Universidad de Alcalá

Programa de Doctorado en
Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos
(D414)

Concepto, análisis histórico y determinación de excedentes de la cuenca del Tajo: aplicación al trasvase Tajo-Segura

Tesis Doctoral presentada por

Antonio de Lucas Sepúlveda

2019

Universidad de Alcalá

Programa de Doctorado en
Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos
(D414)

Concepto, análisis histórico y determinación de excedentes de la cuenca del Tajo: aplicación al trasvase Tajo-Segura

Tesis Doctoral presentada por

Antonio de Lucas Sepúlveda

Directores: **Irene de Bustamante Gutiérrez;**
Bernardo López-Camacho Camacho

Alcalá de Henares, **Curso 2018/2019**

Dra. Irene de Bustamante Gutiérrez, Profesora Titular del Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente de la Universidad de Alcalá de Henares, y Directora de la presente Tesis Doctoral,

HACE CONSTAR:

Que el trabajo descrito en la presente memoria, titulado **"Concepto, análisis histórico y determinación de excedentes de la cuenca del Tajo: aplicación al trasvase Tajo-Segura"**, ha sido realizado bajo su dirección por D. Antonio de Lucas Sepúlveda dentro del Programa de Doctorado "Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos (D414)" de la Universidad de Alcalá. Esta Tesis reúne todos los requisitos propios de este tipo de trabajo: rigor científico, aportaciones novedosas y aplicación de una metodología adecuada. Por lo tanto, doy mi Visto Bueno a la presentación de dicha Tesis Doctoral.

Alcalá de Henares, 15 de febrero de 2019

Dra. Irene de Bustamante Gutiérrez

Directora de la Tesis

Dr. Bernardo López-Camacho Camacho, Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, y Director de la presente Tesis Doctoral,

HACE CONSTAR:

Que el trabajo descrito en la presente memoria, titulado "**Concepto, análisis histórico y determinación de excedentes de la cuenca del Tajo: aplicación al trasvase Tajo-Segura**", ha sido realizado bajo su dirección por D. Antonio de Lucas Sepúlveda dentro del Programa de Doctorado "Hidrología y Gestión de los Recursos Hídricos (D414)" de la Universidad de Alcalá. Esta Tesis reúne todos los requisitos propios de este tipo de trabajo: rigor científico, aportaciones novedosas y aplicación de una metodología adecuada. Por lo tanto, doy mi Visto Bueno a la presentación de dicha Tesis Doctoral.

Madrid, 27 de febrero de 2019

Dr. Bernardo López Camacho Camacho

Codirector de la Tesis

Universidad de Alcalá

Eloy García Calvo, Coordinador de la Comisión Académica del Programa de Doctorado en Hidrología y Gestión de Recursos Hídricos,

INFORMA que la Tesis Doctoral titulada **"Concepto, análisis histórico y determinación de excedentes de la cuenca del Tajo: aplicación al trasvase Tajo-Segura"**, presentada por D. Antonio de Lucas Sepúlveda, bajo la dirección de la Dra. Irene de Bustamante Gutiérrez y el Dr. Bernardo López-Camacho Camacho, reúne los requisitos científicos de originalidad y rigor metodológicos para ser defendida ante un tribunal. Esta Comisión ha tenido también en cuenta la evaluación positiva anual del doctorando, habiendo obtenido las correspondientes competencias establecidas en el Programa.

Para que así conste y surta los efectos oportunos, se firma el presente informe en Alcalá de Henares a 1 de abril de 2019.

Fdo.: Eloy García Calvo

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ, PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD

Agradecimientos

A la Universidad de Alcalá y a su Escuela de Doctorado, por ofertar el programa de doctorado, permitirme realizarlo y las facilidades dadas. Extensible a los servicios de la Universidad de Alcalá (CRAI —Biblioteca—, Aula Virtual de la Universidad de Alcalá, Servicios Informáticos de la Universidad de Alcalá, Servicio Web y de Información Universitaria de la Universidad de Alcalá) y a IMDEA Agua.

A los directores de la Tesis: Irene de Bustamante Gutiérrez y Bernardo López-Camacho Camacho.

Por las actividades formativas complementarias realizadas:

- Por la *Jornada de bienvenida: contexto general del doctorado* a Alberto Lázaro, Juan R. Velasco y Maria Esther García Gómez.
- Por *Estrategias de búsqueda y gestión de la información* a María de los Ángeles Arteta Velasco, María Isabel Domínguez Aroca y Rocío Morcillo López.
- Por el *Workshop sobre Análisis Estadístico Composicional de Datos Hidroquímicos y Geoquímicos*, realizado en el IGME a Juan José Egozcue —UPC—, Maribel Ortego —UPC—, Eulogio Pardo —IGME— y Vera Pawlowsky-Glahn —UdG—.
- Por *Write it right*, en IMDEA Agua, a Sonia Aguado —Departamento de Química Analítica, química física e Ingeniería química de la UAH—.
- Por *Métodos Estadísticos para la Investigación* a Francisco J. Callealta Barroso, Luis Alberto Lázaro Lafuente y Luis Felipe Rivera Galicia.
- Por las *I Jornadas de Español correcto: el lenguaje científico-técnico y administrativo* a Ivana Krpan, Zaida Núñez Bayo y Francisco Javier Rodríguez Rodríguez.
- Por el *Curso de acceso al agua en proyectos de cooperación humanitaria* (Por la UCM, Observatorio del Agua de la Fundación Botín y Fundación Promoción Social), realizado en la Fundación Botín, a Antonio Boliches, Lucia De Stefano, Macarena Cotelo, Gema Talaván y Fernando Mazarro.
- Por el curso *Breve introducción a R* a Juan López Cantalapiedra.

A Gloria Rubio Sánchez por la ayuda en las tramitaciones administrativas y gestiones realizadas.

A nivel particular, que directamente me han apoyado en la Tesis o bien han influido en que estuviera en buena disposición para realizarla: Mercedes Echegaray Giménez, Sara Pelegrín McArthy, José Antonio Fernández Sánchez, Álvaro Terrero Guerra, Vanesa Pérez Salas, Isabel María Moreno Díaz, Mónica Sainz de Aja Ramos, José María Marín Morcillo, Carlos Marco Portolá, Ángel Sanjuán Hermoso *(in memóriam)*, María Eugenia Espada, Mariano Cebrián del Moral, Luis Ortega Regato, Ignacio López Rodríguez, …

Especialmente a familia y amigos —varios ya mencionados— por todo, no sólo por la Tesis.

Resumen

El Acueducto Tajo-Segura (ATS) permite llevar agua de la cabecera de la cuenca del Tajo a la cuenca del Segura. Bajo dos principios fundamentales: la cuenca del Tajo es prioritaria y el ATS sólo puede trasvasar agua excedentaria de la cuenca del Tajo.

Por otra parte, desde su puesta en marcha en 1979, el funcionamiento del ATS está por debajo de las expectativas. Esto acarrea presiones sociales, económicas y políticas, que llevan a que no se materialicen adecuadamente estos no cuestionados principios.

En esta Tesis se realiza un análisis del carácter excedentario de las aguas de la cuenca del Tajo. En el análisis de la situación actual se detectan sus deficiencias, planteándose una metodología para corregirlas, obteniendo resultados reales, aplicables a la gestión.

Un análisis que muestra que la definición legal de excedentes actual es defectuosa. Además de no contemplar adecuadamente la realidad de la cuenca cedente, la cuenca del Tajo, no determina explícitamente cuánta agua puede ser trasvasada. Tarea para la que se inventaron las Reglas de Explotación. Con la teórica finalidad de minimizar las situaciones de excepcionalidad hidrológica y mantener una cadencia uniforme de los trasvases realizados. Objetivos que, a tenor de los resultados de la explotación, no se cumplen.

Por tanto, el problema es doble: mala definición de excedentes con afecciones a la cuenca del Tajo y mala gestión, que causa problemas tanto en el Tajo como en los usos del agua trasvasada. Problemas que pueden ser analizados mediante la metodología propuesta, convenientemente adaptada a cada circunstancia. Y a su vez, esta metodología facilita el planteamiento de soluciones.

Soluciones que se presentan en una doble línea de actuación. Primeramente, una medida mitigadora, consistente en una propuesta de modificación de las Reglas de Explotación, que mejoraría la gestión actual, aunque sin resolver el problema d la definición de excedentes. En segundo lugar, una medida correctora, que es definir adecuadamente los excedentes de la cuenca del Tajo que determinen el agua que se puede trasvasar.

La aplicación de la metodología, técnicamente da resultados claros y concluyentes. La propuesta de nuevas Reglas de Explotación muestra que es posible corregir los actuales problemas de falta de regularidad de los trasvases y las contradictoriamente frecuentes situaciones de excepcionalidad hidrológica. Eso sí, manteniendo los condicionantes y limitaciones impuestos al Tajo de la actual definición legal de excedentes. Los excedentes legales seguirían sin ser excedentes reales.

A su vez, permite estimar los excedentes reales. Es decir, considerando la cuenca del Tajo sin las limitaciones sobre el agua que se puede desembalsar hacia el Tajo y permitiéndola cumplir sus objetivos ambientales. El resultado es que la cuantía de excedentes es muy reducida. Lo que significa que la actual gestión del ATS es incompatible con el cumplimiento de la Directiva Marco del Agua. Es un resultado duro que, indudablemente, tiene sus repercusiones en la cuenca del Segura. Un problema muy importante, que debe ser tratado adecuadamente en el marco competencial correspondiente. Pero que en ningún caso debe suponer una presión adicional a la cuenca del Tajo, ni debe condicionar su gestión ni la consecución de sus objetivos.

Este estudio está referido a un caso particular, pero puede ser extendido a otros grandes trasvases. Ya sea en fase concepción o de explotación.

Abstract

The Tagus-Segura Water Transfer (ATS) allows allocating water from the upper Tagus basin to the Segura basin. This water transfer infrastructure it is managed under to two fundamental principles: the Tagus basin is a priority basin (main unit management principle, Water Framework Directive —WFD— art 15) and it can only be transferred what it is considered and defined as "water surplus".

Since it was launched in 1979, the ATS has been operating below expectations, which generates contrary social-economic-political reactions. Because of these reactions, these unquestioned principles are not being applied.

This Doctoral Thesis performs an analysis of the surplus character of the Tagus basin waters. The analysis of the current situation detects deficiencies in its management, so this Thesis therefor proposes a methodology to correct them with real results, applicable to the ATS management.

The analysis shows that the current legal definition of water surplus is faulty. The source basin, the Tagus basin, is not adequately accounted. Moreover, the legal definition of water surplus does not explicitly determine how much water can be transferred. In order to fix this, Exploitation Rules were created with the theoretical objective of minimizing the hydrological exceptionality situations and by maintaining a uniform cadence of the transfers. These objectives are not fulfilled, as the exploitation results prove.

Therefore, the problem is twofold: poor definition of water surplus, with consequences to the Tagus basin, and mismanagement of the ATS. This causes problems both in the Tagus basin and in the related uses of the water transferred. These problems can be analysed using the proposed methodology, suitably adapted to each circumstance. Moreover, this methodology allows obtaining suitable solutions.

These solutions have two paths ways. First one, a mitigating measure: to revise the exploitation rules. In this case, management would improve, but not solving the problem of water surplus definition. Second one, a corrective measure, which will properly define water surpluses in the Tagus basin as the water that can be transferred.

The application of the methodology technically gives clear and conclusive results. The proposal for new Exploitation Rules proves that it is possible to correct the irregularity of the water transfers and the contradictorily frequent situations of hydrological exceptionality. This scenario maintains the conditionality's and limitations imposed on the Tagus of the current legal definition of water surpluses. In this case, legal water surpluses are still not real water surpluses.

Also, this method allows estimating the real water surplus, considering no water limitations for the Tagus basin in order to achieve WFD environmental objectives. The estimate amount of water surplus is significantly low. This means that the current management of the ATS is incompatible with the WFD. It is a tough outcome that undoubtedly has its impact on the Segura basin. A very important problem, which must be appropriately, treated under the suitable administrative arrangements. But in no way should it impose additional pressure on the Tagus basin, nor should burden its management or the achievement of its objectives.

This study refers to a case, but it can be extended to other large transfers. Either in conception or exploitation phase.

Índice general

Agradecimientos i
Resumen iii
Abstract iv
Índice general v
Índice de figuras viii
Índice de tablas xvii
Tabla de abreviaturas xix

1 Planteamiento 1
1.1 Introducción 1
1.2 Justificación de la Tesis 3
1.3 Datos básicos sobre la gestión y operación del ATS 5
1.3.1 Una infraestructura hidráulicamente eficiente, condicionada por la disponibilidad de agua para trasvasar 5
1.3.2 Finalidad del ATS 6
1.3.3 Conceptos empleados en la gestión del ATS 7
1.3.4 Legislación del ATS 8
1.3.5 Las Reglas de Explotación como elemento principal de la operación del ATS 10
1.3.5.1 El volumen mensual que se trasvasa no se aprueba a partir de la definición legal de excedentes 10
1.3.5.2 Invención de las Reglas de Explotación 11
1.3.5.3 Reglas de explotación de 2013, con rango de Ley, revisadas por el RD 773/2014 11
1.3.6 Funcionamiento del ATS por debajo de las expectativas 12
1.4 Objetivos 16
1.5 Metodología 17
1.5.1 Objeto de estudio 17
1.5.2 Enfoque y estructura 17
1.5.3 Medios 19

2 Resultados 21
2.1 Concepto de excedente 21
2.2 Análisis histórico de la determinación de excedentes en el Tajo 24
2.2.1 Reseña sobre el contexto histórico de la gestación del ATS 24
2.2.2 Definiciones históricas de los excedentes 31
2.2.3 Análisis de cómo se han definido los excedentes 34
2.2.3.1 General 34
2.2.3.2 Justificación de excedentes de 1997 *(JE1997)* 35
2.2.3.3 Justificación de excedentes de 2013 *(JE2013)* 35
2.2.4 Volumen mínimo de regulación para diferentes demandas 37
2.2.5 Crítica de la actual definición de excedentes 41
2.2.6 Insuficiencia de la forma de fijar excedentes como un umbral mínimo 43
2.2.7 Los fallos de la gestión actual. Vías de corrección y mitigación 44
2.2.8 Observaciones destacadas 45
2.3 Marco de la definición de excedentes (cuenca del Tajo) 48
2.3.1 Situación geográfica de la cuenca del Tajo 48
2.3.2 Contexto de la infraestructura del ATS 50
2.3.3 Problemática de la cuenca del Tajo 61
2.3.3.1 Problemática principal de la cuenca del Tajo identificada en la planificación hidrológica 61
2.3.3.2 Caudales ecológicos 70
2.3.3.3 Niveles de Entrepeñas y Buendía y desarrollo de sus municipios ribereños 73
2.3.3.4 Presiones políticas por el funcionamiento del ATS 86
2.3.3.5 Segregación de la cabecera del resto de la cuenca del Tajo 87
2.3.4 Resumen del impacto del ATS sobre la cuenca del Tajo 88
2.4 Propuesta de nueva metodología para la definición de excedentes 90
2.4.1 Necesidad de una nueva definición de excedentes, con una metodología diferente 90
2.4.2 Definición de la metodología 94
2.4.3 Modelo de simulación 96
2.4.4 Consideraciones sobre la serie de aportaciones utilizada en la simulación 99
2.4.4.1 Constatación del efecto 80 99
2.4.4.2 Consideración de la serie completa en la gestión 103
2.4.4.3 Serie de aportaciones utilizada en las simulaciones 103
2.5 Aplicación de la metodología propuesta 105
2.5.1 Medida mitigadora: propuesta de nuevas Reglas de Explotación 105
2.5.1.1 Motivación 105
2.5.1.2 Adaptación de la metodología propuesta para la definición de excedentes para mejorar las Reglas de Explotación 106

2.5.1.3 Límite máximo del trasvase en nivel 2 ... 109
2.5.1.4 Iteraciones realizadas hasta llegar a la propuesta de nuevas Reglas de Explotación ... 111
2.5.1.5 Propuesta de nuevas reglas ... 125
2.5.1.6 Análisis de sensibilidad. Vulnerabilidad ante el cambio climático ... 126
2.5.1.7 Análisis final y resumen sobre las Reglas de Explotación ... 127
2.5.2 Medida correctora: aplicación de la metodología a la determinación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar ... 130
2.5.2.1 Diferencia con las Reglas de Explotación ... 130
2.5.2.2 Consideraciones ... 131
2.5.2.3 Caso 1 – Caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable ... 132
2.5.2.4 Caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable ... 135
2.5.2.5 Caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable ... 137
2.5.3 Análisis comparativo de niveles de embalse y consumo ... 137
2.5.4 Observaciones destacadas ... 139
2.6 Extrapolación a otros grandes trasvases ... 143
2.6.1 Fuente de información para nuevas infraestructuras ... 143
2.6.2 Metodología aplicable para otras infraestructuras ... 146

3 Discusión ... 147
3.1 Contexto ... 147
3.1.1 El ATS, una gran infraestructura hidráulica con gran controversia ... 147
3.1.2 Constatación del hecho: el ATS tiene un resultado por debajo de las expectativas ... 147
3.1.3 Menores aportaciones. Efecto 80 ... 147
3.1.4 Elevada presión sobre los recursos del SICAT ... 148
3.1.5 Niveles de Entrepeñas y Buendía ... 148
3.1.6 El origen del trasvase Tajo-Segura: en la España seca y en la cabecera de la cuenca cedente ... 148
3.1.7 En la práctica es una presión adicional al Tajo ... 149
3.2 Importancia de la correcta caracterización de las aguas excedentarias del Tajo ... 150
3.2.1 Conforme a la legislación, el agua que se trasvase ha de ser excedentaria ... 150
3.2.2 Lugar adecuado para la definición de los excedentes ... 150
3.3 Crítica de la definición legal de excedentes ... 151
3.3.1 Realizada al margen de la planificación del Tajo ... 151
3.3.2 Determinación de excedentes en el Plan Hidrológico Nacional, sin referirla a la planificación hidrológica del Tajo ... 151
3.3.3 En la justificación de la definición legal de excedentes sólo se contemplan unos usos de una parte del Tajo ... 153
3.3.4 Excedentes frente a excedentes condicionados ... 153
3.3.5 Ruptura de la unidad de cuenca del Tajo ... 154
3.4 Además, la aplicación de la declaración legal de excedentes da lugar a resultados no deseados ... 154
3.4.1 La definición legal de excedentes es insuficiente para determinar cuánta agua se trasvasa cada mes. Invención de las Reglas de Explotación ... 154
3.4.2 Fracaso de las Reglas de Explotación en la búsqueda de una estabilidad de los trasvases y una minimización de las situaciones de excepcionalidad hidrológica ... 155
3.5 Propuesta de metodología para caracterizar los excedentes ... 156
3.5.1 Concepto y contraste con la empleada en la definición legal de excedentes ... 156
3.5.2 Aportaciones. Efecto 80. Serie larga, serie corta ... 157
3.5.3 Incidencia de la evaporación ... 158
3.5.4 La seguridad del Tajo no está en un umbral mínimo de no trasvase, sino en una gestión racional de los embalses de cabecera ... 159
3.6 Aplicación de la metodología planteada al análisis de las Reglas de Explotación. Acción mitigadora ... 160
3.6.1 Adaptación de la metodología y análisis de las reglas ... 160
3.6.2 Necesidad de cambiar las Reglas de Explotación ... 161
3.6.3 Propuesta de mejora de las Reglas de Explotación, para que cumplan su objetivo de evitar situaciones de excepcionalidad hidrológica y conseguir una regularidad en los trasvases ... 162
3.6.4 Con la aplicación de las Reglas de Explotación propuestas se conseguirían cumplir los objetivos de las Reglas de Explotación ... 163
3.7 Aplicación de la metodología planteada a la caracterización de excedentes. Acción correctora ... 164
3.7.1 Resultado ... 164
3.7.2 La cuantía de los excedentes reales es baja; sensiblemente inferior a los volúmenes que se trasvasan ... 165
3.8 Asimetría de Entrepeñas y Buendía. Importancia para establecer una estrategia de aprovechamiento turístico y recreativo ... 166
3.9 Contexto histórico de la concepción y materialización del ATS ... 166
3.10 Posibilidad de extrapolación de los resultados a otros casos de grandes trasvases ... 167

4 Conclusiones y recomendaciones ... 169
4.1 Conclusiones ... 169

4.1.1 Análisis de excedentes ... 169
4.1.2 Metodología propuesta para la definición de excedentes ... 169
4.1.3 Aplicación de la metodología y resultados ... 169
4.1.4 Extrapolación de resultados al planteamiento de otros grandes trasvases o infraestructuras ... 170
4.1.5 Extrapolación de resultados a la gestión de otros grandes trasvases o infraestructuras ... 171
4.2 Recomendaciones ... 172

Bibliografía ... 175

ANEJOS ... 193
Anejo 1. Aspectos descriptivos del Acueducto Tajo-Segura (ATS) ... 193
An.1A. Infraestructura ... 193
An.1B. Datos de explotación: volúmenes en Entrepeñas y Buendía y autorizaciones de trasvase ... 203
An.1C. Reglas de explotación. Concepto ... 210
An.1D. Tablas de Daimiel ... 212
Anejo 2. Embalses de Entrepeñas y Buendía ... 215
An.2A. Curvas características de Entrepeñas y Buendía ... 215
An.2B. Estimación de la evaporación ... 224
An.2C. Aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía ... 225
Anejo 3. Complementos de la justificación de excedentes ... 229
An.3A. ECE1992-Estudio de cuantificación de excedentes de 1992 ... 229
An.3B. Textos de las definiciones de excedentes en la legislación a lo largo del tiempo ... 233
An.3C. *JE1997* – Justificación de excedentes de 1997 ... 244
An.3D. Cálculo del umbral mínimo ... 259
An.3E. Gestación del cambio de la legislación de 2013. Selección de prensa ... 270
An.3F. *JE2013* – Justificación de excedentes de 2013 ... 291
Anejo 4. Aspectos específicos de los caudales ecológicos en la cuenca del Tajo ... 303
An.4A. Justificación de los caudales ecológicos mínimos en el eje del Tajo propuestos en el ETI de 2010 ... 303
An.4B. Influencia de los caudales ecológicos propuestos en el BPHT2011 en la justificación de la efectividad de las medidas ... 309
An.4C. Seguimiento del caudal del Tajo en su tramo medio ... 310
An.4D. Análisis del caudal del Tajo por Talavera en el PHT2014 ... 314
Anejo 5. Análisis estadístico de la serie de aportaciones ... 319
An.5A. Distribución ... 319
An.5B. Análisis por periodos ... 323
An.5C. Análisis de tendencias ... 331
An.5D. Relación entre las aportaciones mensuales ... 333
An.5E. Observaciones destacadas ... 335
Anejo 6. Resultados de las simulaciones ... 337
An.6A. Estimación de las demandas variables del Tajo a partir de las entradas en Entrepeñas y Buendía ... 337
An.6B. Trasvase con ausencia de cautelas ... 346
An.6C. Resultados de la simulación con Reglas de Explotación RD 773/2014 ... 356
An.6D. Propuesta de *JE2013* ... 368
An.6E. Tanteo 1º propuesta modificación Reglas de Explotación ... 373
An.6F. Tanteo 2º de modificación de las Reglas de Explotación ... 378
An.6G. Propuesta revisada de modificación de las Reglas de Explotación ... 387
An.6H. Simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1 ... 397
An.6I. Simulación del caso 1 – Caudal de 6 m^3/s en Aranjuez y demanda variable ... 402
An.6J. Simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase ... 407
An.6K. Simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable ... 411
An.6L. Simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m^3/s en Aranjuez y demanda variable ... 416

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del ATS (Acueducto Tajo-Segura, trasvase Tajo-Segura o TTS) con breve descripción 1
Figura 2. Reproducción de "FIGURE 1 | Global distribution of (A) existing water transfer megaprojects (black lines) (N = 34) and (B) future water transfer megaprojects that are under construction (red lines) or in the planning phase (green lines) (Ntotal = 76). Blue lines show major rivers" del artículo *Global Water Transfer Megaprojects: A Potential Solution for the Water-Food-Energy Nexus* (Oleksandra, et al., 2018) 5
Figura 3. Línea temporal con los aspectos más destacados de la legislación sobre el ATS e hitos destacados relacionados 8
Figura 4. Trasvases realizados por el ATS, con valor medio y media móvil de 10 años 12
Figura 5. Aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía. Comparación con el trasvase medio 13
Figura 6. Aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía periodo 1980-2017. Se destacan en amarillo los mínimos de aportaciones que se han ido registrando en el periodo. La línea roja punteada une el primer y último mínimo, pasando cerca de los intermedios. 13
Figura 7. Estimación de las salidas al Tajo (a partir de las salidas del embalse de Bolarque y las entradas en el embalse de Almoguera del anuario de aforos del CEDEX). Comparación con los volúmenes trasvasados 14
Figura 8. Evolución del volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía 14
Figura 9. Estimación de la evaporación anual en Entrepeñas y Buendía 15
Figura 10. Esquema de organización de la Tesis, en la que se aprecia la metodología 18
Figura 11. Esquema conceptual del reparto de las aportaciones 21
Figura 12. Esquema simplificado del reparto de las aportaciones, considerando la herramienta de los caudales ecológicos para.. 22
Figura 13. Esquema interpretativo de la gestación del ATS 25
Figura 14. Esquema de trasvases planteados en el Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional de 1993. SIEHNA-Sistema Integrado de Equilibrio Hidráulico Nacional. Horizonte 2012. Imagen copiada de la lámina 12 de *La regulación de los ríos y el desarrollo sostenible o siete historias peregrinas y una propuesta de cirugía geográfica* (Marín Morcillo, 1993) 32
Figura 15. Relación entre la demanda consuntiva de la cuenca del Tajo a atender desde Entrepeñas y Buendía y el volumen de regulación necesario para atenderla. 38
Figura 16. Reproducción de la Figura 17 de *JE2013*: "Garantías conjuntas del Tajo según la reserva de cabecera y el mínimo en Aranjuez" 39
Figura 17. Relación entre la demanda consuntiva de la cuenca del Tajo a atender desde Entrepeñas y Buendía y el volumen de regulación necesario para atenderla. Comparación con la interpretación de la figura del análisis de sensibilidad ante los caudales mínimos de *JE2013* 40
Figura 18. Esquema resumen de las acciones realizadas encaminadas a la mayoración de excedentes, con los peligros derivados para la cuenca del Tajo 42
Figura 19. Esquema resumen del resultado de las acciones realizadas para mayorar los excedentes 43
Figura 20. Croquis explicativo de los problemas de la mala definición de excedentes y su propuesta de corrección aplicando la metodología propuesta para la determinación de excedentes, y de la mala gestión del ATS con unas Reglas de Explotación ineficaces y la propuesta de mitigación con la modificación de estas reglas adaptando la metodología planteada para la determinación de excedentes 45
Figura 21. Ubicación de la cuenca del Tajo en la Península Ibérica. Fondo: IGN 48
Figura 22. Cuenca del Tajo distinguiendo la parte portuguesa y las provincias (Badajoz, Ciudad Real, Soria y Segovia apenas tienen superficie en la cuenca). Fondo IGN 48
Figura 23. Elevaciones en la cuenca del Tajo. Imagen copiada de los *Documentos iniciales de la planificación hidrológica 2015 – 2021* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2013) 49
Figura 24. Perfil longitudinal del río Tajo. Distancias desde la presa de Cedillo. Copiado de la publicación *La cuenca del Tajo en cifras* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2002) 49
Figura 25. Perfil longitudinal del río Tajo. Copiado de *Las obras hidráulicas en España* (Díaz-Marta Pinilla, 1969. Reed. 1997) 50
Figura 26. Extracto del *Map of the European Inland Waterway Network* (UNECE, 2012), con representación de las vías de transporte fluviales en la Unión Europea. En verde se representan canales, en morado ríos canalizados y en azul ríos naturales 50
Figura 27. Imagen de satélite de gran parte de Europa y norte de África. Obtenido de *Google™ Satelite* (Google™, 2018) 52
Figura 28. A la izquierda, precipitación media en Europa en el periodo 1940-1995 (European Enviroment Agency, 2009). A la derecha, escorrentía media en la Unión Europea (European Enviroment Agency, 2009). 52
Figura 29. Reproducción de la figura *Water exploitation index — towards a regionalized approach* (European Enviroment Agency, 2012). Una estimación de valores del WEI en la Unión Europea 53
Figura 30. Superposición del contorno de la cuenca del Tajo y de la traza de ATS sobre la imagen de satélite de la Península Iberica –obtenida de *Google™ Satelite* (Google™, 2018)– 54
Figura 31. Clasificación climática de Köppen-Geiger de la España peninsular y Baleares, obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*. 54
Figura 32. Superposición de la delimitación de los sistemas de explotación y la red fluvial de la cuenca del Tajo, junto con la traza de ATS, sobre la imagen de satélite de la Península Iberica –obtenida de Google™ Satelite (Google™, 2018)– 55
Figura 33. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la cuenca del Tajo, obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018) separando la cuenca entre su parte alta (SICAT) y la parte baja, con la red fluvial y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®* 55
Figura 34. Municipios de la cuenca del Tajo clasificados por rango de población –elaborados a partir de datos del INE separando la cuenca entre su parte alta (SICAT) y la parte baja, con la red fluvial y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®* 56
Figura 35. Superposición de los contornos de las provincias y la red fluvial de la cuenca del Tajo, junto con la traza de ATS, sobre la imagen de satélite de la Península Iberica –obtenida de *Google™ Satelite* (Google™, 2018)– 56
Figura 36. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la cuenca del Tajo, obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de las provincias, la red fluvial y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®* 57
Figura 37. Precipitación media anual (entre 15/12/1981 y 15/12/2010), obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*. 57

Figura 38. Evapo-transpiración potencial (ETP) media anual (entre 15/9/1996 y 15/8/2016), obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*. 58
Figura 39. Balance entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (ETP) media anual (entre 15/9/1996 y 15/8/2016), obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*..... 58
Figura 40. Media anual de volumen aforado en diferentes puntos (entre 31/12/1911 y 31/12/2012), obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*..... 59
Figura 41. Situación del tramo Bolarque-Aranjuez y del SICAT, sobre la red hídrica de la cuenca del Tajo y cartografía de *OpenStreetMap®* 60
Figura 42. Principales problemas de la cuenca. Figura incluida en el *Documento de Síntesis de la Propuesta de Proyecto del Plan hidrológico de cuenca de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2013) y en el *Esquema de Temas Importantes de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo de planificación 2016-2021* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2014)..... 61
Figura 43. Aportaciones anuales en Entrepeñas y Buendía y trasvases autorizados. Actualización de figura incluida en los trabajos de planificación del Tajo 62
Figura 44. Volumen de las demandas de abastecimiento en los distintos ámbitos de planificación españoles en el horizonte 2016. Elaborado a partir de datos de (Dirección General del Agua y Centro de Estudios Hidrográficos, 2018)..... 63
Figura 45. Porcentaje de las demandas de abastecimiento sobre el total de las demandas consuntivas en los distintos ámbitos de planificación españoles en el horizonte 2016. Elaborado a partir de datos de (Dirección General del Agua y Centro de Estudios Hidrográficos, 2018) 64
Figura 46. Demandas de abastecimiento y regadío (con recursos superficiales) por sistema de explotación en la cuenca del Tajo en el horizonte 2016. Elaborado a partir de datos del PHT2016..... 65
Figura 47. Demandas de abastecimiento y regadío (con recursos superficiales) en la cuenca del Tajo distinguiendo entre la parte alta (aguas arriba de Azután) y la parte baja (aguas abajo de Azután), en el horizonte 2016. Elaborado a partir de datos del PHT2016 65
Figura 48. Demanda de abastecimiento de la cuenca del Tajo, repartida entre la parte alta y baja de la cuenca. A partir de datos del PHT2016..... 66
Figura 49. Demanda de regadío (con recursos superficiales) de la cuenca del Tajo, repartida entre la parte alta y baja de la cuenca. A partir de datos del PHT2016 66
Figura 50. Aportación (en hm³) propia de cada Sistema de explotación, sin acumular la aportación de los sistemas de explotación ubicados aguas arriba. Valores del SIMPA para el periodo 1980-2011..... 66
Figura 51. Aportación (en hm³) propia de la parte baja y la parte alta de la cuenca del Tajo (SICAT), sin acumular la aportación de los sistemas de explotación ubicados aguas arriba. Valores del SIMPA para el periodo 1980-2011..... 66
Figura 52. Volumen trasvasado medio por el ATS, realizado desde la parte alta de la cuenca. 67
Figura 53. Representación de los valores del indicador WEI en el río Tajo, a partir de los valores facilitados en la *Memoria de la propuesta de Documentos iniciales del tercer ciclo de planificación hidrológica (2021-2027) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018)..... 68
Figura 54. Núcleos de población y definición de objetivos medioambientales en las masas de agua superficial. Cartografía de fondo: OpenStreetMap®..... 68
Figura 55. Fotogramas extraídos del documental del NO-DO *Guadalajara: Tierra de lagos, valle de fortalezas* (NO-DO, 1970)..... 74
Figura 56. Vista 3D (generada por ordenador) del embalse de Entrepeñas. Ortofoto y MDT del PNOA (2015). El nivel del embalse se situaba en la cota 687,4, aproximadamente el 20% de la capacidad del embalse 75
Figura 57. Superposición de la lámina de agua a MNN (cota 718) sobre la vista 3D (generada por ordenador) del embalse de Entrepeñas. Ortofoto y MDT del PNOA (2015) 76
Figura 58. Ortofotos del embalse de Entrepeñas, con el contorno del embalse a máximo nivel normal. A la izquierda, imagen del vuelo OLISTAT 1997-1998 (tomada en octubre de 1997), con Entrepeñas al 70%; a la derecha, imagen del PNOA de 2015, con las reservas al 20%..... 77
Figura 59. Imagen del satélite *Sentinel* del 29/1/2018 del embalse de Entrepeñas, al 9,5% de capacidad con superposición del contorno a máximo nivel normal 78
Figura 60. Imagen del satélite *Sentinel* del 29/1/2018 de los embalses de Entrepeñas (al 9,5%), Buendía (al 9,8%) y Bolarque, con superposición de contornos a máximo nivel normal..... 79
Figura 61. Imagen de *Google™ Maps* de la zona de Entrepeñas y Buendía, con el contorno superpuesto de los embalses a máximo nivel normal 80
Figura 62. Mosaico del inicio de listado de resultados de búsqueda de imágenes con el buscador de *Google™* con el término "Entrepeñas comparativa"..... 81
Figura 63. Fotogramas del reportaje *Entrepeñas y Buendía, por debajo del 10 %,* emitido el 26 de septiembre de 2017 en TV Guadalajara Media (San Millán, 2017)..... 83
Figura 64. "Imagen 12" del artículo *Fuentes documentales gráficas para el estudio de los pretéritos paisajes fluviales: los proyectos españoles de presas y embalses* (González Martín, et al., 2015). Variaciones en el paisaje del vaso del embalse de Entrepeñas apreciadas desde el entorno de la localidad alcarreña de Sacedón (Guadalajara). Arriba: Procesos de densificación de las cubiertas vegetales en la orilla meridional adosada a la presa. A la izquierda situación en los primeros años de la década de los sesenta; a la derecha una década después. Abajo: Fluctuación de la lámina de agua. A la izquierda en un año de elevada pluviometría (1963); a la derecha durante la prolongada sequía de los inicios de los noventa (Grupo Geohumedal). 84
Figura 65. Vista aérea de Sacedón (ortofoto PNOA 2017), con superposición (líneas azules) de la lámina de agua am MNN (cota 718) y señalizada la entrada al túnel de Entrepeñas a Buendía. 85
Figura 66. Esquema en planta del sistema de embalses Entrepeñas, Buendía y Bolarque, con el túnel de enlace de Entrepeñas a Buendía. Imagen copiada de la *Memoria correspondiente a los años 1939-1945* (Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo, 1946). Una imagen similar, en blanco y negro, se encuentra en el artículo de la Revista de Obras Públicas *Los pantanos de Entrepeñas y Buendía, y su túnel de enlace* (Jiménez Aparicio, 1947) 86
Figura 67. Reproducción de la "Figura 4. Unidades territoriales a efectos de escasez (UTE)" del PES2018 87
Figura 68. Esquema de la metodología planteada para la definición de excedentes 94
Figura 69. Esquema de variables para un mes "i" del modelo de simulación planteado 98
Figura 70. Reproducción de la "*Figura 41. Sobrantes anuales exclusivos (hm³) en la cuenca del Tajo*" del tomo *"Análisis de los sistemas hidráulicos"* de la *documentación técnica del Plan Hidrológico Nacional* (Ministerio de Medio Ambiente, 2000)..... 100

