en 2027 y a 645,46 hm³/a en 2033. La demanda de regadío es mayoritaria, puesto que únicamente debe añadirse a esta relación la demanda industrial del sistema, 12,05 hm³/a y los pequeños abastecimientos de Sabero y Mansilla de las Mulas, que totalizan 0,19 hm³/a. En conjunto, la demanda de regadío es el 98% de la demanda total. La única

demanda que se añade en el escenario 2033 con relación al 2027 es la del Sector V Cea-Carrión. Todas las demandas de riego que dependen de los embalses presentan déficits similares, próximos al 120% de la demanda anual, excepto la DA 2000041 ZR Sector IV Cea Carrión, que cumple el criterio de garantía por disponer de una balsa de regulación con capacidad suficiente.

Tabla 4.20 Resultados de las simulaciones para las demandas agrarias del sistema Esla-Porma

Demandas agrarias del sistema Esla atendidas con agua superficial	Horizonte 2021		Horizonte 2027		Horizonte 2033		Horizonte 2039	
	Dem Anual hm ³	Máx Def 10 Años %	Dem Anual hm ³	Máx Def 10 Años %	Dem Anual hm ³	Máx Def 10 Años %	Dem Anual hm ³	Máx Def 10 Años %
DA 2000001 RP Vegas Altas Río Esla	27.38	31.65	27.38	28.44	27.38	30.12	27.38	130.79
DA 2000002 ZR Canal Alto de Payuelos	72.01	31.63	72.01	28.44	72.01	30.12	72.01	129.04
DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase	32.00	31.76	38.68	28.44	38.68	30.13	38.68	125.48
DA 2000280 ZR Canal Bajo de Payuelos	81.98	31.89	91.02	28.46	91.02	30.30	91.02	124.95
DA 2000057 ZR Canal Alto Payuelos (Centr	94.73	31.51	109.26	28.43	109.26	30.11	109.26	124.70
DA 2000033 RP Río Cea Medio	8.03	31.55	8.03	28.44	8.03	30.12	8.03	124.33
DA 2000009 RP MD Río Esla	1.53	31.96	1.53	28.44	1.53	30.20	1.53	119.83
DA 2000003 ZR MI Río Porma 1ª fase	67.00	31.68	58.76	28.44	58.76	30.12	58.76	119.67
DA 2000010 ZR Canal del Esla	65.02	31.63	65.02	28.44	65.02	30.12	65.02	119.62
DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión	0.00	0.00	0.00	0.00	6.65	30.11	6.65	119.51
DA 2000012 RP MI del Río Esla	9.42	31.58	9.42	28.45	9.42	30.10	9.42	119.50
DA 2000006 ZR Arriola	29.99	31.52	20.46	28.43	20.46	30.11	20.46	119.44
DA 2000042 ZR Tábara	17.15	31.42	17.15	28.42	17.15	30.11	17.15	119.30
DA 2000335 RP Porma desde Curueño	7.64	31.42	7.64	28.40	7.64	30.09	7.64	119.28
DA 2000019 ZR Páramo Bajo	95.00	31.37	95.00	28.42	95.00	30.10	95.00	119.21
DA 2000004 RP Río Porma hasta Curueño	5.91	31.35	5.91	28.40	5.91	30.06	5.91	119.17
DA 2000041 ZR Sector IV Cea Carrión	0.00	0.00	10.30	114.74	10.30	70.78	10.30	75.34
DA 2000029 RP Cabecera Río Esla	0.56	0.00	0.56	0.00	0.56	0.00	0.56	0.00
DA 2000030 RP Cabecera Río Porma	0.68	0.00	0.68	0.00	0.68	0.00	0.68	0.00
Total	616.05	31.54	638.81	29.77	645.46	30.73	645.46	122.15

La tabla 4.21 presenta los valores medios de las aportaciones utilizadas en el modelo del escenario correspondiente a la situación de cambio climático. Las aportaciones se han agrupado en tres zonas: río Esla hasta confluencia con el Porma, río Porma hasta confluencia con el Esla y río Esla desde la confluencia con el Porma a la confluencia con el Tera. En la tabla no se han incluido las aportaciones del río Bernesga, que podrían atender las demandas que toman del Esla aguas abajo de su confluencia. La demanda del sistema Esla-Porma se atiende con una aportación total de 1.414,68 hm³/a, a lo que habría que añadir los 593,15 hm³/a que aporta el río Bernesga.

Del total de aportación del sistema, 573,52 hm³/a están regulados en el embalse de Riaño (573 hm³ de volumen útil) y 263,57 hm³/a están regulados en el embalse de Porma (270 hm³ de volumen útil), que además recibe 38,07 hm³/a del Curueño mediante un trasvase. El total de la aportación regulada es 837,09 hm³/a. Aparentemente, esta aportación debería resultar suficiente para atender las demandas, ya que es más de un 25% superior a la demanda y se dispone de un volumen de regulación prácticamente igual a la aportación media anual. Además, puede complementarse con la aportación no regulada, que es 577,59 hm³/a.

Tabla 4.21 Valores medios (hm³/mes) de las aportaciones empleadas en el modelo del horizonte 2039 para el sistema Esla-Porma

Lugar	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
AN 101	32.90	55.45	67.68	74.09	64.93	84.12	76.80	57.14	31.60	13.64	7.34	7.84	573.52
AN 139	12.36	15.89	18.82	19.82	17.02	19.21	16.71	12.45	7.33	3.65	2.41	3.15	148.82
AN 610	0.76	2.26	5.04	7.60	6.58	6.05	4.48	3.06	1.62	0.77	0.36	0.18	38.75
AN 166	0.47	1.41	3.40	5.60	4.85	4.46	3.16	2.09	1.09	0.51	0.23	0.11	27.39
AN 140	0.55	1.91	5.29	9.13	7.76	6.74	4.80	3.04	1.47	0.67	0.29	0.13	41.79
Esla - Porma	47.0	76.9	100.2	116.2	101.1	120.6	106.0	77.8	43.1	19.2	10.6	11.4	830.3
AN 191	10.58	14.98	16.92	18.20	15.50	20.29	21.10	16.67	9.75	5.37	3.62	3.76	156.74
AN 102	7.44	10.24	11.76	13.03	11.22	14.60	13.51	10.27	6.43	3.56	2.35	2.44	106.83
AN 603	1.77	2.91	3.90	4.52	3.79	3.55	2.91	2.06	1.12	0.54	0.31	0.31	27.68
AN 164	1.74	2.90	3.99	4.69	3.78	3.55	2.80	1.99	1.13	0.55	0.31	0.31	27.73
AN 604	3.39	5.77	8.01	9.76	7.75	7.17	5.61	4.07	2.28	1.06	0.57	0.59	56.02
AN 143	0.93	1.62	2.33	2.93	2.25	1.96	1.57	1.13	0.65	0.29	0.14	0.15	15.94
AN 147	2.87	5.96	10.13	13.25	11.00	10.10	8.05	5.69	2.82	1.36	0.74	0.52	72.48
AN 119	1.67	3.65	6.85	9.34	7.11	5.80	4.19	2.78	1.50	0.61	0.26	0.20	43.94
AN 163	0.38	0.84	1.58	2.21	1.68	1.38	0.97	0.64	0.35	0.14	0.06	0.04	10.29
Porma - Esla	30.8	48.9	65.5	77.9	64.1	68.4	60.7	45.3	26.0	13.5	8.3	8.3	517.6
AN 120	0.54	1.25	3.46	5.79	4.36	3.64	2.37	1.41	0.73	0.30	0.12	0.07	24.05
AN 190	0.34	0.93	2.54	4.04	2.96	2.43	1.56	0.90	0.43	0.19	0.08	0.05	16.44
AN 622	0.23	0.52	1.48	2.52	1.96	1.65	1.07	0.63	0.33	0.13	0.05	0.03	10.62
AN 121	0.26	0.66	2.12	3.91	2.80	2.55	1.56	0.97	0.50	0.21	0.09	0.05	15.66
Resto Esla	1.4	3.4	9.6	16.3	12.1	10.3	6.6	3.9	2.0	0.8	0.3	0.2	66.8
Total	79.2	129.2	175.3	210.4	177.3	199.2	173.2	127.0	71.1	33.5	19.3	19.9	1414.7

Análisis de la operación del sistema

Se ha realizado un análisis global del funcionamiento conjunto del sistema Esla-Porma para entender las causas del fallo de las demandas, a pesar de la relativa abundancia de las aportaciones y la capacidad de regulación de los embalses.

Se han empleado los resultados del modelo Aquatool correspondientes al escenario 2039, a partir de la información presentada en la página web de la Confederación Hidrográfica del Duero. Los datos recopilados son los correspondientes a embalses y demandas en el sistema Esla-Porma.

Los resultados de demandas se presentan en las figuras 4.10 y 4.11. En la figura 4.10 se presentan los déficits mensuales de las demandas de riego del sistema Esla-Porma, comparados con el valor total de la demanda. En la figura 4.11 se presenta el valor acumulado de los déficits a lo largo de 10 años, comparado con el 100% de la demanda anual. En ambas figuras se comprueba que todas las demandas de riego del sistema tienen un comportamiento similar: presentan déficits en los mismos meses y en una proporción muy similar. La figura de déficit acumulado muestra unas bandas paralelas que indican que todas las demandas contribuyen en la misma proporción al déficit total. El año más crítico de la simulación es 1992-93. El máximo déficit se produce en julio de 1993, y es igual a 79,83 hm³. Todos los periodos de 10 años que incumplen el criterio de garantía incluyen el año hidrológico 1992-93. El periodo de 10 años más desfavorable es el comprendido entre el año hidrológico 1985-86 y el año hidrológico 1995-96.

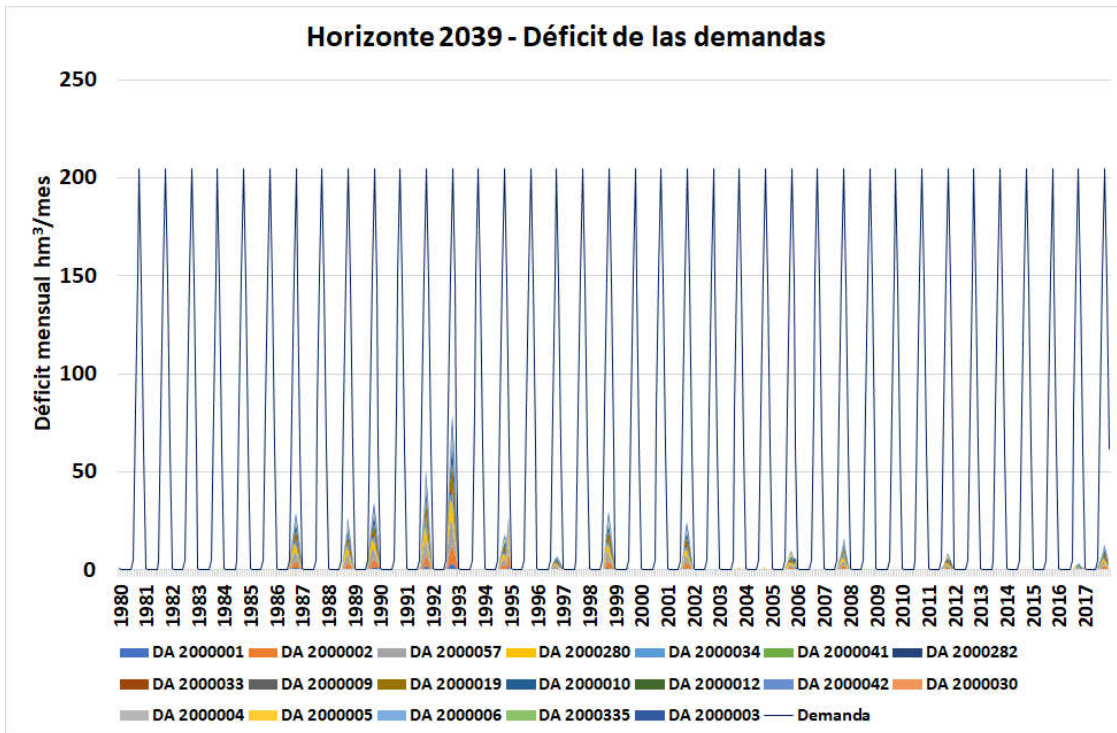


Figura 4.10 Déficit de las demandas de riego del sistema Esla-Porma en el escenario 2039.

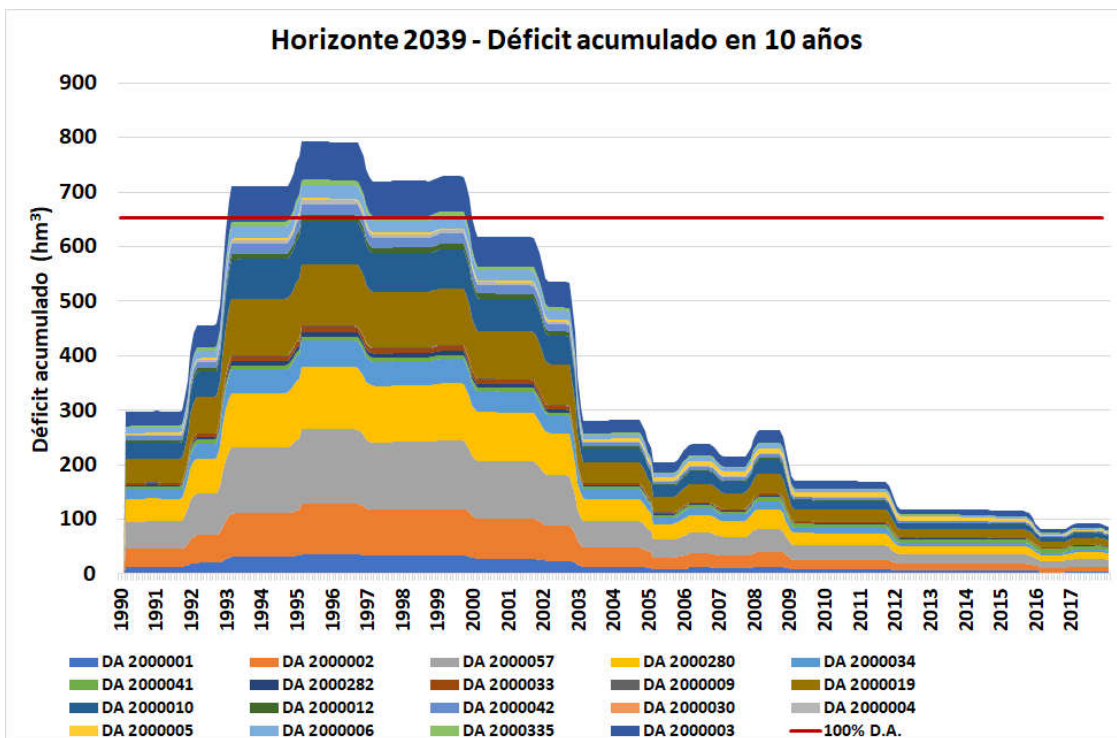


Figura 4.11 Déficit acumulado en diez años de las demandas de riego del sistema Esla-Porma en el escenario 2039.

En la figura 4.12 se muestra la evolución en el tiempo de las reservas de agua en los embalses de Riaño y Porma. En ambos embalses se ha considerado el volumen útil, descontando el volumen de embalse mínimo, que es de 78 hm³ en Riaño y 47 hm³ en Porma.

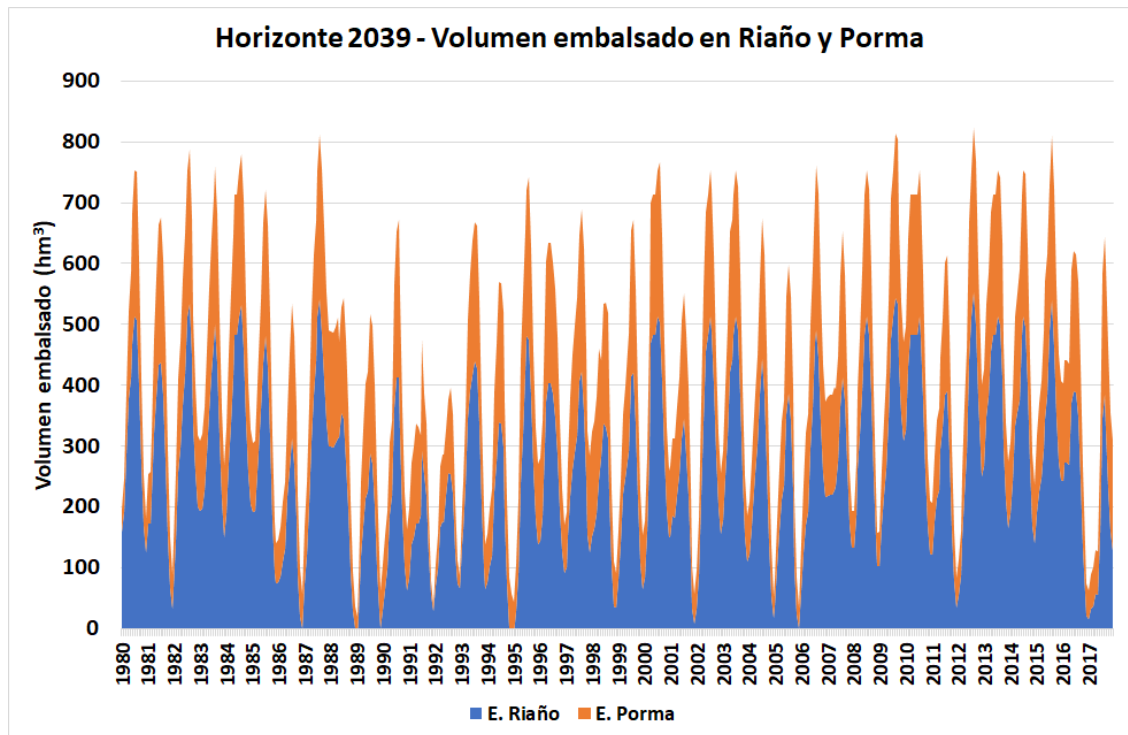


Figura 4.12 Volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

Hay varios ciclos en los que el volumen de reservas baja considerablemente hasta casi agotarse. En Riaño se producen dos vaciados, en octubre de 1989 y 1995, pero las reservas del sistema nunca llegan a agotarse completamente porque Porma tiene volumen embalsado útil en esos meses (30,58 hm³ en 1989 y 43,91 hm³ en 1995). En conjunto, las reservas del sistema combinado nunca bajan de 20,43 hm³.

En la figura 4.13 se comparan las sueltas netas de los embalses (descontando el caudal mínimo impuesto en el tramo inmediatamente aguas abajo) con los suministros a las demandas de riego. En la figura se puede apreciar que el suministro de las demandas coincide con las sueltas netas de los embalses en muchos meses, lo que indica que las demandas situadas más aguas abajo no utilizan la aportación correspondiente a la cuenca situada aguas abajo de los embalses. También se constata que hay varios periodos en los que se producen sueltas que no están destinadas a satisfacer las demandas consuntivas del sistema.