Figura 71. Reproducción de la *Fig. 10. Volúmenes anuales en la cabecera del Tajo (Bolarque)* del artículo *Fluctuaciones pluviométricas en la Península Ibérica desde el año 1856 y su repercusión en los Planes Hidrológicos* (Témez Peláez, 2005) (Nota: el gráfico original figura sin los años en las abscisas) 101
Figura 72. Esquema de la metodología planteada para la revisión de las Reglas de Explotación, adaptada de la realizada para la definición de excedentes 107
Figura 73. Representación gráfica de los desembalses de referencia para el Tajo definidos en el punto 1 del artículo 4 del RD 773/2014 (DR2014). Se distingue entre lo que se necesitaría para el mantenimiento del caudal mínimo en Aranjuez y para los usos consuntivos del Tajo considerados en su determinación. 108
Figura 74. Representación gráfica de la relación entre el desembalse medio del Tajo y el máximo valor que podría tener el trasvase en nivel 2 para minimizar las situaciones en nivel 2, con una evaporación anual de 60 hm³/año, para distintos valores de aportaciones medias anuales (A) en Entrepeñas y Buendía 110
Figura 75. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de la definición legal de excedentes trasvasando sin cautelas – sin aplicar Reglas de Explotación–, el máximo posible. Desembalses al Tajo: 365 hm³ (desembalse de referencia del artículo 4 del RD 773/2014) 112
Figura 76. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de las Reglas de Explotación actuales y desembalses de referencia de 365 hm³ 113
Figura 77. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases autorizados (derecha) en el periodo 1980-2017 114
Figura 78. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de las Reglas de Explotación actuales y desembalses de referencia de 425 hm³/año (365 hm³/año más 60 hm³/año para complemento del canal de Isabel II) 116
Figura 79. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de las Reglas de Explotación planteadas en JE2013 y desembalses de referencia de 365 hm³ 117
Figura 80. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación del Tanteo 1º de nuevas Reglas de Explotación, basado en las Reglas de Explotación del RD 773/2014 pero con un trasvase en nivel 2 de 26 hm³/mes y desembalses de referencia de 365 hm³ 118
Figura 81. Aportaciones acumuladas en los 12 meses anteriores en Entrepeñas y Buendía (periodo 1980-2017) 119
Figura 82. Curva clasificada de las aportaciones acumuladas en los 12 meses anteriores en Entrepeñas y Buendía (periodo 1980-2017) 119
Figura 83. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación del Tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y desembalses de referencia de 365 hm³ 120
Figura 84. Comparación de los volúmenes de embalse entre la simulación con RE2014 y tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación (RE), con DR2014 121
Figura 85. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de la comparación de los volúmenes de embalse entre la simulación con RE2014 y el tanteo 2º de nuevas RE realizado, con DR2014 121
Figura 86. Comparación de los trasvases resultantes entre la simulación con RE2014 y el tanteo 2º de nuevas RE, con DR2014 . 122
Figura 87. Aportación acumulada menos aportación media en el periodo 1980-2017. Los mínimos marcados delimitan los cambios de ciclo considerados. 123
Figura 88. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación para el periodo 1980-2017, distinguiendo entre tres subperiodos. 123
Figura 89. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de las aportaciones a Entrepeñas y Buendía en el periodo 1980-2017, distinguiendo entre tres subperiodos 124
Figura 90. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación, con los desembalses de referencia base (365 hm³) 125
Figura 91. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación, con los desembalses de referencia base (365 hm³) más 60 hm³/años adicionales como complemento al abastecimiento de Madrid (total 425 hm³/año) 126
Figura 92. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía con las simulaciones de los tanteos 1ª, 2º y la propuesta de nuevas Reglas de Explotación. Arriba con los desembalses de referencia base (365 hm³) y abajo considerando 60 hm³/año adicionales para atender necesidades del abastecimiento de Madrid (total 425 hm³/año) 127
Figura 93. Volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía para la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del caso 1. Periodo 1980-2017 133
Figura 94. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del caso 1 para el periodo 1980-2017, distinguiendo entre tres subperiodos. 133
Figura 95. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes (antes de la implantación del régimen de caudales ecológicos). Periodo 1980-2017 135
Figura 96. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del caso 1 para el periodo 1980-2017, distinguiendo entre tres subperiodos. 135
Figura 97. Evolución de los volúmenes en Entrepeñas y Buendía de los resultados de la simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase. Periodo 1980-2017 136
Figura 98. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la aplicación de la metodología de la determinación de excedentes para el escenario posterior a la implantación del régimen de caudales ecológicos mínimos en el río Tajo (caso 2) 136
Figura 99. Comparación de los resultados de reservas embalsadas en las simulaciones de las Reglas de Explotación actuales, la propuesta para modificarlas y las propuestas de determinación de excedentes (sin y con caudales ecológicos mínimos en el río Tajo implantados) 138
Figura 100. Comparación de los resultados de desembalses al Tajo y trasvases o excedentes (según simulación) en las simulaciones de las Reglas de Explotación actuales, la propuesta para modificarlas y las propuestas de determinación de excedentes (sin y con caudales ecológicos mínimos en el río Tajo implantados) 138
Figura 101. Reproducción del *Gráfico 17.2. Composición por grandes sectores productivos del PIB al coste de los factores, a precios corrientes, 1850-2000 (porcentaje)*. Copiada del capítulo *Renta y riqueza* de la publicación de la Fundación BBVA *Estadísticas históricas de España. Siglos XIX y XX* (Carreras, et al., 2005) 144

Figura 102. Relación entre las demandas y el volumen necesario para regularlas con las aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía 160
Figura 103. Comparación de tres indicadores entre las Reglas de Explotación del RD 773/2014 y las propuestas: tiempo en situación de normalidad (niveles 1 y 2), porcentaje del trasvase medio sobre el nominal (600 hm³/año) y años en los que se mantiene el mismo trasvase. Desembalses de referencia considerados: 365 hm³/año 163
Figura 104. Península ibérica con el trazado del ATS y los canales del Post-trasvase, con los contornos de las demarcaciones del Tajo y del Segura. Cartografía de fondo: OpenStreetMap®. 193
Figura 105. Trazado del ATS y los canales del Post-trasvase, con los contornos de las demarcaciones del Tajo y del Segura. Cartografía de fondo: Google™ Maps (Google™, 2018) 194
Figura 106. Canales del post-Trasvase Tajo-Segura (regadío). Cartografía de fondo: IGN 195
Figura 107. Esquema del trazado del ATS. Fuente: www.chsegura.es 196
Figura 108. Perfil longitudinal del ATS. Modificado de perfil de www.chsegura.es 196
Figura 109. Perfil longitudinal de la parte Tajo-Júcar del ATS. Parte de perfil de www.chsegura.es 196
Figura 110. Perfil longitudinal de la parte Júcar-Segura del ATS. Parte de perfil de www.chsegura.es 197
Figura 111. Contenido del "Plano 6-Esquema Tajo-Segura. Perfil longitudinal", del *Aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del centro y sureste de España. Complejo Tajo-Segura* (Martín Mendiluce & Pliego Gutiérrez, 1967) 201
Figura 112. Evolución del volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía 203
Figura 113. Evolución del volumen embalsado en Entrepeñas 203
Figura 114. Evolución del volumen embalsado en Buendía 203
Figura 115. Evolución de los volúmenes trasvasados (medidos en origen), considerando tanto los trasvases aprobados como la cesión de derechos 205
Figura 116. Trasvases realizados a origen incluyendo cesión de derechos (valores de la Figura 115, en columnas azules), con la representación de la media móvil de los 10 años anteriores (línea roja) 206
Figura 117. Reproducción de la *Figura 10. Volúmenes trasvasados al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel* del *Informe de situación para la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Enero de 2019* (Centro de Estudios Hidrográficos, 2019) 213
Figura 118. Reproducción de la *Figura 11. Evolución de la superficie encharcada en el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. En línea de trazos se muestra el promedio de los datos disponibles* del *Informe de situación para la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Enero de 2019* (Centro de Estudios Hidrográficos, 2019) 213
Figura 119. Reproducción de la *Figura 12. Imagen de la zona inundada del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel,* del *Informe de situación para la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Enero de 2019* (Centro de Estudios Hidrográficos, 2019) 214
Figura 120. Paso de las Entrepeñas del Tajo, carretera de segundo orden de Albaladejito a Guadalajara. Fotografía de (Laurent y Minier, ca. 1867) 215
Figura 121. Relación entre el porcentaje de llenado registrado en los embalses de Entrepeñas y Buendía entre octubre de 1980 y septiembre de 2012 217
Figura 122. Relación entre el porcentaje de llenado registrado en los embalses de Entrepeñas y Buendía entre octubre de 1980 y septiembre de 2012. En línea continua se dibuja la representación de la hipótesis de que se mantiene el porcentaje de llenado en los dos embalses. En línea a trazos, la hipótesis de un volumen igual en los dos embalses hasta que se llena Entrepeñas. 218
Figura 123. Relación entre la suma de volúmenes y la suma de superficies de los valores registrados en los embalses de Entrepeñas y Buendía entre octubre de 1980 y septiembre de 2012 219
Figura 124 Relación entre la suma de volúmenes y la suma de superficies de los valores registrados en los embalses de Entrepeñas y Buendía entre octubre de 1980 y septiembre de 2012. En línea continua se dibuja la representación de la hipótesis de que se mantiene el porcentaje de llenado en los dos embalses. En línea a trazos, la hipótesis de un volumen igual en los dos embalses hasta que se llena Entrepeñas. 220
Figura 125. Relación cota-volumen en el embalse de Entrepeñas, copiada del "Estudio batimétrico de los embalses de Entrepeñas y Buendía" (Tragasatec, 2018) 222
Figura 126. Relación cota-volumen en el embalse de Buendía, copiada del "Estudio batimétrico de los embalses de Entrepeñas y Buendía" (Tragasatec, 2018) 222
Figura 127. Superposición de la curva característica de Entrepeñas (en azul, a trazos) facilitada en "Plan de fomento de uso público y adecuación medioambiental del entorno de los embalses de Entrepeñas y Buendía (Guadalajara y Cuenca)" (Infraestructuras y Ecología S.L. (Infraeco), 2007) sobre la Figura 125 223
Figura 128. Superposición de la curva característica de Buendía (en azul, a trazos) facilitada en "Plan de fomento de uso público y adecuación medioambiental del entorno de los embalses de Entrepeñas y Buendía (Guadalajara y Cuenca)" (Infraestructuras y Ecología S.L. (Infraeco), 2007) sobre la Figura 126 223
Figura 129. Relación entre la evaporación estimada y el nivel de llenado en Entrepeñas y Buendía, en el supuesto de niveles constantes de embalse a lo largo del año 225
Figura 130. Esquema del modelo de simulación empleado en el *Estudio para la cuantificación de excedentes en la cabecera del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 1992) 229
Figura 131. Sectores de la zona regable de La Sagra-Torrijos. Imágenes copiadas del Programa de Vigilancia Ambiental del Plan Nacional de Regadíos (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Pesca, 2001). Para compensar la pobre resolución de la imagen original, se han añadido rótulos de la ciudad de Toledo, la estación de bombeo, el canal y los embalses propuestos de Renales y Barcience. 230
Figura 132. Reproducción de la representación gráfica de la "definición de las situaciones de explotación con relación al ATS" del BPHT1995 239
Figura 133. Representación gráfica de las Reglas de Explotación adoptadas internamente y con carácter orientativo por la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura en noviembre de 1997. El valor de 500 hm³ es la media aproximada del valor de la curva de excepcionalidad hidrológica, que cambia cada mes. Adicionalmente, como se indica en el croquis de la izquierda, se estaría en nivel 1 (con un posible trasvase de 68 hm³) si en los 12 meses anteriores se hubiera tenido una aportación superior a los 1000 hm³, aunque las existencias embalsadas fueran inferiores a 1500 hm³ 246
Figura 134. Reproducción de la figura "Reservas estratégicas para la serie completa" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997) 247
Figura 135. Reproducción de la figura "Curvas de reserva estratégica para trasvase de 500 hm³/año" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997) .. 248
Figura 136. Reproducción de la figura "Volúmenes anuales trasvasados (hm³) – sin cautelas" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997) 249

Figura 137. Reproducción de la figura "Volúmenes anuales trasvasados (hm³) – sin cautelas, ante distintas circunstancias de operación" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997) 250
Figura 138. Reproducción de la figura "Volúmenes anuales trasvasados (hm³) – sin cautelas y reserva estratégica de 2 años" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997) 251
Figura 139. Figura 140. Reproducción de la figura "Volúmenes anuales trasvasados (hm³) – sin cautelas y reservas estratégicas de 2 y 3 años" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)..... 252
Figura 141. Comparación entre las aportaciones y desembalses considerados en *Tres casos de planificación hidrológica* (3CPH) para la determinación del umbral de 240 hm³..... 254
Figura 142. Comparación entre las aportaciones y suma de desembalses y evaporación considerados en *Tres casos de planificación hidrológica* (3CPH) para la determinación del umbral de 240 hm³ 255
Figura 143. Comparación entre las aportaciones y suma de desembalses considerados en *Tres casos de planificación hidrológica* (3CPH), con una evaporación corregida calculada para una superficie de lámina de agua que se tendría con Entrepeñas y Buendía en 240 hm³, para la determinación del umbral de 240 hm³ 256
Figura 144. Ubicación de los embalses de Bolarque, Zorita, Almoguera, Entrepeñas y Buendía sobre ortofoto. Elaborado a partir de la Ortofoto del PNOA (IGN) y de la capa de masas de agua superficial de la Confederación Hidrográfica del Tajo .. 256
Figura 145. Comparación entre las aportaciones registradas con los desembalses realizados (entradas en el embalse de Zorita) en el año hidrológico 2011-2012, considerando la estimación de la evaporación corregida calculada para una superficie de lámina de agua que se tendría con Entrepeñas y Buendía en 240 hm³, para la determinación del umbral de 240 hm³..... 257
Figura 146. Situación de Talavera de la Reina a orillas del Tajo, los embalses de Cazalegas (en el río Alberche) y Azután (en el río Tajo), Canal bajo del Alberche y su zona regable comprendida entre el canal y el río Tajo. Elaborado con el mapa 1:200 000 del IGN de fondo con información geográfica facilitada por la Confederación Hidrográfica del Tajo. 258
Figura 147. Distribución mensual considerada para la parte variable de las demandas consideradas en los cálculos. 260
Figura 148. Evolución de volumen embalsado en escenario H, hipótesis 10_240 del documento auxiliar 4 de la Memoria del BPHT2011, con las Reglas de Explotación de 1997 (umbral mínimo de 240 hm³)..... 291
Figura 149. Evolución de volumen embalsado en escenario H, hipótesis 10_400 del documento auxiliar 4 de la Memoria del BPHT2011, con las Reglas de Explotación de 1997, cambiando el umbral mínimo a 400 hm³ y eliminado la posibilidad de estar en nivel 1 sólo con que las aportaciones de los 12 meses anteriores fueran superiores a 1000 hm³ 292
Figura 150. Comparación entre los valores de la *Tabla 18. Existencias a comienzos de mes definitorias de la reserva mínima* de *JE2013* (no cuadra con la figura 15 del mismo documento –reproducida en la Figura 152–, por un mes de retraso) y las existencias embalsadas en Entrepeñas y Buendía en el año hidrológico 2017-2018..... 294
Figura 151. *Figura 97. Umbrales UTE 07 Tajo Medio* del *PES2018*. No se tiene en consideración el nivel mínimo de operación de 118 hm³..... 298
Figura 152. Reproducción de la *Figura 15. Reservas mensuales requeridas (hm³)* de *JE2013*..... 299
Figura 153. Tramo denominado "eje del Tajo", entre Entrepeñas y Buendía y Talavera de la Reina, resaltando las poblaciones de Toledo y Aranjuez 303
Figura 154. Caudales calculados por métodos hidrológicos en los puntos de campo donde se realizaron estudios hidrobiológicos en el río Tajo 304
Figura 155. Rango de resultados de los métodos hidrológicos en los puntos de campo donde se realizaron estudios hidrobiológicos en el río Tajo 304
Figura 156. Caudales calculados por métodos hidrobiológicos en los puntos de campo donde se realizaron los estudios en el río Tajo 305
Figura 157. Rango de los resultados métodos hidrobiológicos en los puntos de campo donde se realizaron los estudios en el río Tajo 305
Figura 158. Superposición de los rangos de los resultados de los métodos hidrológicos e hidrobiológicos en el río Tajo..... 306
Figura 159. Caudal básico y percentil 5 de la serie diaria sobre la superposición de los rangos de los resultados de los métodos hidrológicos e hidrobiológicos en el río Tajo..... 306
Figura 160. Representación de lo que significaba el descenso entre los valores del percentil 5 de la serie diaria y los caudales ecológicos propuestos en el ETI de 2010 307
Figura 161. Curva clasificada de caudales diarios en Almoguera, Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina, con representación del valor propuesto..... 308
Figura 162. Superposición de los rangos de los resultados de los métodos hidrológicos e hidrobiológicos en el río Tajo y valores de los caudales ecológicos propuestos en el ETI de 2010 y los mínimos fijados en el PHT2014 y PHT2016 308
Figura 163. Resultados de la evaluación de la efectividad de las actuaciones básicas (puntos rojos) y el paquete de complementarias C1 (puntos amarillos) en la masa de agua "ES030MSPF0101021 Río Tajo en Aranjuez". Imágenes copiadas del Anejo 8 de la Memoria del Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, ciclo 2009-2015. 309
Figura 164. Representación gráfica de los caudales diarios del río Tajo en Aranjuez facilitados en la página "Caudales mínimos y caudales ecológicos" de la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018). En rojo, se muestra el valor del mínimo legal establecido, y sombreado en naranja los meses estivales..... 310
Figura 165. Media mensual de la Figura 164. Representación gráfica de las medias mensuales de los caudales diarios del río Tajo en Aranjuez facilitados en la página "Caudales mínimos y caudales ecológicos" de la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018). En rojo, se muestra el valor del mínimo legal establecido, y sombreado en naranja los meses estivales. 311
Figura 166. Representación gráfica de los caudales diarios del río Tajo en Talavera de la Reina facilitados en la página "Caudales mínimos y caudales ecológicos" de la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018). En rojo, se muestra el valor del mínimo legal establecido, y sombreado en naranja los meses estivales. . 311
Figura 167. Ubicación de las estaciones del anuario de aforos del CEDEX en el río Tajo en el entorno de Talavera de la Reina. Imagen base generada por Google, capturada de la web del Anuario de aforos. 312
Figura 168. Caudales en el río Tajo en la "Estación 3015. Rio Tajo en Talavera". Años hidrológicos 2010-2011 y 2011-2012. Elaborado a partir de datos del Anuario de aforos del CEDEX (CEDEX, 2016)..... 313
Figura 169. Evolución de caudal en el año hidrológico 2014-2015 en la estación 3026 Talavera Tejar. Copiada de la ficha del Anuario de aforos del CEDEX (CEDEX, 2016) 313
Figura 170. Evolución de caudal en el año hidrológico 2014-2015 en la estación 3024 Talavera La Vistilla. Copiada de la ficha del Anuario de aforos del CEDEX (CEDEX, 2016) 313

Figura 171. Superposición de los caudales medios diarios de las estaciones 3024 (río Tajo en Talavera) y 3026 (río Tajo aguas arriba de la confluencia con río Alberche). Elaborado con datos del anuario de aforos del CEDEX (CEDEX, 2016)..... 314
Figura 172. Situación el Eje del Tajo. Imagen copiada del *Documento auxiliar de la Memoria 4 – Modelo del eje del Tajo* del *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014)*..... 315
Figura 173. Entradas medias registradas en el embalse de Azután -aguas abajo de Talavera de la Reina-, en el periodo 1980-2006. Imagen copiada del *Documento auxiliar de la Memoria 4 – Modelo del eje del Tajo* del *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014)* 316
Figura 174. Entradas medias en el embalse de Azután, aguas abajo de Talavera de la Reina, en el mes de julio. Imagen copiada del *Documento auxiliar de la Memoria 4 – Modelo del eje del Tajo* del *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014)*..... 316
Figura 175. Variación de caudales diaria en distintos puntos del Tajo medio en distintos días de un año. Imágenes copiadas del *Documento auxiliar de la Memoria 4 – Modelo del eje del Tajo* del *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014)*..... 317
Figura 176. Representación gráfica de las aportaciones anuales en Entrepeñas y Buendía 319
Figura 177. Frecuencias de las aportaciones registradas en Entrepeñas y Buendía. En negro la distribución normal correspondiente para la media y desviación típica de la serie 320
Figura 178. Frecuencias de los logaritmos neperianos de las aportaciones registradas en Entrepeñas y Buendía. En negro la distribución normal correspondiente para la media y desviación típica de la serie. 321
Figura 179. Frecuencias de las raíces cuadradas de las aportaciones registradas en Entrepeñas y Buendía. En negro la distribución normal correspondiente para la media y desviación típica de la serie. 322
Figura 180. Media de las aportaciones por periodos 325
Figura 181. Diagrama de cajas-bigotes de la aportación para los distintos periodos considerados. El bigote inferior representa el mínimo de la serie, la parte inferior de la caja el primer cuartil, la línea negra horizontal la mediana (o segundo cuartil), el borde superior de la caja el tercer cuartil y el bigote superior el máximo. 325
Figura 182. Aportaciones anuales registradas en Entrepeñas y Buendía clasificadas por periodos 1913-1954, 1954-1980 y 1980-2014. 326
Figura 183. En las barras azules, aportación en Entrepeñas y Buendía por año hidrológico. La linea roja representa la media móvil de las aportaciones de los diez años anteriores 331
Figura 184. Similar a la Figura 183, pero únicamente en el periodo 1980-2017. Las barras azules representan la aportación en Entrepeñas y Buendía por año hidrológico, destacándose en color dorado los mínimos de la serie que se han ido presentando cronológicamente. La linea roja representa la media móvil de las aportaciones de los diez años anteriores 332
Figura 185. Relación entre las aportaciones mensuales, en el periodo 1980-2017..... 334
Figura 186. Relación entre los logaritmos neperianos de las aportaciones mensuales, en el periodo 1980-2017..... 335
Figura 187. Reproducción de la "Figura 40. Desembalses anuales desde el embalse de Bolarque (valores en hm³)" del "Informe de seguimiento del Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2015-2021 de 5 de octubre de 2017" (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2017)..... 338
Figura 188. Relación entre aportaciones en Entrepeñas y Buendía y desembalses necesarios hacia el Tajo en el escenario H20mod del "Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas de la cabecera del Tajo y de la evaluación de excedentes" del borrador del plan hidrológico del Tajo de 2011..... 339
Figura 189. Ley de demandas anuales (línea gruesa azul) planteadas para el caso 1 (sin tener implantado el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010), sobre la base de la Figura 188..... 340
Figura 190. Demandas anuales consideradas en el caso 1 (sin tener implantado el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010). A trazos, los valores medios en cada periodo (1913-1980 y 1980-2017) 340
Figura 191. Relación entre aportaciones en Entrepeñas y Buendía y desembalses necesarios hacia el Tajo en el escenario P30 del "Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas de la cabecera del Tajo y de la evaluación de excedentes" del borrador del plan hidrológico del Tajo de 2011..... 343
Figura 192. Ley de demandas anuales (línea gruesa azul) planteadas para el caso 2 (con el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010), sobre la base de la Figura 191 343
Figura 193. Demandas anuales consideradas en el caso 2 (con el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010) 344
Figura 194. Volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014. 346
Figura 195. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014. 347
Figura 196. Trasvases anuales para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014. 347
Figura 197. Distribución de frecuencias por rango de trasvases para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014. 347
Figura 198. Situación de Entrepeñas y Buendía (respecto a los niveles de las Reglas de Explotación de 2014) para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014. 348
Figura 199. Esquema de los valores medios para el periodo 1980-2017 para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014. 348
Figura 200. Volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII. 351
Figura 201. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII. 351
Figura 202. Trasvases anuales para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII. 351
Figura 203. Distribución de frecuencias por rango de trasvases para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII. 352
Figura 204. Situación de Entrepeñas y Buendía (respecto a los niveles de las Reglas de Explotación de 2014) para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII. 352
Figura 205. Esquema de los valores medios para el periodo 1980-2017 para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII. 352

Figura 206. Evolución de existencias en Entrepeñas y Buendía en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el artículo 1 del RD 773/2014 (RE2014), y los desembalses de referencia para el Tajo definidos en el punto 1 del artículo 4 del RD 773/2014 (DR2014). En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980. 356
Figura 207. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación con las RE2014 y los DR2014. 356
Figura 208. Evolución de los volúmenes trasvasados en la simulación con las RE2014, y los DR2014. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980. 357
Figura 209. Distribución de frecuencias por rango de los volúmenes trasvasados en la simulación con RE2014 y DR2014. 357
Figura 210. Porcentaje de tiempo en cada nivel de las Reglas de Explotación en la simulación con RE2014 y DR2014. 357
Figura 211. Representación de los valores medios anuales de la simulación con RE2014 y DR2014. Periodo 1913-1980..... 358
Figura 212. Representación de los valores medios anuales de la simulación con RE2014 y DR2014. Periodo 1980-2017..... 358
Figura 213.Evolución de los volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980 363
Figura 214. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980 363
Figura 215. Evolución de volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980 364
Figura 216. Distribución de frecuencias por rango de trasvases en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980..... 364
Figura 217. Reparto de tiempo por niveles en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980 364
Figura 218. Representación de los valores medios anuales de la simulación con RE2014 y DR2014+CYII. Periodo 1980-2017..... 365
Figura 219. Evolución de los volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas *JE2013*, y DR2014. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980. 368
Figura 220. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014. 368
Figura 221. Evolución de los volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980.... 369
Figura 222. Distribución de frecuencias por rango de los volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014 369
Figura 223. Porcentaje de tiempo en cada nivel de las Reglas de Explotación en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014 369
Figura 224. Representación de los valores medios anuales de la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014. Periodo 1980-2017. 370
Figura 225. Evolución de las reservas embalsadas en Entrepeñas y Buendía con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014..... 373
Figura 226. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014..... 373
Figura 227. Evolución de los trasvases con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014. 374
Figura 228.Distribución de las frecuencias de los trasvases en el periodo 1980-2017 con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014..... 374
Figura 229. Porcentaje de tiempo en cada nivel de las Reglas de Explotación en la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014..... 374
Figura 230. Esquema de los valores medios en el periodo 1980-2017 con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014. 375
Figura 231. Evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014..... 378
Figura 232. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014. 378
Figura 233. Evolución de los volúmenes trasvasados con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014379
Figura 234. Distribución de frecuencias por rango de los volúmenes trasvasados con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014 379
Figura 235. Reparto del tiempo en función de niveles en Entrepeñas y Buendía con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014 379
Figura 236. Esquema de los valores medios en el periodo 1980-2017 con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación con DR2014. 380
Figura 237. Evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII 382
Figura 238. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII. 383
Figura 239. Evolución de volúmenes trasvasados en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII383
Figura 240. Distribución de frecuencias por rango de trasvases en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII 383
Figura 241. Reparto de tiempo por niveles en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII 384
Figura 242. Esquema de valores medios para el periodo 1980-2017 en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación con DR2014+CYII 384
Figura 243. Evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014. 387

Figura 244. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014. ... 387
Figura 245. Evolución de los volúmenes trasvasados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014 ... 388
Figura 246. Distribución de frecuencias por rango de los volúmenes trasvasados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014 ... 388
Figura 247. Reparto del tiempo en función de niveles en Entrepeñas y Buendía con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014. ... 388
Figura 248. Esquema de los valores medios en el periodo 1980-2017 con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación con DR2014. ... 389
Figura 249. Evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII ... 392
Figura 250. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII. ... 392
Figura 251. Evolución de volúmenes trasvasados en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII ... 393
Figura 252. Distribución de frecuencias por rango de trasvases en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII ... 393
Figura 253. Reparto de tiempo por niveles en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII ... 393
Figura 254. Esquema de valores medios para el periodo 1980-2017 en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación con DR2014+CYII ... 394
Figura 255. Volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía para la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1 ... 397
Figura 256. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1 ... 397
Figura 257. Estimación de excedentes en la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1 ... 398
Figura 258. Frecuencias por rango de la estimación de excedentes con la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1, para el periodo 1980-2017 398
Figura 259. Situación respecto a los niveles de la definición de excedentes en la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1 ... 398
Figura 260. Esquema de los valores medios en el periodo 1980-2017 de la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1 ... 399
Figura 261. Volúmenes embalsados en Entrepeñas y Buendía en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes ... 402
Figura 262. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes ... 402
Figura 263. Excedentes anuales en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes ... 403
Figura 264. Frecuencia por rango de excedentes en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes ... 403
Figura 265. Situación en niveles de la determinación de excedentes en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes ... 403
Figura 266. Esquema de valores medios anuales para el periodo 1980-2017 de la simulación del caso 1 de determinación de excedentes ... 404
Figura 267. Evolución de los volúmenes en Entrepeñas y Buendía de los resultados de la simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase ... 407
Figura 268. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase. ... 407
Figura 269. Porcentaje de tiempo en cada nivel (de la definición de excedentes del caso 1) en la simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase ... 408
Figura 270. Esquema de los valores medios anuales para el periodo 1980-2017 en la simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase ... 408
Figura 271. Estimación de la evolución de volúmenes en la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable ... 411
Figura 272. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable ... 412
Figura 273. Excedentes anuales en la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable ... 412
Figura 274. Frecuencias por rangos de los excedentes anuales de la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable ... 412
Figura 275. Tiempo estimado en cada nivel de la definición de excedentes en la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable ... 413
Figura 276. Esquema de valores medios anuales, en el periodo 1980-2017, de la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable ... 413
Figura 277. Volúmenes de llenado en Entrepeñas y Buendía en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m^3/s en Aranjuez y demanda variable ... 416
Figura 278. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m^3/s en Aranjuez y demanda variable ... 416
Figura 279. Excedentes anuales en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m^3/s en Aranjuez y demanda variable ... 417
Figura 280. Frecuencia por rangos de excedentes anuales en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m^3/s en Aranjuez y demanda variable ... 417
Figura 281. Tiempo en cada nivel de definición de excedente en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m^3/s en Aranjuez y demanda variable ... 417

Figura 282. Esquema de valores medios para el periodo 1980-2017 de la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable..... 418

Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de conceptos empleados 7
Tabla 2. Reproducción de la "Tabla 31. Indicador explotación (WEI) en la cuenca del Tajo" de la *Memoria de la propuesta de Documentos iniciales del tercer ciclo de planificación hidrológica (2021-2027) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018). En el recuadro rojo se destacan los puntos correspondientes al SICAT 67
Tabla 3. Extracto de la tabla de la página 23 del Esquema de Temas Importantes del Tajo del ciclo de planificación 2009-2015, aprobado en noviembre de 2010, con los valores planteados de control de caudales ecológicos en el río Tajo 71
Tabla 4. Valores de umbrales y volúmenes de trasvase autorizable en cada mes, todos en hm³, de las diferentes iteraciones simuladas para llegar a la propesta de nuevas Reglas de Explotación. La estructura de las reglas es la misma que la de la Ley 21/2015 y el RD 773/2014. Se marcan en negrita los parámetros que se cambian en cada iteración 111
Tabla 5. Consumo específico en las centrales de bombeo para los regadíos del ATS. A partir de *Eficiencia energética del Trasvase Tajo-Segura* (Melgarejo Moreno & Montaño Sanz, 2009). 202
Tabla 6. Estimación del consumo medio para los regadíos del ATS ponderando por las dotaciones de sus zonas. A partir de *Eficiencia energética del Trasvase Tajo-Segura* (Melgarejo Moreno & Montaño Sanz, 2009) 202
Tabla 7. Volumen de trasvase por el ATS aprobado en origen a la cuenca del Segura (no se contemplan los derivados para auxiliar a las Tablas de Daimiel, en el Guadiana). Copiado de la web de la CHS (Confederación Hidrográfica del Segura, 2017) 204
Tabla 8. Volumen trasvasado por cesión de derechos. Fuentes: hasta 2014-2015 del artículo "La actividad de los mercados formales del agua en la cuenca del Segura" (Calatrava & Martínez-Granados, 2016); Las del año 2015-2016, de la Memoria del SCRATS de 2016 (Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura –SCRATS–, 2017); las del año 2016-2017 estimadas a partir de los aforos del SAIH del Tajo 205
Tabla 9. Curvas características del embale de Entrepeñas 215
Tabla 10. Cota, superficie y volumen del embalse de Entrepeñas a máximo nivel normal (MNN) 215
Tabla 11. Curvas características del embale de Buendía 216
Tabla 12. Cota, superficie y volumen del embalse de Buendía a máximo nivel normal (MNN) 216
Tabla 13. Superficie y volumen de Entrepeñas y Buendía (EyB) para un mismo nivel de llenado en cada embalse 219
Tabla 14. Superficie y volumen de Entrepeñas y Buendía (EyB) para un mismo volumen en Entrepeñas que en Buendía hasta que se alcance la máxima capacidad en Entrepeñas 220
Tabla 15. Logaritmos neperianos con los parámetros de la recta de regresión entre la Superficie y volumen de Entrepeñas y Buendía (EyB) para un mismo nivel de llenado en cada embalse 221
Tabla 16. Distribución mensual de la evaporación en Entrepeñas y Buendía. Tabla 10 de *JE2013* 224
Tabla 17. Estimación de la evaporación mensual por meses y niveles de embalse en Entrepeñas y Buendía. Valores en hm³ 224
Tabla 18. Aportaciones en los embalses de Entrepeñas y Buendía 226
Tabla 19. Resumen de resultados del *Estudio para la cuantificación de excedentes en la cabecera del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 1992) 232
Tabla 20. Reglas de explotación aprobadas por la Comisión Central de Explotación, en su reunión de 28 de noviembre de 1997 246
Tabla 21. Niveles de agua embalsada en Entrepeñas y Buendía por debajo de los cuales se está en circunstancia hidrológica excepcional 246
Tabla 22. Distribución mensual de las demandas (en hm³) consideradas para los cálculos de la curva del volumen mínimo necesario en Entrepeñas y Buendía 260
Tabla 23. Resultados de los cálculos de umbrales o volúmenes de embalse mínimos necesarios para regular los recursos de Entrepeñas y Buendía y poder atender unas demandas especificadas 261
Tabla 24. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 200 hm³/año 261
Tabla 25. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 225 hm³/año 261
Tabla 26. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 250 hm³/año 261
Tabla 27. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 275 hm³/año 262
Tabla 28. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 300 hm³/año 262
Tabla 29. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 325 hm³/año 262
Tabla 30. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 350 hm³/año 262
Tabla 31. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 375 hm³/año 262
Tabla 32. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 400 hm³/año 263
Tabla 33. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 425 hm³/año 263
Tabla 34. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 450 hm³/año 264
Tabla 35. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 475 hm³/año 264
Tabla 36. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 500 hm³/año 264
Tabla 37. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 525 hm³/año 265
Tabla 38. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 550 hm³/año 266
Tabla 39. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 575 hm³/año 268
Tabla 40. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 600 hm³/año 269
Tabla 41. Reproducción de la "Tabla 18. Existencias a comienzos de mes definitorias de la reserva mínima" de *JE2013* 299
Tabla 42.Valores de la caracterización del caudal ecológico mínimo por métodos hidrológicos en los puntos de campo donde se aplicaron métodos hidrobiológicos 303
Tabla 43. Resultados de los caudales ecológicos mínimos calculados por métodos hidrobiológicos en los puntos estudiados en el río Tajo 305
Tabla 44. Resumen de prueba normal de Kolmogórov-Smirnov de una muestra 320
Tabla 45. Estadísticos descriptivos de las series de aportaciones, logaritmo neperiano de las aportaciones y raíz cuadrada de las aportaciones 321
Tabla 46. Test de contraste de la normalidad para las series de aportaciones y su transformaciones por logaritmos naturales y raíz cuadrada 322
Tabla 47. Estadísticos descriptivos de las series de aportaciones, logaritmo neperiano de las aportaciones y raíz cuadrada de las aportaciones, divididas en los periodos 1913-1958, 1958-1980 y 1980-2017 323
Tabla 48. Resultados de los test de normalidad sobre las de las series de aportaciones, logaritmo neperiano de las aportaciones y raíz cuadrada de las aportaciones, divididas en los periodos 1913-1958, 1958-1980 y 1980-2017 324
Tabla 49. Resultados de la Prueba *t* de muestras independientes de los periodos 1958-1980 y 1980-2017 de las series de aportaciones y sus transformadas (por logaritmo y raíz cuadrada) 326