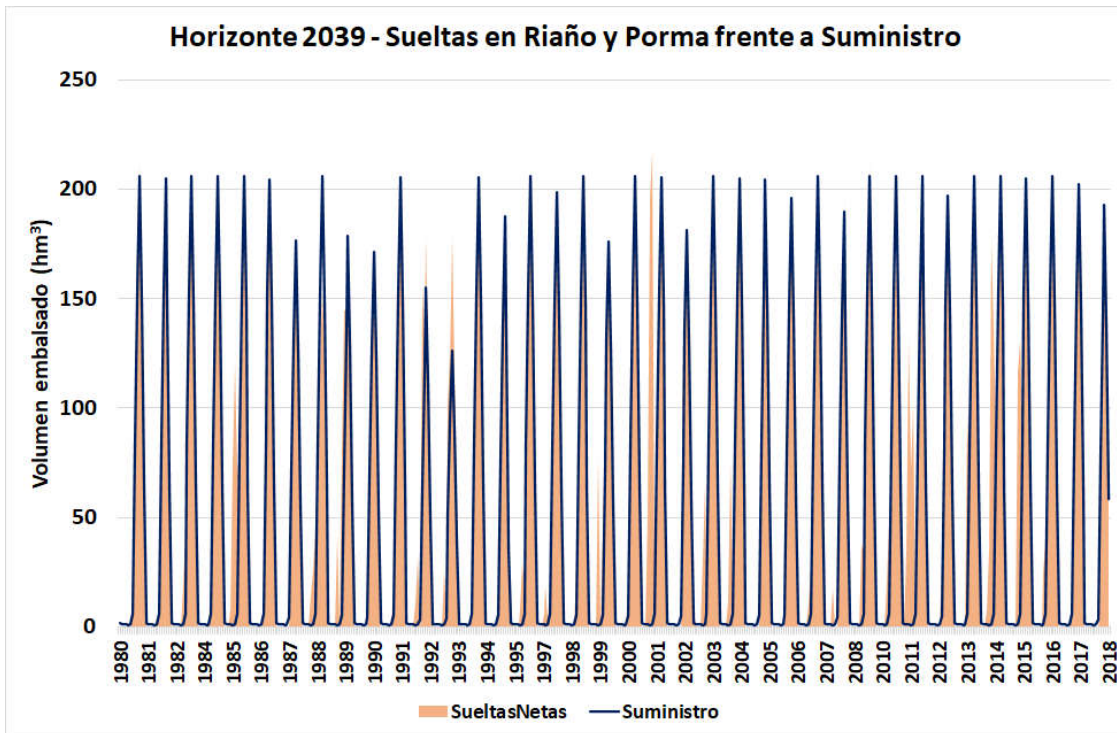


Figura 4.13 Comparación de las sueltas netas de los embalses de Riaño y Porma con el suministro a las demandas de riego del sistema Esla-Porma.

Para analizar la influencia de este aspecto se han preparado las figuras 4.14 y 4.15. En la figura 4.14 se compara el valor acumulado de las sueltas netas de los embalses con el valor acumulado de los suministros a las demandas. En la figura 4.15 se ha representado directamente la diferencia entre las sueltas y los suministros.

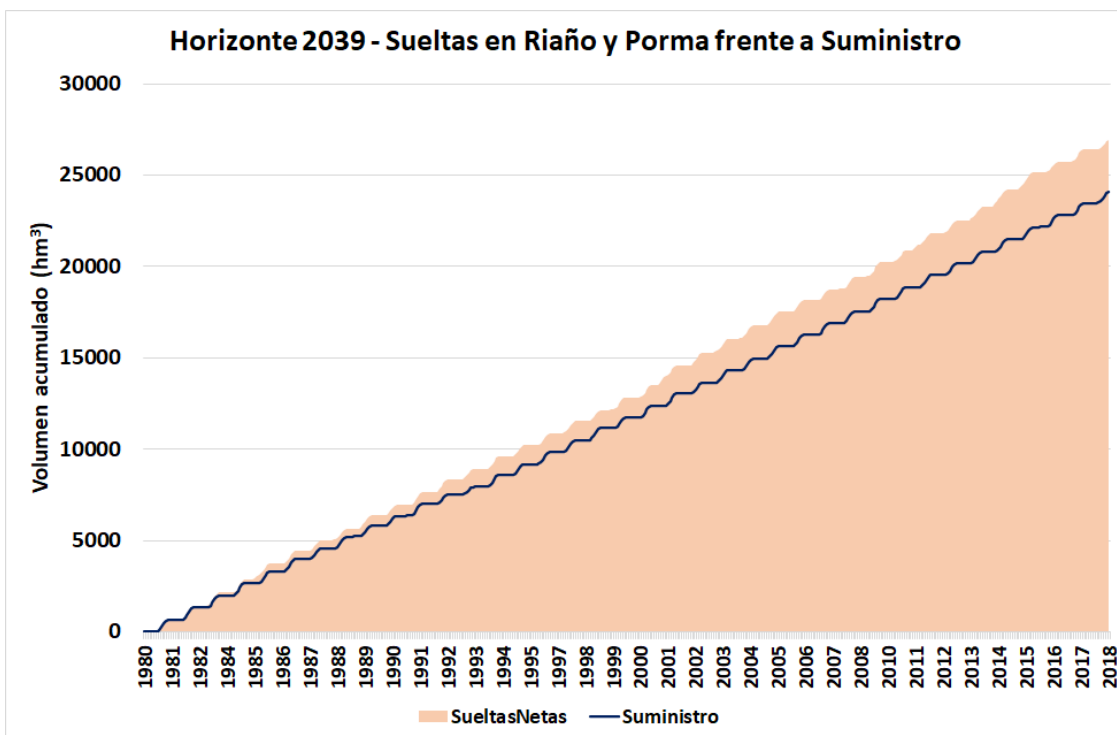


Figura 4.14 Valor acumulado de las sueltas netas de los embalses de Riaño y Porma y del suministro a las demandas de riego del sistema Esla-Porma.

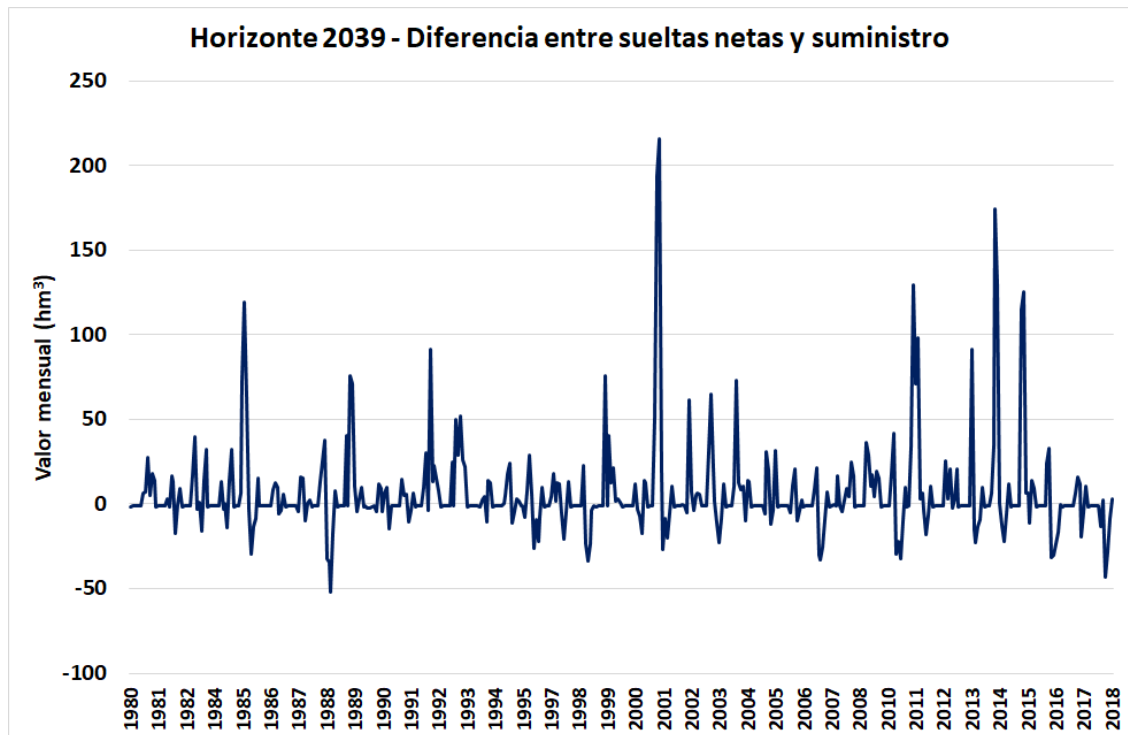


Figura 4.15 Diferencia entre las sueltas netas de los embalses de Riaño y Porma y el suministro a las demandas de riego del sistema Esla-Porma.

El valor acumulado de las sueltas resulta superior al del suministro a las demandas en 2.847 hm³, lo que supone un valor medio de unos 75 hm³/año. Puede verificarse que los meses en los que las sueltas exceden a los suministros son mucho más numerosos. Si se suman los excesos en estos meses, totalizan 4.354 hm³. Esto indica que los parámetros de configuración del modelo Aquatool provocan que los embalses atiendan necesidades de la cuenca situada aguas abajo de su zona de influencia, sin garantizar previamente que se atienden las demandas consuntivas a las que dan servicio. Esta circunstancia, unida a la baja cobertura que proporcionan las aportaciones no reguladas a las demandas, puede justificar los fallos que se han detectado en el sistema.

Las circunstancias en las que se producen los déficits se analizan en las figuras 4.16 y 4.17. En la figura 4.16 se muestra el déficit mensual de las demandas de riego en función del volumen embalsado en ese mes. En la figura 4.17 se muestra el déficit de cada una de las demandas, expresado en tanto por ciento de la demanda mensual, en función del volumen embalsado en ese mes.

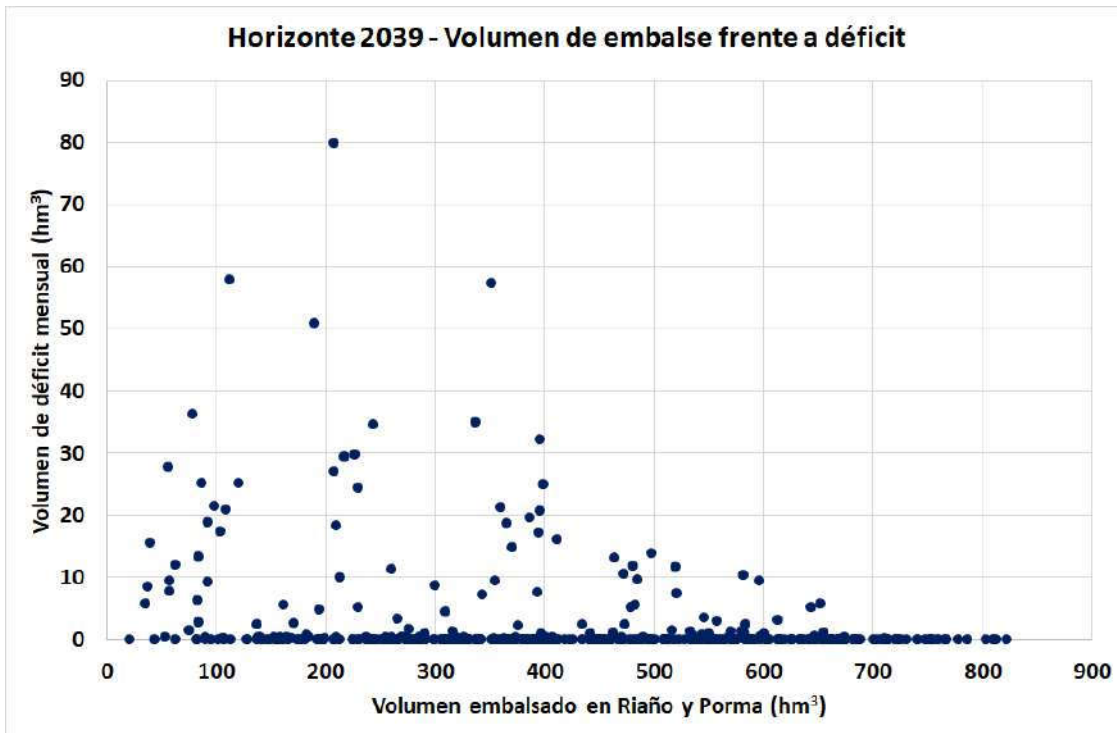


Figura 4.16 Déficit mensual de las demandas de riego en función del Volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

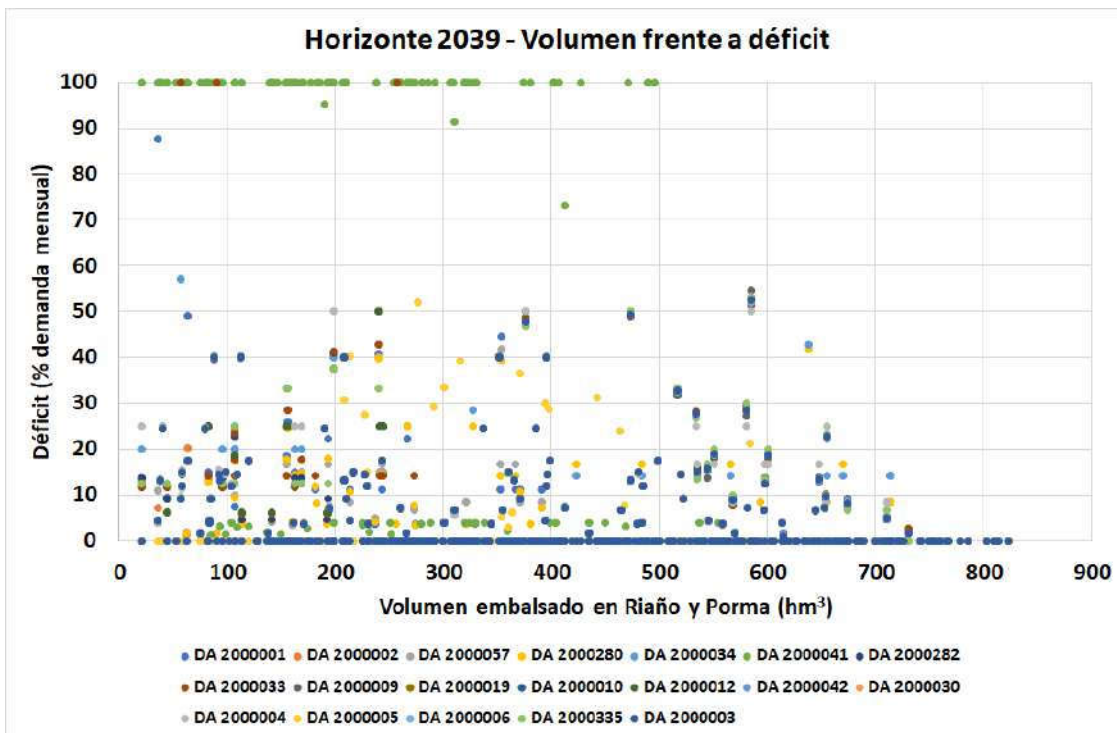


Figura 4.17 Déficit de las demandas de riego (expresado en tanto por ciento de la demanda mensual) en función del volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

Las figuras 4.16 y 4.17 muestran que el funcionamiento del modelo es tremendamente complejo, puesto que se producen déficits en algunas demandas

incluso cuando las reservas del sistema son considerables. Esto puede ser debido a circunstancias desfavorables de explotación. Por ejemplo, es posible que la reserva se encuentre en un embalse que no puede dar servicio a la demanda. También puede suceder que la infraestructura hidráulica no tenga capacidad para hacer llegar el agua embalsada a todas las demandas. Por ejemplo, las demandas que presentan un déficit mensual igual al 100% de su demanda son las que toman agua del Canal Cea-Carrión. A pesar de ello, el hecho de que los déficits significativos afecten prácticamente de la misma manera a todas las demandas del sistema sugiere que el déficit no es debido a falta de disponibilidad de recursos y falta de capacidad hidráulica del sistema, sino a una gestión del sistema que no otorga prioridad a las demandas de riego que deben ser atendidas desde los embalses.

Este aspecto se confirma si se analiza el periodo crítico de 10 años que impide que se cumpla el criterio de garantía. En la figura se muestra el detalle de la explotación del sistema Esla-Porma en el periodo comprendido entre el año hidrológico 1985-86 y el año hidrológico 1995-96. Se muestran las reservas en los embalses, el valor de la demanda y el déficit y la suma del déficit y las sueltas netas del sistema.

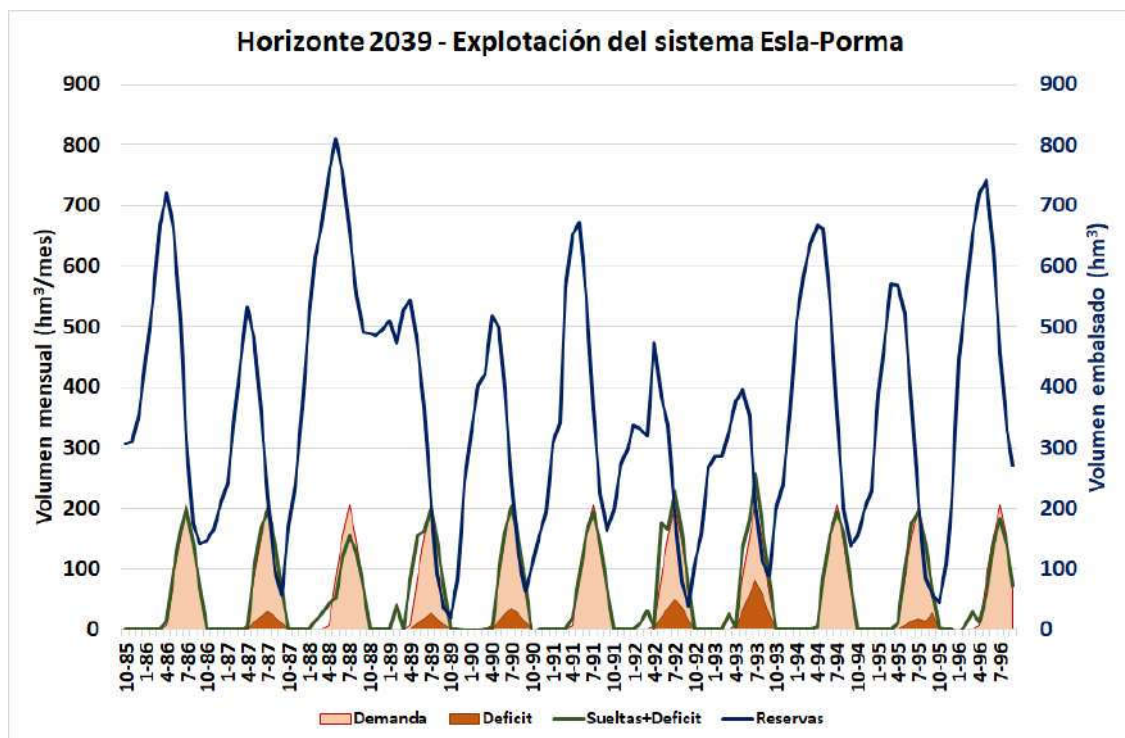


Figura 4.18 Detalle de la explotación del sistema Esla-Porma en el periodo comprendido entre el año hidrológico 1985-86 y el año hidrológico 1995-96 en el escenario 2039.

Hay varios meses en los que se han desembalsado recursos que no han sido destinados a las demandas del sistema. En total, el déficit acumulado en ese periodo es 793.12 hm³, un 120% de la demanda anual. En el mismo periodo, la suma de las sueltas netas que no han sido destinadas al suministro a las demandas totaliza 965.39 hm³, lo que habría sido suficiente para eliminar completamente el déficit. Además, se finaliza

en el año hidrológico 1992-93, el más crítico de la serie, con una reserva de 87,33 hm³, 66.40 hm³ en Riaño y 20.93 hm³ en Porma.

Conclusión

El modelo que se ha empleado para analizar el sistema Esla-Porma tiene una complejidad notable. Está encuadrado en el modelo integral de la cuenca, con el que tiene distintas conexiones. Además de los elementos analizados en este estudio, embalses, demandas consuntivas, tramos de río y conducciones, existen numerosas centrales hidroeléctricas, tramos de río cedentes al acuífero y caudales ecológicos. En el modelo se han incluido distintas reglas de operación, que pretenden ajustar el funcionamiento de las infraestructuras a su operación habitual. En el modelo Aquatool figuran las reglas “PES Riaño”, “Regla_Esla”, “Trasvase Cea-Carrión_Esla” y “DEM_Esla”. Todo esto hace que su funcionamiento sea tremendamente complejo y resulte muy difícil conseguir equilibrar los múltiples objetivos de la explotación. Sin embargo, no debe perderse de vista que el objetivo de estos modelos de simulación es realizar la mejor asignación posible de los recursos a las demandas. En este contexto, no siempre resulta más adecuado para esta función un modelo

El balance de recursos y demandas que se ha realizado en los embalses de Riaño y Porma a partir de los resultados del modelo Aquatool permite deducir que, en contra de las conclusiones del Proyecto de Plan, existen recursos disponibles para atender las demandas consuntivas de regadío del sistema Esla-Porma, incluso en el escenario de cambio climático.

5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

Modificación en la gestión

El diagnóstico del funcionamiento del sistema Esla-Porma concluye que se realizan desembalses que no van destinados a la satisfacción de las demandas propias del sistema. La pérdida de volumen debida a estas sueltas trae como consecuencia la falta de recursos en el periodo crítico de la simulación. El motivo por el que el sistema realiza desembalses que no van destinados a atender las demandas propias resulta difícil de diagnosticar, ya que el modelo analizado es muy complejo. Con toda probabilidad, los desembalses están destinados a atender alguna situación que se produce en algún punto aguas abajo, bien sea la satisfacción de alguna demanda o la consecución del volumen objetivo en algún embalse. Las decisiones de desembalse dependen del algoritmo empleado para la minimización de la función objetivo, que es función de un gran número de variables. Sin embargo, desde el punto de vista conceptual, no es necesario analizar el problema con ese grado de detalle, puesto que la lógica indica que, independientemente del resultado de la aplicación de algoritmos de optimización, no tiene sentido realizar desembalses desde la cabecera de los ríos Esla y Porma para atender necesidades del curso bajo del Duero. Es muy difícil que en la explotación del sistema se adoptara este tipo de medida y, en consecuencia, es conveniente evitar que se produzca en la modelación.

El modo más sencillo de resolver el problema consiste en independizar el funcionamiento del sistema Esla del resto del modelo de la cuenca. Para ello, se puede actuar sobre la función objetivo, penalizando los desembalses que se pudieran realizar para atender necesidades externas al sistema no contempladas en la explotación prevista. La forma más directa de conseguir este objetivo es imponiendo un coste al último tramo de río del sistema, que es el tramo "r. Esla 666_d". Se ha comprobado que la imposición de un coste de 1000 unidades en este tramo permite resolver los problemas de suministro a las demandas agrarias del sistema Esla-Porma en el horizonte 2039.

Escenario 2039 con regla de gestión modificada en el Esla

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con esta modificación en la gestión del modelo. En primer lugar, se presentan los resultados globales de la cuenca y después de presenta un análisis más detallado del sistema Esla-Porma.

Resultados globales

Se presentan las mismas figuras y tablas empleadas para describir los resultados de las pasadas del Proyecto de Plan. Las figuras muestran esquemáticamente los máximos déficits acumulados en un año, dos años y diez años mediante un código de colores. Las tablas muestran los resultados globales en cada tipo de demanda. Se muestran las demandas que no cumplen el criterio de garantía, las que lo cumplen y las que lo cumplen con déficit. En cada tipo de demanda se muestran los valores medios asociados al criterio de garantía.

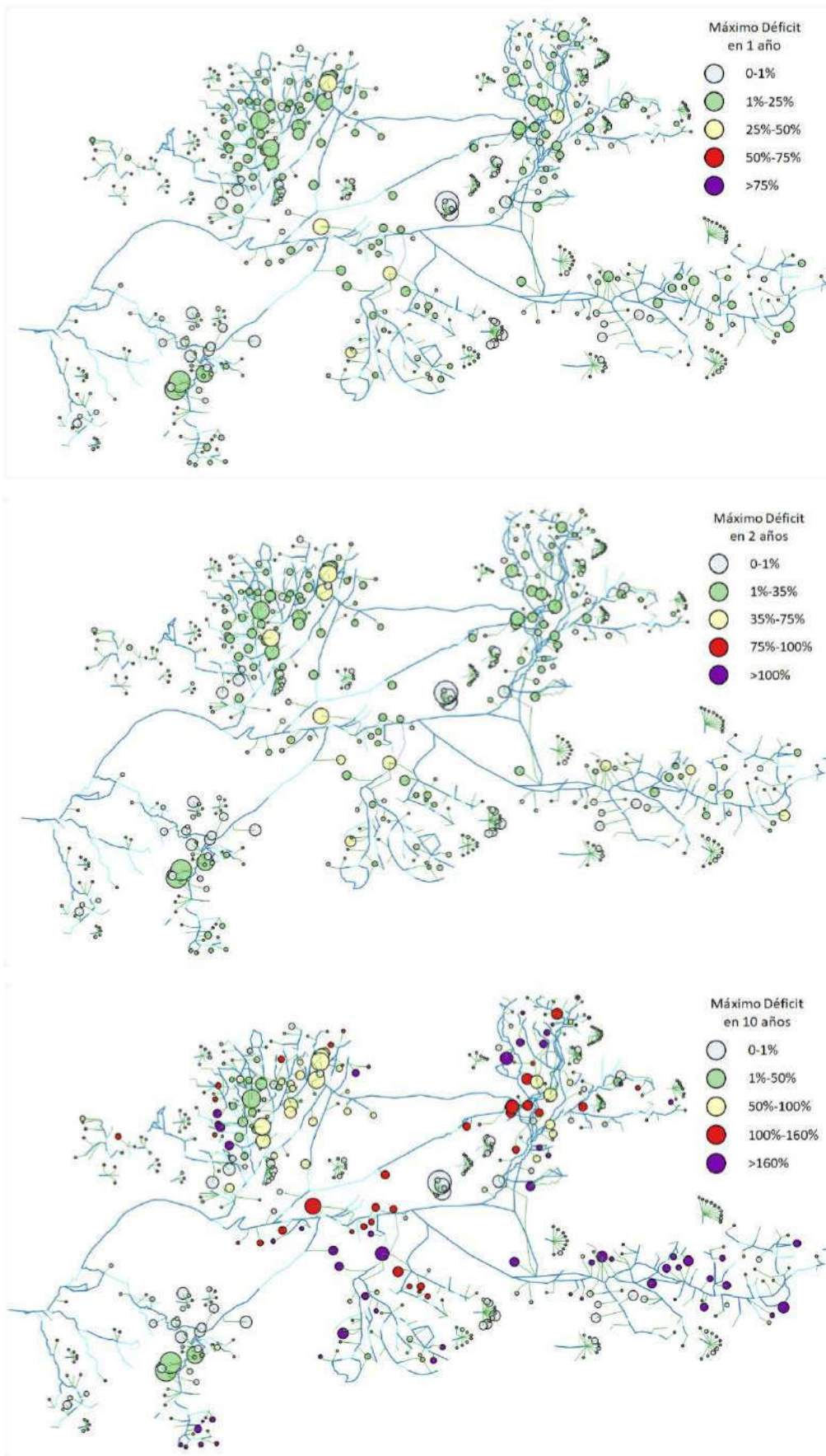


Figura 5.1 Gestión Esla: Máximo déficit en 1 año (arriba), 2 años (centro) y 10 años (abajo)

Tabla 5.1 Gestión Esla: Resumen de resultados de las demandas agrarias

Sistema	Demandas agrarias	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	118	1103.0	919.7	183.3	69.3	110.4	287.4
	Cumplen criterio de garantía	206	2311.3	2287.8	23.6	7.0	8.6	14.4
	Demandas que no tienen déficit	140	1137.6	1137.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega- Manzanas	No cumplen criterio de garantía	1	5.9	5.7	0.3	46.1	62.9	111.9
	Cumplen criterio de garantía	5	4.4	4.3	0.1	8.3	9.4	13.5
	Demandas que no tienen déficit	4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	93.7	93.7	0.0	3.3	3.3	3.3
	Demandas que no tienen déficit	6	93.3	93.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	7	65.8	57.0	8.8	62.8	91.1	166.5
	Cumplen criterio de garantía	24	279.5	278.0	1.6	10.8	10.8	12.4
	Demandas que no tienen déficit	9	6.7	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	6	28.0	16.0	12.0	81.0	132.3	436.9
	Cumplen criterio de garantía	41	750.1	734.9	15.2	13.4	20.9	36.0
	Demandas que no tienen déficit	13	57.4	57.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	12	245.4	225.7	19.6	41.2	54.4	139.8
	Cumplen criterio de garantía	11	55.7	55.6	0.1	3.3	3.9	9.0
	Demandas que no tienen déficit	9	53.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	13	79.8	52.4	27.4	80.2	135.9	415.4
	Cumplen criterio de garantía	22	194.8	188.5	6.3	17.9	17.9	34.2
	Demandas que no tienen déficit	12	31.2	31.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	7	28.1	26.6	1.5	56.5	77.0	156.8
	Cumplen criterio de garantía	14	37.2	37.0	0.2	1.5	2.1	3.1
	Demandas que no tienen déficit	11	14.7	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	15	158.2	120.1	38.1	73.1	128.3	340.8
	Cumplen criterio de garantía	14	12.0	11.9	0.1	8.1	8.1	14.6
	Demandas que no tienen déficit	10	8.8	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza- Duratón	No cumplen criterio de garantía	8	73.2	60.4	12.8	80.6	135.3	355.8
	Cumplen criterio de garantía	14	60.2	60.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	52.0	52.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega- Eresma- Adaja	No cumplen criterio de garantía	17	190.7	161.2	29.6	73.6	110.7	251.1
	Cumplen criterio de garantía	14	114.9	114.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	14	114.9	114.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	18	185.3	159.9	25.5	61.9	96.6	247.7
	Cumplen criterio de garantía	10	419.1	419.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	419.1	419.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	12	41.1	34.1	7.0	80.1	129.3	320.0
	Cumplen criterio de garantía	20	261.1	261.1	0.0	0.2	0.2	0.2
	Demandas que no tienen déficit	19	258.0	258.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	2	1.5	0.7	0.7	100.0	194.7	656.0
	Cumplen criterio de garantía	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 5.2 Gestión Esla: Resumen de resultados de las demandas urbanas

Sistema	Demandas urbanas	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	2	8.8	0.0	0.2	72.8	64.5
	Cumplen criterio de garantía	190	222.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	184	220.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Eslla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	16	27.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	15	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	14	55.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	14	55.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	21	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	21	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	12	30.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	11	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	18	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	17	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	2	8.8	0.0	0.2	72.8	64.5
	Cumplen criterio de garantía	23	21.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	22	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	20	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	20	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0



Tabla 5.3 Gestión Esla: Resumen de resultados de las demandas industriales

Sistema	Demandas industriales	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	44.5	44.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	44.5	44.5	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.9	4.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.9	4.9	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	8.9	8.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	8.9	8.9	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0

Tabla 5.4 Gestión Esla: Resumen de resultados de las demandas de producción de energía

Sistema	Demandas de producción de energía	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.3	0.0	42.0	67.3	117.6
	Cumplen criterio de garantía	4	1.7	1.7	0.0	14.9	17.0	23.4
	Demandas que no tienen déficit	2	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega- Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	1.7	0.0	26.1	34.7	51.8
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.0	0.0	42.0	67.3	117.6
	Cumplen criterio de garantía	1	0.5	0.0	0.0	33.5	33.5	41.9
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega- Eresma- Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 5.5 Gestión Esla: Resumen de resultados de las demandas de piscifactorías

Sistema	Demandas de piscifactorías	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Garan Vol %
Total	No cumplen criterio de garantía	2	5.5	4.0	1.5	72.6
	Cumplen criterio de garantía	21	567.9	561.2	6.7	97.3
	Demandas que no tienen déficit	9	65.4	65.4	0.0	100.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	21.9	19.9	2.0	90.7
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	29.3	28.8	0.5	98.4
	Demandas que no tienen déficit	1	7.9	7.9	0.0	100.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	6.3	6.3	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	6.3	6.3	0.0	100.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	1	1.9	1.4	0.5	71.7
	Cumplen criterio de garantía	1	31.5	29.8	1.7	94.5
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	1	3.6	2.7	1.0	73.5
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	8.9	8.0	0.9	94.7
	Demandas que no tienen déficit	1	2.9	2.9	0.0	100.0
Riaza- Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	47.9	47.9	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	3	47.9	47.9	0.0	100.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	0.2	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.2	0.2	0.0	100.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	421.7	420.1	1.6	98.5
	Demandas que no tienen déficit	2	0.1	0.1	0.0	100.0

La comparación de la figura 5.1 y las tablas 5.1 a 5.5 con la figura 3.5 y las tablas 3.16 a 3.20 permite constatar que el cambio de gestión del sistema afecta fundamentalmente al comportamiento de las demandas de regadío de la cuenca y, en menor medida, a las demandas de producción de energía. Las demandas urbanas e industriales presentan el mismo grado de cumplimiento que en la pasada del Proyecto de Plan. Sólo se produce una ligera modificación en la demanda de abastecimiento de Ávila, que reduce su déficit acumulado en 10 años del 32,17% de la demanda anual al 31,74%. Las demandas de piscifactorías presentan una sensibilidad baja al cambio de gestión, con ligeras variaciones de la garantía volumétrica. Las más afectadas resultan ser DP 3800020 Carrizo, en el sistema del Órbigo y DP 3800004 Los Leoneses y DP 3800017 Vegas del Condado, en el sistema del Esla. En todas ellas se incrementa la garantía volumétrica. En el caso de las demandas de producción de energía se producen afecciones en las demandas DT 1400013 Biomasa Paraje Cabeza Gorda y DT 1400036 Planta generación eléctrica biomasa, ambas en el sistema Alto Duero, que incrementan su déficit, pasando una de ellas a incumplir el criterio de garantía.

Las demandas agrarias muestran una sensibilidad mucho mayor. Los resultados globales se presentan en la tabla 5.6, donde se comparan los resultados generales de la pasada del Proyecto de Plan en el escenario 2039 y la realizada con el cambio de gestión propuesto.

Tabla 5.6 Comparación de resultados de las demandas de agrarias en el 2039

Escenario	Demandas agrarias	Núm	Dem	Sum	Def	Máx Def	Máx Def	Máx Def
			Anual hm ³	Tot hm ³	Medio hm ³	1 Año %	2 Año %	10 Años %
2039	Demandas totales	324	3414.4	3179.9	234.5	30.5	47.4	119.5
	No cumplen criterio de garantía	137	1771.6	1557.5	214.1	63.8	102.3	263.9
	Cumplen criterio de garantía	187	1642.7	1622.4	20.3	6.0	7.2	13.6
	Demandas que no tienen déficit	140	1099.1	1099.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2039 Gest. Esla	Demandas totales	324	3414.4	3207.5	206.9	29.7	45.7	113.8
	No cumplen criterio de garantía	118	1103.0	919.7	183.3	69.3	110.4	287.4
	Cumplen criterio de garantía	206	2311.3	2287.8	23.6	7.0	8.6	14.4
	Demandas que no tienen déficit	140	1137.6	1137.6	0.0	0.0	0.0	0.0

El efecto del cambio de gestión es favorable. El déficit medio de suministro a las demandas agrarias se reduce en 27,6 hm³/a, de 234,5 hm³/a a 206,9 hm³/a. Hay 72 demandas que reducen su déficit y 62 demandas que lo incrementan, pero las reducciones totalizan 30,88 hm³/a, mientras que los incrementos ascienden sólo a 3,28 hm³/a. Las principales reducciones de déficit se producen en las demandas de los sistemas Esla (23 demandas, 17,14 hm³/a), Órbigo (21 demandas, 14,32 hm³/a) y Carrión (13 demandas, 1,11 hm³/a). Los principales incrementos de déficit se producen en las demandas de los sistemas Alto Duero (13 demandas, 1,74 hm³/a), Riaza-Duratón (4 demandas, 0,88 hm³/a) y Bajo Duero (13 demandas, 0,25 hm³/a). Hay 20 demandas que pasan a cumplir el criterio de garantía de la IPH, 19 en el sistema Esla (673,0 hm³/a) y 1 en el sistema Carrión (2,3 hm³/a). En el sistema Tormes hay una demanda (6,7 hm³/a) que cumplía el criterio de garantía y con el cambio de gestión propuesto deja de cumplirlo. Se trata de la demanda DA 2000210 RP Río Margañán, que presenta un déficit máximo en 1 año del 39,02% de la demanda anual en la pasada del Proyecto de Plan y

sube hasta el 56,69% con el cambio de gestión propuesto. Esta demanda del embalse de Margañán, en el río del mismo nombre, que es afluente del río Almar y a su vez desemboca en el río Tormes. El hecho de haber obtenido esta afección a tan larga distancia resulta ilustrativo de los efectos no deseados de construir un modelo que incluya la totalidad de la cuenca, puesto que estas teleconexiones se producen con frecuencia en este tipo de modelos. Este efecto puede corregirse con facilidad, impidiendo que los recursos del Margañán sean utilizados por el sistema de regulación del Tormes.

Análisis del Sistema Esla-Porma

Los resultados generales obtenidos para las demandas de riego del sistema Esla-Porma se presentan en la tabla 5.7 y en la figura 5.2. En la tabla 5.7 se comparan los resultados obtenidos para estas demandas en la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan y los que se obtienen con la nueva gestión propuesta. Como puede apreciarse, todas las demandas que se atienden desde los embalses de Riaño y Porma pasan a cumplir el criterio de garantía. El déficit medio se reduce de 30,40 hm³/a a 14,25 hm³/a y el máximo déficit acumulado en 10 años de sitúa en torno al 70% de la demanda anual. En la tabla se han resaltado las dos demandas que han motivado este estudio. La demanda DA 2000282 Sector V Cea-Carrión pasa de tener un déficit acumulado en 10 años del 119,51% de la demanda anual a 65,38% de la demanda anual. La demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase pasa de tener un déficit acumulado en 10 años del 125,48% de la demanda anual a 70,69% de la demanda anual. En ambos casos se cumple con holgura el criterio de garantía de la IPH.