Tabla 50. Resultados de la Prueba ANOVA de los periodos 1958-1980 y 1980-2017 de las series de aportaciones y sus transformadas (por logaritmo y raíz cuadrada)..... 327
Tabla 51. Test de rango post hoc y comparaciones múltiples por parejas de rangos, asumiendo la igualdad de varianzas 327
Tabla 52. Test de rango post hoc y comparaciones múltiples por parejas de rangos, sin asumir la igualdad de varianzas..... 329
Tabla 53. Resultados del test no paramétrico de la mediana sobre la serie de aportaciones..... 330
Tabla 54. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis sobre la serie de Aportaciones 330
Tabla 55. Resumen de prueba de rachas de Wald-Wolfowitz de muestras independientes entre los periodos 1958-1980 y 1980-2017 330
Tabla 56. Resumen de prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes entre los periodos 1958-1980 y 1980-2017 330
Tabla 57. Resumen de prueba Kolmogorov-Smirnov de muestras independientes entre los periodos 1958-1980 y 1980-2017 ... 330
Tabla 58. Resumen de prueba Moses de reacción extrema de muestras independientes entre los periodos 1958-1980 y 1980-2017 331
Tabla 59. Tabla de coeficientes de correlación de Pearson para las aportaciones mensuales, en el periodo 1980-2017..... 333
Tabla 60. Tabla de coeficientes de correlación de Pearson para los logaritmos neperianos de las aportaciones mensuales, en el periodo 1980-2017 334
Tabla 61. Estimación de desembalses desde Entrepeñas y Buendía hacia el Tajo requeridos para atender las necesidades de la cuenca del Tao, sin tener implantado el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010 (caso 1)..... 341
Tabla 62. Estimación de desembalses desde Entrepeñas y Buendía hacia el Tajo requeridos para atender las necesidades de la cuenca del Tao, con el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010 (caso 2). 344
Tabla 63. Resultados anuales de la simulación de trasvase con ausencia de cautelas y DR2014. 348
Tabla 64. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación de trasvase con ausencia de cautelas y DR2014 350
Tabla 65. Resultados anuales de la simulación de trasvase con ausencia de cautelas y DR2014+CYII. 353
Tabla 66. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación de trasvase con ausencia de cautelas y DR2014+CYII. 355
Tabla 67. Resultados mensuales de la simulación con Reglas de Explotación RD 773/2014 (RE2014) con desembalse de referencia 365 hm³/año (DS2014). Tabla truncada en sus valores intermedios, incluida como ejemplo de los cálculos mensuales. 358
Tabla 68. Resultados anuales de la simulación con RE2014 y DR2014. 360
Tabla 69. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación con RE2014 y DR2014..... 362
Tabla 70. Resultados anuales de la simulación con RE2014 y DR2014 más 60 hm³/año de la toma del Canal de Isabel II (DR2014+CYII). 365
Tabla 71. Estadísticas de los resultados anuales de la simulación con Reglas de Explotación RD 773/2014 con desembalse de referencia 365 hm³/año más 60 hm³/año de la toma del Canal de Isabel II 367
Tabla 72. Resultados anuales de la simulación con la propuesta de Reglas de Explotación de *JE2013* y DR2014..... 370
Tabla 73. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación con la propuesta de Reglas de Explotación de *JE2013* y DR2014372
Tabla 74. Resultados anuales de la simulación con una variación de RE2014 –reduciendo el trasvase en nivel 2 a 26 hm³/mes– con DR2014. 375
Tabla 75. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación con una variación de RE2014 –reduciendo el trasvase en nivel 2 a 26 hm³/mes– con DR2014..... 377
Tabla 76. Resultados anuales de la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014. 380
Tabla 77. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014. 382
Tabla 78. Resultados anuales de la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII. 384
Tabla 79. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII. 386
Tabla 80. Resultados anuales de la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014. 389
Tabla 81. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación con desembalse y DR2014. 391
Tabla 82. Resultados anuales de la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII. 394
Tabla 83. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII. 396
Tabla 84. Valores anuales de la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1. 399
Tabla 85. Estadísticos de los valores anuales de la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1..... 401
Tabla 86. Resultados anuales de la simulación del caso 1 de determinación de excedentes. 404
Tabla 87. Estadísticos de los valores anuales de la simulación del caso 1 de determinación de excedentes..... 406
Tabla 88. Valores anuales de la simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase 408
Tabla 89. Estadísticos de los valores anuales de la simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase..... 411
Tabla 90. Resultados anuales de la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable. 413
Tabla 91. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable..... 415
Tabla 92. Valores anuales de la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable. 418
Tabla 93. Estadísticos de valores anuales de la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable 420

Tabla de abreviaturas

3CPH	Publicación *Tres casos de planificación hidrológica* (Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, 2001)
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AMSO	Abastecimiento de Madrid Solución Oeste
ATS	Acueducto Tajo-Segura (también Trasvase Tajo-Segura o TTS)
BOE	Boletín Oficial del Estado
BPHN1993	Borrador del Plan Hidrológico Nacional de 1993
BPHT1995	Borrador del Plan hidrológico del Tajo de 1995
BPHT2011	Borrador del Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo que fue publicado efímeramente en la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo
CCEATS	Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de las Obras Públicas
CEH	Centro de Estudios Hidrográficos
CHS	Confederación Hidrográfica del Segura
CHT	Confederación Hidrográfica del Tajo
CLM	Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha
CYII	Canal de Isabel II
CyL	Comunidad Autónoma de Castilla y León
DAH	Descriptor de alteración hidrológica
DBO_5 (o DBO5)	Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días
DGA	Dirección General del Agua
DMA (o WFD)	Directiva Marco del Agua (o Water Framework Directive)
DNREH2018	"Diseño de una nueva regla de explotación hiperanual para los embalses de cabecera del Tajo" (trabajo fin de máster realizado por Fernando Payán Villarrubia)
DPH	Dominio Público Hidráulico
DR	Desembalses de referencia
DR2014	Desembalses de referencia fijados en el punto 1 del artículo 4 del RD 773/2014. 365 hm^3/año
DR2014+CYII	Desembalses de referencia fijados en el punto 1 del artículo 4 del RD 773/2014 más un caudal adicional de 2 m^3/s (aprox. 60 hm^3/año) para el abastecimiento del Canal de Isabel II (CYII) considerado en el punto 3 del artículo 4 del RD 773/2014. 425 hm^3/año
ECE1992	Estudio de cuantificación de excedentes realizado en 1992
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
EpTI	Esquema provisional de Temas Importantes
ERAR	Estación Regeneradora de Aguas Residuales
ETAP	Estación de Tratamiento de Agua Potable
ETI	Esquema de Temas Importantes
EyB	Entrepeñas y Buendía
GIS (o SIG)	Geographic Information System (o Sistema de Información Geográfica)
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
IGN	Instituto Geográfico Nacional
IPH	Instrucción de Planificación Hidrológica (*Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica*)
JE1997	Justificación de excedentes trasvasables realizada en 1997
JE2013	Justificación de excedentes trasvasables realizada en 2013
LBA	Libro Blanco del Agua en España (Ministerio de Medio Ambiente, 2000)
LEA (ó LEA2013)	Ley de Evaluación Ambiental (Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental)
LIC	Lugar de Interés Comunitario (Red Natura 2000)
MET	Modelo del eje del Tajo (incluido en BPHT2011, y referido en el PHT2014)
MSBT	Masa de agua subterránea
MSPF	Masa de agua superficial
OMA	Objetivo(s) medioambiental(es)
PES	Plan Especial de Sequía (también Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía)
PES2007	Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía aprobado en 2007
PES2018	Plan Especial de Sequía del Tajo de 2018 (Orden TEC/1399/2018, de 28 de noviembre, publicada en el BOE de 26 de diciembre de 2018)
PHN	Plan Hidrológico Nacional
PHN2001	Plan Hidrológico Nacional aprobado en 2001 (por *Ley 10/2001, de 5 de julio*)
PHS	Plan hidrológico de la cuenca del Segura, si el contexto temporal es anterior a la aprobación de la DMA; o Plan hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura, si el contexto temporal es posterior a la aprobación de la DMA.
PHS1998	Plan hidrológico de la cuenca del Segura aprobado en 1998
PHS2014	Plan hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura aprobado en 2014. Corresponde al ciclo de planificación 2009-2015

PHS2016	Plan hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura aprobado en 2016. Corresponde al ciclo de planificación 2016-2021
PHT	Plan hidrológico de la cuenca del Tajo, si el contexto temporal es anterior a la aprobación de la DMA; o Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, si el contexto temporal es posterior a la aprobación de la DMA. A lo largo del documento se realiza la elipsis de algunos términos, usándose indistintamente plan del Tajo, plan hidrológico del Tajo o plan de cuenca del Tajo
PHT1998	Plan hidrológico de la cuenca del Tajo aprobado en 1998
PHT2014	Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo aprobado en 2014. Corresponde al ciclo de planificación 2009-2015
PHT2016	Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo aprobado en 2016. Corresponde al ciclo de planificación 2016-2021
PNCA	Plan Nacional de Calidad de las Aguas
PSIM	Plan de Saneamiento Integral de Madrid
RD	Real Decreto
RDL	Real Decreto-Ley
RDPH	Reglamento del Dominio Público Hidráulico (*Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas*; con sus modificaciones posteriores)
RE	Reglas de explotación
RE1997	Reglas de explotación adoptadas internamente, con carácter orientativo, por la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, en noviembre de 1997
RE2014	Reglas de explotación que figuran en el artículo 1 del RD 773/2014.
RPH	Reglamento de Planificación Hidrológica (*Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica*)
SAIH	Sistema Automático de Información Hidrológica. Para la cuenca del Tajo, accesible vía web en https://saihtajo.chtajo.es.
SCRATS	Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura
SICAT	Sistema Integrado de la cuenca Alta del Tajo. Corresponde a la parte de la cuenca del Tajo situada aguas arriba de la presa de Azután —cerca de Talavera de la Reina—, que comprende los sistemas de explotación: Cabecera, Tajuña, Henares, Jarama-Guadarrama, Alberche y Tajo-Izquierda.
SIG (o GIS)	Sistema de Información Geográfica (o Geographic Information System)
SIMPA	Modelo de precipitación-escorrentía, desarrollado por el CEH, utilizado para evaluar los recursos hidrológicos en régimen natural
SIOSE	*"Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España, integrado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) cuyo objetivo es generar una base de datos de Ocupación del Suelo para toda España a escala de referencia 1:25.000, integrando la información disponible de las comunidades autónomas y la Administración General del Estado.* (definición copiada de www.siose.es)
STC	Sentencia del Tribunal Constitucional
STS	Sentencia del Tribunal Supremo
TC	Tribunal Constitucional
TRLA	Texto Refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas)
TS	Tribunal Supremo
TTS	Trasvase Tajo-Segura (también Acueducto Tajo-Segura o ATS)
UTE	Unidades territoriales a efectos de escasez
UTS	Unidades territoriales a efectos de sequía prolongada
WEI	Water Exploitation Index (Índice de explotación del agua)
WFD (o DMA)	Water Framework Directive (o Directiva Marco del Agua)
ZEC	Zonas Especiales de Conservación (Red Natura 2000)
ZEPA	Zona de Especial Protección de Aves (Red Natura 2000)

Concepto, análisis histórico y determinación de excedentes de la cuenca del Tajo: aplicación al trasvase Tajo-Segura

1 Planteamiento

1.1 Introducción

Siendo la cuenca hidrológica la unidad de gestión del recurso, las transferencias o trasvases intercuencas suponen una excepcionalidad. Son varios los construidos en España, de diferentes características. La mayoría con una explotación fluida, asumida con normalidad entre la cuenca cedente y la cesionaria, dentro de un marco definido *ex professo* para cada caso.

El Acueducto Tajo-Segura (ATS), o Trasvase Tajo-Segura (TTS) —la Figura 1 muestra su ubicación con una breve descripción; en An.1A se encuentra una descripción más detallada—, es el de mayor capacidad de transporte de los construidos a la fecha en España; también el más largo. Además, comunica dos cuencas hidrográficas que no son contiguas. Sin embargo, a diferencia de otros trasvases, está acompañado de polémica y controversia desde su concepción en 1932, con un resultado por debajo de las perspectivas generadas.

El ATS capta el agua desde el embale de Bolarque. Por la impulsión de Altomira eleva el agua casi 300 metros, hasta el embalse de La Bujeda. Desde aquí discurre por gravedad, entrando en la cuenca del Guadiana donde cruza las cabeceras del Riansares, Gigüela y Záncara, para pasar a la cuenca del Júcar.
Vierte sus aguas al río Marimota, en la cola del embalse de Alarcón (en el Júcar), recogiendo sus aguas por medio del canal de la central del Picazo. A partir de ahí discurre en canal por la cuenca del Júcar hasta el túnel del Talave, divisoria con la cuenca del Segura.
Al salir del túnel, vierte sus aguas al embalse del Talave, en el río Mundo, afluente del Segura. Desde el embalse de Ojós (río Segura) se distribuye por los canales del post-Trasvase.

Figura 1. Ubicación del ATS (Acueducto Tajo-Segura, trasvase Tajo-Segura o TTS) con breve descripción

Uno de los elementos de debate, que duró hasta iniciada su explotación, fue la determinación de cuánta agua se podría trasvasar y en qué condiciones quedaría la cuenca del Tajo. La primera Ley del ATS, la Ley 21/1971, ya definía que sólo se podrían trasvasar "*caudales regulados excedentes procedentes del río Tajo*", e indicaba en su preámbulo que la cuenca del Tajo no podría ver mermado su desarrollo. El debate continuó los años siguientes, especialmente tras el cambio de régimen político. En esa tesitura, la segunda Ley del ATS, la 52/1980, que en principio estaba prevista sólo para tratar aspectos económicos, incorporó por consenso durante su tramitación parlamentaria aspectos de gestión del ATS diferentes a los puramente económicos. Entre estos cambios se encuentra la insistencia en que sólo se pueden trasvasar aguas excedentarias y encomienda al plan de cuenca del Tajo su determinación.

Con un funcionamiento del ATS que no cubría las expectativas generadas y la aparición de múltiples problemas y conflictos asociados en las cuencas del Tajo y del Segura, la

determinación del carácter excedentario de las aguas supuso en la práctica el retraso e incluso estancamiento de la elaboración de los planes de cuenca. Tras varios intentos, se desatascó la situación en 1997, en un horizonte en el que se vislumbraba el trasvase Ebro-Segura como complemento al ATS. Se implantó una definición de excedentes en el Plan del Tajo con una concepción diferente a la que se estaba realizando en los trabajos previos: se declaraba excedente toda el agua embalsada en Entrepeñas y Buendía por encima de 240 hm³ —aproximadamente, el 10% de su capacidad—. Una definición de excedentes que no determinaba directamente cuál era el trasvase que se iba a realizar cada mes. Decisión que seguía correspondiendo a la Comisión Central del Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCEATS), salvo que los embalses estuvieran por debajo de la curva de excepcionalidad hidrológica, cuya decisión correspondía al Consejo de Ministros. Como apoyo para la toma de decisión la CCEATS adoptó unas Reglas de Explotación[1] orientativas de carácter interno.

Técnicamente, el Plan del Tajo es el lugar adecuado donde se ha de determinar el carácter excedentario de las aguas a trasvasar. El excedente, el sobrante, es el resultado de la comparación entre los recursos disponibles y la atención de las necesidades de la cuenca, objeto ambos del propio plan de cuenca. De eta manera, la determinación del carácter excedentario de las aguas no sería más que la continuación lógica del proceso de asignación de los recursos del Tajo a los usos del Tajo, sin intervención en ningún caso de las necesidades del Segura. Sin embargo, la solución dada en 1997, aunque estuviera incluida en el Plan del Tajo de 1998 —no así su justificación, que se hizo en documentación externa—, no viene avalada por los trabajos de planificación del Tajo, sino que fue propuesta por una instancia superior con un criterio diferente. Incluso en el propio contenido normativo del Plan del Tajo de 1998 se recogen aspectos específicos de la cuenca del Segura, como es la curva de definición de condiciones hidrológicas excepcionales que estaba calculada y concebida para garantizar los abastecimientos del Segura.

Los años siguientes fueron de lluvias relativamente abundantes, aprovechándose para aumentar el volumen de agua trasvasada. En un año se alcanzó el máximo permitido de 600 hm³ —única vez— y en varios se trasvasó por encima de 500 hm³. Con esa coyuntura de lluvias, en el *Libro Blanco del Agua* (Ministerio de Medio Ambiente, 2000), se da por solucionado el problema. Sin embargo, el periodo seco iniciado en 2004 puso en evidencia la situación, con vuelta a situaciones perentorias y niveles bajos en los embalses de cabecera.

Tras la aprobación de la Directiva Marco del Agua europea, y su transposición a la legislación española, se inició un nuevo proceso de planificación que tendría que estar acabado en 2009 pero que en el caso de la cuenca del Tajo sufrió un retraso especial por la revisión de la determinación de excedentes. En los trabajos de planificación se elaboró una modelística específica (Modelo del eje del Tajo) que preveía un empeoramiento de la situación del Tajo de continuar con la misma gestión del ATS, por lo que se planteó una nueva determinación del carácter excedentario de las aguas, al amparo de la Ley 52/1980. Estos trabajos, que fugazmente se publicaron en octubre de 2011 en la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo, fueron desechados por instancias superiores. En 2013, estas instancias deciden sacar el plan del Tajo retirando la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. En lo referente a la definición de excedentes, alejándose de los trabajos realizados en la planificación del Tajo, se mantiene una línea continuista con el plan de 1998. A la vez se acometieron

[1] Consistentes en una regla tabular que, a partir del volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía y de las aportaciones de los 12 meses anteriores, determina su situación respecto a cuatro niveles establecidos, asociándose a cada uno de ellos un trasvase que podría ser autorizado en ese mes.

cambios en la legislación, que al final fueron introducidos por iniciativa del grupo parlamentario del partido que apoyaba al Gobierno en la Ley de Evaluación Ambiental (Ley 21/2013). Parte de estos cambios fueron declarados inconstitucionales por el Tribunal Constitucional al no haberse cumplido formalmente lo establecido en el Estatuto de Autonomía de Aragón, si bien difirió la declaración de inconstitucional un año, tiempo en el que se reintrodujeron estos preceptos en la Ley de modificación de la Ley de Montes (Ley 21/2015).

En la siguiente revisión del Plan del Tajo, publicada en 2016, se expone que estos cambios legales no dan opción a que en el Plan se atienda la encomienda de la Ley 52/1980, todavía vigente, de definir el carácter excedentario de las aguas a trasvasar.

1.2 Justificación de la Tesis

Como se desprende del propio título, la Tesis versa sobre los excedentes trasvasables del Tajo y su aplicación al ATS. Puede verse también como un estudio del ATS desde una perspectiva hidrológica, centrado en la disponibilidad de agua del Tajo susceptible de ser trasvasada.

Son varias las publicaciones sobre el ATS, que lo abordan desde alguna perspectiva. Por lo general en defensa de algún interés. Sin embargo, los estudios científicos e independientes son más escasos[2]. En el buscador de tesis doctorales *Teseo*, del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, la búsqueda "Tajo-Segura" (o "Tagus-Segura" para contemplar las escritas en inglés) devuelve solamente dos tesis:

- *Un análisis económico de los trasvases de agua intercuencas: el trasvase Tajo-Segura* (San Martín González, 2011)
- *Water option contracts for reducing water supply risks: an application to the Tagus-Segura transfer* (Rey Vicario, 2014)

Son dos trabajos de cariz económico. La primea Tesis, del profesor Enrique San Martín, es un brillante análisis económico del ATS. Es un estudio *ex post,* que permite valorar la rentabilidad de una infraestructura durante su operación, importante para conocer la rentabilidad de las soluciones propuestas, pero que es algo poco habitual. La segunda Tesis aborda el tema de los mercados del agua, con su aplicación al caso del ATS.

Hay otras tesis, sin el término Tajo-Segura en su nombre que enfocan parcialmente la problemática. Por ejemplo:

- *Valoración económica del uso del agua en el regadío de la cuenca del Segura. Evaluación de instrumentos económicos para la gestión de acuíferos* (Martínez Granados, 2015)
- *Estudio de la evolución de los regadíos mediante técnicas de benchmarking. Aplicación en la región de Murcia* (Soto García, 2013)
- *La construcción social del discurso en torno al agua y su contribución a la creación de opinión pública* (Aragón García, 2012)
- *The Water Framework Directive, paradigm shift or unrealized promises? a critical evaluation of its implementation from a boundary, economic and socio-political perspective* (Hernández-Mora Zapata, 2016)

[2] Entre estos estudios científicos e independientes no consideramos los realizados desde la Administración. La razón es porque están enfocados a maximizar en lo posible la utilización de la infraestructura, desatendiendo o ignorando los impactos negativos. Es un planteamiento que, por sí mismo, es parte del problema.

Diferentes visiones del problema del ATS, distintas perspectivas. Con varias ideas confrontadas. Realizadas en la presente década que, unido a la importancia del problema, hace previsible que sigan haciéndose más tesis sobre el ATS.

Como se ha indicado, esta Tesis aborda el ATS desde el punto de vista hidrológico. Centrada en un elemento clave: los excedentes de la cuenca del Tajo que puedan ser trasvasados. Un aspecto fundamental para el funcionamiento del ATS, pues como principio básico de su legislación está establecido que "*las aguas que se trasvasen sean, en todo momento, excedentarias en la cuenca del Tajo*" (disposición adicional novena de la Ley 52/1980).

Una faceta, la de los excedentes del Tajo, que puede —y debe— ser tratada de manera independiente del resto de factores que influyen en el ATS. Por su propio concepto, son intrínsecos de la cuenca del Tajo. No obstante, la trascendencia de sus resultados y su repercusión sobre la gestión del ATS es clara, evidente. En este sentido, con esta Tesis no se pretende solucionar la problemática del ATS, pero sí aportar un elemento novedoso de juicio, soportado técnica y científicamente,

Una correcta definición de excedentes es básica para la buena gestión del ATS, por un doble motivo. El más obvio es poder garantizar el carácter prioritario de la cuenca del Tajo, de manera que no vea cercenada su desarrollo o que la afección que le suponga el ATS sea mínima o inexistente. Pero también es esencial para los usuarios de la cuenca del Segura, receptores del agua trasvasada, pues una definición errónea de los excedentes da lugar a unas expectativas que no se pueden cumplir. Así, gran parte de la conflictividad y sinsabores que ha traído el funcionamiento del ATS tiene su origen en que la definición del carácter excedentario de las aguas no es adecuada, dando lugar a que se trasvasen aguas que no son excedentarias, con sus afecciones al Tajo, y un funcionamiento errático de la infraestructura que no satisface a nadie.

Por otra parte, el asunto de los trasvases, su viabilidad e idoneidad no se encuentra cerrado. Si bien en el contexto europeo tiene una transcendencia reducida, es un debate que sigue candente en España. Con un enfoque que se sale de lo puramente hidrológico, entrando en liza otros factores con más contenido ideológico o simple continuismo de planteamientos preestablecidos. En este sentido, esta Tesis, si bien se analiza un caso singular, aporta elementos de juicio sobre el comportamiento del principal trasvase intercuencas español, que aporta información en un análisis serio sobre nuevos planteamientos de trasvases. A su vez, la metodología planteada, puede servir de pauta o ejemplo para otros casos.

A nivel mundial, los grandes trasvases están constituyendo actualmente una de las principales líneas de actuación en la gestión del recurso hídrico. Especialmente para dar respuesta a los retos planteados en el trinomio agua-energía-producción de alimentos. Cuestión que se aborda directamente en (Oleksandra, et al., 2018), del que se reproduce en la Figura 2 un mapa a nivel mundial de distribución de los grandes trasvases en el mundo construidos, en construcción y planteados, muy significativo. Se aprecia la magnitud de las nuevas construcciones y planteamientos. Especialmente en entornos con una mayor presión demográfica, como puede ser el sur y este de Asia. Se trata de trasvases con condicionantes más distanciados a los del ATS que los que puedan tener los planteados en España. Pero haciendo las salvedades que corresponda, los resultados y propuestas de esta Tesis también pueden servir como ejemplo o base de conocimiento.

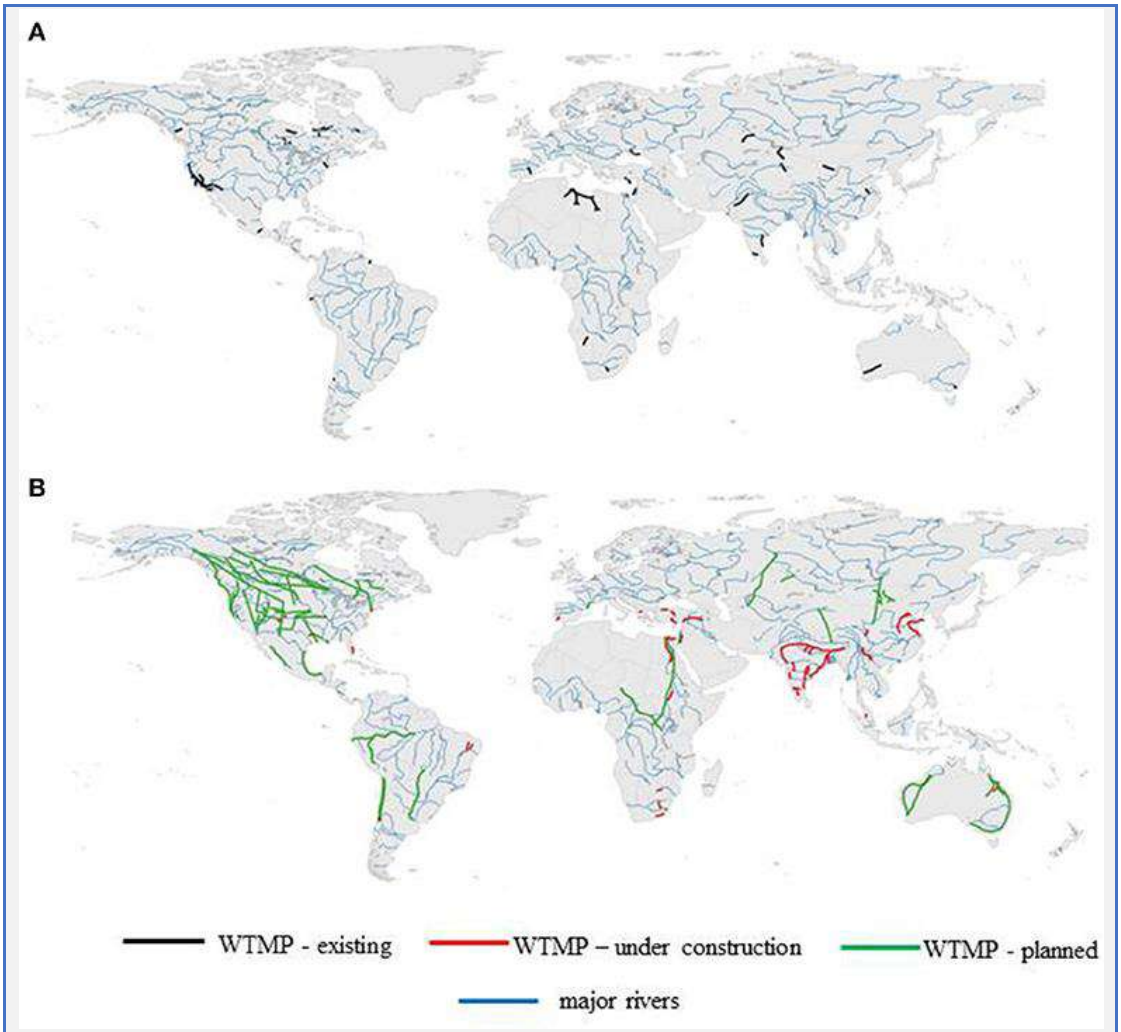


Figura 2. Reproducción de "FIGURE 1 | Global distribution of (A) existing water transfer megaprojects (black lines) (N = 34) and (B) future water transfer megaprojects that are under construction (red lines) or in the planning phase (green lines) (Ntotal = 76). Blue lines show major rivers" del artículo *Global Water Transfer Megaprojects: A Potential Solution for the Water-Food-Energy Nexus* (Oleksandra, et al., 2018)

1.3 Datos básicos sobre la gestión y operación del ATS

Como apoyo en la contextualización del problema, se muestran resumidamente en este punto aspectos importantes sobre el ATS. En el Anejo 1 se complementa esta información con una descripción física del ATS e información presentada de manera alfanumérica y gráfica.

1.3.1 Una infraestructura hidráulicamente eficiente, condicionada por la disponibilidad de agua para trasvasar

El ATS es considerada la mayor infraestructura hidráulica para transportar agua de España. Permite llevar eficientemente agua desde la cabecera del Tajo hasta la cuenca del Segura. Un metro cúbico de agua —una tonelada— llevado por el ATS a 400 km de distancia apenas necesita 1,2 kWh de energía de media[3]. Un destino, los

[3] Como orden de magnitud transportarla por carretera requiere una energía más de 100 veces superior —estimación basada en la tabla 2 del artículo *Consumo de energía por el transporte en España y tendencias de emisión* **Fuente especificada no válida.**—. Para el agua embotellada el coste del transporte por carretera es asumible, no así para el agua para riego.

regadíos de la cuenca del Segura, sobre los que ya pronosticaba acertadamente Alfonso Peña Boeuf en 1940 —dentro del Plan General de Obras Públicas— que "*todos los caudales que llevemos encontrarían, con el tiempo, su aplicación al riego*" (Peña Boeuf, 1940).

Un razonamiento en el que consideraba que había que tomar "*como punto fundamental los caudales sobrantes que puede haber en las otras cuencas, y que, económicamente, sean de posible transvase*" (Peña Boeuf, 1940). Obviamente, las circunstancias actuales son diferentes. No se trata de evaluar la construcción de la infraestructura, pues ya está hecha. Pero su funcionamiento actual se encuentra condicionado, como se advertía en 1940 —y también en 1933 cuando se planteó el ATS— por la disponibilidad de sobrante en la cuenca cedente, en el Tajo.

1.3.2 Finalidad del ATS

El ATS fue la respuesta planteada desde Murcia en 1953 para resolver los problemas del reparto de agua local para el regadío. En su planteamiento, se extendió como beneficiarios a las provincias de Alicante y Almería. A su vez, a esta finalidad para el regadío se le añadió el abastecimiento, con una triple finalidad:

- preservar los recursos de la cuenca del Segura para el regadío frente a una demanda de abastecimiento que estaba creciendo rápidamente y se esperaba que lo siguiera haciendo (como así ocurrió);
- incorporar a usuarios con mayor capacidad de pago que soportaran mayor peso en la amortización;
- dar mayor legitimidad a la infraestructura.

En paralelo a la construcción del ATS se trabajaba en el reparto del agua entre los usos, tarea no exenta de problemas. Al final prevaleció el carácter prioritario de los abastecimientos. Una premisa que se hizo más problemática cuando se comprobó que los trasvases que se realizaban estaban por debajo de las expectativas. Con momentos de gran tensión, como la sequía de los años 90 del siglo XX, con restricciones para los abastecimientos y escasa agua para el riego. Esta situación llevó al planteamiento de la construcción de desaladoras complementarias para el abastecimiento, que ya mostraron su utilidad cuando se superó el periodo seco 2004-2009 sin restricciones de agua para la población. Básicas también para garantizar el abastecimiento de la población a raíz del colapso del túnel de Ulea en 2012, que afectó al canal principal de la margen izquierda del post-trasvase. O más recientemente, los diez meses entre junio de 2017 y marzo de 2018 en los que se atendieron los abastecimientos del ATS a pesar de no recibir nada del agua del ATS. El ATS ya no es necesario para garantizar los abastecimientos del Segura. De hecho, los repartos entre usos del agua trasvasada cambiaron en 2013, a favor del regadío.

A nivel nominal, el ATS supone aproximadamente el 19% de los recursos de la cuenca del Segura[4], cuantificados como una media de 338 hm³/año. Con una organización que superpone dos sistemas distintos (Cuenca —[hidrológica]— y Trasvase) sobre el mismo espacio geográfico. Físicamente, es el mismo recurso pues las aguas del ATS se mezclan con las del Segura en el embalse del Talave. La distinción entre los dos subsistemas es un mero artificio contable, condicionado por aspectos históricos y derechos de acceso al agua de tiempos remotos.

[4] *Vid* http://chsegura.es/chs/cuenca/resumendedatosbasicos/recursoshidricos/resumen.html.

Se trata de una obra ya construida y con amplio bagaje de funcionamiento. En 2018 se han cumplido los 50 años de su aprobación y 40 años desde la primera llegada de agua al Segura en 2019. Es decir, el ATS es una infraestructura emblemática, operativa, muy eficiente y con gran demanda de uso. Sin embargo, además de ser la mayor infraestructura hidráulica de transporte en España, puede considerarse también la más polémica y conflictiva. Con un debate crispado en el que es frecuente encontrar términos desagradables del estilo "guerra del agua", "conflicto territorial" o "mafias del agua".

Por otra parte, hay que tener en cuenta que se contemplan hasta 50 hm³/año de posible trasvase a la cuenca del Guadiana. De éstos, 20 hm³/año son para auxilios puntuales a las Tablas de Daimiel, que ya se han dado en el pasado. El resto, 30 hm³/año, es para atender los abastecimientos de la Llanura Manchega, actualmente en construcción. No está claro en la legislación cuál es el criterio que se seguirá para el reparto del agua trasvasada entre el Guadiana y el Segura, que parece será otro problema añadido.

1.3.3 Conceptos empleados en la gestión del ATS

A la hora de hablar del ATS hay una serie de conceptos recurrentes, una especie de jerga propia. Con el fin de facilitar la comprensión, se han recopilado en la siguiente tabla algunos de estos términos, con una breve explicación:

Tabla 1. Resumen de conceptos empleados

Prioridad de uso de la cuenca cedente	Es un principio básico de la legislación del ATS. El ATS no ha de suponer ninguna merma presente ni futura al desarrollo del Tajo. Sus usos han de estar satisfechos totalmente. Es un principio no discutido, pero que no se cumple, como por ejemplo se comprueba con la existencia de los desembalses de referencia.
Desembalses de referencia	Concepto introducido en la Ley 21/2013 y desarrollado reglamentariamente en el RD 773/2014. Consiste en limitar los desembalses que se pueden realizar desde Bolarque hacia el Tajo a unos máximos mensuales, que suman 365 hm³/año. En casos especiales, por causas ambientales y convenientemente justificadas por la Confederación Hidrográfica del Tajo, pueden ser superados. La terminología empleada para definirlos puede llevar a engaño. Llamarlos desembalses máximos sería más claro.
Incremento de los desembalses de referencia para abastecimientos de Madrid	Adicionalmente a los desembalses de referencia de 365 hm³/año, pueden desembalsarse hasta 2 m³/s (unos 60 hm³/año) adicionales para atender los usos del abastecimiento de Madrid por medio de la planta potabilizadora de Colmenar de Oreja. Así, hay unos desembalses de referencia de 365 hm³/año que pueden llegar a 425 hm³/año si lo requiere el abastecimiento de Madrid.
Usos aguas abajo de Aranjuez	Desde Entrepeñas y Buendía se pueden atender los usos que toman del río Tajo aguas abajo de Bolarque. Sin embargo, para la definición legal de excedentes sólo se tienen en cuenta los que se encuentran entre Bolarque y Aranjuez, asumiendo que los usos aguas abajo de Aranjuez, tras la incorporación del Jarama, tienen una fuente alternativa de suministro. Por su parte, en la planificación del Tajo, sí se considera la posibilidad —o necesidad— de atender usos aguas abajo de Aranjuez eventualmente con reservas de Entrepeñas y Buendía.
Caudal mínimo del Tajo por Aranjuez	De 6 m³/s, fijado en la Ley 52/1980. Es un valor arbitrario, sin justificación ambiental. Posiblemente ligado a la refrigeración de la central nuclear de Zorita (clausurada en 2006).
Caudal ecológico mínimo del Tajo por Aranjuez	Resultado de los estudios del régimen de caudales ecológicos en la cuenca del Tajo, es el que se estima que garantiza el mantenimiento de la vida piscícola, punta de la pirámide de la cadena trófica. No se encuentra implantado por reconocidas presiones políticas. En el Esquema de Temas Importantes aprobado en 2010 se proponía un valor medio de 10,88 m³/s, que se traduce en un incremento de necesidades de desembalse de unos 154 hm³/año
Umbral mínimo de no trasvase (definición legal de excedentes)	Fijado en 400 hm³ en el Plan Hidrológico Nacional, tras la modificación de 2013. Se refiere a las reservas embalsadas en Entrepeñas y Buendía. Por debajo de este umbral, no se puede trasvasar. Todas las reservas que haya por encima de él se declaran excedentarias.
Reglas de explotación	Regla tabular que en función de las aportaciones de los 12 meses anteriores y las reservas en Entrepeñas y Buendía fija el trasvase que se puede autorizar

Situación de excepcionalidad hidrológica	Definida originariamente como garantía de los abastecimientos del ATS. Se da cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía se encuentran por debajo de la curva de excepcionalidad hidrológica.
Curva de excepcionalidad hidrológica	Definida en el RD 773/2014, como unos valores de reservas en Entrepeñas y Buendía, para cada mes del año, oscilando entre 586 y 688 hm³.

1.3.4 Legislación del ATS

La legislación sobre el ATS es intrincada, con múltiples disposiciones. A lo que hay que añadir una abundante jurisprudencia. A continuación, se enumera la legislación que se considera más significativa (en la Figura 3 se muestra un esquema con la línea temporal):

- **Ley 21/1971**, de 19 de junio, sobre el aprovechamiento conjunto Tajo-Segura. Ley específica sobre el ATS, que establece un límite máximo de trasvase en la fase I de 600 hm³/año *"de caudales regulados excedentes procedentes del río Tajo"*.
- **Real Decreto 1982/1978**, organización de los servicios encargados de gestionar la explotación de la infraestructura hidráulica «Trasvase Tajo-Segura». Crea la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCEATS), órgano encargado de supervisar el funcionamiento del ATS. También reparte el mantenimiento de la infraestructura entre la Confederación Hidrográfica del Tajo (desde Bolarque al embalse del Talave) y la Confederación Hidrográfica del Segura (desde el embalse del Talave, lo que se conoce como post-trasvase).
- **Ley 52/1980**, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Durante su tramitación parlamentaria se incluyeron aspectos generales de la infraestructura. Entre otros, se fijó el caudal mínimo del Tajo por Aranjuez a 6 m³/s y se insistió en que sólo se podía trasvasar agua excedentaria del Tajo. Además, encomienda al plan del Tajo la determinación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar.
- **Real Decreto-ley 8/1995**, de 4 de agosto, por el que se adoptan medidas urgentes de mejora del aprovechamiento del trasvase Tajo-Segura. Dispone una autorización de trasvase al Guadiana de 50 hm³/año; 30 hm³/año para el abastecimiento de la Llanura Manchega y 20 hm³/año para socorro a las Tablas

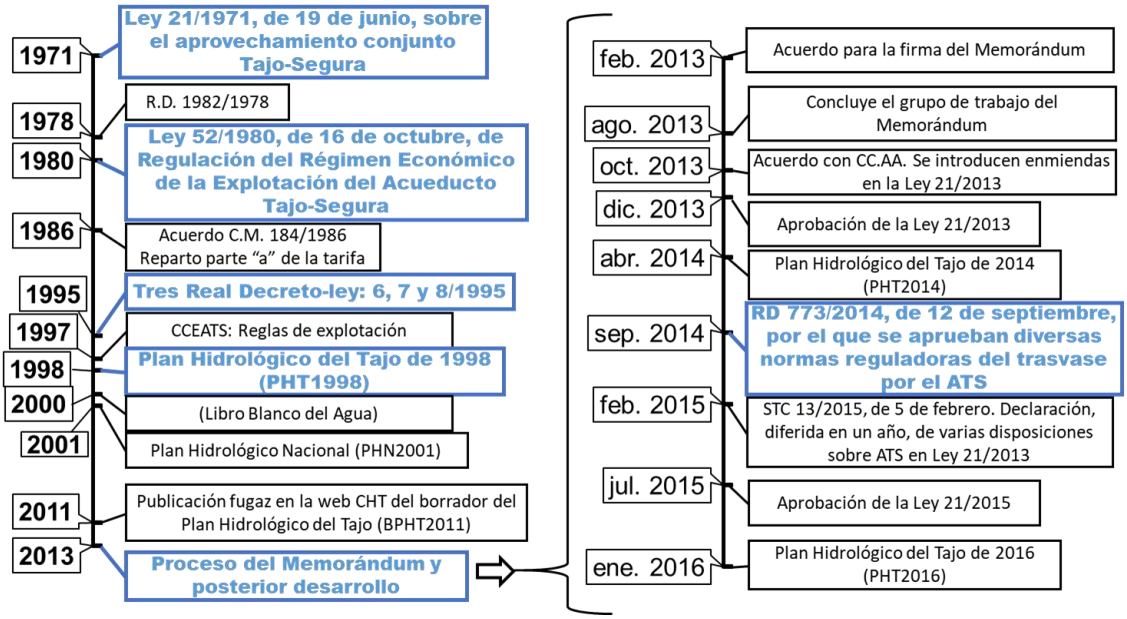


Figura 3. Línea temporal con los aspectos más destacados de la legislación sobre el ATS e hitos destacados relacionados

de Daimiel. Esto último, ya se había realizado de manera excepcional en años anteriores. Además, establece una reserva de 3 hm³/año *"para asignar al abastecimiento de los núcleos de población inmediatos al trazado del acueducto Tajo-Segura, en las cuencas de los ríos Guadiana y Júcar, sin que ello implique la modificación del volumen máximo trasvasable autorizado por la normativa reguladora del acueducto Tajo-Segura"*.