Tabla 5.7 Comparación de los resultados de las demandas agrarias del sistema Esla-Porma en las dos hipótesis de gestión analizadas para el escenario 2039

Demandas agrarias del sistema Esla atendidas con agua superficial	Dem Anual hm ³	Pasada Proyecto de Plan 2039					Propuesta de gestión Esla 2039				
		Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
DA 2000001 RP Vegas Altas Río Esla	27.38	25.99	1.39	40.17	64.82	130.79	26.76	0.63	23.56	38.91	73.82
DA 2000002 ZR Canal Alto de Payuelos	72.01	68.52	3.49	40.16	64.81	129.04	70.35	1.66	23.56	38.90	74.69
DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase	38.68	36.84	1.84	40.18	64.87	125.48	37.82	0.85	23.57	38.97	70.69
DA 2000280 ZR Canal Bajo de Payuelos	91.02	86.68	4.34	40.20	64.99	124.95	88.99	2.03	23.61	39.09	70.82
DA 2000057 ZR Canal Alto Payuelos (Centr	109.26	104.09	5.17	40.14	64.74	124.70	106.86	2.39	23.54	38.83	70.61
DA 2000033 RP Río Cea Medio	8.03	7.65	0.38	40.14	64.72	124.33	7.85	0.18	23.53	38.81	70.63
DA 2000009 RP MD Río Esla	1.53	1.46	0.07	40.25	64.97	119.83	1.50	0.03	23.68	39.20	65.82
DA 2000003 ZR MI Río Porma 1ª fase	58.76	56.06	2.70	40.16	64.83	119.67	57.54	1.22	23.57	38.93	65.55
DA 2000010 ZR Canal del Esla	65.02	62.03	2.99	40.16	64.81	119.62	63.67	1.34	23.56	38.90	65.49
DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión	6.65	6.34	0.31	40.13	64.75	119.51	6.51	0.14	23.54	38.85	65.38
DA 2000012 RP MI del Río Esla	9.42	8.99	0.43	40.15	64.77	119.50	9.23	0.19	23.55	38.88	65.41
DA 2000006 ZR Arriola	20.46	19.53	0.94	40.14	64.73	119.44	20.04	0.42	23.54	38.83	65.34
DA 2000042 ZR Tábara	17.15	16.37	0.78	40.12	64.66	119.30	16.80	0.35	23.52	38.75	65.19
DA 2000335 RP Porma desde Curueño	7.64	7.29	0.35	40.10	64.65	119.28	7.48	0.16	23.53	38.76	65.20
DA 2000019 ZR Páramo Bajo	95.00	90.67	4.34	40.12	64.63	119.21	93.07	1.93	23.51	38.72	65.12
DA 2000004 RP Río Porma hasta Curueño	5.91	5.64	0.27	40.11	64.63	119.17	5.79	0.12	23.48	38.69	65.03
DA 2000041 ZR Sector IV Cea Carrión	10.30	9.69	0.61	34.98	39.50	75.34	9.69	0.61	35.27	39.74	75.79
DA 2000029 RP Cabecera Río Esla	0.56	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00
DA 2000030 RP Cabecera Río Porma	0.68	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	645.46	615.06	30.40	39.99	64.26	122.15	631.21	14.25	23.70	38.82	68.82

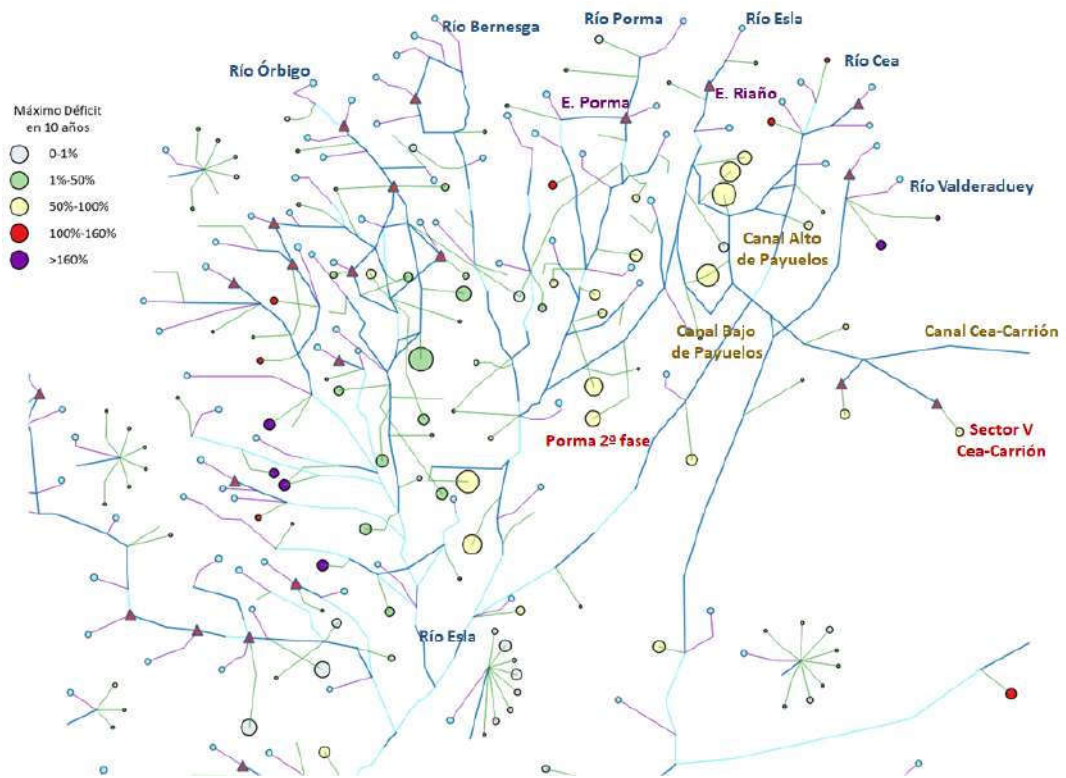


Figura 5.2 Resultado de la simulación del horizonte 2039 en la zona del Esla-Porma.

En la figura 5.3 se presentan los déficits mensuales de las demandas de riego del sistema Esla-Porma, comparados con el valor total de la demanda. En la figura 5.4 se presenta el valor acumulado de los déficits a lo largo de 10 años, comparado con el 100% de la demanda anual.

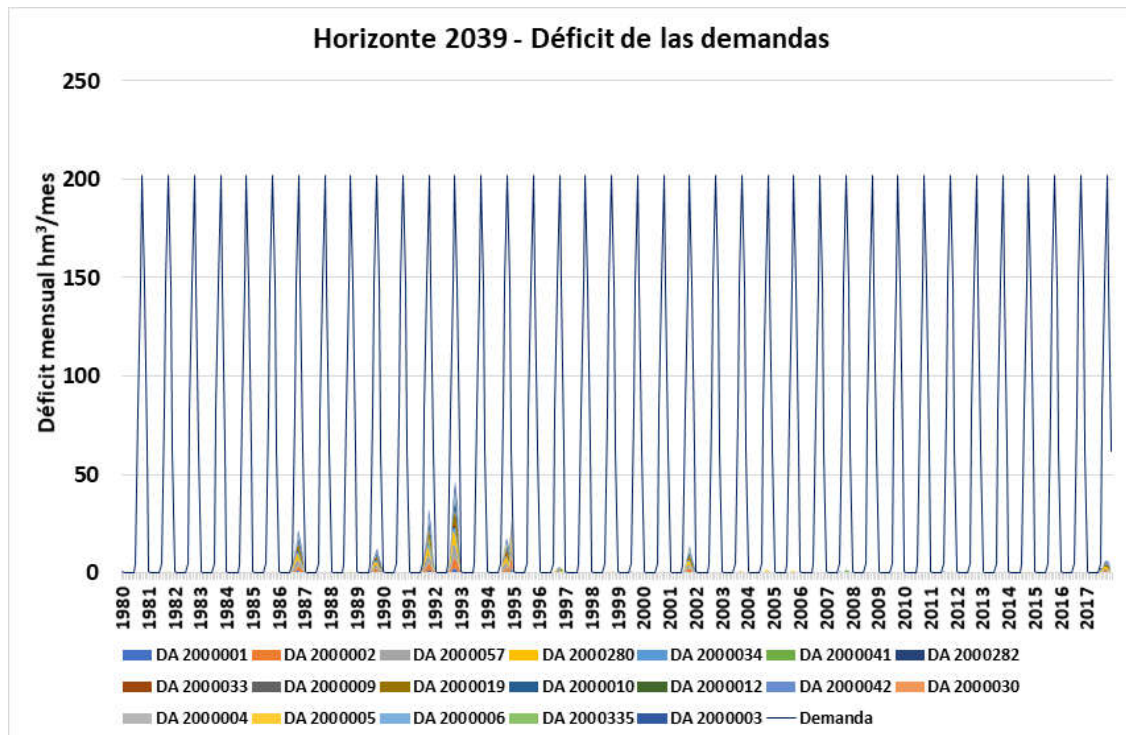


Figura 5.3 Déficit de las demandas de riego del sistema Esla-Porma en el escenario 2039.

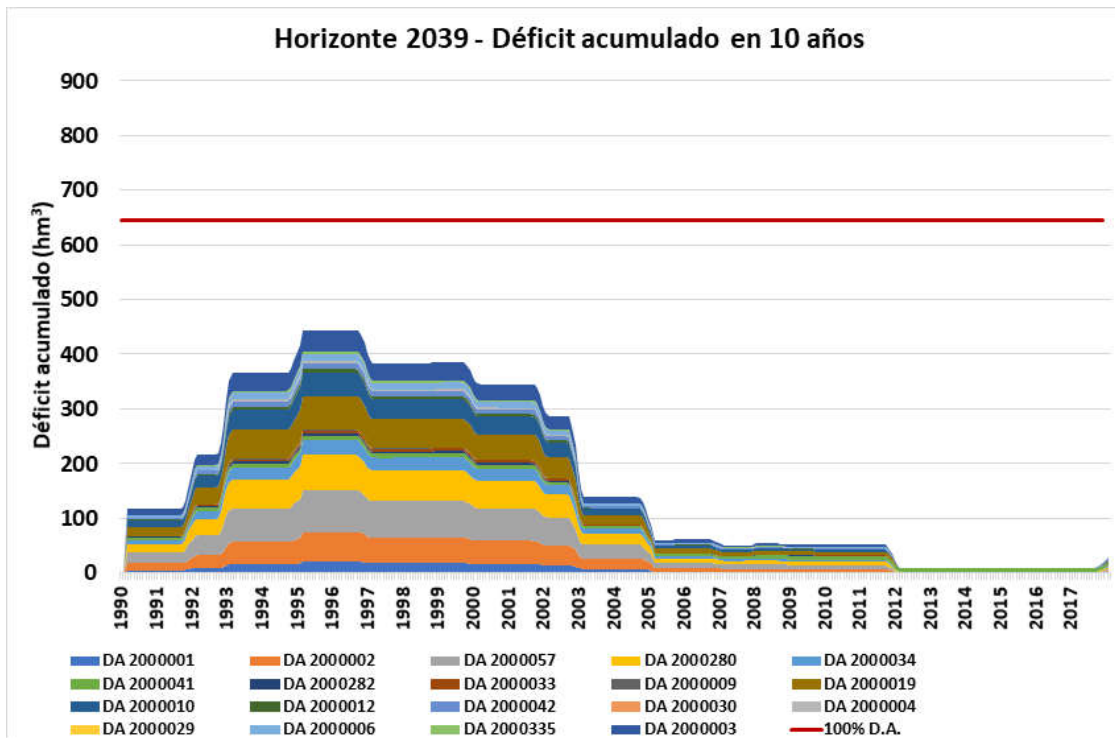


Figura 5.4 Déficit acumulado en diez años de las demandas de riego del sistema Esla-Porma en el escenario 2039.

En ambas figuras se comprueba que los motivos para el incumplimiento del criterio de garantía desaparecen con la nueva gestión propuesta para el sistema. El año más crítico de la simulación es 1992-93. El máximo déficit se produce en julio de 1993, y es ahora 46,78 en lugar de 79,83 hm^3 . Todos los periodos de 10 años que incumplen el criterio de garantía incluyen el año hidrológico 1992-93. El periodo de 10 años más desfavorable es el comprendido entre el año hidrológico 1985-86 y el año hidrológico 1995-96. El déficit en ese periodo es ahora 444,28 hm^3 en lugar de 788,42 hm^3 .

En la figura 5.5 se muestra la evolución en el tiempo de las reservas de agua en los embalses de Riaño y Porma. En ambos embalses se ha considerado el volumen útil, descontando el volumen de embalse mínimo, que es de 78 hm^3 en Riaño y 47 hm^3 en Porma.

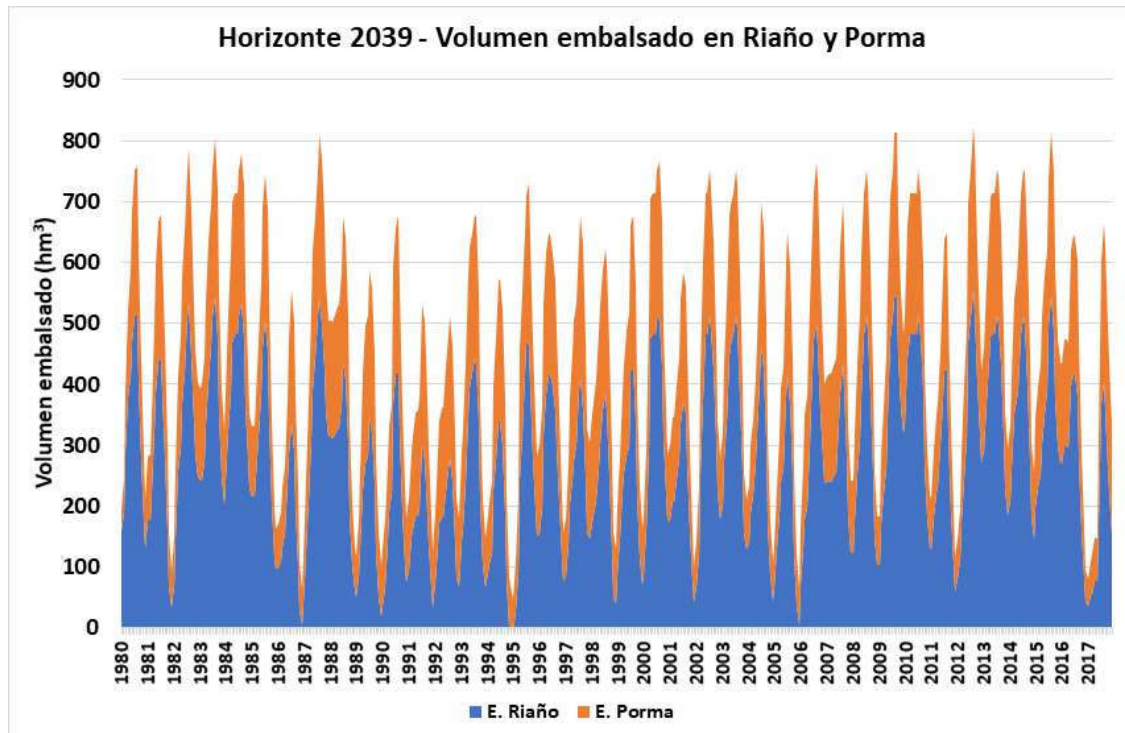


Figura 5.5 Volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

En Riaño ahora se produce un único vaciado, en septiembre y octubre de 1995, pero el sistema dispone de las reservas de Porma, que tiene un volumen embalsado útil en esos meses ($57,78 \text{ hm}^3$ en septiembre y $55,86 \text{ hm}^3$ en octubre). En conjunto, las reservas del sistema combinado nunca bajan de $48,11 \text{ hm}^3$, frente a $20,43 \text{ hm}^3$ en la pasada del Proyecto de Plan

Las circunstancias en las que se producen los déficits se analizan en las figuras 5.6 y 5.7. En la figura 5.6 se muestra el déficit mensual de las demandas de riego en función del volumen embalsado en ese mes. En la figura 5.7 se muestra el déficit de cada una de las demandas, expresado en tanto por ciento de la demanda mensual, en función del volumen embalsado en ese mes.

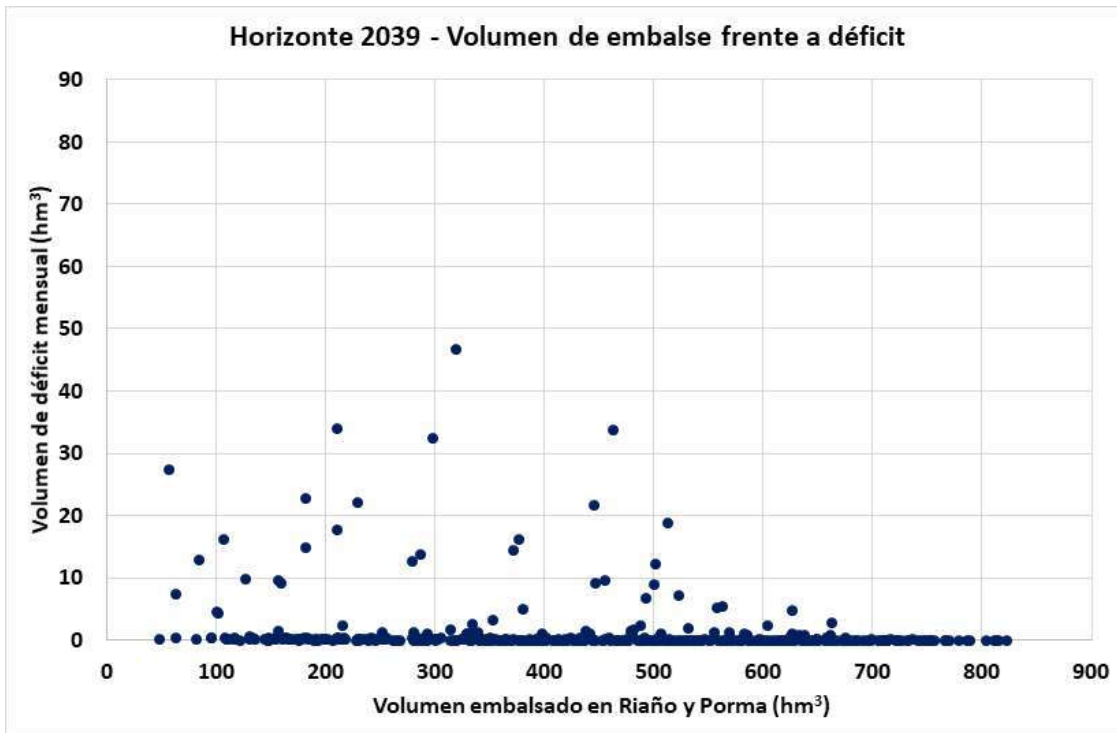


Figura 5.6 Déficit mensual de las demandas de riego en función del Volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

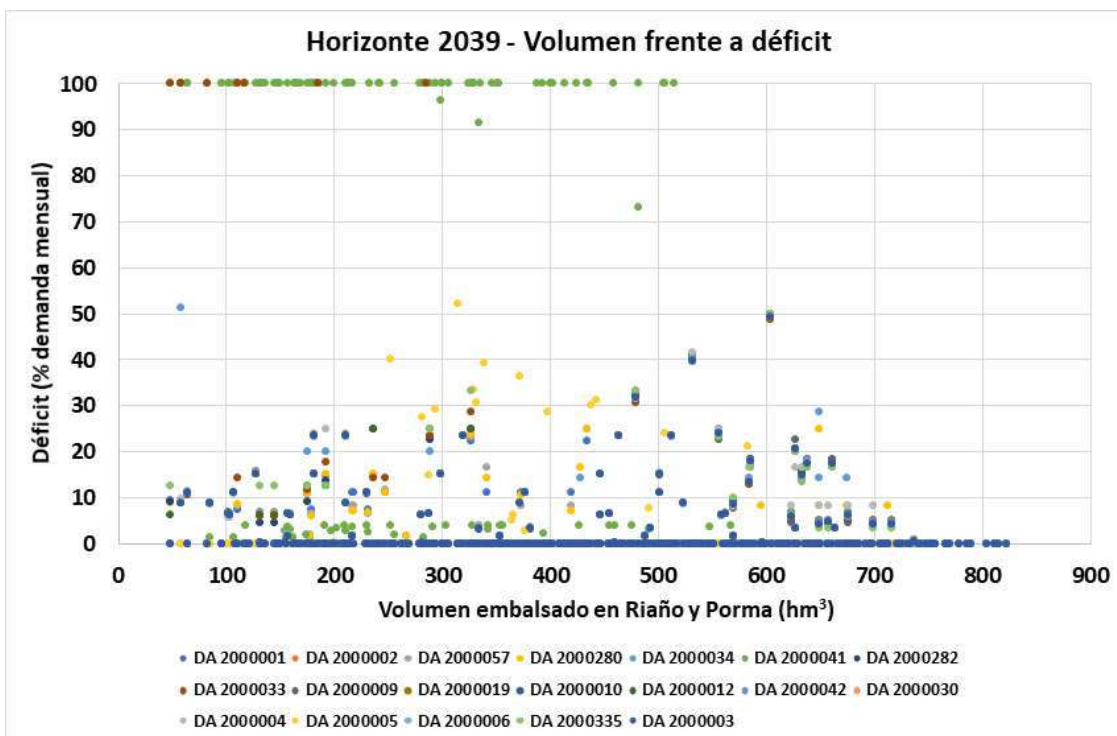


Figura 5.7 Déficit de las demandas de riego (expresado en tanto por ciento de la demanda mensual) en función del volumen embalsado en Riaño y Porma en el escenario 2039.