- **Plan hidrológico del Tajo de 1998** (PHT1998; aprobado por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio; derogado por Real Decreto 270/2014, de 11 de abril). En su Normativa se determina: *"en cualquier momento el agua excedentaria disponible restando 240 hectómetros cúbicos a las existencias en Entrepeñas y Buendía en ese momento"*. Se trata de una disposición incluida en el PHT1998, pero concebida y justificada fuera de él. En paralelo, en noviembre de 1997 la CCEATS adopta con carácter interno y orientativo las Reglas de Explotación para programar los trasvases. Aunque conceptualmente estas Reglas de Explotación definían la cantidad a trasvasar, legalmente no tenían rango de definición de excedentes; se contemplaban únicamente como una ayuda interna de la CCEATS.

- **Plan Hidrológico Nacional** (PHN2001; Ley 10/2001, de 5 de julio). Su disposición adicional 3ª, en su redacción final tras las modificaciones legislativas introducidas en 2013, contiene la **definición legal de excedentes: *"En cuanto a las transferencias de agua aprobadas desde la cabecera del Tajo, se considerarán aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el conjunto de Entrepeñas-Buendía que superen los 400 hectómetros cúbicos. Por debajo de esta cifra no se podrán efectuar trasvases en ningún caso. (…)"***.

  En su versión inicial de 2001, esta disposición, además de tener el antiguo umbral de 240 hm³ en lugar del actual de 400 hm³, hacía referencia al Plan del Tajo y condicionaba a él un posible cambio del umbral. Al desaparecer esta ligazón en la versión actual, y considerando que está definido con rango de Ley, en las revisiones del plan hidrológico de cuenca —con rango de Real Decreto— no se puede plantear una modificación de una disposición legal de rango superior sin habilitación expresa. Por tanto, el mandato de la disposición adicional novena de la Ley 52/1980 que encomienda al plan del Tajo la determinación del carácter excedentario de las aguas, no puede ser llevada a la práctica.

- **Ley de Evaluación Ambiental de 2013** (*LEA2013;* Ley 21/2013, de 9 de diciembre): en lo referente al ATS, también conocida coloquialmente como Ley del Memorándum, legislación del Memorándum o simplemente Memorándum[5]. Introduce diversas normas legales sobre el ATS, entre las que está la modificación de la definición legal de excedentes realizada en el PHN2001. Entre el resto de las modificaciones destaca que se elevan las Reglas de Explotación del ATS a rango de Ley con trasvases automáticos en circunstancias de normalidad. También, como limitación para la cuenca del Tajo, legisla el concepto de los desembalses de referencia como valores máximos que pueden alcanzar los desembalses hacia el Tajo. El Tribunal Constitucional, en su *Sentencia 13/2015, de 5 de febrero*, (Ref. BOE-A-2015-2259), declara la inconstitucionalidad y nulidad

[5] Aunque el Memorándum es un acuerdo alcanzado en febrero de 2013 entre el entonces Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente con las Comunidades Autónomas de Valencia y Murcia, ante la presencia de invitados técnicos y de los regantes del ATS, también es usado el término con frecuencia en diferentes foros para referirse a las disposiciones sobre el ATS introducidas en la Ley 21/2013.

de varias disposiciones[6] de la LEA2013 relacionadas con el ATS, si bien difirió esta declaración en un año para que pudieran ser corregidas. Antes de que se cumpliera el plazo dado, se reintrodujeron las disposiciones declaradas nulas de la Ley 21/2013 en la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes[7].

- **Plan hidrológico del Tajo de 2014** (PHT2013; aprobado por Real Decreto 270/2014, de 11 de abril; derogado por Real Decreto 1/2016, de 8 de enero). No incluye la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. Contiene una modificación de la manera de definir los excedentes acorde a la LEA2013, pero que no tuvo relevancia pues ya había sido aprobada la LEA2013, de mayor rango.
- **Real Decreto 773/2014**, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura *(RD 773/2014)*. Su finalidad es desarrollar reglamentariamente aspectos relacionados con el ATS en la LEA2013. Uno de estos es la redefinición de las Reglas de Explotación, y la fijación cuantitativa de los desembalses de referencia en Bolarque hacia la cuenca del Tajo. Legalmente no tiene la consideración de definición de excedentes, pero en la práctica son las normas que definen cuánta agua se puede trasvasar y cuánta se puede usar en la cuenca del Tajo.

  En la información pública de este RD se acompañó un anejo técnico que justifica la determinación de excedentes de 2013, las Reglas de Explotación y los desembalses de referencia (limitativos) hacia el Tajo.
- **Plan hidrológico del Tajo de 2016** *(PHT2016)*: a diferencia de *PHT1998* y *PHT2014*, no incluye definición del carácter excedentario de las aguas a trasvasar, justificado por la redacción final de la disposición adicional tercera del PHN2001, tras la modificación de la LEA2013 y finalmente de la Ley 21/2015.

1.3.5 Las Reglas de Explotación como elemento principal de la operación del ATS

1.3.5.1 El volumen mensual que se trasvasa no se aprueba a partir de la definición legal de excedentes

La definición legal de excedentes se limita a declarar excedentarias las existencias en Entrepeñas y Buendía por encima de los 400 hm³. No determina explícitamente cuánta agua se puede trasvasar cada mes. Ante esta laxitud en la definición, es lógico pensar que se trasvase todo lo que se pueda, mientras no se supere el máximo anual permitido (600 hm³) y no bajen las reservas en Entrepeñas y Buendía por debajo de los 400 hm³.

Esta forma de gestión ya fue analizada en (Ministerio de Medio Ambiente, 1997), con la denominación de "*ausencia de cautelas*", sobre la que se consideraba que "*es previsible que se produzcan situaciones absolutamente indeseables y perjudiciales para los intereses de los usuarios del trasvase*".

[6] Disposiciones adicionales 15, transitoria 2, derogatoria única.3 y finales 2 y 3 de la LEA2013

[7] A efectos legales, con esta reintroducción se mantiene lo establecido inicialmente en la LEA2013. Lo único que se incrementa el grado de galimatías o trabalenguas a niveles que pueden ser calificados como grotescos. Por ejemplo, "la Disposición derogatoria punto 1 de la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes deroga la disposición adicional primera de la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio de 2001, del Plan Hidrológico Nacional"; complicado de escribir, pero más complejo de leer y sobre todo de entender.

1.3.5.2 Invención de las Reglas de Explotación

En este razonamiento de (Ministerio de Medio Ambiente, 1997) se concluye: "*Queda demostrado, en definitiva, que, como era lógico esperar, el régimen de trasvases de excedentes, sin autolimitación alguna, resulta desaconsejable para los usuarios del trasvase, lo que no hace sino ratificar explícitamente la necesidad de una regla de explotación que modere los envíos e impida la presentación de graves crisis*".

Como consecuencia, se inventaron las Reglas de Explotación, que fueron adoptadas de manera interna, con carácter orientativo, por la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura en noviembre de 1997. Posteriormente, en los cambios legislativos de 2013, estas reglas pasan a estar definidas con rango de Ley. Con la posibilidad de modificar sus parámetros —umbrales que determinan los niveles y volumen de trasvases autorizable en cada nivel— por medio de Real Decreto, "*con el único objetivo de dotar de mayor estabilidad interanual a los suministros, minimizando la presentación de situaciones hidrológicas excepcionales*". Hecho que ocurrió con el RD 773/2014, que es en el que se encuentran actualmente definidas.

1.3.5.3 Reglas de explotación de 2013, con rango de Ley, revisadas por el RD 773/2014

Las reglas contemplan 4 niveles en función de las existencias embalsadas en Entrepeñas y Buendía y las aportaciones de los 12 meses anteriores, estableciéndose para cada nivel un trasvase mensual a aprobar. A continuación se indica para cada nivel los parámetros que son tenidos en cuenta y se les asocia al concepto —bastante descriptivo— que se manejaba en la propuesta de determinación de excedentes del borrador del plan del Tajo de 1995 (abundancia, normalidad, sequía y emergencia):

- Nivel 1: cuando las existencias o aportaciones de los 12 meses anteriores en Entrepeñas y Buendía superan unos umbrales fijados. Se autoriza el máximo trasvase posible. Conceptualmente equivale a lo que en el borrador del plan del Tajo de 1995 se definía con situación de abundancia, pero con otra definición de umbrales.
- Nivel 2: cuando no se está en nivel 1 y las existencias embalsadas están por encima de la curva de excepcionalidad hidrológica. Se plantea un trasvase intermedio (38 hm³/mes, tanto en las reglas de 1997 como en las de 2014). En el borrador del plan del Tajo de 1995 tenía su equivalente con la situación de normalidad, en la que se trasvasarían 370 hm³/año (frente a los 456 hm³/año de las Reglas de Explotación, tanto de 1997 como de 2014).
- Nivel 3: cuando las existencias embalsadas están por debajo de la curva de excepcionalidad hidrológica, pero son superiores al mínimo de no trasvase (hay excedentes legales). Se Plantea un trasvase menor que en nivel 2, correspondiendo la decisión a una instancia superior a la CCEATS (por decisión del Consejo de Ministros hasta 2013, que pasa a ser del ministro con competencias en la materia). Su cálculo está relacionado con la garantía de los abastecimientos de la cuenca del Segura. El borrador del plan del Tajo de 1995 contemplaba aquí tres niveles de sequía, con reducción progresiva de trasvases.
- Nivel 4: cuando no hay excedentes legales, con Entrepeñas y Buendía por debajo del umbral fijado (240 hm³ en 1998 y 400 hm³ en 2014[8]). No se aprueban trasvases. Equivaldría a la sequía hidrológica en fase de alarma del borrador del plan del Tajo de 1995.

[8] La subida de 240 a 400 hm³ se realizó por escalones, en un proceso que terminó el 1 de enero de 2018.

La definición de las Reglas de Explotación vigentes, realizada en el artículo primero del RD 773/2014, es:

Artículo 1. Reglas de explotación del trasvase Tajo-Segura. (del RD 773/2014)

En función de las existencias conjuntas en los embalses de Entrepeñas y Buendía a comienzos de cada mes, se establecen los siguientes niveles mensuales con arreglo a los que se acordará la realización de los trasvases, con un máximo anual total de 650 hm³ en cada año hidrológico (600 para el Segura y 50 para el Guadiana).

Nivel 1. Se dará cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía sean iguales o mayores que 1300 hm³, o cuando las aportaciones conjuntas entrantes a estos embalses en los últimos doce meses sean iguales o mayores que 1200 hm³. En este caso el órgano competente autorizará un trasvase mensual de 60 hm³, hasta el máximo anual antes referido.

Nivel 2. Se dará cuando las existencias conjuntas de Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 1300 hm³, sin llegar a los volúmenes previstos en el Nivel 3, y las aportaciones conjuntas registradas en los últimos doce meses sean inferiores a 1200 hm³. En este caso el órgano competente autorizará un trasvase mensual de 38 hm³, hasta el máximo anual antes referido.

Nivel 3. Se dará cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía no superen, a comienzos de cada mes, los valores mostrados en la tabla (valores en hm³):

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
613	609	605	602	597	591	586	645	673	688	661	631

En este nivel, denominado como de situación hidrológica excepcional, el órgano competente podrá autorizar discrecionalmente y de forma motivada un trasvase de hasta 20 hm³/mes.

Nivel 4. Se dará esta situación cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 400 hm³, en cuyo caso no cabe aprobar trasvase alguno.

1.3.6 Funcionamiento del ATS por debajo de las expectativas

Desde el inicio de su explotación, el ATS no ha cumplido las expectativas. Solamente un año se ha logrado trasvasar el volumen nominal de la primera fase (600 hm³/año), siendo el volumen medio trasvasado el 56% de este valor nominal. Además, con tendencia decreciente, a tenor de la evolución de la media móvil de 10 años. La segunda fase, con trasvases hasta 1000 hm³/año, no se contempla actualmente (*vid* Figura 4).

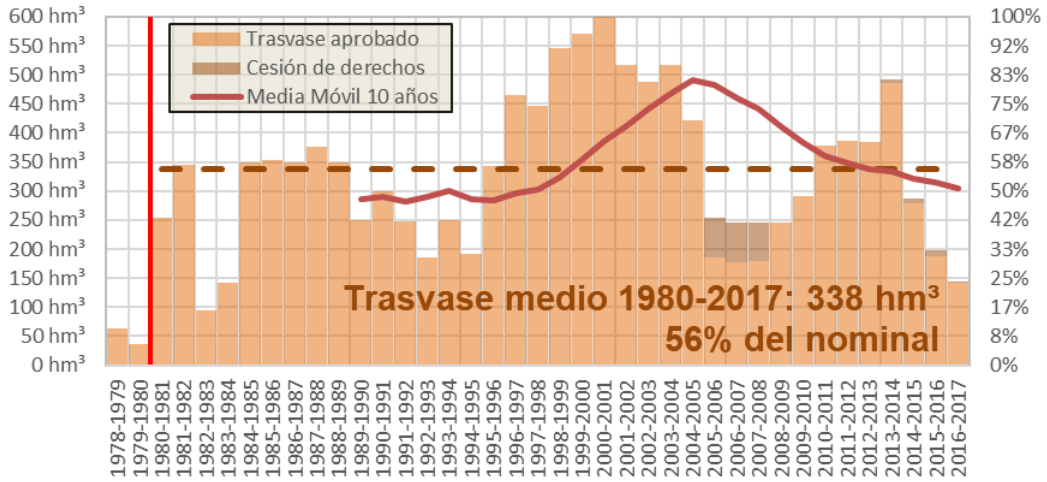


Figura 4. Trasvases realizados por el ATS, con valor medio y media móvil de 10 años

La principal causa de este comportamiento es lo que se conoce como efecto 80 (del que se habla con más detalle en 2.4.4.1). Una fuerte reducción de las aportaciones que se produce justamente cuando entra en explotación el ATS. Es un fenómeno que se

aprecia visualmente con facilidad en las gráficas de aportaciones de Entrepeñas y Buendía. Existe un estudio que analiza la serie de aportaciones en régimen natural en Entrepeñas y Buendía (Terrero Guerra, 2016), que demuestra por contrastes estadísticos el efecto 80. En esa línea, se ha realizado un estudio estadístico de la serie de aportaciones aforada en Entrepeñas y Buendía —la serie empleada en la metodología—, recogido en el Anejo 5, llegando a la misma conclusión. Así, confirmando la intuición dada por la inspección ocular de la gráfica (*vid* Figura 5), se puede asegurar que la serie de aportaciones en Entrepeñas y Buendía posterior a 1980 es independiente estadísticamente de la serie de aportaciones anterior a 1980.

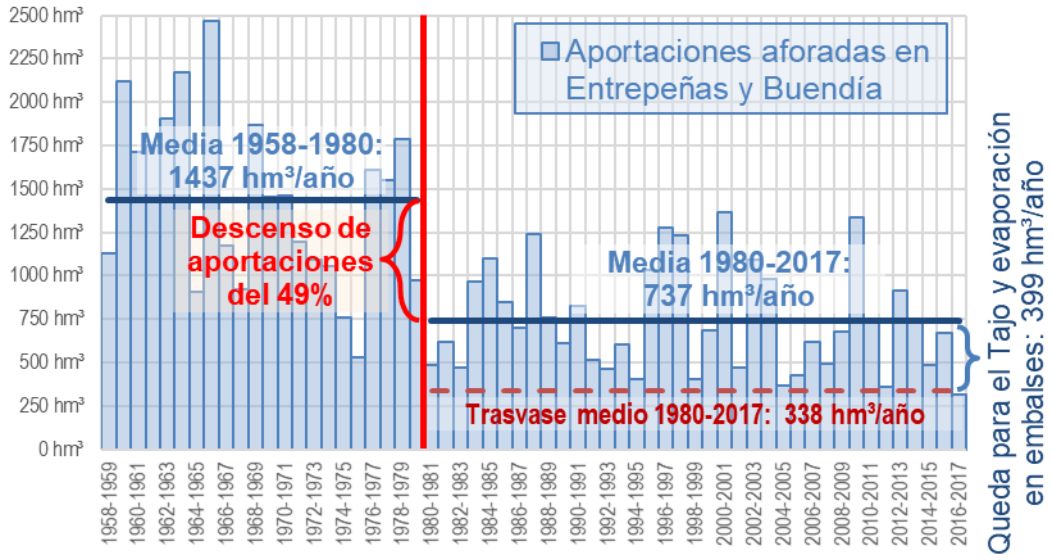


Figura 5. Aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía. Comparación con el trasvase medio

Un aspecto preocupante de estas aportaciones, especialmente ante las perspectivas negativas del cambio climático, es que dentro del periodo 1980-2017 se han registrado varias veces el mínimo de aportaciones. La última en el año hidrológico 2016-2017. Marcan una clara tendencia descendente (*vid* Figura 6).

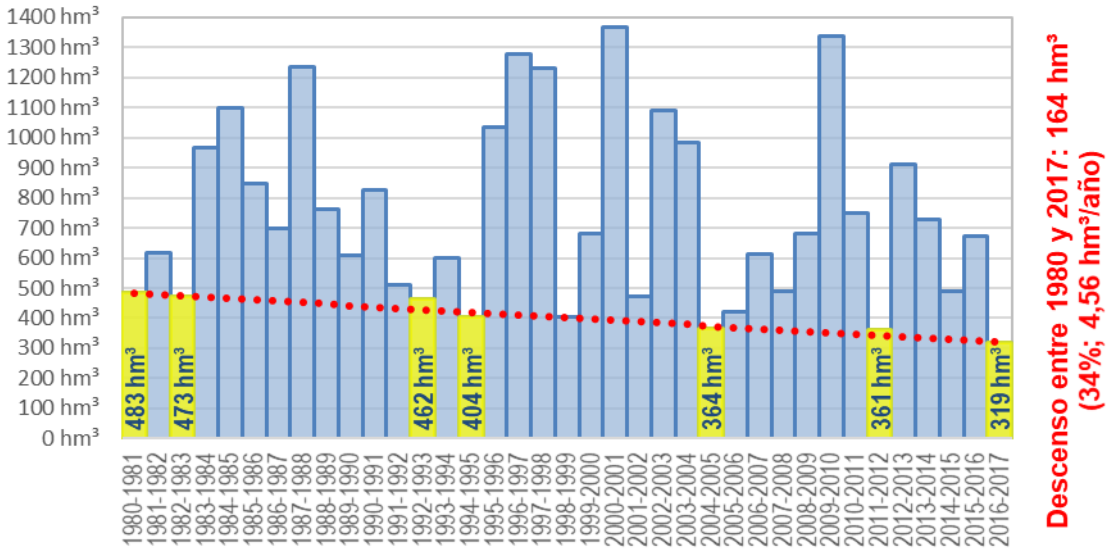


Figura 6. Aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía periodo 1980-2017. Se destacan en amarillo los mínimos de aportaciones que se han ido registrando en el periodo. La línea roja punteada une el primer y último mínimo, pasando cerca de los intermedios.

Las salidas al río Tajo desde Bolarque sufren también el descenso de las aportaciones, a lo que se suma la detracción de agua por el ATS, habiendo visto reducido el volumen medio un 71% a partir de 1980 (*vid* Figura 7).

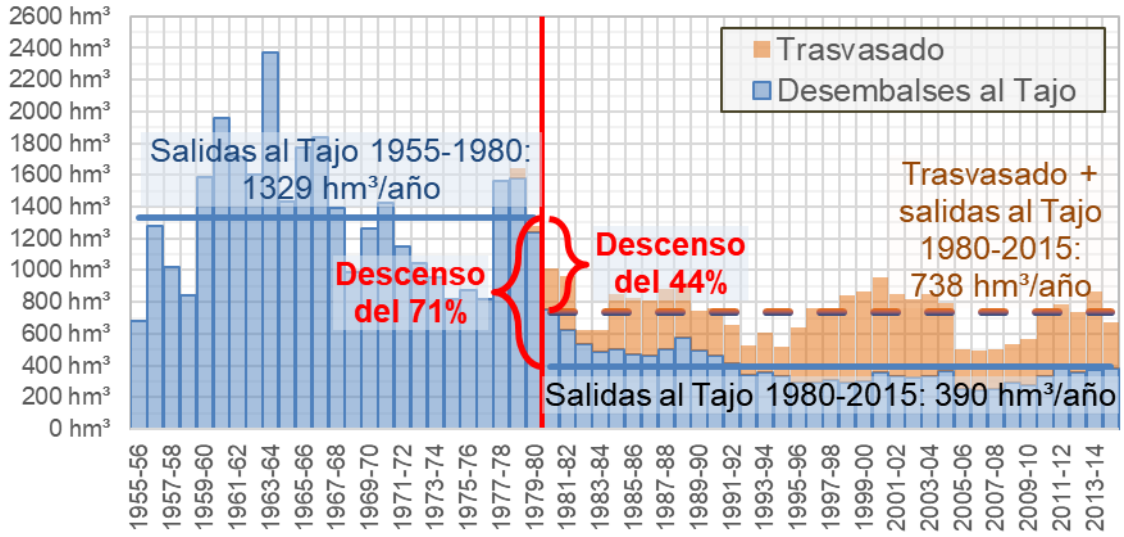


Figura 7. Estimación de las salidas al Tajo (a partir de las salidas del embalse de Bolarque y las entradas en el embalse de Almoguera del anuario de aforos del CEDEX)[9]. Comparación con los volúmenes trasvasados

A su vez, se aprecia el efecto en las reservas de Entrepeñas y Buendía, aunque en este caso no es achacable al efecto 80 sino a una ineficiente gestión. Con un agravante: esta situación de niveles bajos está buscada. La evaporación de los embalses es proporcional a su lámina de agua (superficie ocupada), por lo que unos niveles altos de embalse llevan asociados una mayor evaporación. Razonando a la inversa, unos niveles bajos en los embalses suponen una menor evaporación, traducida directamente en mayores excedentes para trasvasar pero con gran irregularidad. Para aumentar los trasvases se busca reducir la evaporación, por lo que se fuerza la gestión de Entrepeñas y Buendía (*vid* Figura 8 y Figura 9).

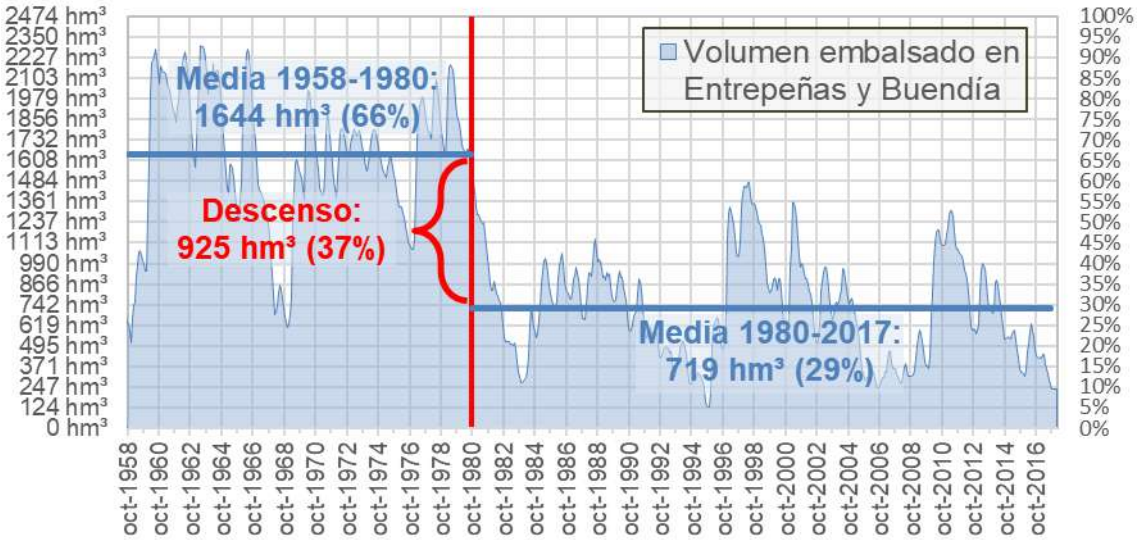


Figura 8. Evolución del volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía

[9] Realmente, no se dispone de una fuente fiable de los desembalses de Bolarque hacia el Tajo. El anuario de aforos del CEDEX da el valor agregado de las salidas de Bolarque, afectado por la central reversible de Altomira con continuas entradas y salidas de agua. El valor que se representa son las salidas desde Bolarque hasta 1967, a partir del cual se consideran las entradas en el embalse de Almoguera, situado aguas abajo.

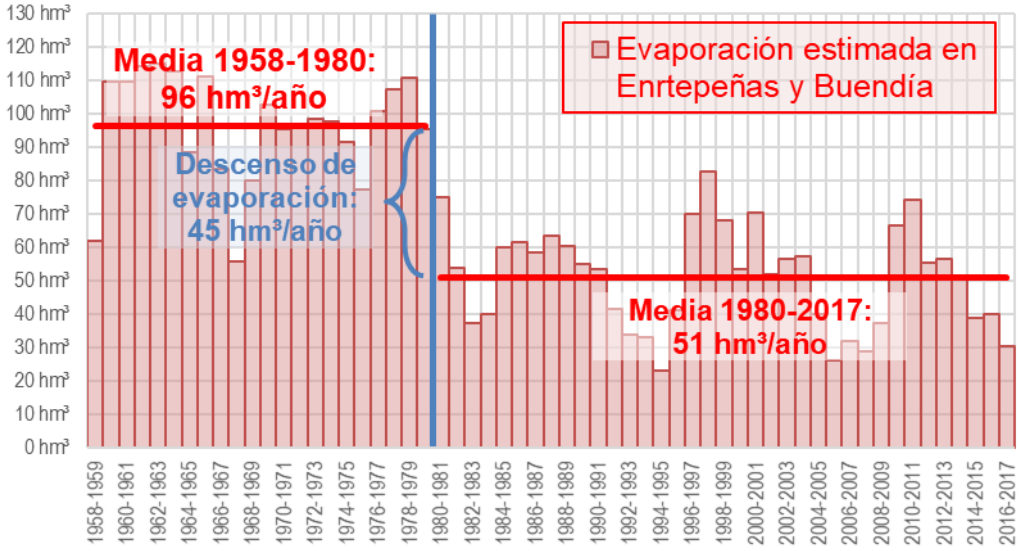


Figura 9. Estimación de la evaporación anual en Entrepeñas y Buendía

Con eta actuación se consiguen trasvasar unos 45 hm³/año más respecto a mantener los embalses a unos niveles medios similares a los que había antes del ATS. Pero esto, además de las afecciones causadas a la cuenca del Tajo, tiene un coste sobre los trasvases, pues se desaprovecha la capacidad de regulación disponible, dando lugar a una alta variación interanual de los volúmenes trasvasados. Algo que se puede apreciar claramente en el histórico de trasvases; en la Tesis se muestra que es factible evitarlo.

En resumen, el ATS es una infraestructura que permite llevar agua desde la cabecera del Tajo al río Segura con una gran eficiencia hidráulica. Sin embargo, en la práctica se ha encontrado con el hándicap de la falta de agua para transportar. Esta agua trasvasada procede de las aportaciones reguladas en los embalses de la cabecera del Tajo (Entrepeñas y Buendía), que debe ser excedentaria de la cuenca cedente. Tras casi cuarenta años de funcionamiento no se han cubierto las expectativas creadas, mientras que la cuenca del Tajo está sufriendo afecciones y su gestión está condicionada por el ATS, motivo para cuestionar que la definición legal del carácter excedentario de las aguas a trasvasar sea adecuada; es decir, ¿son realmente excedentarias las aguas que se trasvasan?

1.4 Objetivos

En la Tesis se plantean cinco objetivos principales. Los tres primeros relacionados directamente con la determinación de excedentes trasvasables de la cabecera de la cuenca del Tajo:

1) analizar cómo se ha llevado a cabo con anterioridad la determinación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar por el Acueducto Tajo-Segura (ATS);
2) plantear una metodología alternativa, novedosa y relativamente sencilla, basada en la observación del comportamiento del sistema ante diferentes circunstancias de aportaciones, necesidades de desembalse del Tajo y trasvases realizados;
3) proporcionar unas bases objetivas y consistentes que permitan determinar los excedentes trasvasables respetando la legislación respecto al carácter prioritario de la cuenca cedente;

Adicionalmente, como corolario y extrapolación, los resultados obtenidos permiten cubrir otros dos objetivos relacionados con otros grandes trasvases, ya sea en fase de planteamiento o de explotación:

4) aportar información relevante para la toma de decisiones en relación con el debate originado en relación con las posibilidades de grandes trasvases;
5) pretensión que la metodología empleada en este caso, así como los análisis efectuados, puedan servir ulteriormente para su aplicación a casos análogos de grandes trasvases.

1.5 Metodología

1.5.1 Objeto de estudio

Como queda reflejado en su título, el objeto de estudio de la Tesis es la caracterización de los excedentes de la cuenca del Tajo. Concretamente, los excedentes de la cabecera del Tajo, pues su finalidad está relacionada con el ATS, que arranca desde el embalse de Bolarque, ubicado en la cabecera de la cuenca.

En un trasvase intercuencas, en este caso el ATS, se pueden distinguir tres partes:

- Cuenca cedente: la cuenca del Tajo
- La infraestructura de conexión: ATS
- Cuenca cesionaria o receptora: la cuenca del Segura

En este marco, el concepto de excedente incumbe única y exclusivamente a la cuenca del Tajo. Es el resultado de un balance entre sus recursos disponibles y la adecuada y completa atención de los objetivos de la cuenca, tanto los ambientales como la atención de los usos. Con independencia de la magnificencia de la infraestructura y de los beneficios que se puedan obtener con las aguas trasvasadas.

A este respecto, los usuarios de las aguas trasvasadas no son usuarios de la cuenca del Tajo. Una vez que el agua sale del Tajo y llega a la cuenca del Segura, pasa a ser un recurso de esta cuenca. Así, los usuarios de las aguas trasvasadas son usuarios de la cuenca del Segura. Es algo sobre lo que hay jurisprudencia del Tribunal Supremo. Quizás, la forma de ser tratados los recursos en la cuenca del Segura, manteniéndose una distinción entre sistemas cuenca y trasvase como forma de repartir un único recurso físico, alimenta la confusión. Pero como punto de partida, por definición, estos usos del Segura no han de tenerse en consideración, ni deberían influir, para la caracterización del carácter excedentario de las aguas del Tajo.

Es decir, de manera resumida, para la caracterización de excedentes se ha de mirar solamente a la cuenca del Tajo. Aunque las consecuencias afecten a la cuenca del Segura.

1.5.2 Enfoque y estructura

En la Figura 10 se representa la organización de la Tesis, con un esquema de la presentación de los resultados. Como punto de partida, se ha realizado una amplia recopilación de información y bibliografía, especialmente en lo concerniente a la cuenca del Tajo y a la propia infraestructura del ATS. En el Anejo 1 se reflejan aspectos específicos y de gestión del ATS como infraestructura, con reflejo el punto "1.3 Datos básicos sobre la gestión y operación del ATS" dentro del "Planteamiento" para facilitar la contextualización y comprensión de la situación. En el Anejo 2 se recoge información de los embalses de Entrepeñas y Buendía, además de reflejar la estimación de la evaporación.

El capítulo expositivo de los resultados se inicia abordando el concepto de excedente (punto 2.1). Le sigue un análisis histórico de cómo se ha realizado la determinación de excedentes (punto 2.2), en el que se analiza también la situación de la definición actual, con una identificación clara de sus deficiencias (subapartados 2.2.5, 2.2.6 y 2.2.7). El contenido de este apartado se complementa con el Anejo 3, en el que se reproducen textos literales, se repasan las diversas fuentes y, en An.3D se muestra la metodología

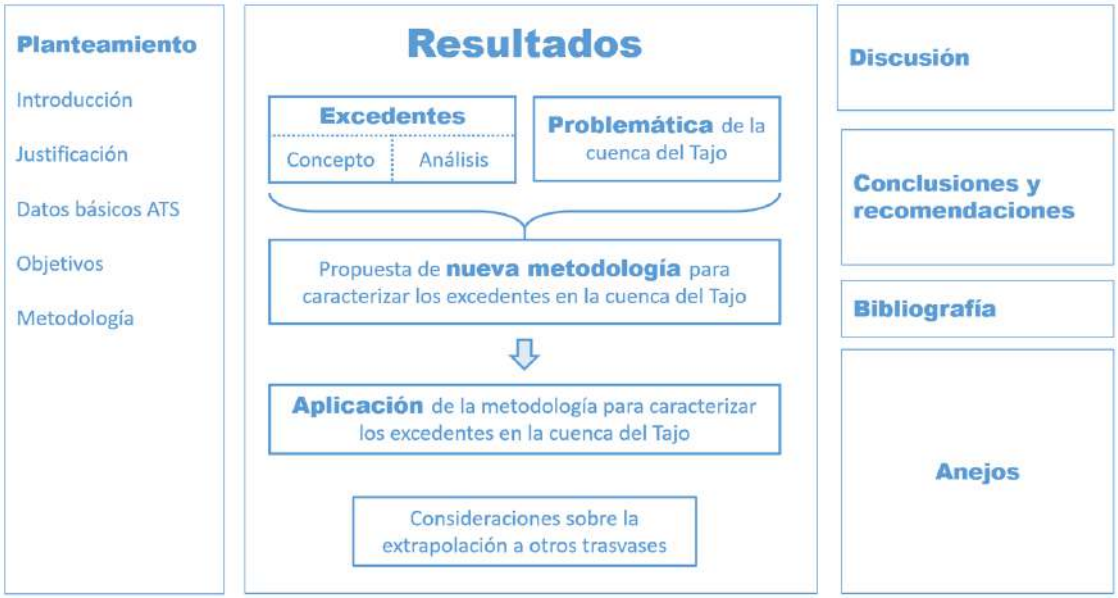


Figura 10. Esquema de organización de la Tesis, en la que se aprecia la metodología

soporte para el análisis de la metodología empleada en la actual definición legal de excedentes (subapartado 2.2.4).

Seguidamente se hace un inciso para presentar unos aspectos básicos de la cuenca del Tajo (punto 2.3). Su finalidad es apoyar la comprensión de los principales problemas de la cuenca y las afecciones causadas por el ATS. Principalmente es una recopilación y exposición de información de la cuenca, con cierta elaboración en su presentación. Se complementa con el "Anejo 4 Aspectos específicos de los caudales ecológicos en la cuenca del Tajo".

Llegado a este punto, ya se ha abordado lo que es el concepto de excedente, se ha analizado cómo se ha realizado la definición en la práctica y se han identificado sus problemas y fallos. Por otra parte se ha presentado una imagen de la problemática de la cuenca del Tajo y las afecciones que sufre por el ATS. Es decir, se ha presentado e identificado el problema. Tras lo cual se proponen soluciones, basadas en una nueva propuesta metodológica para la caracterización del carácter excedentario de las aguas del Tajo (punto 2.4). Una propuesta que conceptualmente es sencilla, fácil de implementar y que da unos resultados claros, robustos y fiables. Como punto de apoyo a esta metodología, el Anejo 5 contiene un estudio estadístico de la serie de aportaciones.

Tras esta definición de propuesta metodológica se realiza su puesta en práctica (en el punto 2.5, con el apoyo del Anejo 6 para mostrar resultados y gráficos de las simulaciones). Una puesta en práctica que se realiza por dos vías, dando respuesta a las dos caras del problema que se identifica en el análisis de la definición legal de excedentes:

- La primera es una acción mitigadora. No se aborda la definición de excedentes, sino que se adapta la metodología propuesta –gracias a su flexibilidad– para realizar una propuesta de modificación de las Reglas de Explotación. Cambiando el objetivo del cumplimiento de los objetivos en la cuenca del Tajo al de lograr una explotación más suave del ATS. Una modificación de Reglas de Explotación planteada en los términos establecidos en la disposición adicional quinta de la Ley 21/2015. Con el único objetivo de corregir la actual situación de frecuentes situaciones de excepcionalidad hidrológica y altas variabilidades de los trasvases, con abundantes tensiones y declaraciones de sequías. Un

escenario que se muestra que es factible de conseguir. Pero no sería una solución al problema de la definición de excedentes, pues no se tendrían en cuenta los objetivos de la cuenca del Tajo.