En las figuras 5.6 y 5.7 se comprueba que se han reducido los casos en los que se producen déficits significativos en las demandas de riego cuando el sistema dispone de

recursos. Esto sugiere que la nueva gestión propuesta otorga más prioridad a las demandas de riego que deben ser atendidas desde los embalses frente al resto de las demandas de la cuenca.

La figura 5.8 muestra el detalle de la explotación del sistema Esla-Porma en el periodo comprendido entre el año hidrológico 1985-86 y el año hidrológico 1995-96, que es el más crítico de la serie. Se muestran las reservas en los embalses, el valor de la demanda y el déficit y la suma del déficit y las sueltas netas del sistema. En total, el déficit acumulado en ese periodo es ahora 444.28 hm³/a, un 69% de la demanda anual. En el mismo periodo, la suma de las sueltas netas que no han sido destinadas al suministro a las demandas se ha reducido a 263,78 hm³ frente a 965.39 hm³ en la Pasada del Proyecto de Plan, lo que ha reducido considerablemente el déficit en el periodo.

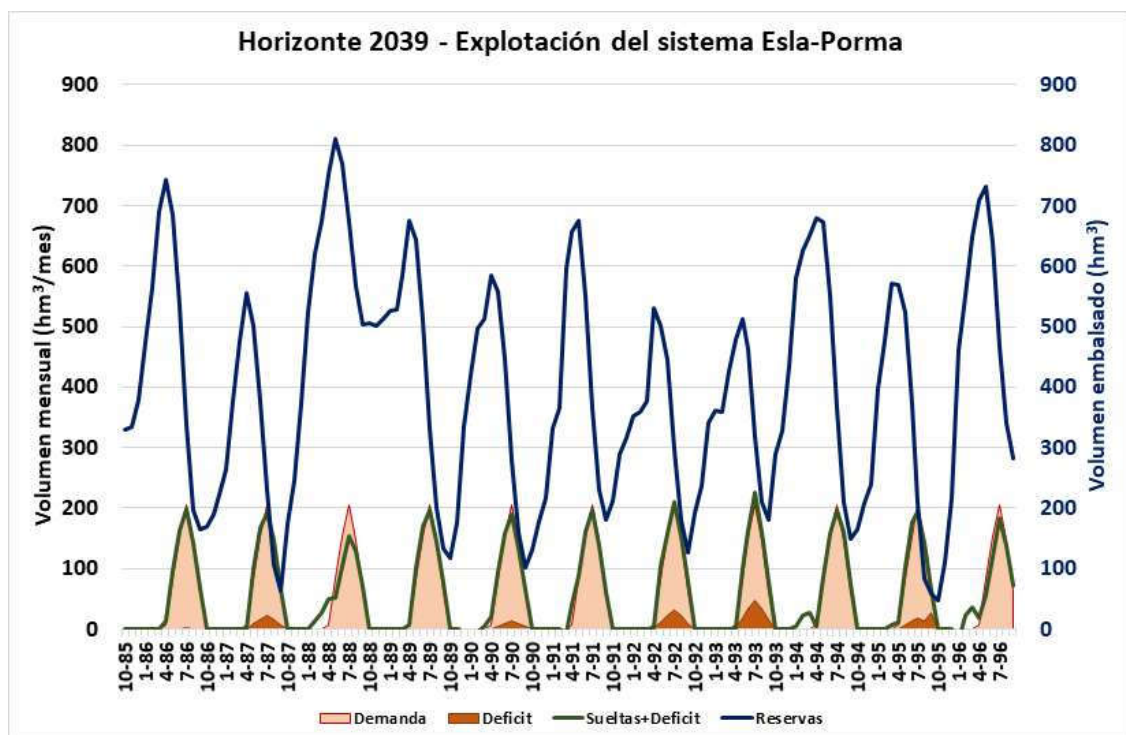


Figura 5.8 Detalle de la explotación del sistema Esla-Porma en el periodo comprendido entre el año hidrológico 1985-86 y el año hidrológico 1995-96 en el escenario 2039.

Escenario 2039 con regla de gestión modificada en el Esla y en el Pisuerga

Se ha analizado una segunda alternativa, aplicando el mismo criterio al sistema Carrión-Pisuerga. Para ello, se ha impuesto también un coste de 1000 unidades los tramos “r. Pisuerga 375_c” y “r. Almar 554_b”. A continuación, se presentan los resultados obtenidos con esta segunda modificación en la gestión del modelo. En primer lugar, se presentan los resultados globales de la cuenca y después de presenta un análisis más detallado de las demandas de la cuenca.

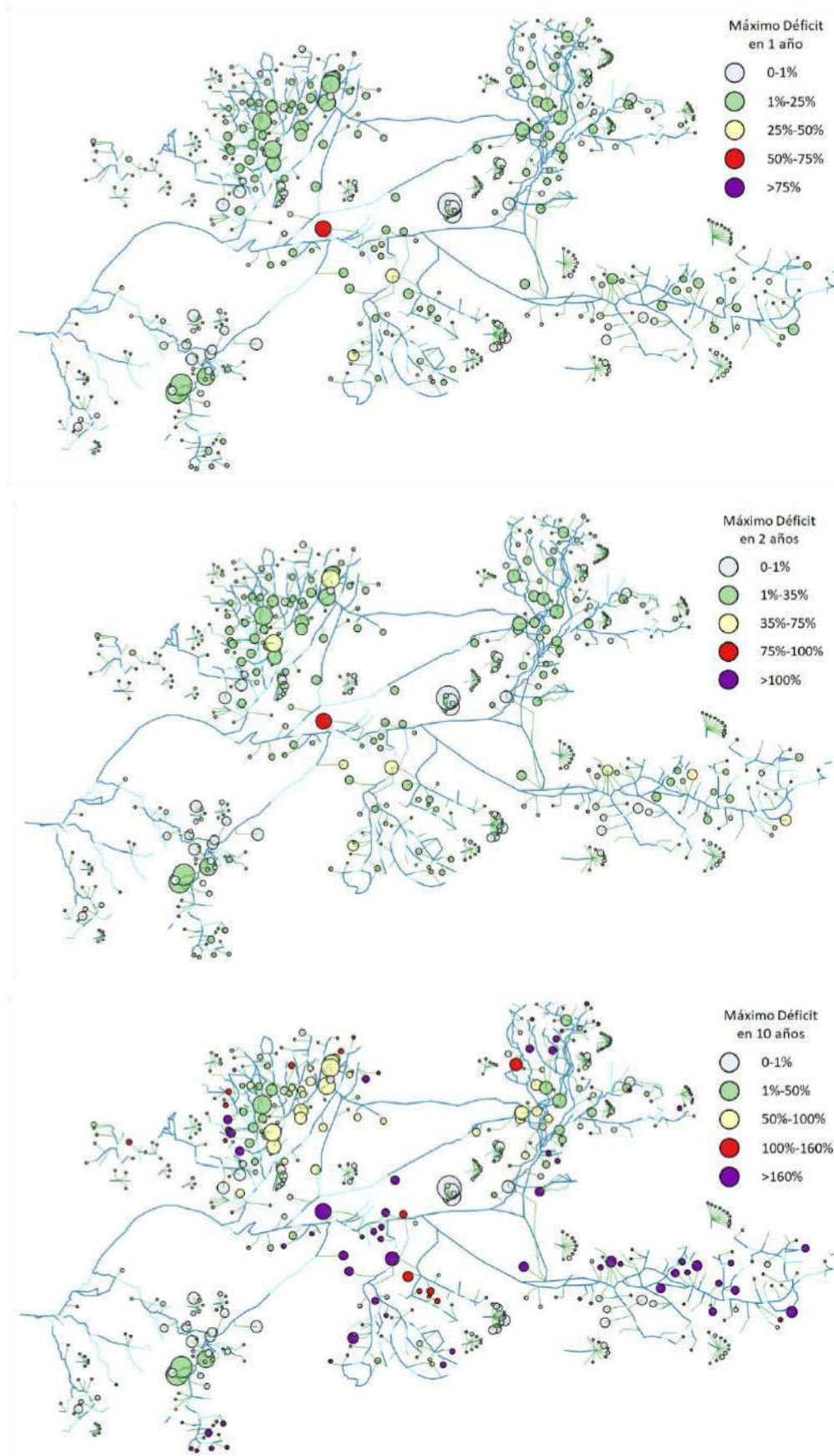


Figura 5.9 Gestión Esla-Pisuerga: Máximo déficit en 1 año (arriba), 2 años (centro) y 10 años (abajo)



Tabla 5.8 Gestión Esla-Pisuerga: Resumen de resultados de las demandas agrarias

Sistema	Demandas agrarias	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	103	867.6	691.1	176.5	74.6	123.6	320.9
	Cumplen criterio de garantía	221	2546.8	2521.2	25.6	7.4	8.8	14.2
	Demandas que no tienen déficit	135	1057.5	1057.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	1	5.9	5.7	0.3	46.1	62.9	111.9
	Cumplen criterio de garantía	5	4.4	4.3	0.1	8.3	9.4	13.5
	Demandas que no tienen déficit	4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	93.7	93.7	0.0	3.3	3.3	3.3
	Demandas que no tienen déficit	6	93.3	93.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	7	65.8	57.0	8.8	62.4	90.8	166.5
	Cumplen criterio de garantía	24	279.5	278.0	1.6	10.7	10.7	12.3
	Demandas que no tienen déficit	9	6.7	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	6	28.0	16.0	12.0	81.0	132.2	435.5
	Cumplen criterio de garantía	41	750.1	736.3	13.8	13.0	20.0	33.8
	Demandas que no tienen déficit	13	57.4	57.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	4	66.0	54.7	11.3	66.0	103.0	282.4
	Cumplen criterio de garantía	19	235.1	227.3	7.7	13.1	14.9	39.1
	Demandas que no tienen déficit	9	53.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	12	75.4	50.6	24.8	79.1	138.6	417.5
	Cumplen criterio de garantía	23	199.2	197.6	1.6	10.1	10.1	10.1
	Demandas que no tienen déficit	12	31.2	31.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	5	5.1	4.6	0.5	56.9	74.2	163.7
	Cumplen criterio de garantía	16	60.2	60.0	0.2	2.8	2.8	2.9
	Demandas que no tienen déficit	13	19.5	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	15	158.2	119.8	38.4	73.1	129.4	345.0
	Cumplen criterio de garantía	14	12.0	11.9	0.1	8.1	8.1	14.9
	Demandas que no tienen déficit	10	8.8	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	8	73.2	60.3	12.9	80.6	135.3	360.5
	Cumplen criterio de garantía	14	60.2	60.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	12	43.1	43.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	17	190.7	159.6	31.1	74.3	115.8	261.3
	Cumplen criterio de garantía	14	114.9	114.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	14	114.9	114.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	15	163.4	134.6	28.8	73.7	128.0	307.4
	Cumplen criterio de garantía	13	441.0	440.8	0.2	4.8	4.8	5.0
	Demandas que no tienen déficit	10	419.1	419.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	11	34.4	27.4	6.9	82.3	135.2	343.4
	Cumplen criterio de garantía	21	267.8	267.6	0.3	3.5	3.5	3.5
	Demandas que no tienen déficit	13	181.8	181.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	2	1.5	0.7	0.7	100.0	194.7	656.0
	Cumplen criterio de garantía	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	28.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 5.9 Gestión Esla-Pisuerga: Resumen de resultados de las demandas urbanas

Sistema	Demandas urbanas	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	2	8.8	0.0	0.2	72.8	64.7
	Cumplen criterio de garantía	190	222.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	184	220.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	6	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	16	27.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	15	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	14	55.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	14	55.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	21	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	21	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	12	30.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	11	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	18	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	17	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	17	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	2	8.8	0.0	0.2	72.8	64.7
	Cumplen criterio de garantía	23	21.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	22	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	10	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	20	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	20	29.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	10	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 5.10 Gestión Esla-Pisuerga: Resumen de resultados de las demandas industriales

Sistema	Demandas industriales	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	13	44.5	44.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	13	44.5	44.5	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.9	4.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.9	4.9	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	4.6	4.6	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	1.6	1.6	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	8.9	8.9	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	8.9	8.9	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	3.1	3.1	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	2.1	2.1	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0

Tabla 5.11 Gestión Esla-Pisuerga: Resumen de resultados de las demandas de producción de energía

Sistema	Demandas de producción de energía	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.3	0.0	42.0	67.3	117.6
	Cumplen criterio de garantía	4	1.7	1.7	0.0	14.9	17.0	25.5
	Demandas que no tienen déficit	2	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	1.7	0.0	26.1	34.7	51.8
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.0	0.0	42.0	67.3	117.6
	Cumplen criterio de garantía	1	0.5	0.0	0.0	33.5	33.5	50.2
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 5.12 Gestión Esla-Pisuerga: Resumen de resultados de las demandas de piscifactorías

Sistema	Demandas de piscifactorías	Núm	Dem Anual hm3	Sum Tot hm3	Def Medio hm3	Garan Vol %
Total	No cumplen criterio de garantía	1	3.6	2.7	0.9	74.7
	Cumplen criterio de garantía	22	569.8	563.2	6.6	96.5
	Demandas que no tienen déficit	9	65.4	65.4	0.0	100.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	21.9	19.9	2.0	90.7
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	29.3	28.8	0.5	98.5
	Demandas que no tienen déficit	1	7.9	7.9	0.0	100.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	6.3	6.3	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	6.3	6.3	0.0	100.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	2	33.4	32.4	1.0	87.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	1	3.6	2.7	0.9	74.7
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	8.9	8.0	0.9	94.3
	Demandas que no tienen déficit	1	2.9	2.9	0.0	100.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	3	47.9	47.9	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	3	47.9	47.9	0.0	100.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	1	0.2	0.2	0.0	100.0
	Demandas que no tienen déficit	1	0.2	0.2	0.0	100.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	7	421.7	419.5	2.2	98.4
	Demandas que no tienen déficit	2	0.1	0.1	0.0	100.0

La comparación de la figura 5.9 y las tablas 5.8 a 5.12 con la figura 5.1 y las tablas 5.1 a 5.5 permite constatar que la combinación de la gestión del sistema Esla y el sistema Carrión-Pisuerga mejora la situación de las demandas, aunque en menor medida que la gestión del Esla con relación a la pasada del Proyecto de Plan. La situación de las demandas urbanas e industriales es idéntica en ambos casos para todas las demandas. Las demandas de piscifactorías presentan una cierta sensibilidad al cambio de gestión, con algunas variaciones de la garantía volumétrica. Las más afectadas resultan ser las de los sistemas Pisuerga y Arlanza, cuya garantía mejora de forma apreciable. En el caso de la demanda DP 3800014 Piscifactoría Campoo S.A., la garantía volumétrica aumenta en un 3,85%, hasta llegar a 75,56% y pasar a cumplir el criterio de garantía. Dos de las demandas de piscifactorías del sistema Alto Duero reducen ligeramente su garantía volumétrica. En el caso de las demandas de producción de energía, se producen afecciones en la demanda DT 1400013 Biomasa Paraje Cabeza Gorda, en el sistema Alto Duero, que incrementa su máximo déficit en diez años en un 8,27%, pero sigue cumpliendo el criterio de garantía.

En las demandas agrarias se producen resultados globalmente beneficiosos, pero con efecto dispar en múltiples demandas individuales. Los resultados globales se presentan en la tabla 5.13, donde se comparan los resultados generales de la pasada del Proyecto de Plan en el escenario 2039, la realizada con el cambio de gestión en el Esla y la realizada cambiando la gestión en el Esla y en el Pisuerga.

Tabla 5.13 Comparación de resultados de las demandas de agrarias en el 2039

Escenario	Demandas agrarias	Núm	Dem	Sum	Def	Máx Def	Máx Def	Máx Def
			Anual hm ³	Tot hm ³	Medio hm ³	1 Año %	2 Año %	10 Años %
2039	Demandas totales	324	3414.4	3179.9	234.5	30.5	47.4	119.5
	No cumplen criterio de garantía	137	1771.6	1557.5	214.1	63.8	102.3	263.9
	Cumplen criterio de garantía	187	1642.7	1622.4	20.3	6.0	7.2	13.6
	Demandas que no tienen déficit	140	1099.1	1099.1	0.0	0.0	0.0	0.0
2039 Gest. Esla	Demandas totales	324	3414.4	3207.5	206.9	29.7	45.7	113.8
	No cumplen criterio de garantía	118	1103.0	919.7	183.3	69.3	110.4	287.4
	Cumplen criterio de garantía	206	2311.3	2287.8	23.6	7.0	8.6	14.4
	Demandas que no tienen déficit	140	1137.6	1137.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2039 Esla y Pisu	Demandas totales	324	3414.4	3212.2	202.1	28.7	45.3	111.7
	No cumplen criterio de garantía	103	867.6	691.1	176.5	74.6	123.6	320.9
	Cumplen criterio de garantía	221	2546.8	2521.2	25.6	7.4	8.8	14.2
	Demandas que no tienen déficit	135	1057.5	1057.5	0.0	0.0	0.0	0.0

El efecto del cambio de gestión es favorable. Al añadir la gestión del Pisuerga, el déficit medio de suministro a las demandas agrarias se reduce en 4,8 hm³/a, de 206,9 hm³/a a 202,1 hm³/a, pero este balance es el resultado de cambios mayores. Hay 76 demandas que reducen su déficit y 64 demandas que lo incrementan. Las reducciones totalizan 18,86 hm³/a, pero los incrementos suponen una cifra similar, porque ascienden a 14,13 hm³/a. Esto indica que esta segunda opción de gestión ya no resulta tan claramente beneficiosa para la cuenca como en el caso del Esla, y es necesario analizar las demandas individualmente. Las principales reducciones de déficit se producen en las demandas de los sistemas Pisuerga (20 demandas, 7,30 hm³/a), Carrión (13 demandas, 8,11 hm³/a, pero con una demanda que incrementa su déficit en 7,44 hm³/a), Esla (21

demandas, 1,38 hm³/a) y Arlanza (8 demandas, 0,92 hm³/a). Los principales incrementos de déficit se producen en las demandas de los sistemas Cega-Eresma-Adaja (13 demandas, 1,53 hm³/a) y Alto Duero (14 demandas, 0,24 hm³/a). En el sistema Bajo Duero hay 10 demandas que incrementan su déficit, totalizando 4,56 hm³/a y 4 demandas que lo reducen, totalizando 1,02 hm³/a. En el sistema Tormes hay 10 demandas que incrementan su déficit, totalizando 0,26 hm³/a y 4 demandas que lo reducen, totalizando 0,11 hm³/a. Hay 14 demandas que pasan a cumplir el criterio de garantía de la IPH, 8 en el sistema Carrión (179,37 hm³/a), 1 en el sistema Pisuerga (4,43 hm³/a), 2 en el sistema Arlanza (23,03 hm³/a), 3 en el sistema Bajo Duero (21,92 hm³/a) y 1 en el Tormes (6,72 hm³/a). En conjunto, mejoran el criterio de garantía demandas que totalizan 235,5 hm³/a. No hay ninguna demanda que cumpliera el criterio de garantía y con el cambio de gestión propuesto deje de cumplirlo.

Comparación del escenario 2039 con la gestión propuesta

En este apartado se realiza la comparación entre el resultado de satisfacción de las demandas presentado en el escenario 2039 del Proyecto de Plan y la gestión propuesta en este estudio. Los cambios introducidos han consistido únicamente en imponer un coste de 1000 unidades los tramos “r. Esla 666_d”, “r. Pisuerga 375_c” y “r. Almar 544_b”, este último para corregir el efecto puntual que se producía en el río Margañán. En primer lugar, se presentan las diferencias entre los resultados globales de la cuenca que se obtienen en las dos pasadas y después de presenta un análisis más detallado de las demandas que cambian.

Resultados globales

En la figura 5.10 se presentan las diferencias que se obtienen entre los máximos déficits en 1 año, 2 años y 10 años en las demandas de la cuenca entre la pasada con la gestión propuesta y en la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan. Los casos en los que el déficit se reduce con la gestión propuesta se representan en una gama de verdes y los casos en los que el déficit se incrementa se representan en una gama de rojos. Al restringir las sueltas de los embalses de las cuencas del Esla y el Pisuerga se obtiene una reducción clara en los déficits de las demandas de estas dos cuencas, mientras que los déficits se incrementan para las demandas que toman del río Duero.

En las tablas 5.14 a 5.18 se presentan las diferencias entre los resultados obtenidos en la pasada con la gestión propuesta y la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan en cada tipo de demanda. Estas tablas representan la diferencia entre los valores consignados en las tablas 5.8 a 5.12, que corresponden a la gestión propuesta, y las tablas 3.16 a 3.20, que corresponden a los resultados de la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan. Se ha marcado en color rojo los cambios positivos y en color verde los cambios negativos. Se puede apreciar que la gestión propuesta apenas tiene influencia en los resultados de las demandas urbanas (tabla 5. 15) e industriales (tabla 5.16). Los cambios son moderados en las demandas de producción de energía (tabla 5.17) y de piscifactorías (tabla 5.18). Sin embargo, en las demandas agrarias (tabla 5.14), los cambios son muy significativos. El déficit medio de las demandas agrarias la cuenca se reduce en 37,5 hm³/a y un total de 33 demandas, que suponen 897,3 hm³/año pasan a cumplir el criterio de garantía.

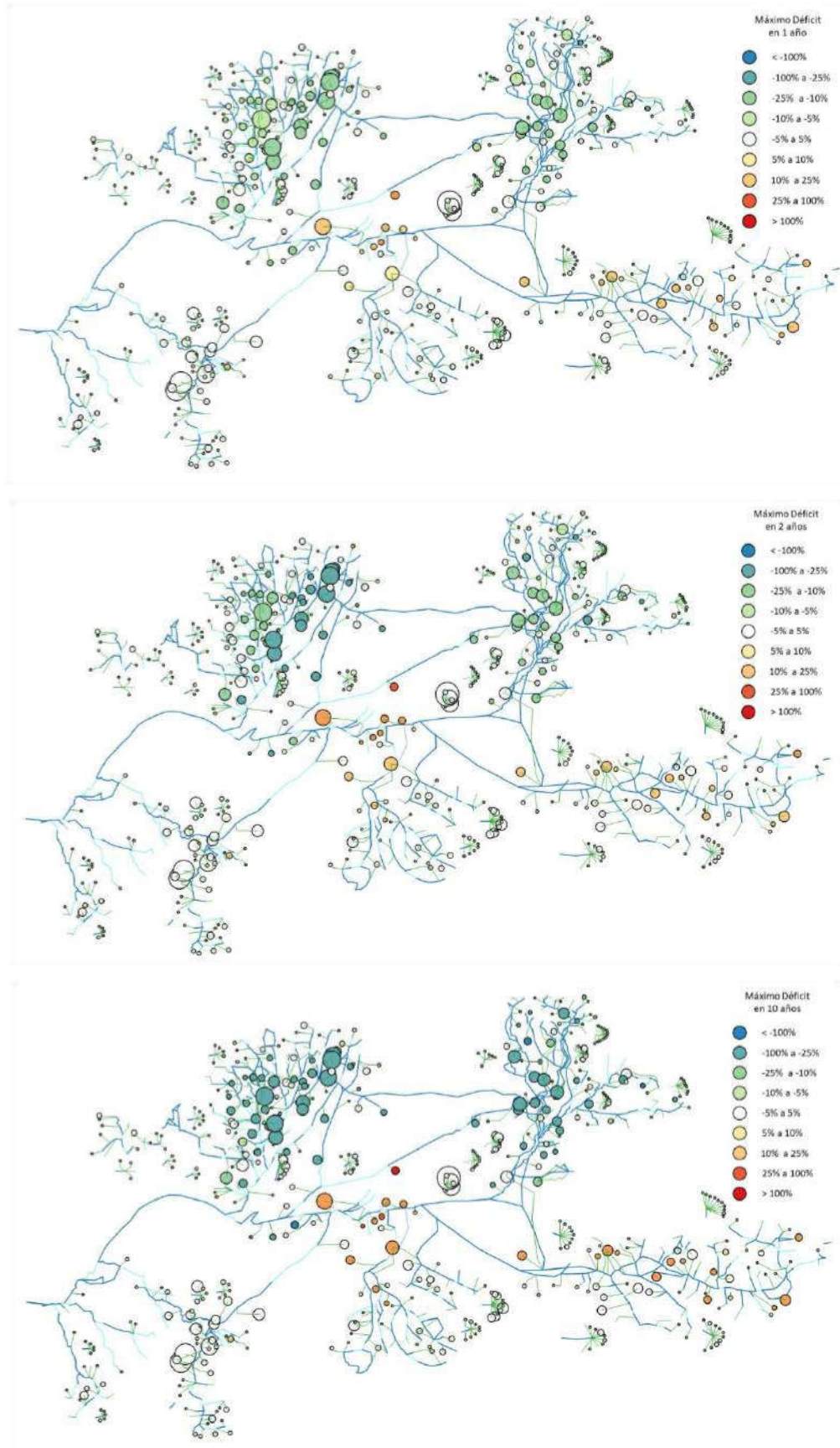


Figura 5.10 Diferencia de resultados obtenidos entre la gestión propuesta y la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan: Máximo déficit en 1 año (arriba), 2 años (centro) y 10 años (abajo)

Tabla 5.14 Diferencia de resultados de las demandas agrarias entre la gestión propuesta y la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan

Sistema	Demandas agrarias	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	-34	-904.1	-866.4	-37.6	10.7	21.3	57.0
	Cumplen criterio de garantía	34	904.1	898.8	5.3	1.3	1.6	0.6
	Demandas que no tienen déficit	-5	-41.7	-41.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.3	-0.3	-3.3	-3.3	-7.3
	Demandas que no tienen déficit	1	41.6	41.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	1.0	-1.0	-1.5	-0.7	-26.8
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	11.3	-11.3	-4.9	-12.8	-38.9
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	-19	-673.0	-641.4	-31.6	31.4	51.5	238.6
	Cumplen criterio de garantía	19	673.0	659.9	13.1	8.9	15.1	26.2
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	-9	-181.7	-172.2	-9.5	23.3	46.8	132.9
	Cumplen criterio de garantía	9	181.7	173.9	7.7	12.2	14.1	38.2
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	-1	-4.4	-1.9	-2.5	-1.2	2.7	3.0
	Cumplen criterio de garantía	1	4.4	8.9	-4.5	-7.8	-7.8	-22.5
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	-2	-23.0	-22.1	-0.9	0.7	-2.1	9.7
	Cumplen criterio de garantía	2	23.0	23.0	0.1	1.3	0.8	0.0
	Demandas que no tienen déficit	2	4.9	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	-2.0	2.0	8.5	11.4	22.3
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	-0.9	0.9	6.1	6.1	16.7
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	-1	-8.9	-8.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	-1.6	1.6	0.8	5.3	11.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	-3	-21.9	-25.5	3.6	12.4	33.7	62.2
	Cumplen criterio de garantía	3	21.9	21.7	0.2	4.8	4.8	5.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.7	-0.6
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	-0.2	0.2	1.6	1.6	1.6
	Demandas que no tienen déficit	-7	-79.2	-79.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Tabla 5.15 Diferencia de resultados de las demandas urbanas entre la gestión propuesta y la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan

Sistema	Demandas urbanas	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0.0000	0	0.0000
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0.0000	0	0.0000
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Cumplen criterio de garantía	0	0	0	0	0	0
	Demandas que no tienen déficit	0	0	0	0	0	0

Tabla 5.16 Diferencia de resultados de las demandas industriales entre la gestión propuesta y la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan

Sistema	Demandas industriales	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Mes %	Máx Def 10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega-Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tera	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza-Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega-Eresma-Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Águeda	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 5.17 Diferencia de resultados de las demandas de producción de energía entre la gestión propuesta y la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan

Sistema	Demandas de producción de energía	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def	Máx Def	Máx Def
						1 Año %	2 Año %	10 Años %
Total	No cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.3	0.0	42.0	67.3	117.6
	Cumplen criterio de garantía	-1	-0.4	-0.3	0.0	3.1	1.8	1.9
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Támega- Manzanas	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	1	0.4	0.0	0.0	42.0	67.3	117.6
	Cumplen criterio de garantía	-1	-0.4	0.0	0.0	17.0	12.8	17.2
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Cega- Eresma- Adaja	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla 5.18 Diferencia de resultados de las demandas de piscifactorías entre la gestión propuesta y la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan

Sistema	Demandas de piscifactorías	Núm	Dem Anual hm ³	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Garán Vol %
Total	No cumplen criterio de garantía	-1	-1.9	-1.3	-0.6	2.1
	Cumplen criterio de garantía	1	1.9	3.0	-1.1	-0.4
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Órbigo	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.8	-0.8	3.4
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Esla	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.6	-0.6	1.8
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carrión	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pisuerga	No cumplen criterio de garantía	-1	-1.9	-1.4	-0.5	-71.7
	Cumplen criterio de garantía	1	1.9	2.6	-0.7	-7.6
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Arlanza	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	1.2
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alto Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	-0.1	0.1	-0.7
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Riaza- Duratón	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bajo Duero	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormes	No cumplen criterio de garantía	0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Cumplen criterio de garantía	0	0.0	-0.9	0.9	-0.1
	Demandas que no tienen déficit	0	0.0	0.0	0.0	0.0

El análisis de la figura 5.10 y las tablas 5.14 a 5.18 permite constatar que la regla de gestión propuesta es globalmente beneficiosa para el sistema.

En las demandas agrarias se producen resultados globalmente beneficiosos, pero con efecto dispar en múltiples demandas individuales. Los resultados globales se presentan en la tabla 5.14. El déficit se reduce en 32,3 hm³/a y hay 34 demandas que pasan a cumplir el criterio de garantía. La situación de las demandas urbanas e industriales es idéntica en ambos casos para todas las demandas, como se puede comprobar en las tablas 5.15 y 5.16. En las demandas de piscifactorías, la tabla 5.17 muestra que se reduce el déficit en 0,6 hm³/a y hay una demanda que pasa a cumplir el criterio de garantía. En el caso de las demandas de producción de energía, la modificación del déficit es nula, pero hay una demanda que pasa a incumplir el criterio de garantía.

Resultados en demandas agrarias

Los resultados específicos obtenidos en las demandas de riego se presentan en las tablas 5.19, 5.20 y 5.21. En las tablas se comparan los resultados obtenidos en la pasada del Proyecto de Plan con los que se obtienen al aplicar la nueva gestión propuesta en los ríos Esla, Pisuerga y Almar.

En la tabla 5.19 y en las figuras 5.11, 5.12 y 5.13 se presentan las demandas que no cumplen el criterio de garantía en la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan y pasan a cumplirlo con la nueva gestión propuesta. Un total de 34 demandas (904,05 hm³/a) pasan a cumplir el criterio de garantía, lo que representa el 26,5% de la demanda agraria en el escenario 2039. Con la nueva gestión, las demandas que cumplen el criterio de garantía ascienden de 187 (1.642,7 hm³/a, el 48,1%) a 221 (2.456,8 hm³/a, el 74,6%). Las demandas que incumplen el criterio de garantía se reducen de 137 (1.771,6 hm³/a, el 51,2%) a 103 (867,6 hm³/a, el 25,4%). El déficit medio se reduce de 48,51 hm³/a a 21,34 hm³/a y el promedio del máximo déficit acumulado en 10 años de este tipo de demandas se reduce de 126,88% de la demanda anual al 65,35%.

La mayor parte de las demandas que mejoran su cumplimiento del criterio de garantía se encuentran en los sistemas Esla (19 demandas, 673,0 hm³/a) y Carrión (9 demandas, 181,7 hm³/a). En la tabla se han resaltado las dos demandas que han motivado este estudio. La demanda DA 2000282 Sector V Cea-Carrión pasa de tener un déficit acumulado en 10 años del 119,51% de la demanda anual a 61,26% de la demanda anual. La demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase pasa de tener un déficit acumulado en 10 años del 125,48% de la demanda anual a 61,52% de la demanda anual. En ambos casos se cumple con holgura el criterio de garantía de la IPH.

En las figuras 5.11, 5.12 y 5.13 se presentan los déficits acumulados en un año, dos años y diez años de las demandas agrarias que mejoran el criterio de garantía, comparados con el valor límite en cada caso, que es el 50% de la demanda anual para un año, el 75% de la demanda anual para dos años y el 100% de la demanda anual para diez años. Puede apreciarse que en estas demandas se produce una mejora sustancial, ya que los déficits se reducen de forma muy significativa.

Tabla 5.19 Comparación de los resultados de las demandas agrarias que mejoran su criterio de garantía

Demandas agrarias que mejoran el criterio de garantía	Sis	Dem Anual hm ³	Pasada Proyecto de Plan 2039						Propuesta de gestión Esla-Pisuerga 2039				
			Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def			Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def			
					1 Año %	2 Año %	10 Años %			1 Año %	2 Año %	10 Años %	
DA 2000001 RP Vegas Altas Río Esla	Esl	27.38	25.99	1.39	40.17	64.82	130.79	26.80	0.58	22.74	37.04	69.87	
DA 2000002 ZR Canal Alto de Payuelos	Esl	72.01	68.52	3.49	40.16	64.81	129.04	70.48	1.53	22.74	37.04	70.76	
DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase	Esl	38.68	36.84	1.84	40.18	64.87	125.48	37.94	0.73	22.76	37.10	61.52	
DA 2000280 ZR Canal Bajo de Payuelos	Esl	91.02	86.68	4.34	40.20	64.99	124.95	89.27	1.74	22.79	37.23	61.78	
DA 2000057 ZR Canal Alto Payuelos (Centro y	Esl	109.26	104.09	5.17	40.14	64.74	124.70	107.05	2.20	22.73	36.97	66.61	
DA 2000033 RP Río Cea Medio	Esl	8.03	7.65	0.38	40.14	64.72	124.33	7.87	0.16	22.73	36.94	66.60	
DA 2000306 ZR Arenillas de Valderaduey	Esl	1.72	1.64	0.08	40.10	64.71	123.51	1.69	0.03	22.69	36.91	63.09	
DA 2000047 RP Río Valderaduey	Esl	21.59	20.56	1.03	40.39	65.57	121.81	21.15	0.44	23.03	37.89	63.60	
DA 2000011 RP Río Cea Bajo	Esl	15.77	15.04	0.73	40.23	65.08	120.22	15.46	0.30	22.81	37.31	61.95	
DA 2000009 RP MD Río Esla	Esl	1.53	1.46	0.07	40.25	64.97	119.83	1.50	0.03	22.77	37.25	61.77	
DA 2000003 ZR MI Río Porma 1ª fase	Esl	58.76	56.06	2.70	40.16	64.83	119.67	57.65	1.11	22.75	37.06	61.44	
DA 2000010 ZR Canal del Esla	Esl	65.02	62.03	2.99	40.16	64.81	119.62	63.79	1.23	22.74	37.04	61.38	
DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión	Esl	6.65	6.34	0.31	40.13	64.75	119.51	6.52	0.13	22.73	37.00	61.26	
DA 2000012 RP MI del Río Esla	Esl	9.42	8.99	0.43	40.15	64.77	119.50	9.25	0.18	22.73	36.99	61.28	
DA 2000006 ZR Arriola	Esl	20.46	19.53	0.94	40.14	64.73	119.44	20.08	0.38	22.72	36.96	61.23	
DA 2000042 RP Tábara	Esl	17.15	16.37	0.78	40.12	64.66	119.30	16.83	0.32	22.71	36.91	61.09	
DA 2000335 RP Porma desde Curueño	Esl	7.64	7.29	0.35	40.10	64.65	119.28	7.49	0.14	22.71	36.89	61.07	
DA 2000019 ZR Páramo Bajo	Esl	95.00	90.67	4.34	40.12	64.63	119.21	93.24	1.76	22.70	36.86	61.01	
DA 2000004 RP Río Porma hasta Curueño	Esl	5.91	5.64	0.27	40.11	64.63	119.17	5.80	0.11	22.70	36.85	61.00	
DA 2000084 ZR Macías Picavea	Car	13.59	12.35	1.24	39.61	48.96	165.38	12.94	0.65	29.63	30.36	96.11	
DA 2000099 ZR La Retención	Car	25.00	22.78	2.22	39.03	48.57	162.16	23.84	1.16	28.76	30.12	94.16	
DA 2000085 ZR Palencia	Car	15.00	13.70	1.31	38.43	48.09	159.35	14.32	0.68	28.04	29.68	92.08	
DA 2000065 ZR Bajo Carrión	Car	30.73	27.92	2.81	55.07	70.41	147.92	29.02	1.71	44.54	56.62	91.87	
DA 2000086 ZR Castilla Sur	Car	11.51	10.66	0.85	33.66	44.16	137.81	11.08	0.43	22.89	26.56	77.73	
DA 2000083 ZR Castilla Campos	Car	55.86	51.80	4.06	33.47	44.12	136.60	53.80	2.06	22.49	26.46	76.83	
DA 2000082 ZR La Nava Norte y Sur	Car	24.64	22.87	1.77	33.09	43.83	134.84	23.74	0.89	21.96	26.17	75.26	
DA 2000105 RP Carrión entre Celadilla y Calah	Car	3.06	2.84	0.21	32.53	43.29	132.10	2.95	0.11	21.73	26.28	75.46	
DA 2000063 RP Río Carrión entre Guardo y Ce	Car	2.30	2.19	0.11	26.11	38.49	101.35	2.25	0.05	19.55	22.37	54.69	
DA 2000069 RP Río Pisuerga entre Aguilar y B	Pis	4.43	4.26	0.17	50.09	50.18	86.58	4.38	0.04	23.88	23.97	23.97	
DA 2000076 RP Río Arlanzón	Arl	4.02	3.89	0.14	55.00	94.28	128.32	4.00	0.03	24.69	24.69	24.69	
DA 2000080 RP Río Arlanzón Bajo	Arl	19.01	18.22	0.79	36.68	44.02	100.27	18.84	0.17	17.50	17.50	17.85	
DA 2000095 RP Virgen del Aviso	BDu	13.61	12.83	0.78	40.75	47.23	125.35	13.46	0.15	22.46	22.46	23.58	
DA 2000601 RP San Frontis	BDu	6.88	6.51	0.37	38.65	46.85	119.83	6.81	0.07	21.38	21.38	22.34	
DA 2000322 RP Río Duero después de Zamora	BDu	1.43	1.37	0.07	38.41	46.44	106.28	1.42	0.01	18.65	18.65	19.20	
Total		904.05	855.54	48.51	39.89	60.98	126.88	882.71	21.34	23.68	35.25	65.35	