- La segunda es una acción correctora. Enfocada directamente a conseguir una adecuada definición de excedentes sin los fallos ni limitaciones de la actual. Una aplicación en el marco de eta Tesis que tiene un problema: el desconocimiento de cuáles son las necesidades del Tajo, concretamente, los desembalses de Entrepeñas y Buendía que requiere para la correcta satisfacción de sus necesidades y cumplimiento de sus objetivos. Tarea que se realiza en el plan hidrológico de cuenca, lo que hace que sea precisamente este plan hidrológico de cuenca el lugar adecuado para la aplicación de la metodología. En esta Tesis, para poder aplicar la metodología de una manera lo más real posible, con resultados que se aproximen a los reales, se parte de los resultados facilitados en el borrador del plan hidrológico del Tajo de 2011, en el que se tenían en cuenta la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, además de considerar los desembalses necesarios para atender adecuadamente sus usos, al margen de las restricciones impuestas por medio de los desembalses de referencia en la legislación.

Los resultados que se obtienen con la aplicación de la metodología son satisfactorios. Dan una respuesta racional a un problema técnico. Otra cuestión es las consecuencias que pueden traer. Se ha de tener en consideración que, para llevar a la práctica la aplicación de la metodología en el plan hidrológico de cuenca del Tajo se tienen que haber realizado antes cambios en la legislación.

En el último punto de la extrapolación de resultados se realiza un breve análisis sobre la posibilidad de aplicar estos análisis y estos resultados a otros casos análogos de grandes trasvases, ya sea en el marco de su planteamiento como en lo referente a su gestión.

1.5.3 Medios

Para la realización de los trabajos la Universidad de Alcalá ha puesto a disposición del autor múltiples medios y servicios. Entre estos medios se encuentra una licencia de la suite ofimática Microsoft Office 365, que ha sido utilizada intensivamente, en especial en lo que se refiere al tratamiento de texto —Microsoft Word— como hoja de cálculo —Microsoft Excel—.

La gestión de la bibliografía se ha apoyado en el gestor integrado propio de Microsoft Word. Para crear y gestionar el manejo de las diferentes fuentes de información ha sido de especial ayuda la actividad formativa *Estrategias de búsqueda y gestión de la información* y los servicios de la Universidad de Alcalá (CRAI —Biblioteca— y los Servicios Web y de Información Universitaria; también la asistencia dada por los Servicios Informáticos en la configuración y puesta a punto de la VPN para poder acceder en remoto).

La edición del documento se ha realizado por medio de Microsoft Word. En cuanto al estilo se ha visto favorecido por las actividades formativas *Write it right* y *I Jornadas de Español correcto: el lenguaje científico-técnico y administrativo*.

El grueso de los cálculos estadísticos reflejados en el Anejo 5 se ha realizado con el apoyo del programa IBM SPSS, con licencia facilitada por la Universidad de Alcalá. Tanto para aprender el manejo del programa, como para entender y valorar la base estadística, ha sido de gran ayuda la actividad formativa *Métodos Estadísticos para la*

Investigación, en especial los consejos y recomendaciones del profesor Luis Felipe Rivera Galicia.

En la Tesis se plantea una propuesta metodológica para la determinación de excedentes, conceptualmente sencilla. Para su aplicación práctica se ha pretendido que se pudiera hacer mediante una herramienta ampliamente accesible. En este sentido, teniendo en cuenta que su lugar idóneo de aplicación es dentro del plan hidrológico de la cuenca del Tajo, pudiera plantearse la integración de la propuesta metodológica dentro de la herramienta utilizada en la planificación hidrológica para ayudar en la asignación de los recursos a los usos; en el caso de la cuenca del Tajo, es el entorno Aquatool+. Pero, sin descartar que pudiera hacerse este planteamiento en el futuro, se ha optado por un enfoque diferente: presentar la aplicación de la metodología por medio de hoja de cálculo (se ha utilizado Microsoft Excel, pero puede usarse otro programa de hoja de cálculo). Como inconveniente respecto al enfoque integrado, necesita como elemento de entrada las necesidades de desembalse desde Entrepeñas y Buendía que requiere el Tajo para cumplir sus objetivos; información que sale del modelo en Aquatool+. Pero introducir esta información en la hoja de cálculo es una tarea fácilmente asumible, consiguiéndose por el contrario grandes ventajas: agilidad de la ejecución y tanteo de alternativas, entendimiento del proceso y facilita su ejecución y reproducción de resultados en diferentes equipos, sin necesidad de tener la licencia de Aquatool+.

Además, implantar la metodología por medio de una hoja de cálculo presenta otra gran ventaja: la flexibilidad. Lo que permite adaptar con gran facilidad la metodología planteada para la determinación de excedentes a otros casos análogos de grandes trasvases. Y también para un problema conceptualmente diferente, pero de similar operativa: la propuesta de mejora de las actuales Reglas de Explotación. Posibilidad que es explorada y llevada a la práctica en la Tesis.

Microsoft Excel se ha empleado también como apoyo en diversos puntos de la Tesis, tanto para cálculos auxiliares como en la generación de gráficos y figuras. También se ha utilizado QGIS para la generación de imágenes mediante GIS. Otro software utilizado para el tratamiento de imágenes ha sido GNU GIMP y Greenshoot.

Para mejorar el discurso expositivo del texto, parte de la definición metodológica y desarrollo de los cálculos se remite a anejos, especialmente los elementos tangenciales a la argumentación principal o las tablas de resultados parciales largas. Estos aspectos tangenciales, cuando son breves, se realizan por medio de notas al pie de página, que siguen una numeración única para todo el documento.

Las citas literales se identifican por un entrecomillado en cursiva dentro del texto o, cuando son más largas o se han preferido destacar, por un recuadro azul con fondo gris, pequeño sangrado y un tamaño de letra menor. En este caso no se emplea el uso sistemático de la cursiva, sino que se refleja como figura en la fuente.

2 Resultados

2.1 Concepto de excedente

La Ley 21/1971, de 19 de junio, sobre el aprovechamiento conjunto Tajo-Segura, en su artículo primero indica que *"en una primera fase podrán ser trasvasados a la cuenca del Segura, y hasta un máximo anual de seiscientos millones de metros cúbicos, caudales regulados excedentes procedentes del río Tajo"*. A su vez, en el preámbulo se indica que los usuarios del Tajo *"no han de ver mermadas sus posibilidades de desarrollo por escasez de recursos hidráulicos, como consecuencia del trasvase"*.

En esta primera Ley del Trasvase se impone un doble límite al agua a trasvasar: ha de ser igual o inferior a 600 hm³/año y han de ser caudales regulados excedentes. Si bien no se incluye una definición explícita del concepto de excedente, tanto por su definición en el diccionario —que excede, que sobra— como por el propio contexto del preámbulo, puede asumirse fácilmente que se refiere al agua que sobra en el Tajo después de atenderse todos sus usos.

Esta primera Ley se limita a reflejar el concepto, pero no indica cómo determinar estos excedentes. Si había o no excedentes suficientes, así como su forma de determinarlos, fue objeto de debate en los años posteriores a esta Ley, siendo un punto candente en la concepción y tramitación de la segunda Ley del ATS, la Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura.

En la tramitación parlamentaria de esta segunda Ley, que en principio debía abordar únicamente la gestión económica del ATS, vía enmiendas se incorporaron otros aspectos del ATS. Dos de estas modificaciones están relacionadas con el concepto de excedentes: se modificó el artículo primero, dejando constancia de que las aguas que se trasvasarían serían excedentarias conforme a la Ley 21/1971; y se incluyó la disposición adicional novena, que vuelve a incidir en que sólo se pueden trasvasar aguas excedentarias, y que el carácter excedentario de las aguas se fijaría en el Plan hidrológico de la cuenca del Tajo.

Otra cuestión, más profunda, es determinar cuánta agua sobra a un río. Desde un conservacionismo extremo la respuesta es tajante: ninguna. Cualquier cantidad de agua que se extraiga de un río es un impacto sobre el mismo; ya sea para usar cerca, a kilómetros de distancia o en otra cuenca hidrográfica. Sin ser tan extremistas, se puede entrar en una negociación con el río; si se saca un 5% del agua, no parece que sea mucho problema, o un 10%. ¿Hasta dónde se puede subir este porcentaje? Una forma de verlo es repartir las aportaciones conforme al esquema mostrado en la Figura 11. Parte del recurso se ha de destinar a cumplir los objetivos ambientales. Otra parte ha de cubrir la satisfacción de usos. También hay que contar con la evaporación cuando haya infraestructuras de regulación.

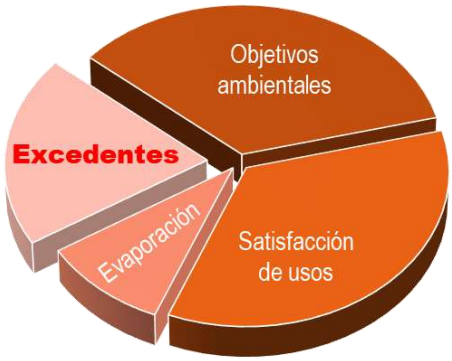


Figura 11. Esquema conceptual del reparto de las aportaciones

En base a este esquema, queda plantear cuánto es el recurso que hay que contemplar para cumplir los objetivos ambientales. A este respecto, la legislación de aguas española proporciona la herramienta de los caudales ecológicos mínimos, definidos en el artículo 42 del Texto Refundido de la Ley de Aguas como *"los que mantienen como*

mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera". Esto permite formular una manera coherente con nuestra legislación para definir los excedentes del Tajo, como el máximo volumen que se puede extraer al Tajo, que sumado al necesario para atender las necesidades de la cuenca (incluida la evaporación en los embalses), permita el cumplimiento de estos caudales ecológicos mínimos[10]. Aunque sobre esta consideración hay que añadir otra: que los embalses de Entrepeñas y Buendía se gestionen de una manera adecuada que permita cumplir con sus objetivos ambientales y atender las necesidades no consuntivas relacionadas con los mismos (turísticas, recreativas o reservas para contingencias).

De esta manera, el esquema reflejado en la Figura 11 se transforma en el que se muestra en la Figura 12, sobre la que también se representan los objetivos que se han de plantear para la determinación de excedentes, que son:

- Se cumple satisfactoriamente el régimen de caudales ecológicos mínimo implantado en el río Tajo. Condición que sería extensible a los caudales generadores cuando estén implantados.
- Se atienden sin fallo los usos consuntivos del Tajo que puedan ser abastecidos desde Entrepeñas y Buendía, bien exclusivamente o en confluencia con otras fuentes de suministro. A este respecto, hay que tener en consideración únicamente los usos de la cuenca del Tajo. Los usos de las aguas trasvasadas, ya sean de regadío o abastecimiento, no son usos de la cuenca del Tajo ni deben ser considerados como tales.
- Los niveles en Entrepeñas y Buendía son compatibles con cumplir los objetivos ambientales en los embalses y el desarrollo económico de sus municipios ribereños basado en el aprovechamiento del potencial turístico y recreativo de sus embalses.

Las dos primeras condiciones se pueden agregar, unificándose en la determinación de unos desembalses desde Entrepeñas y Buendía que es necesario atender.

Figura 12. Esquema simplificado del reparto de las aportaciones, considerando la herramienta de los caudales ecológicos para

Teniendo esto en cuenta, se pueden plantear los excedentes del Tajo, en lo que se refiere a los usos consuntivos, como el máximo agua que puede extraerse adicionalmente además de la necesaria para atender los usos consuntivos de la cuenca (contando la evaporación) de manera que se superen los caudales ecológicos mínimos. Adicionalmente, habría que considerar que la evolución de niveles en

[10] Otra cuestión es si es suficiente con el cumplimiento de los caudales ecológicos mínimos, como elemento cuantitativo, para cumplir los objetivos ambientales. Es un tema de enjundia. En todo caso, debería ser tratado dentro de la planificación hidrológica del Tajo y sus procesos de seguimiento y revisión. Teniendo en cuenta que un cambio de los caudales ecológicos del río Tajo tendría que llevar asociada una revisión de la determinación de sus excedentes.

Entrepeñas y Buendía fuera compatible con la consecución de los objetivos ambientales fijados y que permitan el desarrollo socioeconómico de sus ribereños mediante el aprovechamiento del potencial turístico y recreativo de los embalses.

Son condicionantes intrínsecos de la cuenca del Tajo, estudiados y caracterizados en su plan hidrológico de cuenca. Lo que deriva en que es el plan hidrológico de la cuenca del Tajo el lugar adecuado donde se han de determinar los excedentes. Algo que así está establecido en la legislación: *"El carácter de excedentarias se determinará en el Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo"*[11].

Por otra parte, el término excedentes de la cuenca del Tajo puede dar lugar a confusión. La cuenca del Tajo es grande y el ATS arranca de su cabecera. Por tanto, no se trata de los excedentes que pueda tener la cuenca en Cedillo —último embalse sobre el Tajo en la parte española, en la frontera con Portugal—. El volumen medio anual que pasa por ese punto es superior a los 6000 hm³, mientras que el compromiso anual del Convenio de Albufeira[12] es de 2700 hm³; serían más de 3000 hm³/año de posibles excedentes —con muchos matices—, pero ubicados lejos de la toma del ATS.

En cambio, el que la toma del ATS esté en la cabecera del Tajo lleva a que desde la misma se puedan atender varios usos del Tajo. Unido a que se encuentra en lo que se denomina España seca, y que los sistemas de los alrededores —Jarama-Guadarrama, Alberche, Henares, Tajuña y Tajo-Izquierda— se encuentren al límite en cuanto a la atención de sus usos. Esto lleva a que con el tiempo hayan aumentado las presiones sobre el propio sistema cabecera —por ejemplo, las tomas de abastecimiento para Madrid y Toledo—. Así, hay que considerar que son los excedentes del Tajo en el embalse de Bolarque, que están condicionados por las presiones de toda la cuenca del Tajo, especialmente en el SICAT (Sistema Integrado de la Cuenca Alta del Tajo; cuenca del Tajo aguas arriba del embalse de Azután —cerca de Talavera de la Reina—).

[11] Inicio del punto dos de la disposición adicional novena de la Ley 52/1980.

[12] El Convenio de Albufeira, de nombre oficial *Convenio sobre Cooperación para la Protección y el Aprovechamiento Sostenible de las Aguas de las Cuencas Hidrográficas Hispano-Portuguesas*, es un acuerdo bilateral entre España y Portugal para la gestión conjunta de los ríos comunes (más información en http://www.cadc-albufeira.eu/es/). Tratado más adelante en 2.3.3.1.8.

2.2 Análisis histórico de la determinación de excedentes en el Tajo

2.2.1 Reseña sobre el contexto histórico de la gestación del ATS

Varias publicaciones sobre el ATS contienen un apartado con una reseña histórica. En algún caso planteado con cierto aire reivindicativo, para mostrar que la concepción de la infraestructura se realizó durante la II República –régimen democrático–, cuya materialización se vio interrumpida por la Guerra Civil, pero que siguió un proceso de maduración que llevó a su puesta en marcha en la Democracia. Por ejemplo, en el siguiente texto de la Memoria 2017 de la Confederación Hidrográfica del Tajo se da un dato de su primer planteamiento y de la autorización de las obras, dejando un hueco de varias décadas, que puede dar lugar a una irreal suposición de una evolución lineal:

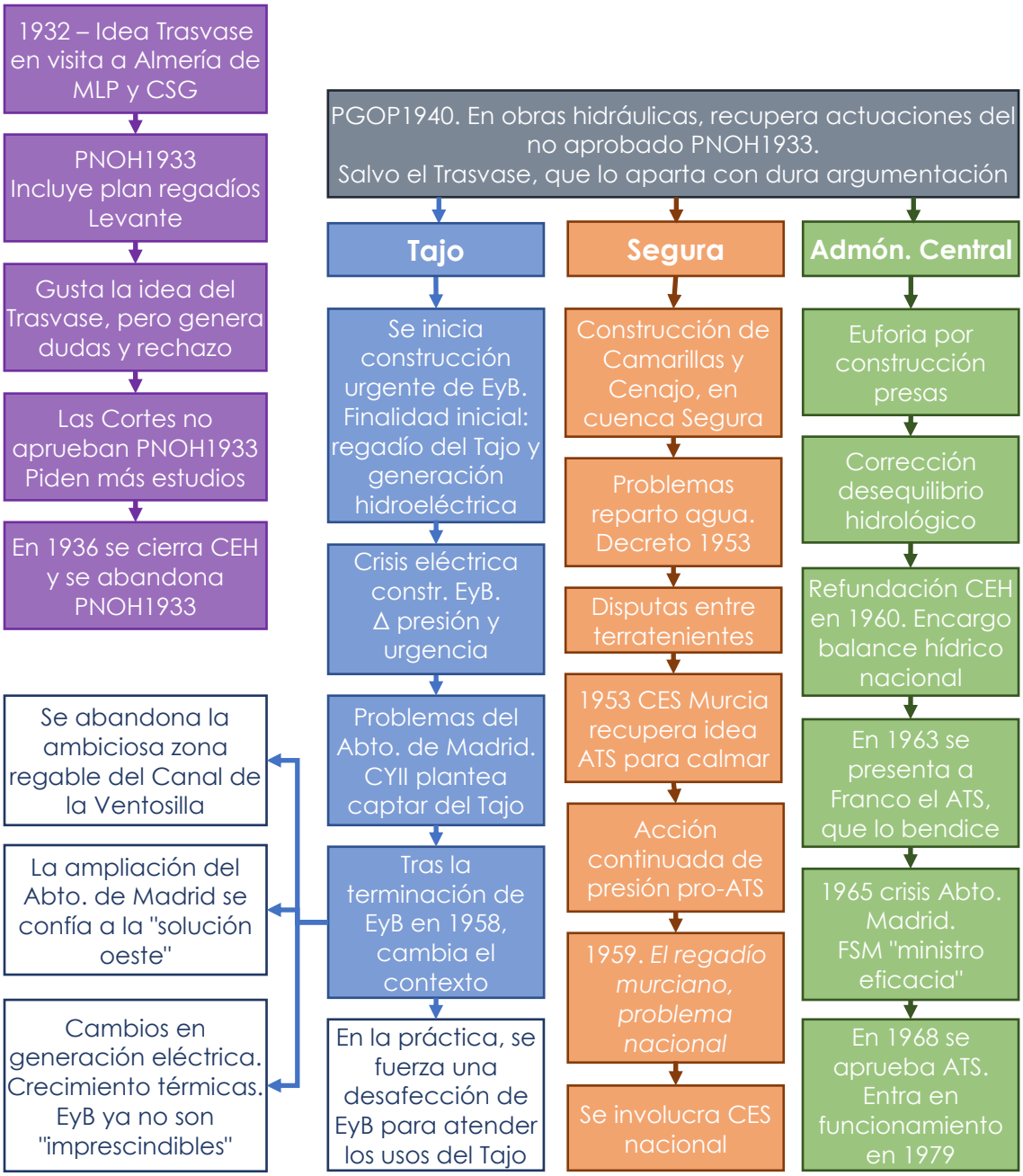
> **De la *Memoria 2017 de la Confederación Hidrográfica del Tajo*** (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018):
>
> (…) El trasvase de aguas del río Tajo al río Segura tiene su origen en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas elaborado en el año 1933, bajo la dirección de D. Manuel Lorenzo Pardo, siendo ministro de Obras Públicas D. Indalecio Prieto.
>
> En la década de los sesenta se ampliaron los estudios; en 1968 se autorizó la realización de las obras del Acueducto Tajo-Segura y en 1980 comenzó la explotación de la infraestructura. (…)

Un enfoque parecido se tiene en la ficha sobre el ATS incluida em las *Fichas de los servicios relacionados con el agua en España* incluidas en el apartado de su web *Sistema español del agua* (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015):

> **De la ficha *1.7 Transferencias de recursos hídricos. El trasvase Tajo-Segura*** (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015):
>
> (…) El trasvase más importante por su magnitud y sus repercusiones es el trasvase Tajo-Segura. Este trasvase fue inicialmente planteado en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933 y, tras un paréntesis de varias décadas, fue posteriormente retomado en el "Anteproyecto General del Aprovechamiento Conjunto de los recursos hidráulicos del Centro y Sureste de España. Complejo Tajo–Segura" de 1967. Se procedió a su construcción unos años después y, finalmente, comenzó su explotación en 1979. (…)

Sin embargo, esta concepción lineal de la historia no describe con precisión la gestación del ATS. Es más compleja, con numerosas acciones que se relacionan unas con otras. En su lugar, como organización esquemática de los hechos, se plantea un esquema de cuatro hilos, representado en la Figura 13. Hay que entender que esta ordenación no es rígida, con influencias entre hechos de distintos hilos, y que las flechas de la figura se muestran para representar una sucesión de hechos, no siempre consecuencia directa.

El hilo morado corresponde al periodo 1932-1936, durante la II República. Dentro del *Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933 (PNOH1933)* (Lorenzo Pardo, 1933), redactado por Manuel Lorenzo Pardo, se incluyó un apartado especial para mejorar y ampliar los Riegos de Levante. El concepto de la infraestructura tiene similitudes con lo que ahora es el ATS pero no tanto el objetivo y el alcance. La iniciativa fue de la Administración Central con el fin de aumentar la producción agrícola que pudiera ser destinada a la exportación, para compensar la balanza comercial. A su vez, el área destinataria de las aguas era todo el Levante, especialmente las provincias de Alicante y Almería, consideradas entre las más pobres de España en esos años.



Siglas utilizadas:

- PNOH1933: Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933
- PGOP1940: Plan General de Ogras Públicas de 1940
- EyB: Entrepeñas y Buendía
- CES: Consejo Económico Sindical
- CEH: Centro de Estudios Hidrográficos
- MLP: Manuel Lorenzo Pardo; CSG: Clemente Sáenz García; FSM: Federico Silva Muñoz

Figura 13. Esquema interpretativo de la gestación del ATS

Fue un planteamiento original, rompedor. Un sueño con proyección de hacerse realidad. Una idea que tuvo amplia aceptación y calado. Pero también, aunque en menor medida, detractores y opiniones contrarias. En los números de la Revista de Obras Públicas de esos años, con un espíritu abierto, se recogen varias opiniones argumentadas expresando las reticencias e inconvenientes del sueño ((Nicolau, 1934), (Rodríguez Arango, 1933), (Ortega Cantero, 1992), (Gallarza Cebeira, 1936), (García Arenal Winter, 1933) y (Sáenz Ridruejo, 2012)). Varias de ellas formuladas por ingenieros ajenos a la gestión del agua, pero con una amplia perspectiva del problema y las

implicaciones. Además de las dudas sobre la rentabilidad económica, se centraban básicamente en la cuantía del agua que se pudiera trasvasar y las repercusiones negativas que se tuvieran en Castilla. Cuestiones que siguen vigentes, como se muestra en este trabajo. También la prensa de Castilla, e incluso la literatura, se hacía eco de las reticencias.

Estos reparos no se quedaron en el plano meramente intelectual, sino que impidieron la aprobación del PHN1933 en las Cortes. Pese a contar con respaldo político, mantenido tras cambios de Gobierno, no fue aprobado el Plan por entenderse que se encontraba poco desarrollado. Se pidió que se mejorara, tarea de la que se encargó el Centro de Estudios Hidrográficos, fundado en 1933, bajo la dirección de Manuel Lorenzo Pardo. Hasta que fue disuelto en 1936, antes del estallido de la Guerra Civil, momento en el que se paralizan los estudios. Eso no significa que se olvidara la idea del Trasvase, simplemente que se dejó de desarrollar. En este sentido, a la propuesta inicial de Manuel Lorenzo Pardo, se le plantearon alternativas. Fernández de los Ríos proponía hacer la derivación desde el Ebro, idea asumida y planteada también desde FET y de las JONS. Por su parte, Sánchez Cuervo modificaba la propuesta de Lorenzo Pardo para evitar afecciones al Júcar (Peña Boeuf, 1940).

Tras la Guerra Civil, se aprueba el *Plan General de Obras Públicas de 1940 (PGOP1940)* (Peña Boeuf, 1940), cuyo tomo II se dedica a las obras hidráulicas. Recoge gran parte de las actuaciones propuestas en *PNOH1933*, pero deja aparte el trasvase Tajo-Segura, sobre lo que figuran serios y argumentados reparos. Considera que "*todo lo planeado hasta ahora no puede dársele más que el carácter de ideas lanzadas, cuya posibilidad de ejecución hay que demostrar mediante estudios mucho más amplios, ya que los tanteos presentados se basan en datos que no ofrecen las necesarias garantías*".

A su vez, hace una reflexión que sigue de actualidad: "*el problema de la ampliación y mejora de riegos de Levante hay que plantearlo tomando como punto fundamental los caudales sobrantes que puede haber en las otras cuencas, y que, económicamente, sean de posible transvase, dejando como cuestión secundaria el fijar la extensión de la superficie posible de riego, ya que estas superficies son enormes y todos los caudales que llevemos encontrarían, con el tiempo, su aplicación al riego*". Esta reflexión marca cuál es el cuello de botella o punto de partida para pensar en la viabilidad de un posible trasvase: la existencia de excedentes o sobrantes en la cuenca cedente.

Con la idea del trasvase fuera del objetivo, se llevó a la práctica el *PGOP1940*, con grandes transformaciones de secanos en regadíos posibilitados por la construcción de grandes obras de regulación (presas). A su vez, las carencias en la generación eléctrica, condicionadas por la carestía de combustibles fósiles —principalmente carbón— para alimentar centrales termoeléctricas, impulsó también la construcción de grandes presas para el aprovechamiento hidroeléctrico.

Como se refleja en el esquema de la Figura 13, a efectos de entender la gestación del ATS, pueden distinguirse tres hilos a partir del *PGOP1940*. El azul corresponde a las acciones realizadas en la cuenca del Tajo, el naranja en la del Segura y el verde al propio ministerio.

En el caso del Tajo —hilo azul de la Figura 13—, esta convergencia entre el desarrollo del regadío y la urgencia en incrementar la capacidad de producción hidroeléctrica se refleja en la construcción de los embalses de Entrepeñas y Buendía ((Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo, 1946), (ABC, 1941)). Inicialmente se contemplaba únicamente la construcción de Entrepeñas para atender el desarrollo de regadíos del Tajo, principalmente la zona regable que crearía el canal de la Ventosilla —entre el Alberche, Tajo y Tiétar—. Pero las necesidades de generación hidroeléctrica impulsaron

la construcción simultánea del embalse de Buendía, con la máxima capacidad prevista, y la interconexión de los dos embalses mediante un túnel de trasvase para posibilitar su uso como un gran hiperembalse, el mayor de Europa en esos momentos.

Con la construcción de estos embalses se cumplía una de las condiciones que se daban en el *PGOP1940* para que se pudiera replantear el trasvase, si bien su finalidad —regadío y producción hidroeléctrica— era diferente e incompatible con el mismo. Queda la duda de si detrás de las decisiones de construir el embalse de Buendía y hacerlo por la máxima capacidad había algún tipo de pensamiento de dejar el terreno preparado para un planteamiento futuro del ATS. No se ha encontrado documentación que avale ni rechace esta hipótesis.

Por otra parte, en la cuenca del Tajo se estaba agravando el problema del abastecimiento de agua a Madrid, con frecuentes cortes. Los incrementos de la capacidad de abastecimiento iban por detrás del problema. El Canal de Isabel II, adscrito al ministerio, viendo el problema y que se agravaría en el futuro con el crecimiento de la población, plantea en los años 50 la captación de aguas desde el Tajo, aguas arriba de Entrepeñas, llevando el agua por gravedad hasta Madrid (López-Camacho y Camacho, 2002). Esta idea no prosperó, confiándose ya en los años 60 la ampliación del abastecimiento de Madrid a completar la regulación del Lozoya y la adopción de la denominada *Abastecimiento de Madrid Solución Oeste* (AMSO). Posiblemente esta decisión estuviera influenciada por los planteamientos que se estaban realizando del ATS, aunque en anteproyecto del ATS se presentan como decisiones independientes. No obstante, la afirmación que se realiza en el anteproyecto de que la realización del ATS tenía mayor interés nacional que solucionar el problema del abastecimiento de aguas a Madrid, puede dar lugar a pensar que la decisión de optar en exclusiva por el AMSO sin mirar a la cabecera pudiera estar condicionada por el ATS.

En la cuenca del Segura —hilo naranja de la Figura 13—, la materialización del *PGOP1940* suponía, entre otros aspectos, incrementar la regulación de los ríos Segura y Mundo, mediante la construcción de las presas del Cenajo y Camarillas. Para los propietarios de los secanos murcianos era una oportunidad de incrementar notablemente la producción de sus tierras. Pero se vio que eran mayores las apetencias que las disponibilidades, provocándose en los primeros años 50 un choque por posicionarse en el reparto de los nuevos volúmenes regulados, principalmente por los terratenientes del Campo de Cartagena, valle del Guadalentín y Mula. La ordenación de los riegos del Segura realizada por el Decreto y Orden del 25 de abril de 1953 estableció una precedencia en la asignación de recursos, dejando a estas grandes extensiones de secano citadas en el último lugar.

Para calmar los ánimos, el Consejo Económico Sindical de la provincia de Murcia encontró una solución: recuperar el trasvase Tajo-Segura. En su congreso de 1953 se presentó una ponencia (Consejo Económico Sindical de la provincia de Murcia, 1953), Se tiene en cuenta que la construcción de los embalses de Entrepeñas y Buendía, ya avanzada en esos años, podía emplearse para regular las aguas a trasvasar; eso sí, en esta ponencia de 1953 se asume la preferencia de la cuenca del Tajo. Por otra parte, en la ponencia se expone que, para que la idea pueda llevarse a cabo, es necesaria una acción de presión continuada a distintos niveles, tanto locales como nacionales.

Esta resurrección de la idea del Trasvase caló, madurándose durante los siguientes años. Con un estudio publicado en 1959 (de Torres Martínez, et al., 1959 —1ª edición—, 1961 —2ª edición—), liderado por Manuel de Torres —con predicamento en los estamentos tecnocráticos del régimen—, se planteó el regadío murciano como un problema

nacional, justificando que la transformación de una hectárea de regadío en Murcia era más rentable que una en Toledo. A diferencia de la ponencia de 1953, no contemplaba la prioridad de la cuenca del Tajo, sino que defendía que el agua debía emplearse donde se obtuviera mayor rentabilidad marginal. A su vez, se proponía que el destino de las aguas trasvasadas fuera la provincia de Murcia, al contar con mayores extensiones agrupadas de terrenos susceptibles de transformación en regadío, cambiando el enfoque del *PNOH1933* que contemplaba todo el Levante como destinatario, con especial énfasis en las provincias de Alicante y Almería. Estas ideas son asumidas por el Consejo Económico Sindical Nacional, que plantea en 1960 el Trasvase en sus propuestas para el desarrollo económico de Murcia ((Consejo Económico Sindical Nacional. Consejo Económico Sindical de la provincia de Murcia, 1960) y (Consejo Económico Sindical Nacional —Gabinete técnico—, 1961)).

Por otra parte, tomando ahora el hilo verde de la Figura 13, el éxito en la construcción de presas que se estaba realizando esos años, con su repercusión en el desarrollo de regadíos, además de su instrumentación política, reforzó el convencimiento de los técnicos del ministerio de Obras Públicas en la necesidad de insistir en la construcción de grandes Obras Hidráulicas como medio de progreso de la nación. Así, además de la corrección temporal de la irregularidad de las aportaciones mediante las obras de regulación, se plantea también la corrección de su irregularidad espacial, de la corrección del desequilibrio hidrológico entre la España húmeda y la España seca. El trasvase Tajo-Segura era la primera gran actuación de esta línea, pero para poder plantearla era necesario superar las objeciones que se plantearon en el *PGOP1940*.

Un paso se dio en 1960 con la refundación el Centro de Estudios Hidrográficos, siendo una de sus primeras tareas la realización de un detallado balance hídrico nacional (Urbistondo Echeverría, 1963), que permitiera cuantificar la disponibilidad de recursos para el Trasvase. La otra gran tarea, una vez realizada la regulación de la cabecera del Tajo con Entrepeñas y Buendía, consistía en desafectar a estos embalses de los usos del Tajo, de forma que quedaran disponibles para el Trasvase. Ha de entenderse que, con toda probabilidad, estas justificaciones de desafección de usos se realizaron motivadas por el convencimiento de contribuir al bien nacional, entendiendo que estas pérdidas de uso eran algo no forzado, natural.

Es de destacar que la refundación del Centro de Estudios Hidrográficos y el estudio del ATS por parte de los servicios técnicos del ministerio se acomete tras la recuperación de la idea del trasvasase en Murcia y su acción de presión continuada en distintos ámbitos. El trabajo dirigido por Manuel de Torres puede entenderse como parte de esta acción, aportando ciencia económica. A su vez se produce a la vez que desde el Consejo Económico Sindical Nacional (Consejo Económico Sindical Nacional. Consejo Económico Sindical de la provincia de Murcia, 1960) se asume la propuesta del ATS lanzada desde Murcia. Puede establecerse pues una especie de continuidad en la idea de llevar a la práctica el ATS, pasando del ámbito local murciano al de los servicios técnicos del Estado.

También es reseñable el hecho de que la idea fuera expuesta al jefe de Estado en 1963, al calor de los festejos de la inauguración de los embalses del Cenajo y Camarillas, según se comenta en (Llácer Barrachina, 2001) o (ABC, 1963). Lo que muestra que años antes de iniciarse la tramitación oficial, la concepción ya estaba muy avanzada. También, que se trabajó en la misma simultáneamente a la realización del balance hídrico nacional, con la posible inferencia de la idea del ATS en la realización de dicho balance hídrico.

Para que el ATS fuera factible, era preciso liberar a Entrepeñas y Buendía de obligaciones. Si no totalmente, si el máximo posible. Puede explicarse como una especie de efecto deslumbramiento o visión de túnel. Cegados por los altos beneficios que se imaginaban de llevarse a cabo el Trasvase, se vieron las necesidades de la cuenca del Tajo con un rango menor. De forma que, llevados por el convencimiento, se desafectaron los embalses de la cabecera del Tajo mediante una serie de decisiones y actuaciones, que más que soluciones pueden entenderse como un desvío de los problemas a otros lados.

En el caso del aprovechamiento hidroeléctrico, hay que enmarcarlo desde la perspectiva del cambio en la concepción de la generación eléctrica tras el fin de la autarquía. Constatada la insuficiencia de la energía hidroeléctrica para llevar la mayor parte del peso de la generación, tanto por su vulnerabilidad ante la *pertinaz sequía* como por la imposibilidad de tener un crecimiento acorde al de la demanda, se apuntó a la energía termoeléctrica, en unos años en los que el precio del petróleo estaba muy bajo. Además, la interconexión eléctrica peninsular había avanzado, por lo que perdía importancia la cercanía de la fuente de generación a los centros de suministro. En este nuevo escenario, la concepción hidroeléctrica de Entrepeñas y Buendía pasa de ser necesaria e imprescindible a ser meramente útil o conveniente. Con el añadido de que estaba en marcha la construcción de los grandes embalses del *Tajo hidroeléctrico* (Torrejón Tajo y Tiétar, Valdecañas y Alcántara), puestos en servicio en la década de los 60. En este contexto, era asumible poder dedicar Entrepeñas y Buendía a la regulación del Trasvase, de *gran interés nacional*.

Otro uso, la regulación para el regadío, había ido perdiendo fuelle con los años. La gran zona regable del Canal de la Ventosilla —entre Alberche, Tajo y Tiétar— no se llegó a desarrollar ante las dudas sobre su rentabilidad. Desconocemos si en esta decisión tuvo influencia la premisa de que transformar una hectárea en regadío en Murcia era más rentable que hacerlo en Toledo. Como compensación, ante las peticiones realizadas desde la Diputación de Toledo durante el planteamiento del ATS, surgió otra gran zona regable en la provincia de Toledo, los regadíos de La Sagra-Torrijos, que serían atendidos con los retornos del abastecimiento de Madrid, *convenientemente depurados*. Es decir, se descartó una extensa zona regable que dependería de Entrepeñas y Buendía y en su lugar se propuso otra, condicionada, que sería atendida desde otra fuente, incierta en esos años, actualmente mostrada insuficiente.

Precisamente el abastecimiento de Madrid y la depuración de sus efluentes es la tercera pieza del puzle. Un problema de gran magnitud, que se estaba arrastrando desde décadas pasadas. Con los criterios actuales, sería del máximo interés, pero en esa época, años 60 del siglo XX, en el desarrollismo, se consideró que el ATS tenía *mayor interés nacional*. Durante los años cincuenta, el Canal de Isabel II, dependiente entonces del ministerio, ante las previsiones de crecimiento de Madrid planteaba la captación futura de las aguas del Tajo, buscándolas aguas arriba de Entrepeñas para evitar necesidades de bombeo en unos años en los que el suministro de energía eléctrica era un problema. Estas propuestas no prosperaron y se impuso la solución oeste (AMSO; Abastecimiento de Madrid Solución Oeste), consistente en buscar los recursos en el Guadarrama, Alberche y del Tiétar —mediante la intercepción de las gargantas afluentes provenientes de Gredos y un gran canal hacia el Alberche—; incluso si fuera necesario en el futuro, se contemplaba la posibilidad de trasvasar desde la cuenca del Duero (del Tormes, Adaja y Eresma). Por su parte, el problema de la depuración de los vertidos de Madrid apenas era percibido, con soluciones insuficientes y tardías.