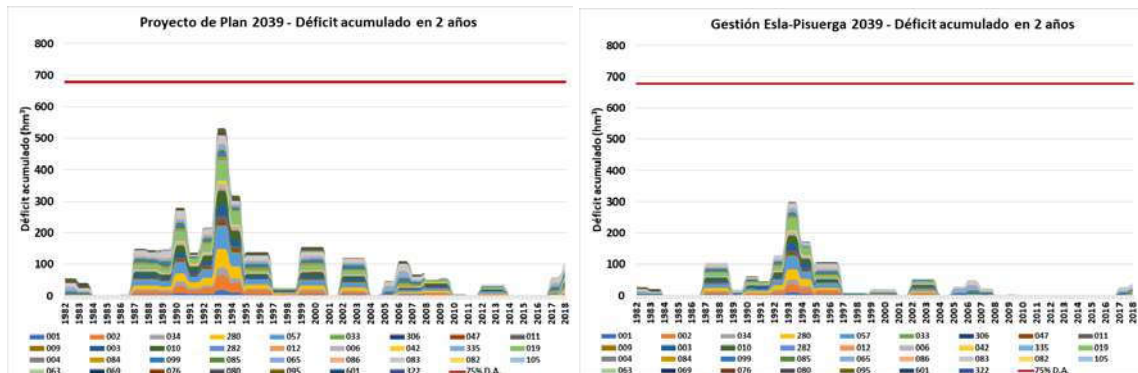


Figura 5.12 Déficit acumulado en dos años de las demandas que mejoran el criterio de garantía. Izquierda: pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan. Derecha: gestión propuesta en este estudio.



Tabla 5.20 Comparación de los resultados de las demandas agrarias que reducen su déficit, pero no modifican su criterio de garantía

Demandas agrarias que reducen su déficit sin modificar el criterio de garantía	Sis	Dem Anual hm ³	Pasada Proyecto de Plan 2039						Propuesta de gestión Esla-Pisuerga 2039					
			Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def	Máx Def	Máx Def	Sum Tot	Def Medio	Máx Def	Máx Def	Máx Def		
					1 Año %	2 Año %	10 Años %	hm ³	hm ³	1 Año %	2 Año %	10 Años %		
DA 2000049 ZR MI Río Tera	Ter	41.60	41.34	0.25	22.94	22.94	22.94	41.60	0.00	0.00	0.00	0.00		
DA 2000336 RP Ayoó de Vidriales	Ter	0.48	0.47	0.01	23.12	23.12	51.46	0.47	0.01	23.12	23.12	23.12		
DA 2000015 ZR Páramo y Páramo Medio	Órb	111.52	106.24	5.28	25.89	37.93	90.45	110.92	0.61	19.11	19.11	20.51		
DA 2000598 ZR Villadangos	Órb	35.14	33.40	1.74	25.97	37.48	89.66	34.90	0.25	18.98	18.98	26.65		
DA 2000052 RP Órbigo Medio	Órb	23.78	22.65	1.13	25.79	38.70	91.32	23.65	0.13	19.11	19.11	20.72		
DA 2000018 ZR Castañón	Órb	19.35	18.43	0.92	26.20	37.10	89.63	19.24	0.10	19.19	19.19	20.41		
DA 2000021 RP Órbigo-Jamuz	Órb	18.97	18.07	0.89	25.77	38.06	90.36	18.87	0.10	18.96	18.96	20.34		
DA 2000038 RP Presa Cerrajera	Órb	15.92	15.15	0.77	25.78	37.98	90.21	15.81	0.10	18.98	18.98	24.43		
DA 2000027 RP Ríos Tuerto Bajo y Turier	Órb	17.00	14.04	2.96	81.93	113.01	241.15	14.67	2.33	81.36	111.42	182.04		
DA 2000600 ZR Villares	Órb	11.17	10.64	0.52	25.87	41.46	93.48	11.10	0.06	18.60	18.60	20.60		
DA 2000023 ZR Manganeses	Órb	10.60	10.10	0.50	25.92	41.37	93.69	10.54	0.06	18.75	18.75	21.01		
DA 2000332 RP Aledaños del Canal de Ca	Órb	9.71	9.25	0.46	25.90	40.30	92.99	9.65	0.06	19.11	19.11	21.33		
DA 2000039 RP Río Luna	Órb	6.45	6.17	0.28	24.64	46.06	92.48	6.41	0.04	15.54	15.54	23.73		
DA 2000036 RP Río Tuerto Alto	Órb	6.17	5.35	0.82	74.23	102.50	190.98	5.53	0.64	71.83	102.55	151.27		
DA 2000017 ZR Carrizo	Órb	3.88	3.70	0.18	25.95	42.49	94.67	3.86	0.02	18.68	18.68	21.18		
DA 2000014 ZR Velilla	Órb	3.57	3.40	0.17	25.94	37.60	90.18	3.55	0.02	19.14	19.14	22.10		
DA 2000020 ZR San Justo y San Román	Órb	4.23	3.61	0.62	76.81	101.42	202.13	3.72	0.51	71.89	98.34	153.08		
DA 2000022 RP Río Eria	Órb	17.67	15.38	2.29	44.92	75.66	190.86	15.43	2.24	44.65	75.48	185.13		
DA 2000037 RP Río Duerna	Órb	17.44	14.59	2.85	47.29	81.83	231.01	14.63	2.81	47.14	81.67	226.52		
DA 2000013 RP Río Luna entre Barrios y	Órb	0.66	0.64	0.03	25.34	47.96	90.80	0.66	0.00	13.57	13.57	13.57		
DA 2000045 RP Villagatón	Órb	0.70	0.62	0.08	84.21	105.69	162.87	0.64	0.06	82.36	105.55	133.43		
DA 2000317 RP Arroyo de los Reguerales	Órb	0.91	0.90	0.01	37.60	37.60	37.60	0.90	0.00	17.31	17.31	17.31		
DA 2000028 RP Cabecera Río Valderadue	Esl	1.46	0.26	1.20	99.38	193.62	862.73	0.26	1.19	99.45	193.48	854.84		
DA 2000054 RP Cabecera Río Cea	Esl	4.99	4.55	0.44	72.65	73.16	139.98	4.56	0.43	75.26	75.26	145.81		
DA 2000064 ZR Carrión-Saldaña	Car	47.11	42.20	4.91	44.50	53.94	187.03	44.47	2.64	35.02	35.47	112.32		
DA 2000656 RP Río de la Cueva	Car	0.85	0.73	0.11	97.17	117.47	200.71	0.77	0.07	83.00	99.17	130.58		
DA 2000654 RP Río Valdeginata	Car	2.78	2.57	0.21	52.16	87.72	154.86	2.58	0.20	46.15	78.17	139.45		
DA 2000072 ZR Pisuerga	Pis	55.78	53.40	2.38	48.84	48.97	90.95	55.13	0.65	29.57	29.68	29.68		
DA 2000073 RP Río Valdavia	Pis	13.95	10.89	3.06	99.16	173.62	427.13	12.32	1.62	77.50	135.66	258.44		
DA 2000070 ZR Castilla Norte	Pis	46.53	44.84	1.69	44.28	44.40	81.39	46.12	0.41	20.51	20.61	20.61		
DA 2000075 ZR Villalaco	Pis	23.95	23.16	0.79	39.00	39.09	73.00	23.77	0.18	19.97	20.04	20.04		
DA 2000081 RP Río Pisuerga entre Arlan	Pis	14.34	13.87	0.47	38.69	38.77	73.51	14.23	0.11	19.58	19.64	19.64		
DA 2000100 RP Río Boedo	Pis	14.33	8.95	5.38	97.36	186.14	541.25	9.30	5.02	97.36	185.75	524.69		
DA 2000089 RP Río Esgueva	Pis	19.54	9.65	9.89	86.27	168.83	645.12	9.95	9.59	85.64	157.76	625.46		
DA 2000087 RP Río Pisuerga Bajo	Pis	10.61	10.25	0.36	39.10	39.26	75.80	10.53	0.08	19.77	19.92	19.92		
DA 2000102 RP Valles del Cerrato	Pis	4.13	1.46	2.68	100.00	200.00	778.15	1.69	2.45	99.98	197.51	718.78		
DA 2000074 RP Río Pisuerga entre Burej	Pis	6.40	6.20	0.21	38.87	38.92	71.40	6.36	0.05	19.91	19.96	19.96		
DA 2000088 ZR Geria-Villamarciel	Pis	4.35	4.20	0.15	40.29	40.42	70.91	4.32	0.03	21.57	21.68	21.68		
DA 2000071 RP Río Burejo	Pis	6.90	5.69	1.21	71.50	113.81	224.62	5.73	1.17	71.40	112.90	219.94		
DA 2000067 ZR Cervera-Arbejal	Pis	0.79	0.77	0.02	42.48	42.48	68.52	0.79	0.01	19.85	19.85	19.85		
DA 2000334 RP Río Pisuerga entre Cerve	Pis	0.64	0.61	0.02	48.82	48.82	84.77	0.63	0.01	23.86	23.86	23.86		
DA 2000068 RP Río Camesa	Pis	2.59	2.26	0.33	52.80	79.56	209.18	2.27	0.32	48.75	74.39	196.84		
DA 2000327 RP Río Lucio	Pis	1.53	1.10	0.43	72.32	138.05	427.74	1.10	0.43	72.32	134.46	413.19		
DA 2000077 ZR Arlanzón	Arl	17.67	17.53	0.14	15.43	23.50	30.17	17.65	0.02	3.26	3.26	3.26		
DA 2000079 RP Río Arlanza Medio	Arl	4.48	4.47	0.01	3.98	3.98	6.88	4.48	0.00	0.00	0.00	0.00		
DA 2000210 RP Río Margañán	Tor	6.72	6.65	0.07	39.02	39.02	39.02	6.72	0.00	0.00	0.00	0.00		
Total		689.31	630.41	58.90	40.67	56.71	140.80	652.47	36.83	29.74	39.29	67.54		

En la tabla 5.21 se presentan las demandas que con la nueva gestión propuesta aumentan su déficit con relación a la pasada del escenario 2039 del Proyecto de Plan, pero no modifican su cumplimiento del criterio de garantía. Un total de 41 demandas (572,84 hm³/a) se encuentran en esta situación, lo que representa el 16,8% de la demanda agraria en el escenario 2039. La mayor parte de estas demandas están situadas en los sistemas Alto Duero (11 demandas, 125,26 hm³/a), Bajo Duero (9 demandas, 129,90 hm³/a) y Cega-Eresma-Adaja (8 demandas, 155,19 hm³/a).

El déficit medio en estas demandas se incrementa de 64,01 hm³/a a 80,92 hm³/a y el promedio del máximo déficit acumulado en 10 años de este tipo de demandas se incrementa del 188,10% de la demanda anual al 215,02%. De las 41 demandas, 8 cumplen el criterio de garantía y 33 no lo cumplen. Las demandas que cumplen el criterio de garantía suman 84,17 hm³/a. Su déficit medio se incrementa considerablemente, de

0,08 hm³/a a 0,34 hm³/a, pero siguen quedando muy lejos de incumplir el criterio de garantía, ya que el valor promedio del déficit acumulado a 10 años aumenta del 1,66% de la demanda media anual al 9,24% de la demanda media anual. Las demandas que no cumplen el criterio de garantía suman 488,66 hm³/a. Su déficit se incrementa de 63,93 hm³/a a 80,58 hm³/a, lo que supone un aumento del 20%. En estas demandas, el valor promedio del déficit acumulado a 10 años se incrementa del 220,21% de la demanda media anual al 272,03% de la demanda media anual.

Tabla 5.21 Comparación de los resultados de las demandas agrarias que aumentan su déficit, pero no modifican su criterio de garantía

Demandas agrarias que incrementan su déficit sin modificar el criterio de garantía	Sis	Dem Anual hm ³	Pasada Proyecto de Plan 2039						Propuesta de gestión Esla-Pisuerga 2039					
			Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %	Sum Tot hm ³	Def Medio hm ³	Máx Def 1 Año %	Máx Def 2 Año %	Máx Def 10 Años %		
DA 2000048 RP Valle de Aliste	Esl	1.29	1.27	0.02	15.36	17.38	25.68	1.26	0.02	26.07	26.07	46.55		
DA 2000097 RP Río Sequillo	Car	15.27	14.24	1.03	30.47	41.57	123.19	6.86	8.41	99.88	199.06	747.29		
DA 2000621 RP Arroyo Madrazos	Pis	3.73	3.62	0.11	72.80	82.12	88.45	3.62	0.11	57.38	89.87	96.54		
DA 2000125 ZR Almazán	ADu	32.00	26.81	5.19	54.78	109.56	280.82	26.23	5.77	66.46	132.67	317.46		
DA 2000131 ZR Guma	ADu	21.29	17.93	3.36	55.27	110.54	279.76	17.58	3.71	70.16	125.43	317.60		
DA 2000122 ZR Campillo de Buitrago	ADu	11.75	9.79	1.96	56.46	112.93	288.42	9.52	2.23	78.28	144.58	333.88		
DA 2000128 ZR Ines-Olmillos	ADu	13.56	11.45	2.11	52.62	105.23	271.25	11.21	2.35	68.62	121.23	310.89		
DA 2000130 ZR Aranda	ADu	14.49	12.10	2.39	57.08	114.16	288.31	11.90	2.59	68.80	125.87	321.22		
DA 2000142 RP Río Duero entre Uceros y	ADu	7.65	6.47	1.18	52.88	105.75	270.04	6.32	1.32	70.69	123.57	311.88		
DA 2000129 ZR La Vid-Zuzones	ADu	4.53	3.80	0.72	56.12	112.24	284.16	3.73	0.80	69.07	125.19	318.52		
DA 2000126 RP Río Duero entre Almazán	ADu	3.49	2.91	0.57	56.04	112.07	286.23	2.85	0.63	66.82	133.64	317.69		
DA 2000127 RP Río Uceros	ADu	14.48	12.10	2.37	78.13	90.22	230.56	12.07	2.41	78.13	90.22	232.96		
DA 2000124 RP Río Duero entre Cuerda y	ADu	0.48	0.40	0.08	56.28	112.55	287.03	0.39	0.09	66.74	133.47	317.99		
DA 2000294 RP Río Escalote	ADu	1.56	1.50	0.06	35.81	35.81	68.29	1.49	0.07	35.81	35.81	68.29		
DA 2000137 ZR Canal de Riaza	Ria	30.18	25.39	4.79	56.01	112.02	282.49	24.91	5.27	69.31	125.32	317.53		
DA 2000140 RP Canal del Duero	Ria	21.92	18.42	3.50	56.04	112.08	283.19	18.09	3.83	68.42	124.46	316.97		
DA 2000141 RP Río Duero entre Duratón	Ria	5.44	4.61	0.83	53.30	106.60	270.42	4.51	0.92	70.07	123.37	311.25		
DA 2000138 RP Río Duero entre Riaza y D	Ria	3.33	2.76	0.58	60.46	120.91	303.45	2.72	0.61	66.76	127.21	327.69		
DA 2000171 ZR Riegos Meridionales Ada	Ceg	55.08	46.81	8.27	56.48	88.80	217.61	45.87	9.21	62.24	107.91	249.63		
DA 2000608 Sustitución Medina del Cam	Ceg	17.72	14.19	3.53	59.17	113.43	278.15	13.83	3.88	65.99	126.71	311.86		
DA 2000605 Sustitución Los Arenales (Er	Ceg	10.33	8.47	1.86	64.33	103.71	250.32	8.33	1.99	64.77	128.61	285.19		
DA 2000168 RP Cega	Ceg	25.45	23.11	2.34	64.31	70.20	119.30	23.07	2.38	64.31	70.20	118.38		
DA 2000165 ZR Río Adaja	Ceg	32.00	27.31	4.69	95.24	163.43	295.60	27.28	4.72	95.84	164.06	296.04		
DA 2000164 RP Río Eresma Medio	Ceg	2.91	2.31	0.60	66.64	107.73	299.42	2.29	0.62	67.02	130.40	330.85		
DA 2000660 RP Río Voltoya	Ceg	0.72	0.56	0.16	76.57	99.58	293.44	0.54	0.18	76.57	107.53	346.58		
DA 2000607 Sustitución Los Arenales (Ce	Ceg	10.99	9.90	1.08	64.73	70.64	132.01	9.89	1.10	64.73	70.64	132.98		
DA 2000094 ZR San José y Toro Zamora	BDu	80.57	76.19	4.38	38.70	47.03	120.36	74.34	6.24	63.17	117.59	160.40		
DA 2000090 ZR Tordesillas	BDu	13.86	13.11	0.75	38.80	47.16	120.62	12.03	1.83	61.24	110.78	219.16		
DA 2000091 ZR Pollos	BDu	6.27	5.92	0.35	39.32	46.81	122.57	5.32	0.95	64.62	117.52	240.68		
DA 2000096 RP MI Río Duero entre Pisu	BDu	11.26	10.77	0.49	37.38	45.73	101.91	10.23	1.03	42.76	75.93	147.98		
DA 2000093 RP Río Duero entre Zapardie	BDu	6.93	6.58	0.35	37.80	45.89	112.89	6.18	0.75	54.32	97.85	179.81		
DA 2000092 ZR Castronuño	BDu	2.14	2.03	0.11	38.20	46.41	115.02	1.87	0.27	62.13	116.56	217.30		
DA 2000632 RP Río Trabancos	BDu	1.36	1.32	0.03	69.04	69.04	69.04	1.22	0.14	71.99	71.99	137.43		
DA 2000098 RP Río Zapardiel	BDu	5.80	1.94	3.86	99.21	190.89	828.28	1.91	3.88	98.78	191.13	832.16		
DA 2000636 RP Río Bajoz	BDu	1.71	1.39	0.32	87.51	141.16	254.99	1.38	0.33	87.51	143.55	255.05		
DA 2000192 ZR Alba de Tormes	Tor	1.90	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	0.01	11.11	11.11	11.11		
DA 2000196 ZR Villagonzalo	Tor	39.52	39.52	0.00	0.00	0.00	0.00	39.50	0.02	1.98	1.98	1.98		
DA 2000190 ZR Elevación Aldearregada	Tor	5.13	5.13	0.00	0.00	0.00	0.00	5.09	0.04	14.29	14.29	14.29		
DA 2000191 ZR Éjeme-Galisancho	Tor	5.96	5.96	0.00	0.00	0.00	0.00	5.92	0.04	12.53	12.53	12.53		
DA 2000193 ZR Almar y Vega de Almar	Tor	11.50	11.50	0.00	0.00	0.00	0.00	11.46	0.04	12.39	12.39	12.39		
DA 2000189 ZR La Maya	Tor	17.32	17.32	0.00	0.00	0.00	0.00	17.22	0.10	12.81	12.81	12.81		
Total		572.84	508.83	64.01	47.70	77.57	188.10	491.92	80.92	60.12	104.53	215.02		

Resultados en el resto de las demandas

Los efectos del cambio de gestión en el resto de las demandas de la cuenca son pequeños. No se producen cambios en el suministro a las demandas de abastecimiento urbano o industrial. Los resultados específicos obtenidos en las demandas de producción de energía se presentan en la tabla 5.22 y los de las demandas de piscifactorías en la tabla 5.23. En las tablas se comparan los resultados obtenidos en la

pasada del Proyecto de Plan con los que se obtienen al aplicar la nueva gestión propuesta en los ríos Esla, Pisuerga y Almar.