Casualmente, las restricciones de agua en Madrid en 1965 indirectamente impulsaron la construcción del ATS. La gravedad de la situación provocó la destitución fulminante

del ministro de Obras Públicas, el general Vigón, siendo sustituido por el *ministro eficacia*, Federico Silva Muñoz. En materia de obras hidráulicas impulsó la ampliación del abastecimiento de Madrid, con la construcción del embalse del Atazar —completando la regulación del río Lozoya— y la materialización del AMSO. Y también lanzó el ATS con gran efectividad administrativa —haciendo honor a su apelativo— en lo que a cumplimiento de plazos se refiere, incluyendo una financiación con un crédito concedido por Alemania en muy buenas condiciones.

Así, la generación hidroeléctrica, el desarrollo de regadíos del Tajo y el abastecimiento de Madrid se desligaron de la cabecera del Tajo, liberándola para el ATS. Pero más que soluciones a los problemas, lo que se hizo fue desviarlos. Las previsiones que se hicieron del abastecimiento de Madrid y sus retornos no se han cumplido. Las cantidades que se pueden derivar desde el Guadarrama y el Alberche son bastante inferiores. Mientras que la opción de llenar las gargantas afluentes al Tiétar de embalses con un canal colector que transporte el agua a Madrid, junto con las opciones de trasvases desde la cuenca del Duero, están abandonadas. A lo que se une que los retornos de las aguas de Madrid durante la temporada de riegos sean insuficientes para atender las necesidades de los regadíos de la zona regable de la Sagra-Torrijos completamente desarrollada —actualmente sólo lo está en una pequeña parte—. Así, las soluciones planteadas para el Tajo en la concepción del ATS no han sido eficaces, dando lugar a una situación de gran presión sobre el recurso en el Sistema Integrado de la Cuenca Alta del Tajo (SICAT; aguas arriba de talavera de la Reina).

Con las obras del ATS en marcha, su primera Ley, la Ley 21/1971, parece separarse del optimismo del Anteproyecto del ATS, y fija los caudales a trasvasar con la condición "*hasta un máximo*", indicando en el preámbulo que "*los distintos usuarios de la cuenta del Tajo, que no han de ver mermadas sus posibilidades de desarrollo por escasez de recursos hidráulicos, como consecuencia del trasvase*".

En los años 70, la ejecución de las obras iba a buen ritmo, con optimismo sobre el cumplimiento de los plazos. Pero se vieron bloqueadas por los problemas surgidos en el túnel del Talave, con retraso de años e incremento del coste. A esto se unió el cambio de coyuntura, tanto económica con la crisis del petróleo de 1973 como sociopolítica con el cambio de régimen a partir de 1977. Las críticas contra la infraestructura, dormidas o acalladas en los años anteriores, se hicieron patentes, especialmente en la provincia de Toledo.

Este abrupto despertar de la reacción contraria a la infraestructura, y su localización, llevó a que el debate traspasara lo puramente técnico para convertirse en algo territorial e incluso visceral. Con la formación de las comunidades autónomas estas reivindicaciones pasan a adquirir un grado de identidad regional, tanto en Murcia y Alicante como en Castilla-La Mancha (centrado principalmente en las provincias de Toledo, Guadalajara y norte de Cuenca).

A finales de los años 70, con los primeros caudales ya transportados por el ATS, la cuestión no era tanto la idoneidad de la infraestructura, sino su operación. Se incrementan las dudas sobre cuánta agua se podía trasvasar, apuntadas en la Ley 21/1971. La solución, fijada desde el consenso, fue insistir en que sólo se podrían trasvasar aguas excedentarias del Tajo, correspondiendo al plan de cuenca del Tajo el determinar el carácter excedentario de las aguas a trasvasar (en la Ley 52/1980).

2.2.2 Definiciones históricas de los excedentes

En el Anejo 3 se muestran textos detallados de las distintas definiciones de excedentes que se han planteado. De manera esquemática, se pueden definir los siguientes hitos:

- Punto de partida[13]: memoria del *Aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del centro y sureste de España. Complejo Tajo-Segura* de 1968: consideraba 1000 hm³/año, si bien los limitaba en una primera fase (en principio hasta el año 2000) a 650 hm³ para que se terminara de consolidar el crecimiento de la demanda de abastecimiento de Madrid, cuyos retornos alimentarían regadíos en Toledo, además de un incremento de la regulación del Tajo. Por razones operativas (aprovechamiento en esta primera fase del canal de derivación de la central eléctrica del Picazo) se bajó el volumen a 600 hm³/año.

  En el documento no se especifica cómo quedaría la situación de la cabecera del Tajo. A partir del gráfico garantía-volumen regulado en Entrepeñas y Buendía presentado por Enrique Becerril en su artículo de 1960 en la Revista de Obras Públicas *La explotación de los hiperembalses* (Becerril Antón-Miralles, 1960), se estima cual podría ser la garantía asociada a la regulación requerida para el ATS. En el resultado es que con un trasvase de 1000 hm³/año la garantía estaría sobre 0,91, lo que significa que más o menos una vez cada 11 años se llegaría al mínimo de explotación. Pero si se tiene en cuenta la refrigeración de la Central Nuclear de Zorita, en construcción en esos años[14], pero no contemplada en los cálculos, se requeriría un volumen regulado que tendría una garantía de 0,85; que equivale a un vaciado de Entrepeñas y Buendía cada 6-7 años.

- Ley 21/1971, de 19 de junio, sobre el aprovechamiento conjunto Tajo-Segura: en los puntos uno y dos de su artículo 1ª transcribe los límites de 600 hm³ para la primera fase y 1000 hm³ en la segunda fase determinados en el Anteproyecto de 1968. Pero no los define como valores absolutos sino como límites máximos (emplea la preposición "*hasta*" en las definiciones). En este artículo primero se emplea el término "*caudales regulados excedentes procedentes del Tajo*". En su preámbulo se indica que los distintos usuarios del Tajo "*no han de ver mermadas sus posibilidades de desarrollo por escasez de recursos hidráulicos, como consecuencia del trasvase*".

- Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura: en su artículo primero se recalca que sólo se trasvasan aguas excedentarias. Su disposición adicional novena vuelve a incidir en que sólo se pueden trasvasar aguas excedentarias del Tajo, encomendando al plan hidrológico del Tajo la determinación del carácter

[13] Como contexto previo, al plantearse el ATS en el Plan Nocional de Obras Públicas de 1933 (Lorenzo Pardo, 1933), no se contempla el concepto de excedente, sino de un desequilibrio entre las vertientes atlántica y mediterránea de la península, que sería parcialmente corregido si se cambiara la cabecera del Tajo y parte de la del Guadiana por medio del Trasvase.
Este planteamiento fue criticado, por la afección que suponía para Castilla. En el Plan General de Obras Públicas de 1940 (Peña Boeuf, 1940), que no contempla la construcción del ATS pero lo analiza e impone una serie de reparos y condicionantes, se defiende que sólo se podrían trasvasar sobrantes del Tajo. Es un enfoque asumido en la *Ponencia de aprovechamientos hidráulicos* (Consejo Económico Sindical de la provincia de Murcia, 1953). Sin embargo, en el *Estudio y posibilidades del desarrollo económico en Murcia* (Consejo Económico Sindical Nacional. Consejo Económico Sindical de la provincia de Murcia, 1960), al proponer el ATS plantea la preferencia del desarrollo del regadío en Murcia respecto al de Toledo, asumiendo las conclusiones planteadas un año antes en *El regadío Murciano, problema nacional* (de Torres Martínez, et al., 1959 —1ª edición—, 1961 —2ª edición—)
[14] Inaugurada el 12/12/1968 (ABC, 1968)

excedentario de las aguas a trasvasar. Hasta la aprobación de este Plan (que se produjo en 1998) encomienda a la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCEATS) la determinación de los excedentes.

- Anteproyecto de Ley Plan Hidrológico Nacional de 1993: aunque se paró su tramitación, es interesante el cambio radical de concepto respecto a los trabajos de 1967. Como se aprecia en la Figura 14, contemplaba un elevado número de transferencias, incrementándose del volumen a trasvasar hasta 900 hm³/año. Descontando una cantidad de otra, se consideraba que los excedentes del Tajo eran apenas 50 hm³/año. En un plazo de 25 años (desde 1967 a 1993) se había reducido la valoración de lo que se puede sacar de la cabecera del Tajo a la vigésima parte.

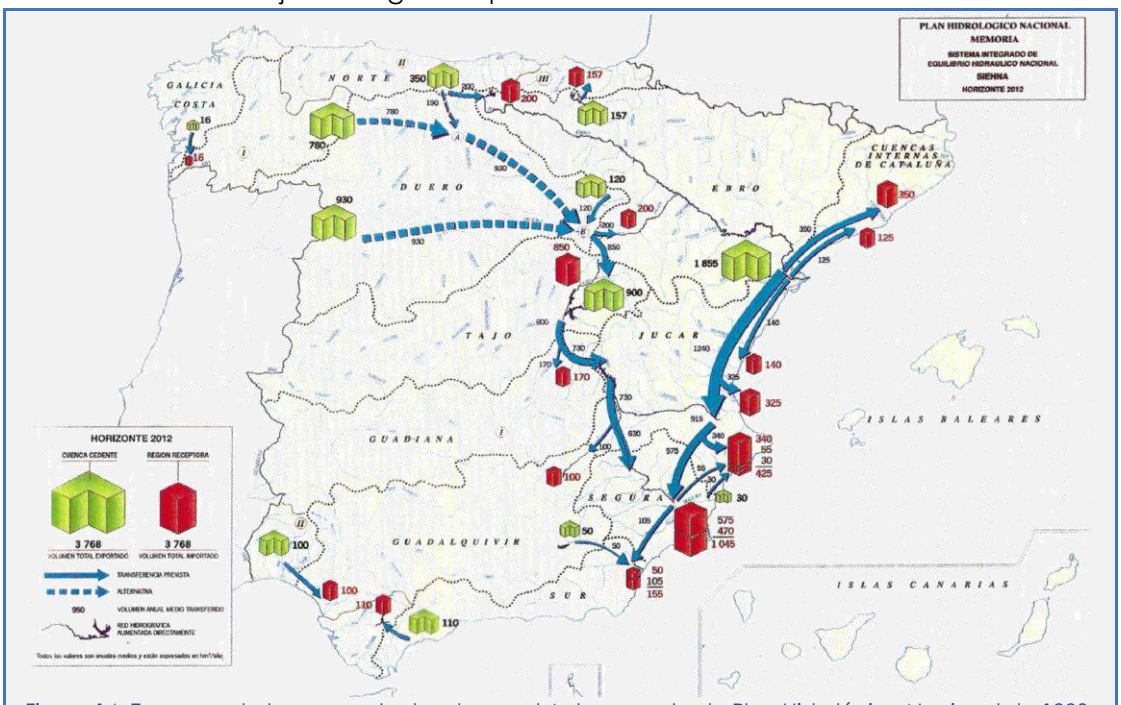


Figura 14. Esquema de trasvases planteados en el Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional de 1993. SIEHNA-Sistema Integrado de Equilibrio Hidráulico Nacional. Horizonte 2012. Imagen copiada de la lámina 12 de *La regulación de los ríos y el desarrollo sostenible o siete historias peregrinas y una propuesta de cirugía geográfica* (Marín Morcillo, 1993)

- *BPHT1995* (borrador del plan del Tajo de 1995): en los trabajos de planificación realizados para el Plan de 1998, se contemplaba una definición de excedentes en función de unas tablas, que daban para cada mes el excedente o trasvase autorizable —no distinguía entre estos conceptos— en función de las reservas embalsadas en Entrepeñas y Buendía.

- *PHT1998* (plan del Tajo de 1998): se determina "*en cualquier momento el agua excedentaria disponible restando 240 hectómetros cúbicos a las existencias en Entrepeñas y Buendía en ese momento*". En paralelo, en noviembre de 1997 la CCEATS adopta con carácter interno y orientativo las Reglas de Explotación, definidas en función de las existencias de los embalses de Entrepeñas y Buendía, y las aportaciones de los 12 meses anteriores para facilitar la situación de nivel 1. Aunque conceptualmente estas Reglas de Explotación son similares a lo planteado en *BPHT1995*, y definían la cantidad a trasvasar, legalmente no tenían rango de definición de excedentes; se contemplaban únicamente como una ayuda interna de la CCEATS.

- *PHN2001* (Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional): en su disposición adicional 3ª, haciendo referencia al Plan del Tajo y condicionándolo

a él, indica que "*se considerarán aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el conjunto de Entrepeñas-Buendía que superen los 240 hm³*".

- *BPHT2011* (borrador del plan del Tajo de 2011): de manera análoga a *BPHT1995*, en los trabajos de planificación previos al *PHT2014* se planteó la definición de excedentes como una regla tabular, con distinta cuantía del excedente en función de las existencias embalsadas en Entrepeñas y Buendía. Era como considerar que la definición de excedentes real era lo que se conocía como Reglas de Explotación, planteándose distintas modificaciones de éstas en función del escenario (anterior o posterior a la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo adelantado en el ETI de noviembre de 2010).
- *PHT2014* (plan del Tajo de 2014): se modifica la definición de excedentes del PHT1998, elevando el umbral de 240 a 400 hm³. Se contempló un periodo transitorio de 5 años para elevar el nivel. Puesto que la aprobación del Real Decreto del Plan (RD 270/2014, de 11 de abril) fue posterior a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, que incluía diversas normas relacionadas con el ATS, y tener menor rango legal, en la práctica la definición de excedentes del PHT2014 careció de valor[15].
- *LEA2013* (Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental): en lo referente al ATS, también conocida coloquialmente como Ley del Memorándum, legislación del Memorándum o simplemente Memorándum[16]. Introduce diversas normas legales sobre el ATS, entre las que está la modificación de la definición legal de excedentes realizada en el PHN2001. Pero a diferencia de la redacción original, no se hace referencia al Plan del Tajo. Entre el resto de las modificaciones destaca que se definen las Reglas de Explotación del ATS con rango de Ley, dejando de ser un mero acuerdo interno de la CCEATS para usarlas como referencia, de manera que en situación de nivel 1 y 2 de las reglas, el volumen a trasvasar es fijado directamente, sin posibilidad de modificación o adaptación por parte de la CCEATS. También, como cuadratura del círculo, se impusieron limitaciones a la cuenca del Tajo: en la LEA2013 se legisla el concepto de los desembalses de referencia como valores máximos que pueden alcanzar los desembalses hacia el Tajo; en paralelo, se cercenó el *PHT2014* quitándole la implantación del régimen de caudales en el río Tajo.

  El Tribunal Constitucional, en su *Sentencia 13/2015, de 5 de febrero*, (Ref. BOE-A-2015-2259), declara la inconstitucionalidad y nulidad de varias disposiciones[17] de la LEA2013 relacionadas con el ATS, si bien difirió esta declaración en un año para que pudieran ser corregidas. Antes de que se cumpliera el plazo dado, se reintrodujeron las disposiciones declaradas nulas de la Ley 21/2013 en la *Ley*

[15] Un aspecto, casi anecdótico en cuanto a repercusiones a largo plazo, es que el 8 de marzo de 2014, posterior a la aprobación de la Ley 21/2013 pero anterior al RD 270/2014, las existencias embalsadas en Entrepeñas y Buendía superaron los 900 hm³, con nota de prensa del organismo de cuenca (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2014) indicando que se cumplían las condiciones fijadas para dar por concluido el periodo transitorio y se daba ya por efectivo el umbral de 400 hm³. Sin embargo, a efectos de las decisiones de trasvase siguientes, no se tuvo en consideración, por lo que el periodo transitorio se dio por terminado el 1 de enero de 2018. Una de las argumentaciones defendidas por el SCRATS (Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, 2015), y al parecer admitida por la CCEATS, es que el periodo transitorio se inicia con la aprobación del PHT2014 y no con la Ley 21/2013.

[16] Aunque el Memorándum es un acuerdo alcanzado en febrero de 2013 entre el entonces Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente con las Comunidades Autónomas de Valencia y Murcia, ante la presencia de invitados técnicos y de los regantes del ATS, también es usado el término con frecuencia en diferentes foros para referirse a las disposiciones sobre el ATS introducidas en la Ley 21/2013.

[17] Disposiciones adicionales 15, transitoria 2, derogatoria única.3 y finales 2 y 3 de la LEA2013

21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

- RD 773/2014 (*Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura*): legalmente no tiene relación con la definición de excedentes. Su finalidad es desarrollar reglamentariamente aspectos relacionados con el ATS en la LEA2013. Entre los que está la redefinición de las Reglas de Explotación, y la fijación de los desembalses de referencia en Bolarque hacia la cuenca del Tajo. Legalmente, las Reglas de Explotación no tienen la consideración de definición de excedentes, pero en la práctica son las normas que definen cuánta agua se puede trasvasar y cuánta se puede usar en la cuenca del Tajo.

  En la información pública de este RD se acompañó un anejo técnico que justifica la determinación de excedentes de 2013, las Reglas de Explotación y los desembalses de referencia (limitativos) hacia el Tajo. A este anejo técnico se le van a hacer numerosas referencias. Para simplificar, será referenciado como *JE2013*; En el Anejo 3 (punto An.3F) se analiza y reproducen diversos fragmentos de la *JE2013*, relacionados con varios puntos de este trabajo.

- *PHT2016* (plan del Tajo de 2016): a diferencia de *PHT1998* y *PHT2014*, no incluye definición del carácter excedentario de las aguas a trasvasar, justificado por la redacción final de la disposición adicional tercera del PHN2001, tras la modificación de la LEA2013 y finalmente de la Ley 21/2015.

2.2.3 Análisis de cómo se han definido los excedentes

2.2.3.1 General

En cumplimiento de lo determinado en la disposición adicional novena de la Ley 52/1980, en los trabajos de planificación que desembocaron en los planes hidrológicos de la cuenca del Tajo de 1998 (*PHT1998*) y 2014 (*PHT2014*) se planteó una determinación de excedentes por una cantidad limitada cada mes, variable en función de las existencias almacenadas en Entrepeñas y Buendía.

Sin embargo, en los dos casos, en los planes aprobados se declararon excedentarias todas las aguas embalsadas en Entrepeñas y Buendía por encima de un determinado nivel (240 hm³ en el *PHT1998* y 400 hm³ en el *PHT2014*). Si las reservas en estos embalses se sitúan por debajo de estos volúmenes, no hay excedentes y, por consiguiente, no podrán realizarse trasvases. Adicionalmente se definió en cada caso una curva de excepcionalidad hidrológica, con distintos valores para cada mes, concebida para garantizar los abastecimientos atendidos por el ATS. Aunque estuvieran definidas en el plan del Tajo, en puridad estas curvas no están relacionadas con la definición oficial de excedentes del Tajo sino con la gestión y programación de los envíos del agua trasvasada por el ATS.

En ninguno de los dos planes figura la justificación de estos umbrales, que es realizada mediante documentos externos, elaborados por equipos técnicos diferentes a los que confeccionaron los planes y ajenos al organismo de cuenca. De lo que se desprende de las explicaciones dadas en los documentos, la determinación del umbral mínimo se realizó en ambos casos inventariando los usos consuntivos entre Bolarque y Aranjuez —con sus correspondientes retornos—, incluyendo el volumen necesario para atender un caudal mínimo legal continuo de 6 m³/s en Aranjuez. Con estas demandas, las aportaciones consideradas y el volumen mínimo de operación en Entrepeñas y Buendía,

se planteó la definición de excedentes como el cálculo del volumen de embalse necesario para atender esas demandas consideradas.

2.2.3.2 Justificación de excedentes de 1997 *(JE1997)*

En el Anejo 3 (punto An.3C) se recopila como se justificó la determinación de excedentes realizada en 1997 (*JE1997*), realizada al margen del *PHT1998*. Para la misma se consideraron unas cautelas, consistentes en una minoración de las aportaciones y mayoración de las demandas, de la que se desprendía que había una seguridad adicional para el Tajo con la fijación del umbral de 240 hm³ del *PHT1998*. Sin embargo, como se muestra en un pequeño análisis realizado, en los cálculos no parece estar adecuadamente considerada la evaporación, lo que lleva a que el margen sería menor que el previsto.

Pero lo más significativo es que la realidad superó a las cautelas fijadas, y en el año 2012 se juntaron unas aportaciones menores que las minoradas consideradas y unos desembalses superiores a los mayorados. Es decir, se dio una situación peor que la considerada. Afortunadamente no hubo graves problemas porque al inicio del año hidrológico las reservas en Entrepeñas y Buendía (EyB) eran 819 hm³, superiores a los 240 hm³.

Comparando, la conjunción de:

- la definición del carácter excedentario de las aguas en el Plan de 1998 (son aguas excedentarias lo almacenado en Entrepeñas y Buendía por encima de 240 hm³) más
- las Reglas de Explotación —de carácter orientativo— adoptadas por la CCEATS en noviembre,

tiene una funcionalidad técnica similar a la propuesta de definición de excedentes que se hacía en el borrador del Plan de 1995, salvando matices y componentes legales que diferencian ambas opciones.

2.2.3.3 Justificación de excedentes de 2013 *(JE2013)*

En 2013 se introdujeron varias modificaciones legales relacionadas con el ATS, originadas como reacción a los trabajos de planificación en la cuenca del Tajo. En el Anejo 3 (punto An.3E) se incluye una pequeña selección de artículos de prensa, la mayoría tomadas del diario La Verdad, con la idea de mostrar el ambiente e impresiones en el que se produjo este cambio legislativo.

Este cabio incluye una nueva definición de excedentes trasvasables, resumida en el punto An.3F del Anejo 3. Incluye un punto previo, que es una referencia al *BPHT2011*, que estuvo brevemente publicado en la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT) y fue retirado por orden de instancias superiores. En el mismo se realizaba una propuesta de excedentes que determinaba el excedente mensual en función de las existencias embalsadas, con una concepción similar a lo que eran las Reglas de Explotación de 1997, pero definiendo directamente el excedente en el PHT.

Esta propuesta no prosperó, pero se tomó de ella una parte, subir el mínimo de no trasvase a 400 hm³. Su justificación oficial, junto con la de otros aspectos relacionados con los cambios de legislación del ATS —Memorándum—, se encuentran en un documento externo al PHT, que fue suministrado como anexo técnico en la consulta

pública del que luego fue el RD 773/2014, y es a lo que propiamente se refiere la justificación de excedentes de 2013 (*JE2013*).

Para entender adecuadamente el alcance de los cambios en 2013, conviene recordar que en el Libro Blanco del Agua (LBA) (Ministerio de Medio Ambiente, 2000), al tratar del ATS se hacía un análisis de las posibles causas del "*deficiente resultado*" (sic) y se defendía que con las medidas adoptadas se había reconducido la explotación del ATS. Resumidamente, estas medidas fueron:

- Las Reglas de Explotación, que en teoría iban a minimizar el efecto de circunstancias hidrológicas adversas.
- Control de los volúmenes que se desembalsan hacia el Tajo.
- Una definición clara de excedentes en el PHT.

En síntesis, lo que se hizo con los cambios en la legislación de 2013, justificados en *JE2013*, fue dar una vuelta de tuerca más a estas ideas, de manera que:

- Se reforzaban las Reglas de Explotación, elevadas a rango de Ley ─superior al PHT, aprobado por Real Decreto─. En los niveles 1 y 2, los valores que dan las Reglas de Explotación son vinculantes a la hora de aprobar los volúmenes a trasvasar por la Comisión Central de Explotación del ATS, cuando antes eran orientativas. En nivel 3, la decisión corresponde al ministro competente, cuando antes era al Consejo de Ministros, siendo unas decisiones más ágiles; en la práctica, menos cicateras con los volúmenes a trasvasar.
- Se cambia la recomendación y felicitación a la CHT por limitar al máximo los desembalses hacia el Tajo por los "desembalses de referencia" (o "*valores mensuales de referencia de los desembalses en la demarcación cedente para satisfacer sus requerimientos propios*"). Concepto novedoso, sólo aplicado a la cabecera del Tajo que consiste en imponer un límite por Ley del máximo caudal que se puede desembalsar hacia el Tajo[18]. Es un aspecto que realmente corresponde a la planificación hidrológica del Tajo, pero es impuesto por una legislación de rango superior al PHT.
- El *BPHT2011* fue el detonante del Memorándum. Uno de los objetivos iniciales del cambio de legislación era directamente derogar la disposición adicional novena de la *Ley 52/1980*, que es la que encomienda al PHT la determinación del carácter excedentario de las aguas. Por las negociaciones que hubo, no se incluyó su derogación, pero se introdujeron una serie de cambios para dejarla

[18] Con el cambio introducido se modifica el punto 1 de la disposición adicional sexta de *la Ley 11/2005* ─la que derogó el Trasvase del Ebro─, uno de cuyos párrafos queda: "*Con respeto al principio de preferencia de la cuenca cedente y a las determinaciones de la planificación hidrológica, se establecerán unos valores mensuales de referencia de los desembalses en la demarcación cedente para satisfacer sus requerimientos propios. Los desembalses mensuales no superarán los valores de referencia fijados, admitiéndose desviaciones ocasionales respecto a estos valores siempre que la media interanual de desviaciones no supere el total anual señalado*".
Estos valores de referencia se encuentran fijados en el Artículo 4 del Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura. En el RD figura con la nomenclatura de "Desembalses de referencia". Sobre la posibilidad de ser excedidos, cambia ligeramente lo expresado por la Ley: "*Los desembalses indicados podrán superarse, con la debida justificación, cuando por razones de seguridad o mal funcionamiento de las infraestructuras, por laminación de crecidas, o por requerimientos ambientales o sanitarios no previstos ni incorporados en la programación anual detallada en la tabla, así se requiera. La citada justificación documental será dirigida por la Confederación Hidrográfica del Tajo a la Dirección General del Agua en un plazo no superior a tres meses desde que se produzca la incidencia*".
Esta posibilidad para casos excepcionales, en el Anejo 6 (Asignación de Recursos) de la memoria del PHT2016 se indica expresamente que "*no se han considerado los desembalses de referencia establecidos en el artículo 4 del* RD 773/2014 *como un factor limitativo, toda vez que, tal y como además se establece en el apartado 2 del citado artículo podrán superarse, con la debida justificación, en particular por requerimientos ambientales*". Un criterio diferente al que está contemplado en la *JE2013*, que refleja cierta contradicción entre el PHT y la *JE2013*.

sin valor, como así se reconoce explícitamente en el *PHT2016*. Los cambios fueron realizar la definición legal en el PHN, modificando la disposición adicional tercera quitando la referencia al PHT, y la fijación de las Reglas de Explotación con mayor rango legal que el PHT.

Es decir, estos cambios de la Ley del Memorándum han supuesto un empeoramiento de las condiciones del Tajo. Pero en el fondo no es más que radicalizar la gestión que se estaba realizando antes, que realmente no había corregido los problemas. Además, en unas circunstancias de crecimiento de la demanda en la cuenca del Tajo y reducción de aportaciones constatada, con tendencia negativa.

El resultado de la aplicación, en el poco tiempo transcurrido, ha sido malo. Un resumen es que la cabecera del Tajo ha estado más de la mitad del tiempo en situación de excepcionalidad hidrológica, lo que en sí mismo es un contrasentido. Se verá más adelante, en los resultados de aplicar la metodología propuesta con los condicionantes de *JE2013*, que no es de extrañar este resultado, pues lo que se está realizando es intentar sacar cada año más de los recursos medios anuales. No es una situación de fallo de regulación sino de sobreexplotación. La consecuencia lógica es que hay propensión a agotar el recurso, a estar en situación de excepcionalidad hidrológica.

Así, la definición de excedentes actual tiene un doble problema: no contempla adecuadamente los usos del Tajo —divergencia entre excedentes legales y excedentes reales— y conduce a una explotación irracional del sistema.

2.2.4 Volumen mínimo de regulación para diferentes demandas

JE1997 y *JE2013* siguen el esquema de definir unas necesidades consuntivas del Tajo y, en función de la serie de aportaciones considerada, determinar cuál sería el volumen mínimo necesario de embalse para atenderlas.

Ampliando la visión de este planteamiento, en la Figura 15 se muestra un gráfico en el que se refleja en abscisas la demanda y en ordenadas el umbral resultante[19]. Teniendo en cuenta las diferencias en los criterios de contemplación de aportaciones y evaporación, hay pequeñas diferencias entre los valores de esta curva y los fijados en las justificaciones de excedentes de los planes de 1998 y 2014.

Esta curva es casi horizontal para demandas bajas, creciendo a partir de una demanda de 250 hm³/año, acelerándose este crecimiento conforme aumentan las demandas. Este factor es importante, pues la pendiente de la curva refleja en cierta medida la seguridad del sistema, los hm³ que habría que incrementar la reserva por cada hm³ que se incrementa la demanda.

[19] La metodología del cálculo se describe en An.3D.

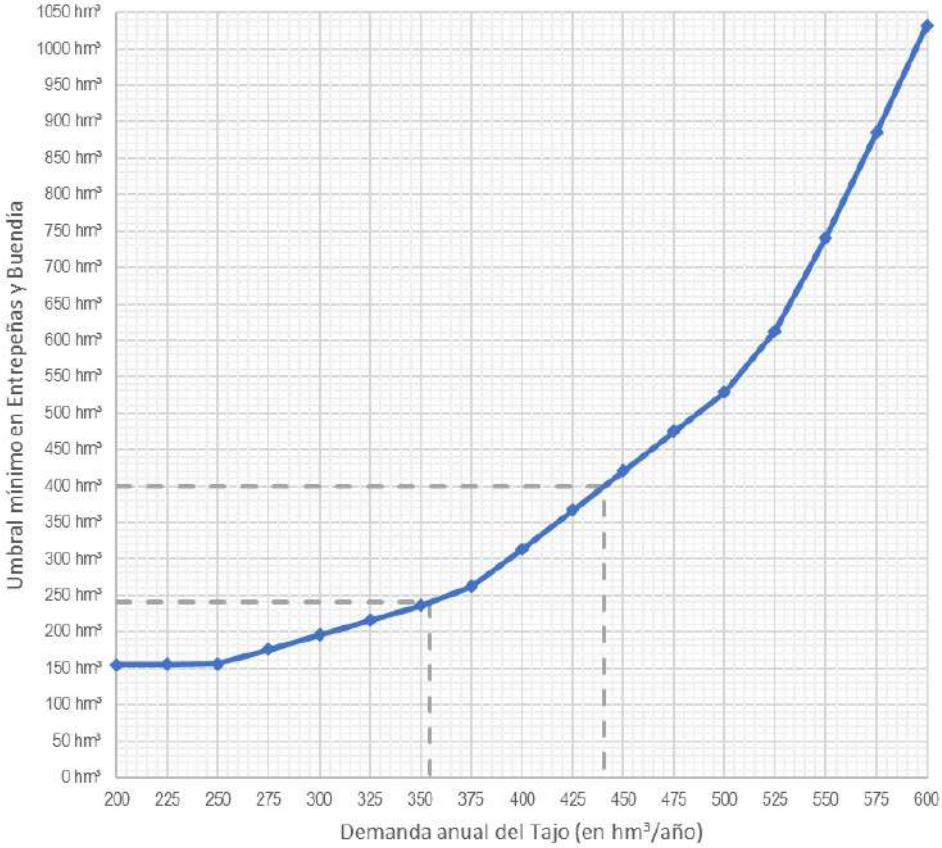


Figura 15. Relación entre la demanda consuntiva de la cuenca del Tajo a atender desde Entrepeñas y Buendía y el volumen de regulación necesario para atenderla.

Este planteamiento no se refleja directamente en las justificaciones publicadas de los excedentes, pero sí se hace un razonamiento en esta línea a la hora de tratar la "sensibilidad de la reserva a los caudales mínimos" en *JE2013*:

Extracto de la *JE2013*

4.5 SENSIBILIDAD DE LA RESERVA A LOS CAUDALES MÍNIMOS

Otro análisis adicional de interés singular es el de la sensibilidad de la reserva a la especificación de caudales mínimos en Aranjuez.

Para su realización, se reejecutan los cálculos anteriores mediante simulaciones iteradas pero haciendo variable ahora no solo el volumen de almacenamiento necesario en cabecera, sino también este caudal mínimo desde los 6 actuales hasta 13 m³/s.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura adjunta, en la que se representan las garantías conjuntas de cabecera del Tajo, mensuales y volumétricas, para diferentes niveles de caudal mínimo (abscisas) y de embalse disponible (ordenadas).

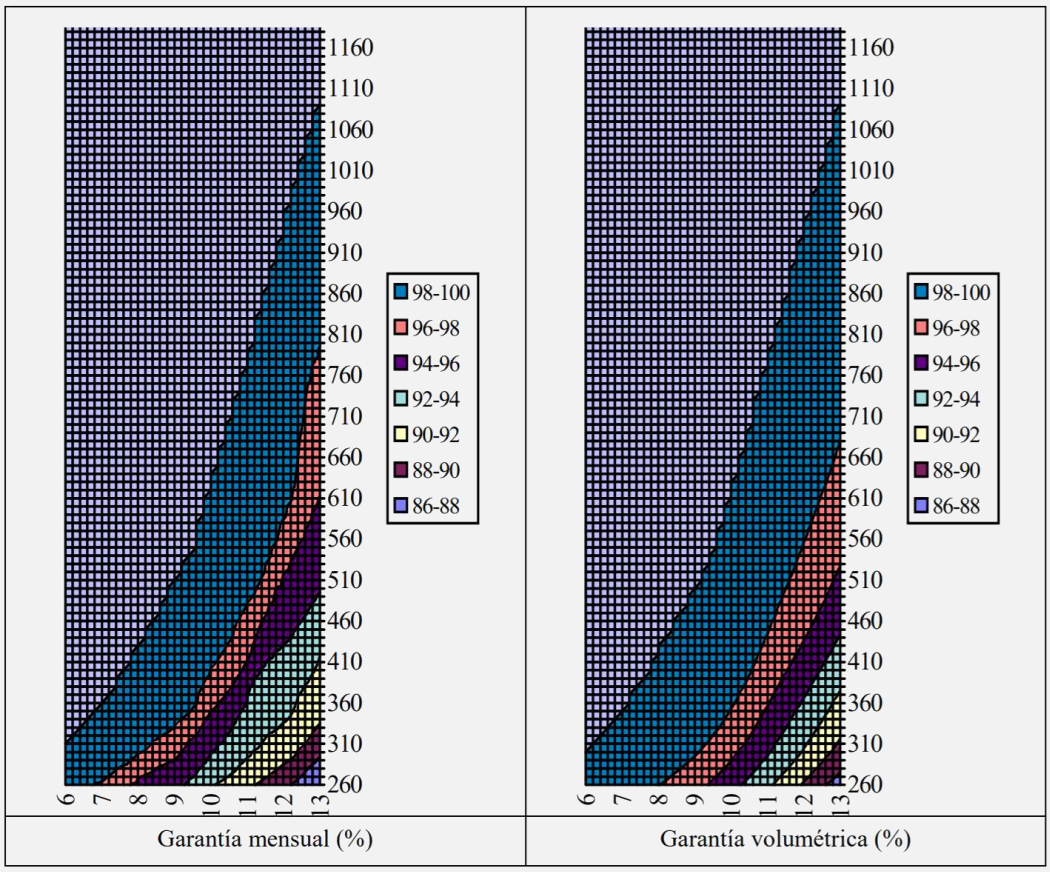


Figura 16. Reproducción de la Figura 17 de *JE2013*: "Garantías conjuntas del Tajo según la reserva de cabecera y el mínimo en Aranjuez"

Puede verse que el efecto del caudal mínimo en Aranjuez sobre la reserva es muy significativo. Si se eleva de los 6 m³/s actuales hasta 8 m³/s, ni siquiera la reserva de 400 permite satisfacer las demandas del Tajo con garantía volumétrica del 100%. Para caudales del orden de 11 m³/s, la reserva se eleva a 780 hm³, y para 13 m³/s se requieren 1100 hm³.

Similares resultados se obtienen si en lugar de la garantía volumétrica se emplean la mensual o la anual.

En consecuencia, y sin entrar a valorar la idoneidad de estas cifras, puede afirmarse que no hay concordancia técnica entre especificar para el futuro mínimos medios en Aranjuez de 10.86 m³/s, como se apunta en los Anexos del borrador, y la reserva propuesta de 400 hm³. Ambos criterios son técnicamente incompatibles, debiendo resolverse esta discordancia en futuras revisiones del Plan.

Este análisis de sensibilidad ante los caudales muestra la vulnerabilidad de *JE2013* ante eventuales cambios de la demanda. En este caso, si se contemplaran los caudales ecológicos planteados en el Esquema de Temas Importantes de 2009. En las gráficas se consideran los conceptos de garantía mensual y volumétrica que no serían aplicables, pues las demandas de la cuenca del Tajo son prioritarias y han de atenderse sin restricciones. Por tanto, sólo es significativa la curva superior, correspondiente al 100% de la garantía (mensual y volumétrica).

Para facilitar la comparación, se muestra esta curva sobre la de la Figura 15, en la que también se añade el cálculo si no se hubiera tenido en cuenta la evaporación. Si se considera que los cálculos del análisis de sensibilidad de la reserva respecto al caudal mínimo están realizando considerando los máximos desembalses de referencia fijados en la Ley (425 hm³/año = 365 hm³/año + 60 hm³/año de la toma para el Canal de Isabel II), se observa que las curvas no coinciden, sino que son paralelas, pudiendo estar la causa en una diferente contemplación de la evaporación (el criterio de la Figura 15 es muy conservador al respecto) y en las diferentes series de aportaciones. Si se supone que en vez de haberse considerado 60 hm³/año para la toma del Canal de Isabel II, se

hubiera tomado la mitad (30 hm³/año), las curvas son prácticamente coincidentes. No obstante, en el texto del documento en el que se justifica no hay argumentación que defienda que se ha tomado esta hipótesis, por lo que no es más que una mera curiosidad o elucubración. Para poder explicar convincentemente esta diferencia sería necesario reproducir los cálculos con las mismas circunstancias e hipótesis.

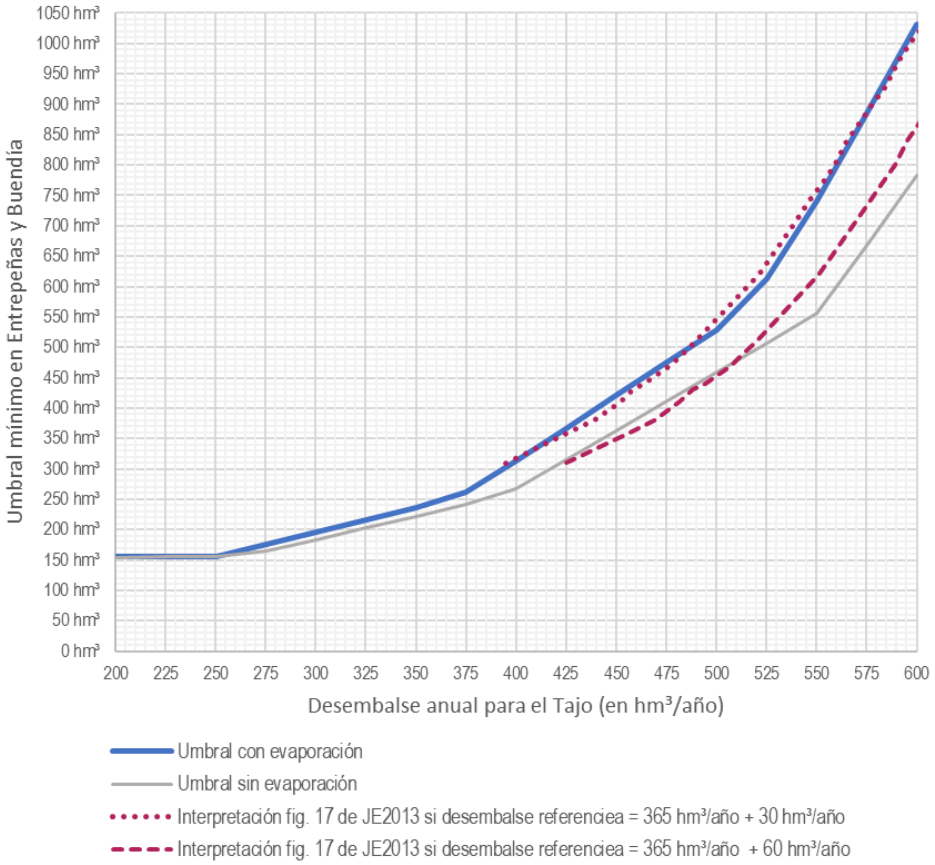


Figura 17. Relación entre la demanda consuntiva de la cuenca del Tajo a atender desde Entrepeñas y Buendía y el volumen de regulación necesario para atenderla. Comparación con la interpretación de la figura del análisis de sensibilidad ante los caudales mínimos de *JE2013*

No obstante, asumiendo ese desfase de 30 hm³/año en las demandas entre ambas curvas, se aprecia un comportamiento similar, y que la sensibilidad de la reserva ante los caudales ecológicos que se indica en *JE2013* lo es en realidad, en un sentido genérico, a un incremento de las demandas.

Unas aportaciones inferiores a las previstas se pueden considerar, a efectos de interpretación de estas curvas, como un incremento ficticio similar a la demanda. Tomemos como ejemplo claro las aportaciones[20] del año hidrológico 2016-2017, que fueron 308 hm³. El mínimo de las aportaciones consideradas en *JE2013* es 360 hm³. Una diferencia de 52 hm³, que puede ser asimilable, se insiste que, a efectos de interpretación de estas curvas, a una demanda potencial de 477 hm³ (365 hm³ + 60 hm³ + 52 hm³), en la que sería insuficiente la reserva de 400 hm³ para dar garantía.

Sobre la sensibilidad ante caudales ecológicos, se ha de advertir que en los veranos de 2015, 2016 y 2017 se han desembalsado caudales adicionales desde Entrepeñas y

[20] A falta del dato oficial, se considera el valor de las "Aportaciones acumuladas 12 meses" correspondiente al mes de octubre de 2017, reflejado en el Informe "Gráficos de la evolución de los indicadores de sequía. 1 de febrero de 2018" (Confederación Hidrográfica del Tajo. Oficina de Planificación Hidrológica, 2018)

Buendía para poder cumplir el caudal mínimo en Talavera de la Reina[21]. Con valores medios de caudales circulantes reales en Aranjuez superiores a los 8 m³/s, se está en la situación advertida en *JE2013* como insuficiencia del umbral de 400 hm³. Además de los caudales extra desembalsados en verano, cumplir el caudal mínimo de 6 m³/s en Aranjuez no se puede realizar de modo estricto, pues el elemento de control efectivo de estos desembalses se encuentra en el embalse de Almoguera, a unos 150 km aguas arriba de Aranjuez. En este tiempo, en la hipótesis de que salga de Almoguera un caudal constante, al llegar a Aranjuez lo hace con unas oscilaciones, por lo que para garantizar que el caudal mínimo no baje de 6 m³/s es preciso ajustar a un caudal mayor en Almoguera.

2.2.5 Crítica de la actual definición de excedentes

Los usos del Tajo son prioritarios, algo que no se discute, pero tampoco se cumple. Para que tenga consistencia la definición legal de excedentes del Tajo ha sido preciso incluir por Ley una limitación de desembalses hacia el río Tajo, que a su vez no permiten la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. Los excedentes legales son excedentes condicionados. Algo que en sí mismo es un contrasentido. Pues los excedentes del Tajo se han de producir tras atender las necesidades del Tajo sin limitación alguna.

Entre los usos del Tajo no considerados en el cálculo de los desembalses de referencia —recordemos que sólo se consideran los usos consuntivos entre Bolarque y Aranjuez, manteniendo estrictamente un caudal de 6 m³/s por el Tajo en Aranjuez—, destaca una potencial demanda importante: los bombeos desde el río Tajo al Canal Bajo del Alberche en los momentos en los que no haya recursos suficientes en el Alberche. Esta demanda se concibió como una actuación puntual en un momento perentorio por situación de sequía, con una instalación de bombeo provisional. Sin embargo, en los trabajos de planificación se detecta como una situación recurrente en el futuro, estando en construcción una solución fija para el bombeo, realizada por la Confederación Hidrográfica del Tajo, que estará operativa en breve. Hay que tener en cuenta que la última vez que se puso en marcha esta estación de bombeo (2012), las salidas del embalse de Bolarque hacia el Tajo superaron los desembalses de referencia, con el añadido de que los caudales del río Tajo por Talavera de la Reina fueron muy inferiores a los 10 m³/s fijados actualmente.

Además de no permitir un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, el cálculo se ha realizado respetando estrictamente el cumplimiento del mínimo legal de 6 m³/s del Tajo por Aranjuez. Algo que es imposible en la práctica, pues el punto de control de desembalses —Almoguera— se encuentra a bastante distancia de Aranjuez, tardando el agua entre 1 y 2 días en recorrer el tramo. Tiempo en el que un caudal constante en Almoguera se va *rizando,* convirtiéndose en un caudal con ligeras variaciones en el tiempo. Variaciones que, por ejemplo, se pueden apreciar claramente en la información publicada en el SAIH —Sistema Automático de Información Hidrológica— de la Confederación Hidrográfica del Tajo (https://saihtajo.chtajo.es). Si se ajustan los desembalses para que el caudal medio por Aranjuez sea de 6 m³/s, la existencia de estas oscilaciones lleva a que durante aproximadamente la mitad del tiempo el caudal que pasa por Aranjuez sea menor que el mínimo legal. En la práctica, el operador desembalsa

[21] A este respecto, véase el punto 2.3.3.2.2, en el que se muestran los datos de la necesidad que ha habido en los últimos años de incrementar los desembalse desde Entrepeñas y Buendía en verano para poder cumplir con los caudales mínimos en el eje del Tajo. Un enfoque similar se puede leer en la entrada "Adenda, como aclaración para @chtajo, a la entrada «Otro ejemplo de los engaños del MAPAMA con el Trasvase y la sequía»" de la web www.acuademia.com (Hidra, 2018)

desde Almoguera una cantidad superior, buscando que la parte inferior de las variaciones se encuentren siempre por encima del mínimo de 6 m³/s, establecido por Ley. Este incremento no está contemplado en el cálculo de los desembalses de referencia.

Tampoco se tiene en cuenta la situación de Entrepeñas y Buendía, ni en lo referente al cumplimiento de sus objetivos ambientales como al mantenimiento de unas condiciones de llenado atractivas para los usos turísticos y recreativos en los embalses, que contribuya al desarrollo económico de sus municipios ribereños. Si bien se tratan de usos con menor preferencia que el regadío o abastecimiento conforme a lo establecido en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, al ser uso de la cuenca cedente han de tener prioridad sobre los usos de las aguas trasvasadas. No sólo no son tenidos en consideración, sino que con la gestión que se realiza, con el fin de minimizar la evaporación, se busca que Entrepeñas y Buendía estén en niveles bajos.

Como resumen, apoyándose en el gráfico de reparto de las aportaciones de la Figura 12, se muestra en la Figura 18 un esquema de estas acciones descritas con la finalidad de maximizar la cuantía del excedente, junto con los peligros que comporta para la cuenca del Tajo. El resultado de estas acciones se representa gráficamente en la Figura 19.

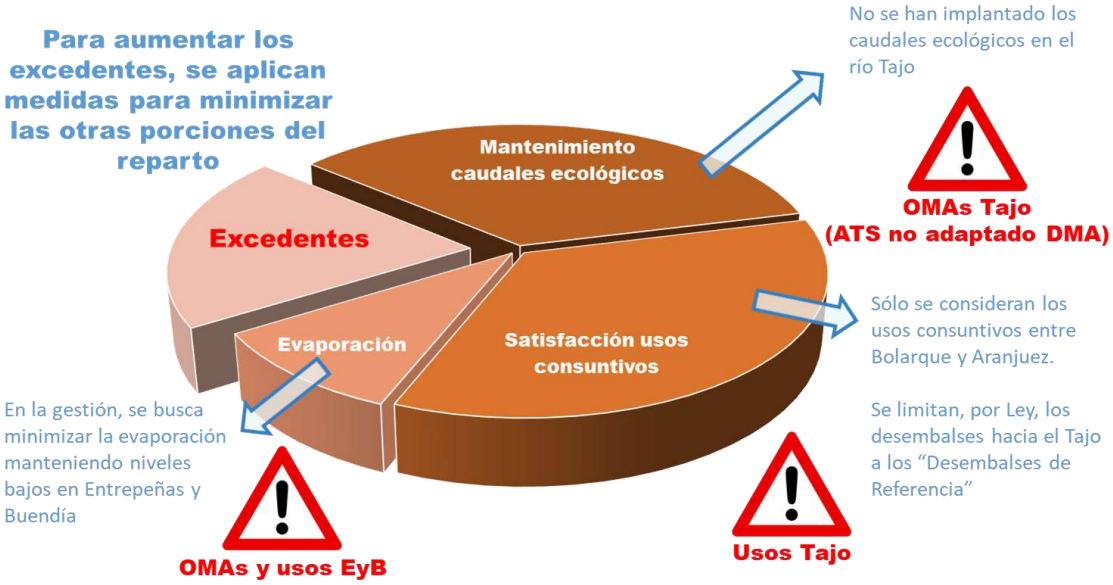


Figura 18. Esquema resumen de las acciones realizadas encaminadas a la mayoración de excedentes, con los peligros derivados para la cuenca del Tajo

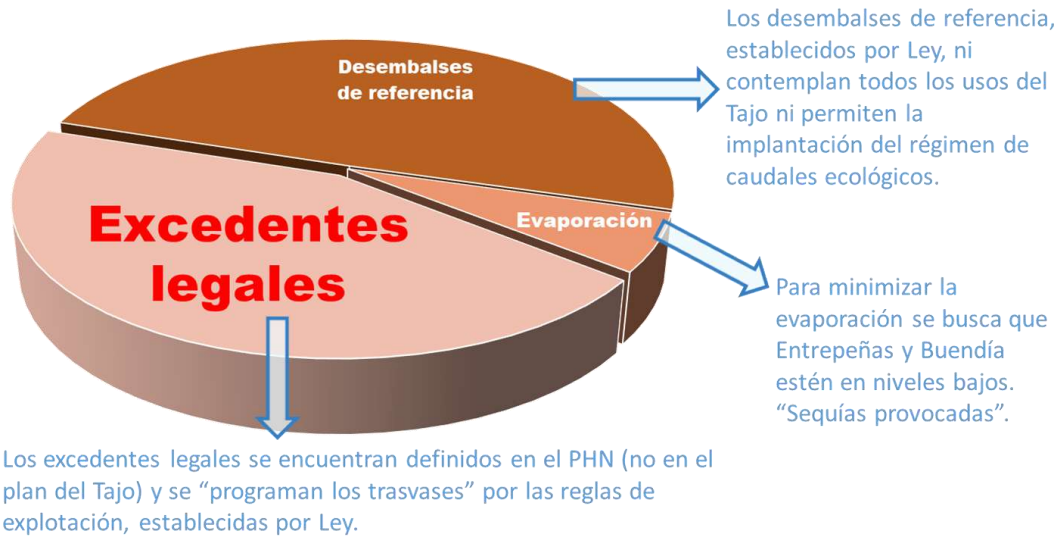


Figura 19. Esquema resumen del resultado de las acciones realizadas para mayorar los excedentes

Finalmente, ¿está adaptado el ATS a la Directiva Marco del Agua? Por una parte, estaría la recuperación de costes, sobre el que la tarifa establecida para el ATS no contempla ningún coste ambiental ni del recurso u otras subvenciones cruzadas o encubiertas; si bien esto no entraría dentro de la crítica a los excedentes. Por otra parte, con la definición legal de excedentes actual no se tiene en consideración el impacto que el ATS supone sobre la cuenca del Tajo. Como se reconoce en el propio plan del Tajo de 2016, el ATS es una presión sobre la cuenca del Tajo que tiene un impacto. Pero este impacto ni se encuentra estudiado ni se adoptan medidas para mitigarlo. En cambio, si la determinación de excedentes se incluyera dentro del plan del Tajo con rigor —es decir, desde los trabajos de planificación—, supondría que este impacto se analizaría y la propia declaración de agua excedentaria sería la medida correctora.

2.2.6 Insuficiencia de la forma de fijar excedentes como un umbral mínimo

La metodología empleada para la determinación legal de excedentes actual es discutible, aparte del hecho de no tener en consideración la situación de los embalses de Entrepeñas y Buendía —cumplimento de sus objetivos medioambientales y sus usos socioeconómicos asociados— y limitar los desembalses al Tajo, por su insuficiencia para garantizar la seguridad en la atención de los usos del Tajo. Como se expone en el punto 2.2.4, haciendo el ejercicio de aplicar el cálculo del umbral de regulación necesario a varias demandas, se puede dibujar una curva que relacione esta demanda con el volumen necesario de regulación.

Es una curva con crecimiento acelerado, es decir, que conforme crece la demanda crecen tanto el volumen de regulación necesario para regularla como la pendiente de la curva. Este hecho supone una alta inestabilidad al proceso que se traduce en una inseguridad para la cuenca del Tajo. Por ejemplo, si en un año seco se acumularan a los desembalses de referencia básicos (365 hm³/año), que el Canal de Isabel II tuviera que recurrir a la planta de Colmenar de Oreja a su máxima producción (60 hm³/año) y que se requiere un desembalse adicional para atender los usos de la zona regable del Canal Bajo del Alberche (por ejemplo, 40 hm³/año), se tendría una demanda de unos 465 hm³, que requeriría un volumen de regulación superior a 450 hm³. Es una situación posible en la situación actual, a pesar de las limitaciones legales impuestas, en la que el umbral mínimo de 400 hm³ es insuficiente para garantizar los usos consuntivos del Tajo.

2.2.7 Los fallos de la gestión actual. Vías de corrección y mitigación

De lo mostrado en los puntos anteriores, en lo referente a las afecciones al Tajo de la gestión actual del ATS, se tiene un doble problema:

- La definición legal de excedentes no es adecuada. Requiere revisarla. Una revisión que demanda un enfoque metodológico distinto, que debe considerar:
    - La cuenca del Tajo es prioritaria. Por tanto, no ha de tener ninguna carga ni limitación derivadas del ATS. Es decir, debería anularse la limitación legal de los desembalses de referencia y permitir que se implantara un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, en cuyo proceso de concertación se tuvieran en cuenta únicamente las necesidades del Tajo.
    - El grado de llenado de los embalses de Entrepeñas y Buendía ha de ser contemplado, pues afecta tanto a la consecución de los objetivos ambientales en esas masas de agua como al desarrollo económico de sus municipios ribereños.

  Como se reconoce en el Plan del Tajo de 2016, los cambios legales realizados en 2013 imposibilitan que se pueda definir el carácter excedentario de las aguas en el plan del Tajo. Así, para poder llevar a la práctica esta metodología en lo que se refiere a la caracterización del agua excedentaria del Tajo, requeriría de cambios en las leyes para revertir los realizados en 2013.

- Las Reglas de Explotación planteadas son ineficaces, pues no cumplen su misión de uniformizar trasvases y evitar las situaciones de excepcionalidad hidrológica, asociadas con situaciones de sequía. La situación de sequía declarada en la cuenca del Segura desde 2015 (Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, con sucesivas prórrogas que se extienden, por el momento, hasta septiembre de 2019) es un indicador de su mal comportamiento.

La solución adecuada es ir a la raíz del problema: realizar una buena determinación de excedentes, sin que haya restricciones ni limitaciones al Tajo, por medio de la metodología que se propone. El problema que tiene es que su aplicación no es inmediata y requiere cambios en las leyes. Como medida de mitigación, transitoria en lo que se materializa la adecuada definición de excedentes, se pueden modificar las Reglas de Explotación, que requieren solamente de un Real Decreto. De hecho, la propia legislación (disposición adicional 5 de la Ley 21/2015) contempla la necesidad de modificar las Reglas de Explotación para evitar estos efectos adversos de frecuentes situaciones de excepcionalidad hidrológica y alta variabilidad en los trasvases realizados que se están produciendo.

Gráficamente se muestra en la Figura 20 el esquema con el doble problema, junto con la corrección y mitigación que se proponen:

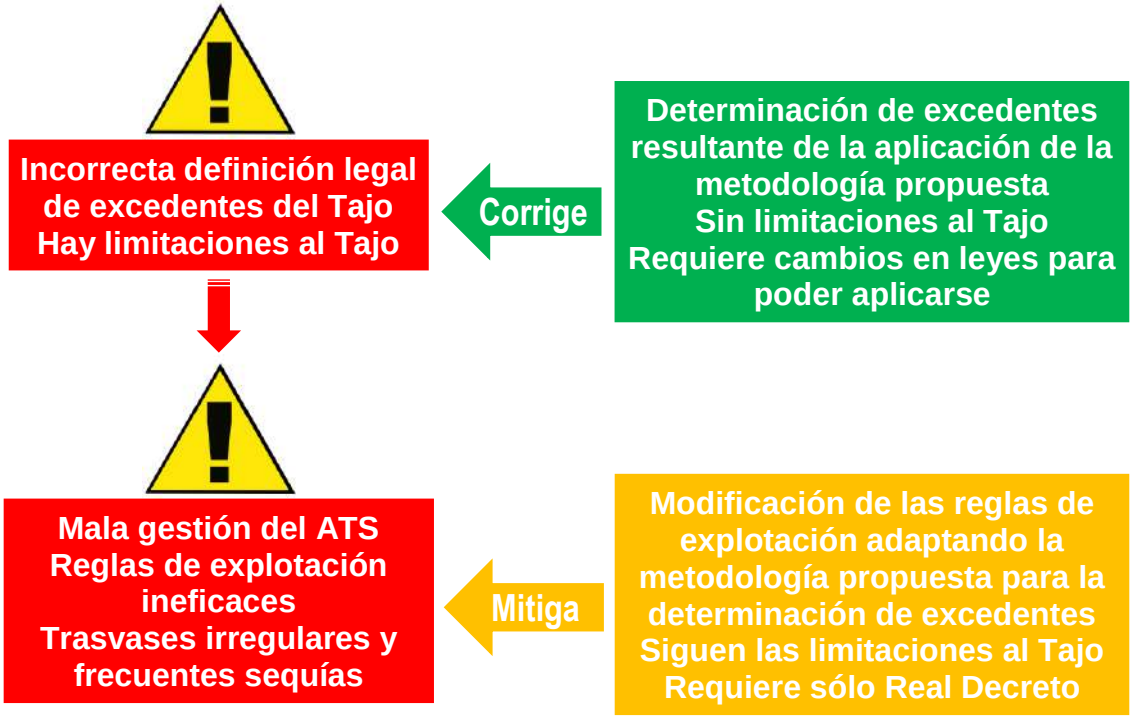


Figura 20. Croquis explicativo de los problemas de la mala definición de excedentes y su propuesta de corrección aplicando la metodología propuesta para la determinación de excedentes, y de la mala gestión del ATS con unas Reglas de Explotación ineficaces y la propuesta de mitigación con la modificación de estas reglas adaptando la metodología planteada para la determinación de excedentes

2.2.8 Observaciones destacadas

Recopilando, de manera esquemática se pueden hacer las siguientes observaciones:

- No hay una definición legal del concepto de excedente. Puede contemplarse la tercera acepción que da el Diccionario de la Real Academia Española, que es "sobrante" (que sobra).
- Legalmente, se ha reducido la determinación de excedentes a fijar un umbral en Entrepeñas y Buendía por debajo del cual no se puede trasvasar. Por otra parte, se definen unas Reglas de Explotación para programar los trasvases.
- Para la determinación legal de excedentes, se ha reducido la prioridad de la cuenca del Tajo a la atención de unos usos consuntivos entre Bolarque y Aranjuez y al mantenimiento de un caudal mínimo de 6 m³/s en Aranjuez.
- Por tanto, no se tienen en consideración otros aspectos de la cuenca del Tajo que se ven afectados por la gestión de Entrepeñas y Buendía y del eje del Tajo, como son: desarrollo socioeconómico de los municipios ribereños de Entrepeñas y Buendía, el estado ambiental de estos embalses, el estado de las zonas protegidas de la Red Natura 2000 afectada (como la Sierra de Altomira o los Sotos de Aranjuez), caudal ecológico en el río Tajo, mejora de la calidad de las aguas o el apoyo y contingencia de los abastecimientos de Madrid, Cuenca, Toledo y Guadalajara.
- La planificación de la cuenca se encuentra condicionada desde que se planteó el trasvase Tajo-Segura. Principalmente, el abastecimiento de Madrid, del que se priorizó la solución AMSO (Abastecimiento de Madrid, Solución Oeste) mientras se reservaban los recursos de Entrepeñas y Buendía al Trasvase, de mayor interés

nacional. Posteriormente, se ha transmitido esta limitación a los planes de cuenca aprobados.

- Actualmente los desembalses desde Bolarque al Tajo están limitados a los desembalses de referencia, lo que supone una singularidad a nivel nacional.
- En los planes del Tajo de 1998 y 2014 (*PHT1998* y *PHT2014*) se incluye una definición legal de excedentes en su normativa, pero en ninguno de los dos se encuentra justificada en el plan, sino en documentos externos realizados o encargados desde la Dirección General del Agua. En ambos casos, en los borradores de los planes había sendos procedimientos de declaración de excedentes, que fueron retirados por orden de instancias superiores a la CHT.
- Los umbrales de 240 hm³y 400 hm³ (planes de 1998 y 2014) se fijaron calculando la capacidad de embalse que se necesitaría para atender los usos consuntivos en el Tajo entre Bolarque y Aranjuez. Para el plan de 1998 se consideró minorar las aportaciones y aumentar las demandas, para tener una mayor seguridad. Posteriormente, durante la gestión, se comprobó que en la realidad las demandas subieron y la aportación mínima bajó. Sin embargo, para el plan de 2014 no se consideró ese criterio. La explicación, está en la forma que tiene la curva entre el uso a garantizar y la capacidad de embalse necesaria. Para los números que se planteaban en el plan de 1998, el punto correspondiente de la demanda se encontraba en una zona relativamente horizontal de la curva, por lo que se podían tomar una serie de precauciones y aun así justificar la adopción de un valor aparentemente fijado de antemano (240 hm³ es aproximadamente el 10% de la capacidad de embalse). Sin embargo, para el plan de 2014, se encontraba en una zona de la curva demanda/capacidad de embalse con pendiente creciente, por lo que aumentar ligeramente la demanda supone la necesidad de aumentar la reserva, como en cierta medida se reconoce en la justificación.
- Así, la fijación del umbral de 400 hm³ puede decirse que se realiza en una zona inestable, en el que una pequeña desviación de la demanda, o que entren menores aportaciones que las consideradas, implican que el umbral sea insuficiente para garantizar los usos.
- Desde la entrada en vigor de este umbral, se han producido los dos fenómenos, por una parte, en el año hidrológico 2016-2017 se registraron unas aportaciones ligeramente superiores a los 300 hm³ [22], con un mínimo de 251 hm³ de las portaciones entre marzo de 2017 y febrero de 2018, que contrasta con los 361 hm³ que era el mínimo considerado para los cálculos del umbral de 400 hm³. Además, en los meses de verano ha sido necesario incrementar los desembalses desde Bolarque para poder cumplir con el caudal mínimo en Talavera de la Reina. Así, entre octubre de 2017 y marzo de 2018 se alcanzaron niveles en Entrepeñas y Buendía que se encontraban por debajo de la curva de existencias mínimas considerada para el cálculo del umbral de 400 hm³, con riesgo de que se pudiera llegar al mínimo de explotación del embalse.
- Por consiguiente, la determinación actual del carácter legal excedentario de las aguas no responde al carácter prioritario de la cuenca cedente, ni se puede considerar con puridad que son aguas sobrantes del Tajo. Incluso el punto de partida de su determinación es una interpretación errónea de la Ley, en la que

[22] El valor oficial del CEDEX no estaba disponible en el momento de redacción de estas líneas.

se presupone la existencia de una limitación (reducirlo a la determinación de un "*umbral de definición de excedentes trasvasables*").

- Es conveniente plantear su redefinición, incluyendo el procedimiento para hacerlo, para que tenga en cuenta no sólo la atención de unas demandas consuntivas del Tajo, sino que permita analizar cómo es el comportamiento del sistema, para a partir del mismo poder comprobar en qué situación quedaría la cuenca del Tajo en diferentes hipótesis y poder plantear una definición de excedentes en las que se tenga en cuenta únicamente la situación de la cuenca cedente, y que la contemple con la máxima amplitud de miras.
- La indefinición del volumen mensual a trasvasar en la actual definición legal de excedentes se subsana mediante las Reglas de Explotación. El resultado de la aplicación de estas reglas está siendo contrario a sus objetivos (regularizar los trasvases y evitar situaciones de excepcionalidad hidrológica), lo que aconseja su revisión. En este caso, no se ha de confundir con un cambio en la definición de excedentes, pues el cambio de las Reglas de Explotación ha de hacerse manteniendo su esencia, en los términos en los que está establecido en la disposición adicional quinta de la Ley 21/2015. Es decir, únicamente preocupándose por la regularidad de envíos al trasvase y evitar la situación de excepcionalidad hidrológica. No obstante, esta acción supondría una mejora en la situación de la cuenca del Tajo, aunque de manera limitada. Pero por otra parte su materialización práctica, solamente mediante Real Decreto, es más sencilla que los cambios en Leyes que hay que realizar para cambiar la definición legal de excedentes desde la planificación del Tajo. Se trataría por tanto de una medida mitigadora.

2.3 Marco de la definición de excedentes (cuenca del Tajo)

2.3.1 Situación geográfica de la cuenca del Tajo

El río Tajo es el más largo de la Península Ibérica, con más de 1000 km de longitud. Ubicado en el centro de la península (*vid* Figura 21), discurre de este a oeste entre el Sistema Ibérico y el Océano Atlántico, por la parte septentrional de la Meseta Sur. Nace[23] entre los Montes Universales y la Sierra de Valdeminguete, en Teruel, y desemboca en el estuario del Mar de la Paja, Lisboa, Portugal. El 73% de su recorrido es en España, el 27% en Portugal. La cuenca vertiente es de unos 80 100 km², 69% en España, 31% en Portugal.

Figura 21. Ubicación de la cuenca del Tajo en la Península Ibérica. Fondo: IGN

La parte española de la cuenca:

- Hidrográficamente limita con las del Duero al norte, Ebro y Júcar al este y Guadiana al sur.
- Geográficamente se sitúa en la zona central de la Península Ibérica, limitada por la Cordillera Central al norte, la Ibérica (Serranía de Cuenca y Sierra de Albarracín) al este y los Montes de Toledo y Sierra de Montánchez al sur.
- Administrativamente su territorio se encuentra repartido en cinco Comunidades Autónomas: Extremadura, Madrid, Castilla y León, Aragón y Castilla-La Mancha. O en 12 provincias (*vid* Figura 22): Cáceres, Guadalajara, Toledo, Madrid, Cuenca, Salamanca, Ávila, Teruel, Badajoz, Soria, Segovia y Ciudad Real (en las cuatro últimas con mínima superficie). Cuatro capitales de provincia se asientan dentro de la cuenca: Cáceres, Madrid, Guadalajara y Toledo. La Comunidad Autónoma que mayor extensión ocupa es Castilla-La Mancha, seguida de Extremadura. Prácticamente comprende casi toda la Comunidad de Madrid.

Figura 22. Cuenca del Tajo distinguiendo la parte portuguesa y las provincias (Badajoz, Ciudad Real, Soria y Segovia apenas tienen superficie en la cuenca). Fondo IGN

[23] Determinar el punto exacto del nacimiento de un río apenas tiene interés hidrológico, pero se le suele reconocer un valor simbólico, con la posibilidad de ciertas disputas locales por su emplazamiento reconocido. Es el caso del río Tajo, que presenta varias fuentes que se disputan el honor de ser reconocidas como el nacimiento del río. En 1974 se erigió el "Monumento al nacimiento del río Tajo", de José Gonzalvo Vives, en Frías de Albarracín (Teruel), en un punto alejado de donde históricamente se sitúa el nacimiento del Tajo (en Fuentes Frías, en el término de Albarracín) por problemas con la titularidad de la parcela. Por otra parte, el Ayuntamiento de Villar del Cobo reclama que el nacimiento se encuentra en su término municipal, en la fuente de Pie izquierdo (Franco, 2011).
.

- Fisiográficamente, las altitudes de los bordes son desiguales (*vid* Figura 23). En el límite norte, el Sistema Central se supera en varios puntos la cota 2000, mientras que en el sur las cotas son menores, alcanzándose los 1600. A su vez, la cuenca desciende de este a oeste. Las cotas en el río Tajo —en metros sobre el nivel del mar— son (*vid* Figura 24 y Figura 25): 1164 en Peralejo de las Truchas, 718 en Trillo, 644 en Entrepeñas, 610 en Bolarque, 587 en Zorita, 571 en Almoguera, 559 en Estremera, 521 en Valdajos (Villarrubia de Santiago), 492 en Aranjuez, 436 en Toledo, 408 en Castrejón, 317 en Azután, 233 en Valdecañas, 193 en Torrejón Tajo, 101 en Alcántara y 65 en Cedillo.

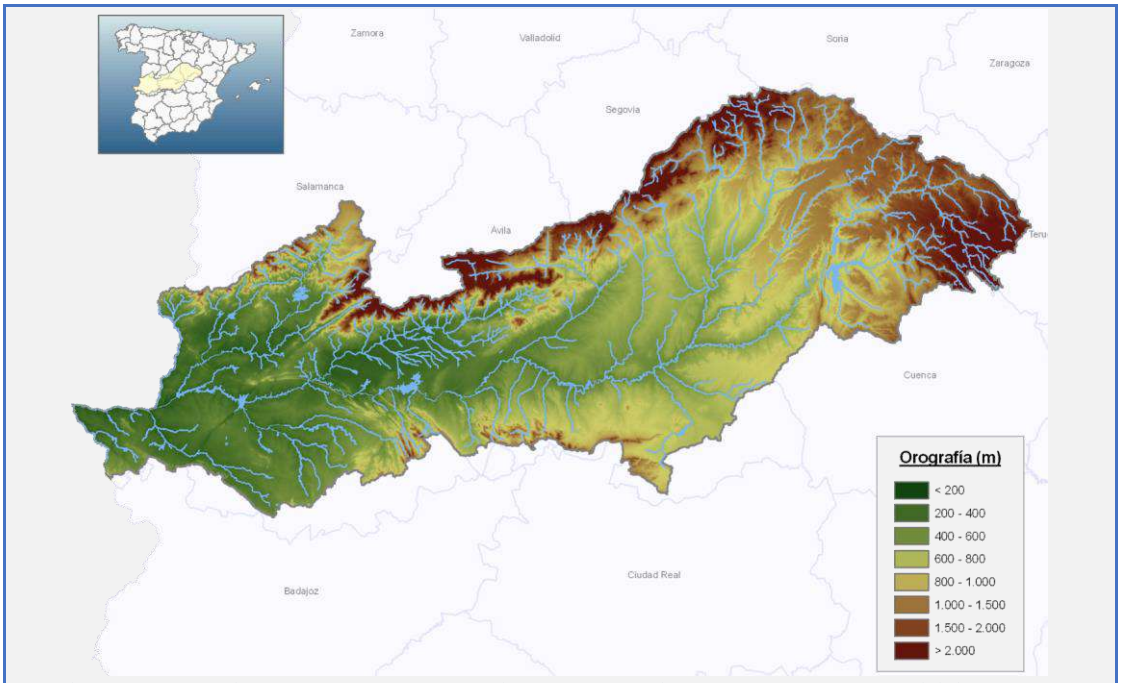


Figura 23. Elevaciones en la cuenca del Tajo. Imagen copiada de los *Documentos iniciales de la planificación hidrológica 2015 – 2021* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2013)

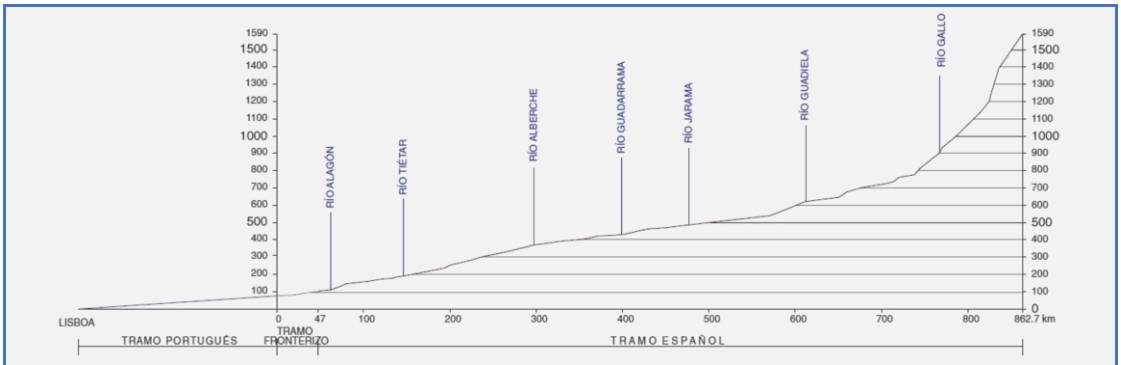


Figura 24. Perfil longitudinal del río Tajo. Distancias desde la presa de Cedillo. Copiado de la publicación *La cuenca del Tajo en cifras* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2002)

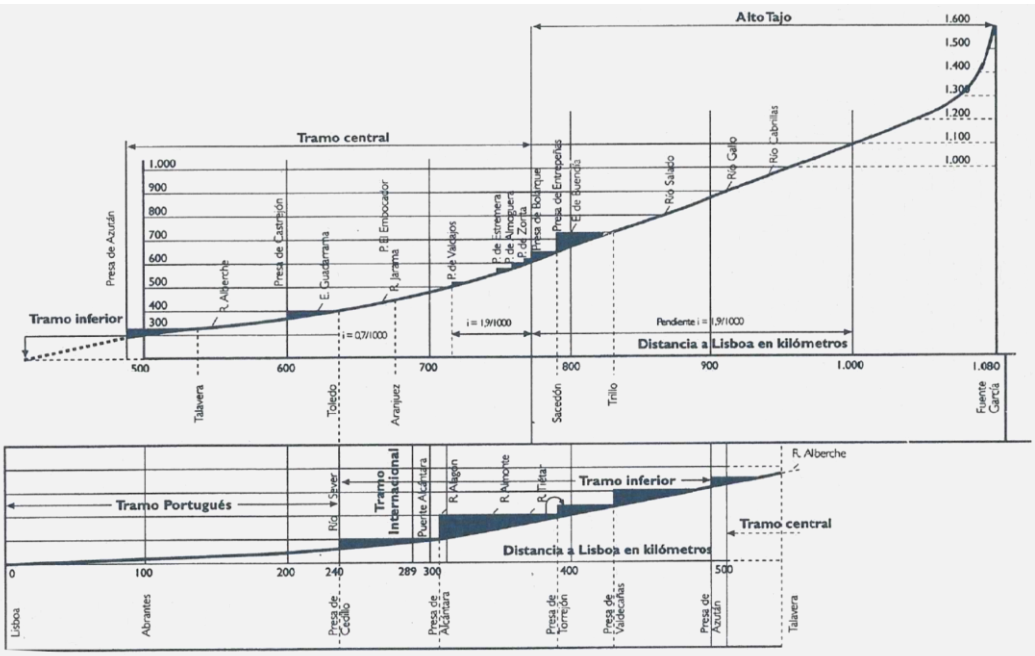


Figura 25. Perfil longitudinal del río Tajo. Copiado de *Las obras hidráulicas en España* (Díaz-Marta Pinilla, 1969. Reed. 1997)

2.3.2 Contexto de la infraestructura del ATS

Como se apunta en 1.2, en el contexto europeo la preocupación por los grandes trasvases es menor. Pero entendido como infraestructuras pensadas para llevar agua a distancia para usos consuntivos. Sin embargo, Europa tiene más de 50 000 km de vías navegables, formadas por ríos, canales y lagos, desarrollada principalmente a partir del siglo XV. Como se aprecia —a pesar de la escala— en la Figura 26 son numerosos y largos los canales que interconectan distintas cuencas. Son canales grandes, operativos todo el año, con el consiguiente movimiento de agua de una cuenca a otra. A diferencia de lo que ocurre con el ATS, sin que suponga un gran problema social o político.