Tabla 5.22 Comparación de los resultados de las demandas de producción de energía

Demandas de producción de energía que modifican su déficit	Sis	Dem Anual hm ³	Pasada Proyecto de Plan 2039						Propuesta de gestión Esla-Pisuerga 2039				
			Sum Tot	Def Medio	Máx Def 1 Año	Máx Def 2 Año	Máx Def 10 Años	Sum Tot	Def Medio	Máx Def 1 Año	Máx Def 2 Año	Máx Def 10 Años	
			hm ³	hm ³	%	%	%	hm ³	hm ³	%	%	%	
DT 1400036 Planta generación eléctrica biom	ADu	0.35	0.34	0.01	16.48	24.72	49.43	0.33	0.02	42.05	67.33	117.61	
DT 1400013 Biomasa Paraje Cabeza Gorda	ADu	0.52	0.52	0.00	16.54	16.54	16.54	0.51	0.01	33.46	33.46	50.19	
Total		0.87	0.86	0.01	16.51	19.84	29.82	0.84	0.03	36.93	47.13	76.67	

En el caso de las demandas de producción de energía, se producen afecciones en dos demandas del sistema Alto Duero, que incrementan su déficit ligeramente. La demanda DT 1400036 Planta de generación eléctrica biomasa, de 0,35 hm³/a, toma del azud de Campillo de Buitrago, incrementa ligeramente su déficit medio, desde 0,01 hm³/a hasta 0,03 hm³/a. Sin embargo, su déficit acumulado en 10 años aumenta desde 49,43 % de la demanda anual hasta el 117,61% y por ello deja de cumplir el criterio de garantía. La demanda DT 1400013 Biomasa Paraje Cabeza Gorda también incrementa su máximo déficit en diez años, pero sigue cumpliendo el criterio de garantía.

Tabla 5.23 Comparación de los resultados de las demandas de piscifactorías

Demandas de piscifactorías que modifican su déficit	Sis	Dem Anual hm ³	Proyecto de Plan 2039				Ges Esla-Pisuerga 2039		
			Sum Tot	Def Medio	Gar Vol	Sum Tot	Def Medio	Gar Vol	
			hm ³	hm ³	%	hm ³	hm ³	%	
DP 3800020 Carrizo	Órb	11.03	10.11	0.93	91.60	10.86	0.17	98.44	
DP 3800022 Las Zayas	Órb	10.90	9.03	1.87	82.83	9.04	1.87	82.88	
DP 3800017 Vegas del Condado	Esl	12.61	11.99	0.62	95.07	12.33	0.29	97.73	
DP 3800004 Los Leoneses	Esl	8.83	8.40	0.44	95.07	8.63	0.20	97.73	
DP 3800001 Piscifactoría del Campoo	Pis	31.53	29.83	1.71	94.58	31.02	0.52	98.36	
DP 3800014 Piscifactoría Campoo S.A.	Pis	1.90	1.36	0.54	71.72	1.43	0.46	75.56	
DP 3800012 Piscifactoría de Quintanar de la Sierra	Arl	3.63	2.67	0.96	73.56	2.71	0.92	74.73	
DP 3800013 Quiñón SA	ADu	0.12	0.12	0.00	99.34	0.12	0.00	98.01	
DP 3800016 Piscifactoría de Uclero	ADu	5.84	5.01	0.83	85.76	4.96	0.88	84.90	
DP 3800008 Centro Ictiogénico de Galisancho	Tor	7.89	7.87	0.01	99.84	7.85	0.03	99.57	
DP 3800006 Piscifactoría Encinas de Arriba	Tor	157.68	157.23	0.45	99.71	157.00	0.68	99.57	
DP 3800002 Piscifactoría Alba de Tormes	Tor	94.61	94.43	0.18	99.81	94.20	0.41	99.57	
DP 3800015 Gestiones e Inversiones Grado	Tor	157.68	157.44	0.24	99.85	157.00	0.68	99.57	
Total		504.25	495.47	8.77	98.26	497.13	7.11	98.74	

Las demandas de piscifactorías reducen su déficit en los sistemas Órbigo (2 demandas, 21,94 hm³/a), Esla (2 demandas, 21,44 hm³/a), Pisuerga (2 demandas, 33,43 hm³/a) y Arlanza (1 demanda, 3,63 hm³/a). Una de estas demandas, DP 3800014 Piscifactoría Campoo S.A., aumenta su garantía volumétrica desde 71,72% hasta 75,56% y pasa a cumplir el criterio de garantía. Las demandas cuyo déficit aumentan se encuentran en los sistemas Alto Duero (2 demandas, 5,96 hm³/a) y Tormes (4 demanda, 417,85 hm³/a), pero en todos los casos la garantía es muy elevada.

6. CONCLUSIONES

Análisis realizados

En este trabajo se ha examinado la garantía de suministro de dos demandas de riego correspondientes a zonas regables que está promoviendo la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de la Junta de Castilla y León, cuya viabilidad ha sido cuestionada en el Proyecto de Plan Hidrológico del Duero.

Las demandas analizadas en el presente estudio son las siguientes:

- Zona regable del Sector V Cea-Carrión
- Valderas: Zona regable de la margen izquierda del río Porma 2ª fase

Las simulaciones realizadas para dar soporte al Proyecto de Plan dieron como resultado que estas dos demandas incumplían en el escenario 2039 el criterio de garantía establecido en la IPH para las demandas de regadío. Por este motivo, el Proyecto de Plan ha limitado o anulado la asignación o reserva de recursos a estas demandas.

Se han recopilado los resultados de la ejecución del modelo Aquatool en ese escenario y se ha analizado el comportamiento de las demandas y los embalses del sistema, diagnosticando el motivo de los fallos y proponiendo unas reglas de gestión alternativas que mejoran la garantía de las demandas de la cuenca.

Resumen de resultados

Diagnóstico del sistema Esla-Porma

El estudio de las demandas atendidas por el sistema Esla-Porma se ha basado en el análisis de los resultados del modelo Aquatool elaborado para la cuenca en el escenario 2039. Se ha trabajado con las series temporales a escala mensual de embalses (volumen embalsado y sueltas controladas) y demandas (volumen suministrado y déficit). En el análisis se han obtenido cuatro resultados de interés, que se detallan a continuación.

Los recursos del sistema Esla-Porma parecen ser suficientes. La demanda total atendida en el sistema Esla-Porma es de 645,46 hm³/a. En el escenario 2039, el embalse de Riaño (573 hm³ de volumen útil) recibe una aportación de 573,52 hm³/a y el embalse de Porma (270 hm³ de volumen útil) recibe una aportación de 263,57 hm³/a, más 38,07 hm³/a trasvasados desde el Curueño. El total de la aportación regulada es 837,09 hm³/a. Aparentemente, esta aportación debería resultar suficiente para atender las demandas, ya que es más de un 25% superior a la demanda y se dispone de un volumen de regulación prácticamente igual a la aportación media anual. Además, puede complementarse con la aportación no regulada, que es 577,59 hm³/a.

Las demandas del sistema presentan un comportamiento similar. Se ha constatado que todas las demandas de riego que toman de los ríos Porma y Esla hasta la confluencia con el Órbigo presentan un resultado similar en el escenario 2039, con incumplimiento del criterio de garantía por presentar déficit acumulado en 10 años del orden del 120% de la demanda anual. El análisis de las series de suministro a las demandas ha confirmado que los déficits se producen de manera simultánea en todas las demandas, lo que induciría a pensar que los fallos deberían ser consecuencia de la

falta de disponibilidad del recurso, ya que afectan en la misma medida a todas las demandas de riego.

Los embalses de Riaño y Porma realizan sueltas no destinadas a las demandas. La comparación de las series temporales de sueltas controladas de los embalses y los suministros a las demandas ha permitido identificar que es frecuente que los embalses de Porma y Riaño realicen sueltas que no son captadas para atender las demandas. Los excesos de sueltas sobre los suministros totalizan 4.354 hm³. En 38 años, lo que supone 114 hm³/a, un 17,5% de la demanda.

Existen déficits aparentemente no justificados. Es frecuente que se produzcan déficits de suministro a las demandas cuando el sistema tiene todavía reservas significativas de agua. Estos déficits no se deben a falta de recurso, puesto que existen reservas. Podrían deberse a limitaciones en la infraestructura o a la falta de priorización de estas demandas en la explotación del sistema.

Análisis del sistema con la regla de gestión en el Esla

Se ha realizado un análisis preliminar del sistema del Esla-Porma modificando las reglas de operación para penalizar los desembalses que se pudieran realizar para atender necesidades externas al sistema no contempladas en la explotación prevista. Para ello se ha impuesto un coste al último tramo de río del sistema, que es el tramo “r. Esla 666_d”.

Con esta regla de operación, todas las demandas que se atienden desde los embalses de Riaño y Porma pasan a cumplir el criterio de garantía. El déficit medio se reduce de 30,40 hm³/a a 14,25 hm³/a y el máximo déficit acumulado en 10 años de sitúa en torno al 70% de la demanda anual. La demanda DA 2000282 Sector V Cea-Carrión pasa de tener un déficit acumulado en 10 años del 119,51% de la demanda anual a 65,38% de la demanda anual. La demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase pasa de tener un déficit acumulado en 10 años del 125,48% de la demanda anual a 70,69% de la demanda anual. En ambos casos se cumple con holgura el criterio de garantía de la IPH, lo que

Análisis del sistema con la regla de gestión propuesta

A partir de los resultados obtenidos con la regla de gestión del Esla, se ha propuesto una regla de gestión en la que se extiende la estrategia aplicada al Esla al río Pisuerga. También se han restringido los desembalses realizados desde el río Margañán, para evitar un déficit en una demanda de riego atendida desde ese embalse. Esta estrategia de gestión se ha aplicado sobre el modelo Aquatool del escenario 2039 que se puede descargar desde la web corporativa de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Los cambios introducidos han consistido únicamente en imponer un coste de 1000 unidades los tramos “r. Esla 666_d”, “r. Pisuerga 375_c” y “r. Almar 544_b”,

La pasada ejecutada con las reglas de gestión propuestas en el modelo integral de la cuenca del Duero confirma que existen recursos disponibles para atender las dos demandas de regadío que han motivado la redacción de este informe: DA 2000283 Sector V Cea-Carrión y DA 2000034 MI río Porma 2ª fase. Estas demandas son viables, puesto que cumplen el criterio de garantía de la IPH incluso en el escenario de cambio climático. Con las reglas de gestión propuestas, la demanda DA 2000282 Sector V Cea-Carrión pasa de tener un déficit acumulado en 10 años del 119,51% de la demanda anual

al 61,26% de la demanda anual. La demanda DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase pasa de tener un déficit acumulado en 10 años del 125,48% de la demanda anual a 61,52% de la demanda anual. En ambos casos se cumple con holgura el criterio de garantía de la IPH en el escenario 2039 con las aportaciones de cambio climático, lo que demuestra su viabilidad. Esta pasada se ha realizado empleando el modelo del escenario 2039 que se puede descargar en la web corporativa de la Confederación Hidrográfica del Duero, cambiando únicamente el coste de los tramos “r. Esla 666_d”, “r. Pisuerga 375_c” y “r. Almar 554_b” a 1000 unidades.

Además de las demandas indicadas, el cambio de gestión mejora la garantía de suministro de muchas otras demandas de la cuenca. En conjunto, el cambio de gestión reduce el déficit de 80 demandas de riego que totalizan 1.593,36 hm³/a, lo que supone el 46,7% de la demanda agraria de la cuenca. La reducción del déficit en estas demandas es de 49,24 hm³/a. También se reduce el déficit en 7 demandas de piscifactorías que totalizan 80,43 hm³/a, lo que supone el 14% de las demandas de este tipo en la cuenca del Duero. La reducción del déficit en este tipo de demandas es de 2,64 hm³/a. Las demandas que resultan afectadas negativamente por el cambio de gestión son menos que las que resultan afectadas positivamente. El cambio de gestión incrementa el déficit de 41 demandas de riego que totalizan 572,84 hm³/a, lo que supone el 16,8% de la demanda agraria de la cuenca y el 36% de la demanda agraria que resulta afectada positivamente. El incremento del déficit es de 16,91 hm³/a, el 34% de lo que se reduce en las demandas agrarias afectadas positivamente. También se incrementa el déficit en 2 demandas de producción de energía que totalizan 0,87 hm³/a y 6 demandas de piscifactorías que totalizan 423,81 hm³/a. El incremento del déficit en las demandas de piscifactorías es de 0,98 hm³/a, lo que supone el 37% de lo que se reduce el déficit en las demandas afectadas positivamente.

Los efectos negativos que supone el cambio de gestión en las demandas de los sistemas Alto Duero, Cega-Eresma-Adaja, Bajo Duero y Tormes quedan sobradamente compensados por el efecto beneficioso que se ha constatado en las demandas de los sistemas Órbigo, Esla, Carrión, Pisuerga y Arlanza. Hay 34 demandas agrarias (904,05 hm³/a) y 1 demanda de piscifactoría (1,90 hm³/a) que incumplían el criterio de garantía en la pasada del Proyecto de Plan y pasan a cumplirlo con la nueva gestión propuesta, mientras que sólo hay 1 demanda de producción de energía (0,35 hm³/a) que cumple el criterio de garantía en la pasada del Proyecto de Plan y pasa a incumplirlo con la nueva gestión propuesta.

Conclusiones del estudio

De acuerdo con el contenido de este informe, pueden extraerse las siguientes conclusiones fundamentales:

- Los modelos de simulación del sistema de explotación de recursos hídricos del Duero han sido realizados con mucho cuidado y meticulosidad, y técnicamente son correctos. Sin embargo, el funcionamiento del modelo, que abarca toda la cuenca, es tremendamente complejo y resulta muy difícil conseguir equilibrar los múltiples objetivos de la explotación.

- Se han identificado aspectos del funcionamiento del sistema Esla-Porma que siguieren que puede mejorarse el suministro a las demandas de riego en el escenario 2039 hasta conseguir que cumplan el criterio de garantía.
- A partir del diagnóstico realizado en el sistema Esla-Porma se ha propuesto una modificación de las reglas de operación del modelo Aquatool del escenario 2039. Esta modificación consiste en cambiar el coste de los tramos “r. Esla 666_d”, “r. Pisuega 375_c” y “r. Almar 554_b” a 1000 unidades.
- Esta modificación de las reglas de operación produce una mejoría general en la atención de las demandas de la cuenca en el escenario de cambio climático. Se reduce el déficit de 80 demandas de riego que totalizan 1.593,36 hm³/a y en 7 demandas de piscifactorías que totalizan 80,43 hm³/a.
- El cambio de gestión incrementa el déficit de 41 demandas de riego que totalizan 572,84 hm³/a, 2 demandas de producción de energía que totalizan 0,87 hm³/a y 6 demandas de piscifactorías que totalizan 423,81 hm³/a.
- Las reducciones del déficit de las demandas que se ven favorecidas por las nuevas reglas compensan holgadamente los incrementos del déficit de las demandas que resultan perjudicadas. La reducción del déficit de las demandas agrarias es 2,9 veces superior a lo que se incrementa en las demandas agrarias afectadas negativamente. La reducción del déficit en las demandas de piscifactorías es 2,7 veces superior a lo que se incrementa en las demandas afectadas negativamente.
- La modificación propuesta de operación del sistema permite lograr el cumplimiento del criterio de garantía en 34 demandas agrarias (904,05 hm³/a) y 1 demanda de piscifactoría (1,90 hm³/a), mientras que sólo hay 1 demanda de producción de energía (0,35 hm³/a) que pasa a incumplirlo.
- La demanda anual de las unidades agrarias que incumplen el criterio de garantía en el conjunto de la cuenca en el escenario 2039 se reduce de los 1.771,6 hm³/a que se obtienen con la pasada del Proyecto de Plan a 876,6 hm³/a con la regla de gestión propuesta.
- En particular, las dos demandas que han motivado este estudio, DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase y DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión, cumplen el criterio de garantía con la nueva gestión propuesta.
- La modificación propuesta de las reglas de operación no produce efectos en el suministro a las demandas de abastecimiento urbano e industrial, que conservan sus niveles de garantía.
- La nueva gestión propuesta del modelo acredita que las demandas DA 2000034 ZR MI Porma 2ª fase y DA 2000282 ZR Sector V Cea-Carrión son perfectamente viables, por lo que el Plan Hidrológico debería realizar la reserva de recursos para la totalidad de los volúmenes demandados en el horizonte 2033.



En Madrid, a 14 de diciembre de 2021.

Firmado:

Luis Garrote de Marcos
Catedrático de Ingeniería Hidráulica
Universidad Politécnica de Madrid

F. Javier Caballero Jiménez
Ingeniero de Caminos
ACIS innovación + ingeniería S.L.