Figura 26. Extracto del *Map of the European Inland Waterway Network* (UNECE, 2012), con representación de las vías de transporte fluviales en la Unión Europea. En verde se representan canales, en morado ríos canalizados y en azul ríos naturales

Estas redes fluviales europeas han sido anheladas en España. Felipe II soñaba con un Tajo navegable, con un proyecto iniciado en 1585 y abandonado en 1588. El Canal de Castilla, construido entre los siglos XVIII y el XIX[24], llegó a estar operativo, con épocas de actividad tanto en el transporte interior por Castilla como para acercar mercancías a Santander[25]. Entre otros proyectos, está el planteado por Carlos Lemour a finales del siglo XVIII, que pretendía unir fluvialmente Madrid con Sevilla, del que quedan los restos de la presa del Gasco en el río Guadarrama —del que partía el *Canal del Guadarrama* para llevar agua al Manzanares—, arruinada por una avenida durante su construcción[26].

Estos planteamientos, más o menos desarrollados, se tropezaron con dos grandes problemas. Por una parte, la orografía de la península, con continuos desniveles y cordilleras a salvar, en contraste con los terrenos llanos por donde discurren la mayor parte de las vías navegables fluviales europeas. Este condicionante implica una mayor necesidad de movimiento de tierras y esclusas para salvar los desniveles, con su mayor coste y dificultad para su realización, como queda patente en el Canal de Castilla, sin salida al mar.

El otro gran condicionante es el caudal de los ríos y su irregularidad, tanto para la navegación fluvial por los mismos como para la derivación de caudales hacia los canales. Esto contrasta con los grandes canales europeos, que no presentan estos problemas.

La realidad hidrológica de la península ibérica difiere considerablemente de la del resto de Europa. Sin entrar en números ni en cuantificación de recursos, es algo que cualquier viajero aprecia claramente: el contraste de vegetación, reflejado en la despectiva expresión "*África empieza en los Pirineos*". Esta sensación se tiene también al observar una imagen de satélite, como por ejemplo la reproducida en la Figura 27, en la que se aprecian claramente tonos ocres en la península ibérica que no se encuentran en el resto de Europa —salvo cerca del Mar Caspio—, a la vez que los verdes de la imagen son menos vivos. Esta impresión visual se traslada a la cuantificación de los recursos hídricos, de diferentes rangos de magnitud, como se puede apreciar en las gráficas de la Figura 28, con valores de precipitación y escorrentía en Europa.

---

[24] Las obras se iniciaron en 1753 y se terminaron en 1849, con varios periodos de construcción y paradas intermedias. La inauguración de las líneas de ferrocarril Venta de Baños-Alar del Rey (1860) y Valladolid-Media de Rioseco (1884), supusieron un descenso brusco del transporte de mercancías por el Canal de Castilla. La navegación se abandonó completamente en 1959. Actualmente, además de su valor histórico, artístico, ambiental y recreativo, se usa como canal de transporte para regadíos y abastecimiento.

[25] El Canal de Castilla termina en Alar del Rey. Entre este punto y Santander se realizaba el transporte de mercancía por carretera, hasta la puesta en servicio de la línea de ferrocarril Alar del Rey-Reinosa en 1857.

[26] Fueron varios los proyectos planteados para hacer navegable el Manzanares. En el capítulo 3 de la publicación de la Fundación Canal *La presa del Vado y el Canal del Jarama* (Fernández Izquierdo, et al., 2016) se describen varias de estas ideas e intentos.
Por otra parte, este interés por los canales navegables tuvo su vertiente satírica en una de las *Cartas marruecas* (Cadalso Vázquez, 1999 —original 1782—), la nº XXXIV, con su jocosa propuesta de dos canales que "*desde La Coruña ha de llegar a Cartagena, y desde el cabo de Rosas al de San Vicente*", formando una gran cruz de San Andrés.

Figura 27. Imagen de satélite de gran parte de Europa y norte de África. Obtenido de *Google™ Satelite* (Google™, 2018)

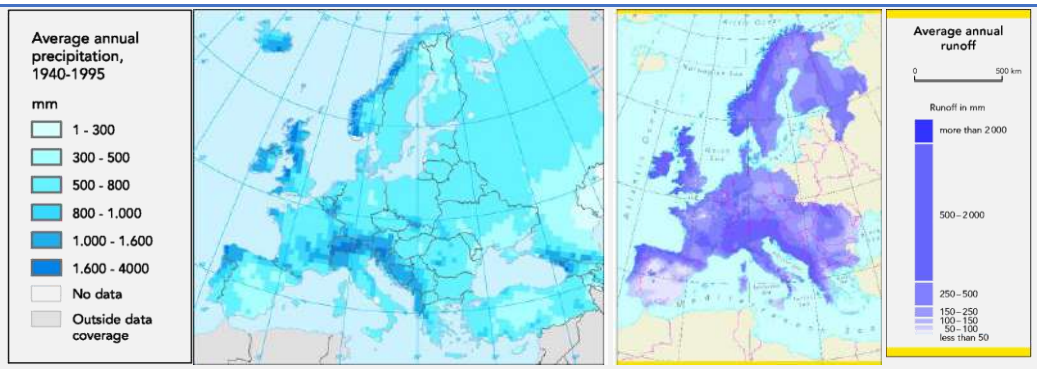


Figura 28. A la izquierda, precipitación media en Europa en el periodo 1940-1995 (European Enviroment Agency, 2009). A la derecha, escorrentía media en la Unión Europea (European Enviroment Agency, 2009).

Esta diferencia de pluviometría y escorrentía tiene su reflejo en las comparaciones de indicadores. La Agencia Europea del Medio Ambiente (European Environment Agency; EEA) utiliza el WEI (Water Exploitation Index) como el cociente entre las extracciones entre el volumen en régimen natural. Sus resultados se reflejan en la Figura 29. Aunque se trata de una figura poco actualizada y que evidencia distintos criterios de cálculo, sí permite dar una idea de la diferente presión a la que se ve sometido el recurso entre los países europeos. España destaca por tener la mayor parte —parte española de la cuenca del Tajo incluida— de su extensión en rojo, catalogada como alto estrés hídrico.

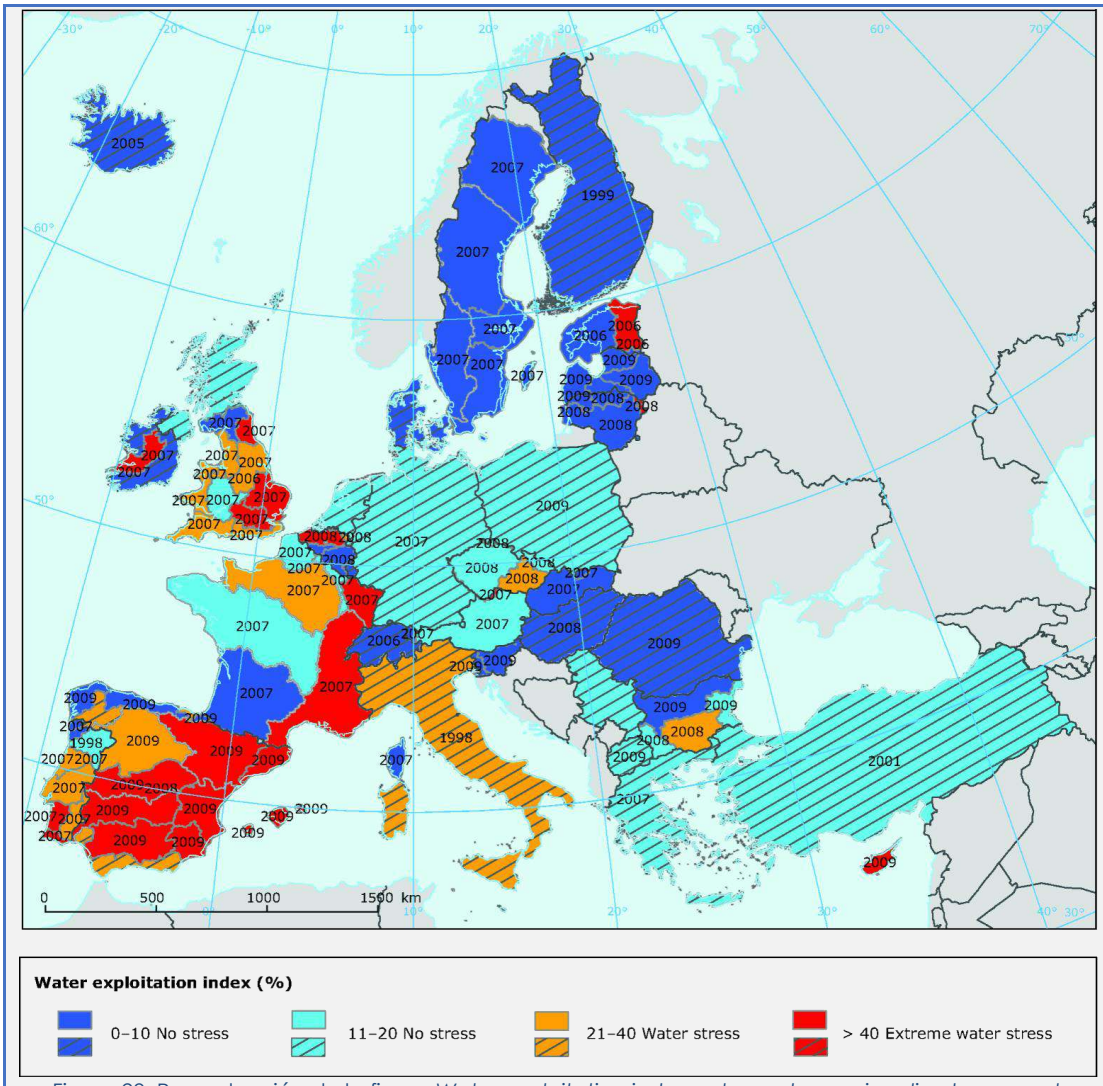


Figura 29. Reproducción de la figura *Water exploitation index — towards a regionalized approach* (European Enviroment Agency, 2012). Una estimación de valores del WEI en la Unión Europea

Volviendo a la vista de satélite, haciendo un zoom en la península ibérica (Figura 30), se aprecia con más detalle el contraste de colores entre verdes y ocres, pudiéndose establecer una correspondencia visual con la clasificación climática de Köppen-Geiger[27] (Figura 31). En las figuras se aprecian tres características importantes que tiene el ATS en relación con su punto de detracción de las aguas del Tajo:

- El ATS toma de la cabecera de la cuenca.
- Inmediatamente aguas abajo de la toma del ATS se tiene una amplia extensión con clima seco.
- Casi todo el resto de la cuenca, incluida la zona donde se ubican los embalses de Entrepeñas y Buendía, tiene un "clima templado con verano seco", caluroso en la mayor parte y suave en las zonas altas.

[27] La clasificación climática de Köppen-Geiger es una de las más utilizadas. Creada en 1900 por el científico ruso de origen alemán Wladimir Peter Köppen, modificada en 1918, 1927 y 1936 con la colaboración de Rudolf Geiger. La clasificación consta de tres letras, siendo la primera, en mayúscula, el grupo principal correspondiendo: A → Tropicales, B → Secos, C → Templados, D → Continentales y E → Fríos.

Figura 30. Superposición del contorno de la cuenca del Tajo y de la traza de ATS sobre la imagen de satélite de la Península Iberica —obtenida de *Google™ Satelite* (Google™, 2018)—

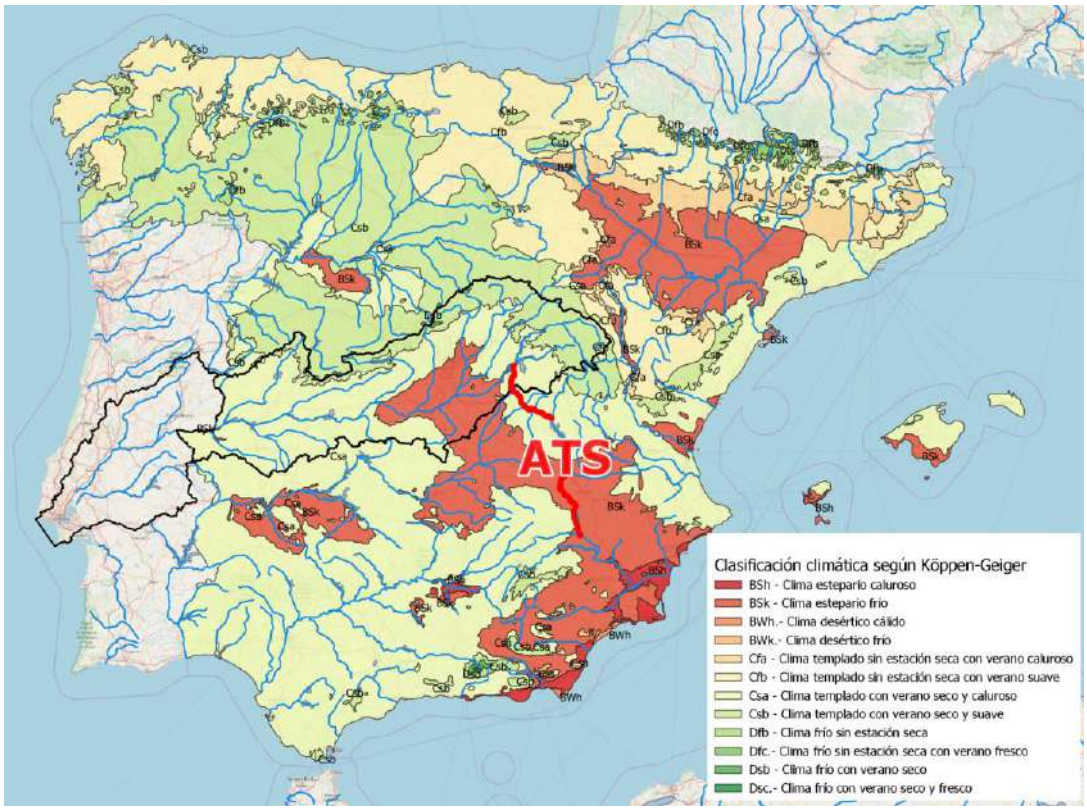


Figura 31. Clasificación climática de Köppen-Geiger de la España peninsular y Baleares, obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional —IGN—, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*.

En la Figura 32 se amplía el zoom de la imagen de satélite a la parte española de la cuenca del Tajo, superponiéndose los sistemas de explotación[28] y la red fluvial. La misma operación en la Figura 33, representándose en este caso la clasificación climática. En la primera imagen se destaca el embalse de Azután, que es el final del SICAT (Sistema Integrado de la Cuenca Alta del Tajo; representado en la segunda figura)[29]. Un aspecto muy importante que se puede apreciar es que la cuenca del Tajo no es homogénea. La parte alta (SICAT) es más seca que la parte baja, apreciándose en la abundancia de tonos ocres en la imagen por satélite y en la extensión de clima seco en la representación de la clasificación climática.

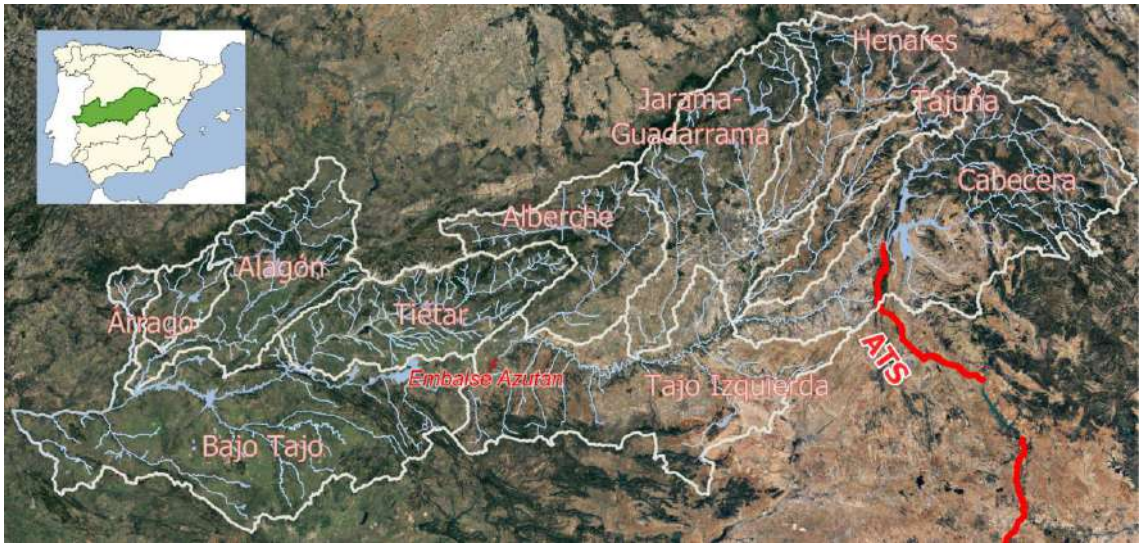


Figura 32. Superposición de la delimitación de los sistemas de explotación y la red fluvial de la cuenca del Tajo, junto con la traza de ATS, sobre la imagen de satélite de la Península Iberica —obtenida de Google™ Satelite (Google™, 2018)—

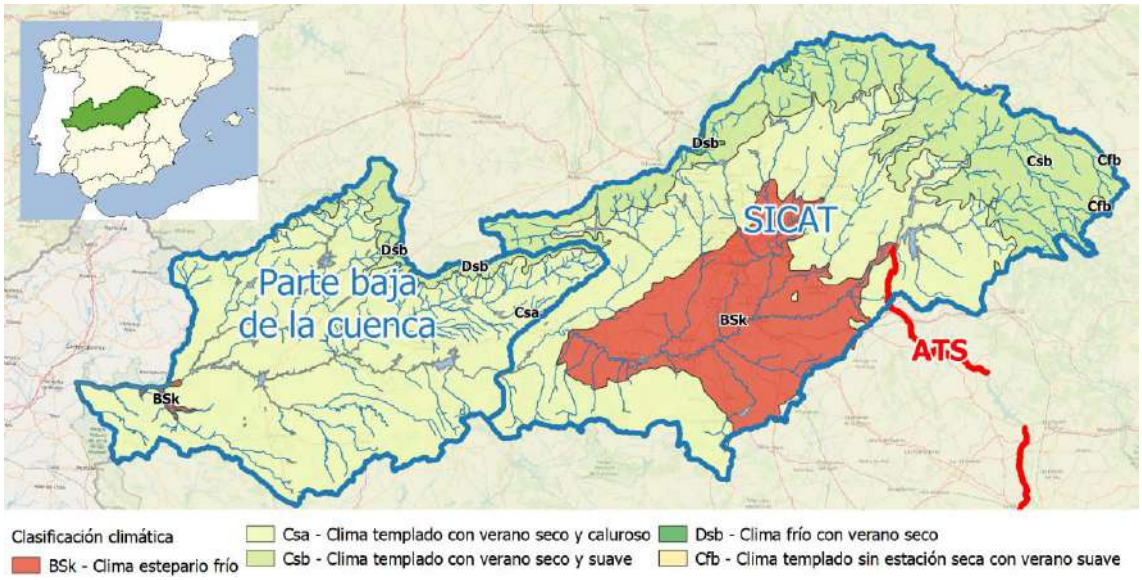


Figura 33. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la cuenca del Tajo, obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional —IGN—, 2018) separando la cuenca entre su parte alta (SICAT) y la parte baja, con la red fluvial y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*

[28] Definidos en PHT2016.

[29] El SICAT agrupa a los sistemas de explotación Cabecera, Tajuña, Henares, Jarama-Guadarrama, Alberche y Tajo Izquierda

A esta mayor sequedad del SICAT se añade otra característica importante: la mayor parte de la población se encuentra en el SICAT (Figura 34), que ha de atenderse con los recursos del SICAT.

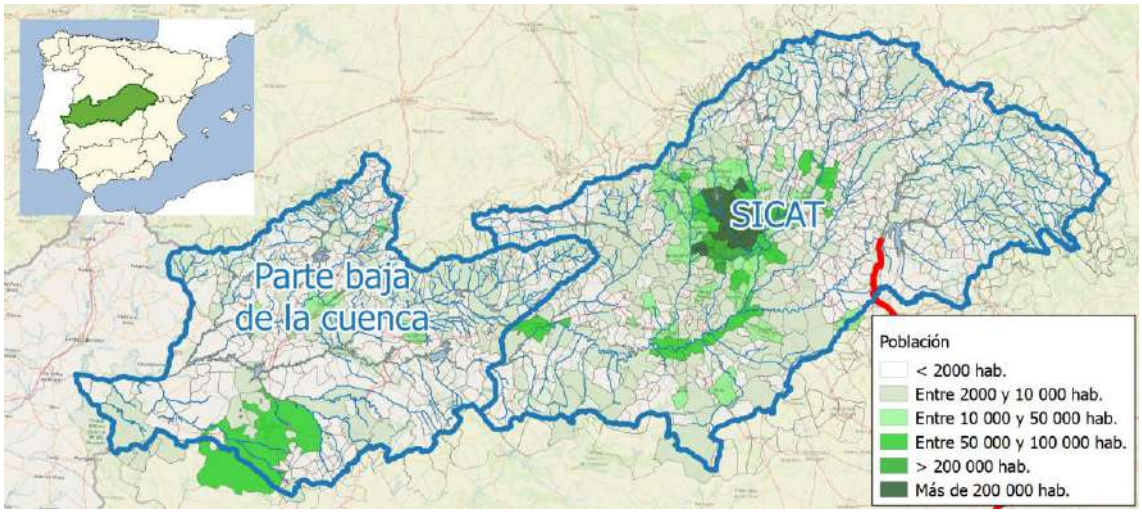


Figura 34. Municipios de la cuenca del Tajo clasificados por rango de población —elaborados a partir de datos del INE separando la cuenca entre su parte alta (SICAT) y la parte baja, con la red fluvial y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*

En la Figura 35 y en la Figura 36 se repite la representación de la imagen por satélite y clasificación climática, pero en este caso superponiendo una división administrativa, las provincias. Se aprecia como las provincias de Castilla-La Mancha se encuentran en la parte más seca de la cuenca (a excepción de parte alta de la cabecera), además de que la toma y gran parte del trazado del ATS se encuentra en su territorio.

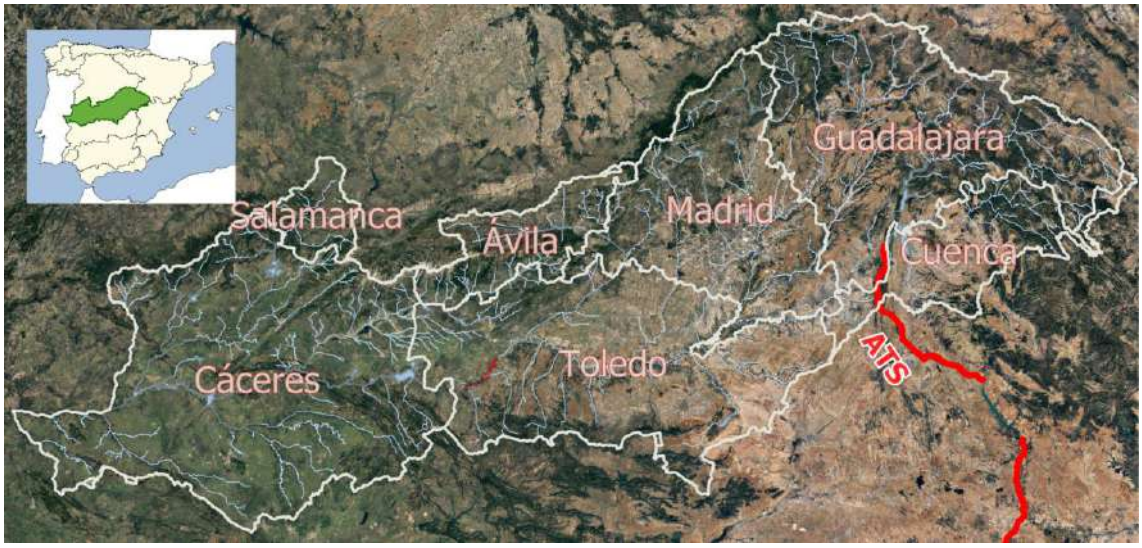


Figura 35. Superposición de los contornos de las provincias y la red fluvial de la cuenca del Tajo, junto con la traza de ATS, sobre la imagen de satélite de la Península Iberica —obtenida de *Google™ Satelite* (Google™, 2018)—

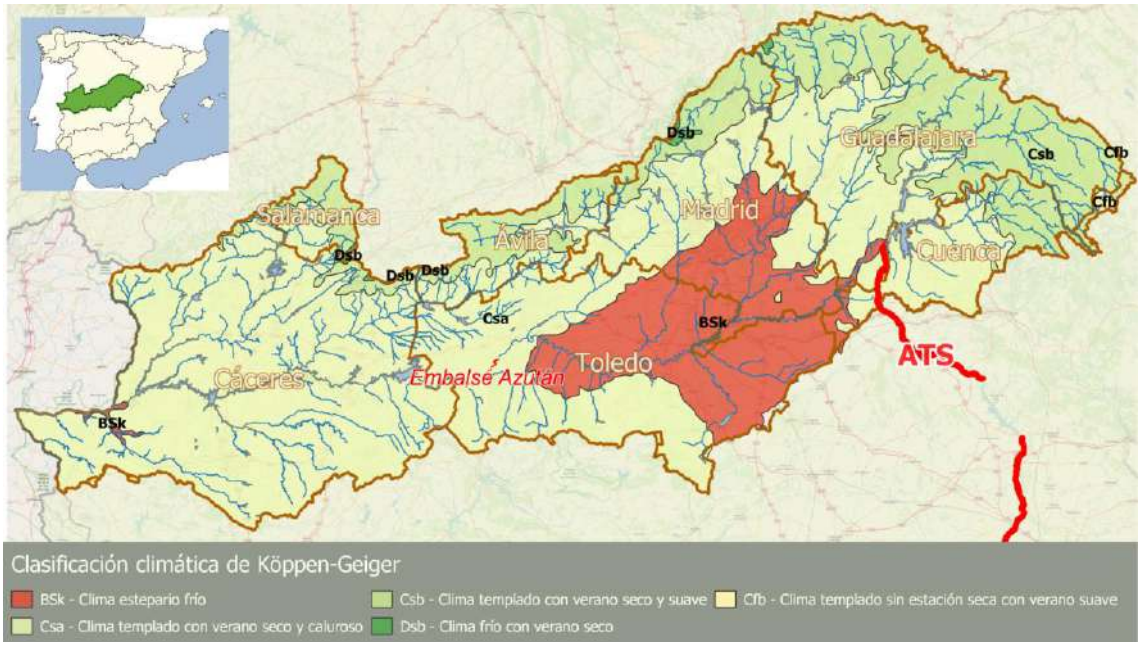


Figura 36. Clasificación climática de Köppen-Geiger en la cuenca del Tajo, obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de las provincias, la red fluvial y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*

Esta sensación de sequedad de la cuenca del Tajo, especialmente en la zona aguas abajo de la toma del trasvase, se refuerza si se observa la precipitación media anual (Figura 37), la elevada evapo-transpiración potencial –ETP– (Figura 38) y el balance claramente negativo en toda la cuenca del Tajo obtenido por diferencia entre ámbas (Figura 39).

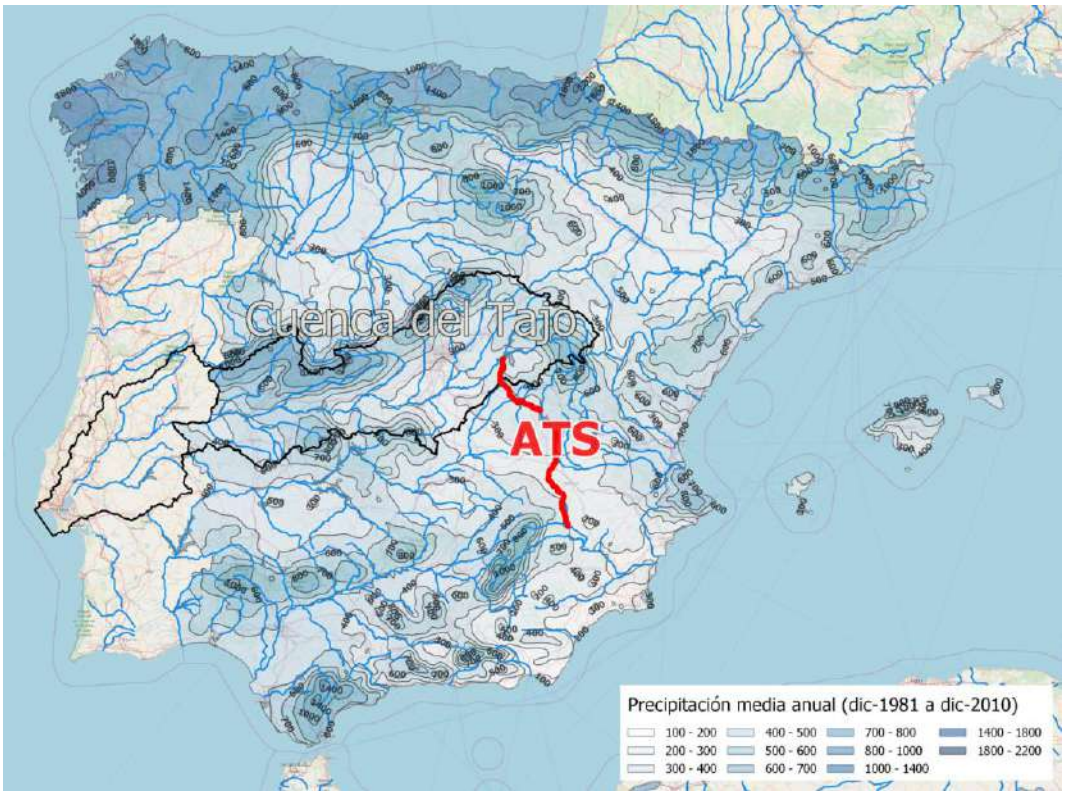


Figura 37. Precipitación media anual (entre 15/12/1981 y 15/12/2010), obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*.

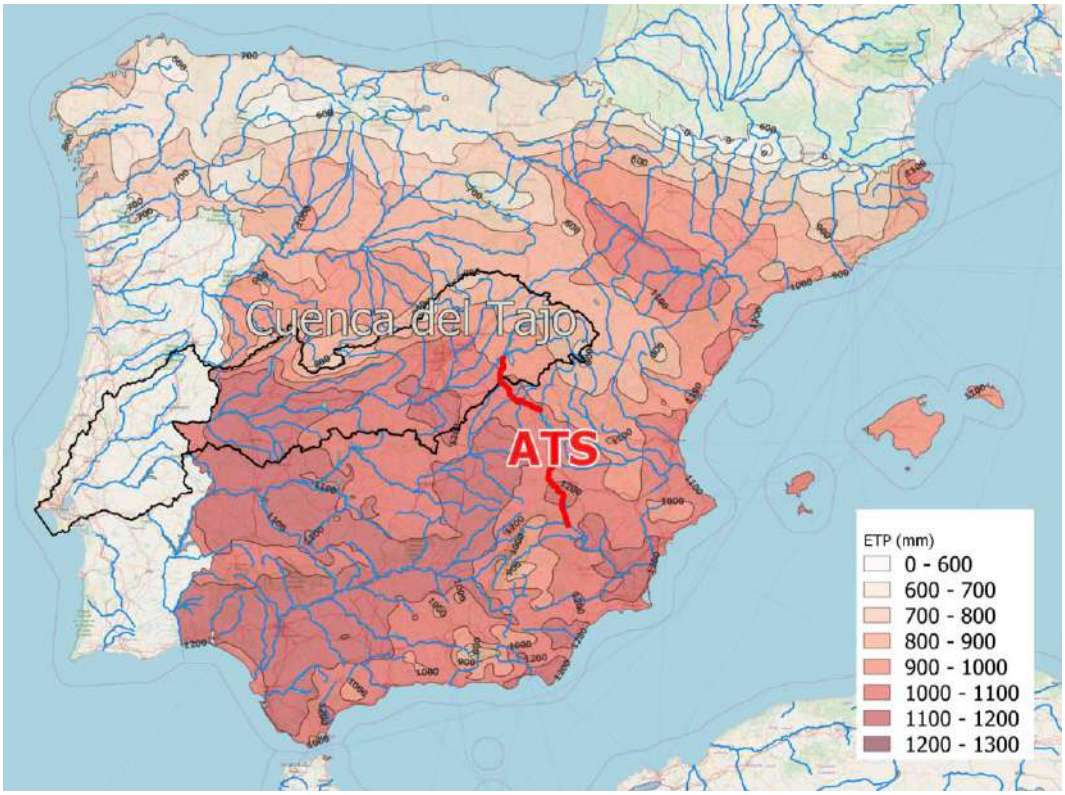


Figura 38. Evapo-transpiración potencial (ETP) media anual (entre 15/9/1996 y 15/8/2016), obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*.

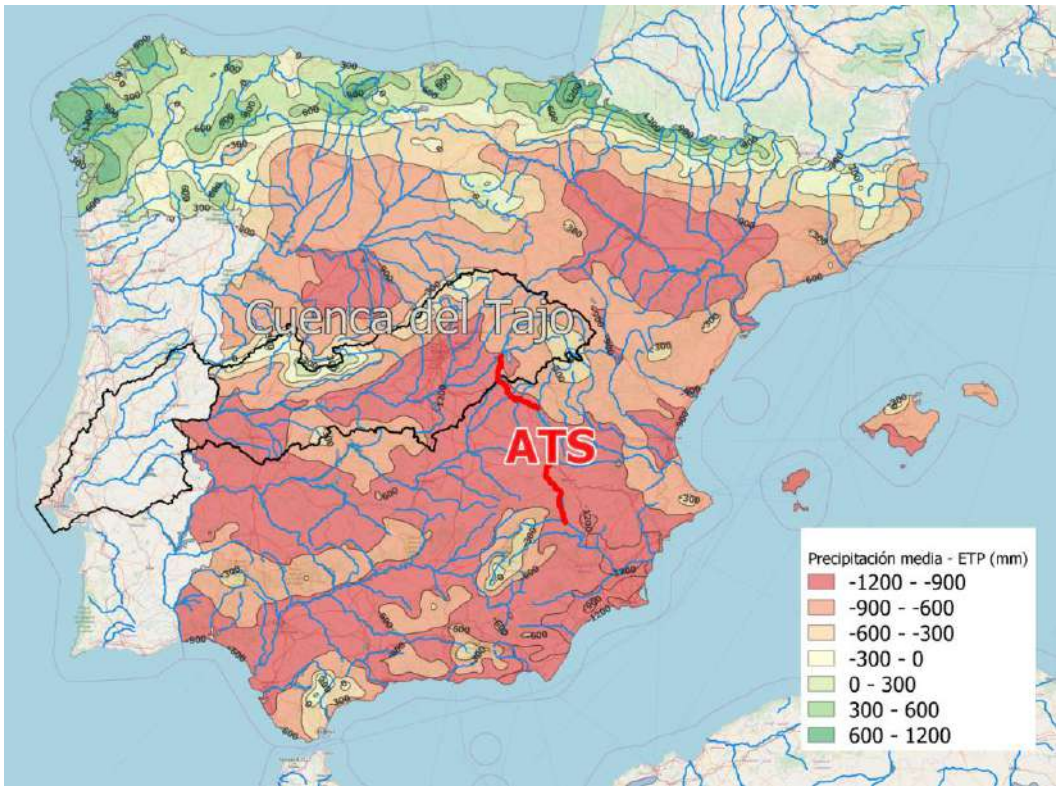


Figura 39. Balance entre la precipitación y la evapotranspiración potencial (ETP) media anual (entre 15/9/1996 y 15/8/2016), obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*.

Otra información que ofrece el Atlas Nacional de España es el volumen aforado en diferentes estaciones de los ríos, representado en la Figura 40. Lo primero a advertir de esta información es el amplio rango de años utilizado (entre 1911 y 2012), que excede al

periodo de datos disponible en la mayoría de las estaciones de aforo. Por tanto, presumiblemente la información reflejada sea heterogénea, toda vez que cada estación de aforo tiene un rango de años con recogida de datos diferente. No obstante, haciendo esta salvedad sobre la precaución con la que hay que tomar las cuantías totales, se pueden extraer un par de reflexiones interesantes sobre el ATS y la cuenca del Tajo.

La primera es que la cuantía del volumen al final del tramo español de la cuenca es muy superior al disponible en la cabecera. Así, comparar el total de los recursos de la cuenca con lo derivado por el ATS da lugar a una idea equivocada, si bien no es extraño encontrarlo en foros y publicaciones[30], toda vez que da a entender que todo el recurso de la cuenca del Tajo está disponible en toda la cuenca del Tajo, algo totalmente fuera de la realidad.

La segunda es que el volumen aguas abajo de Bolarque es del orden de la mitad de la suma del de los ríos Tajo y Guadiela aguas arriba de Entrepeñas y Buendía, estando entre medias la derivación por el ATS. Si se tiene en cuenta que las aportaciones desde 1980 en la cabecera del Tajo son del orden de la mitad de las registradas entre 1958 y 1980, se tiene que tras la puesta en marcha del ATS el caudal aguas abajo de Bolarque es del orden de la cuarta parte del medio anterior a 1980.

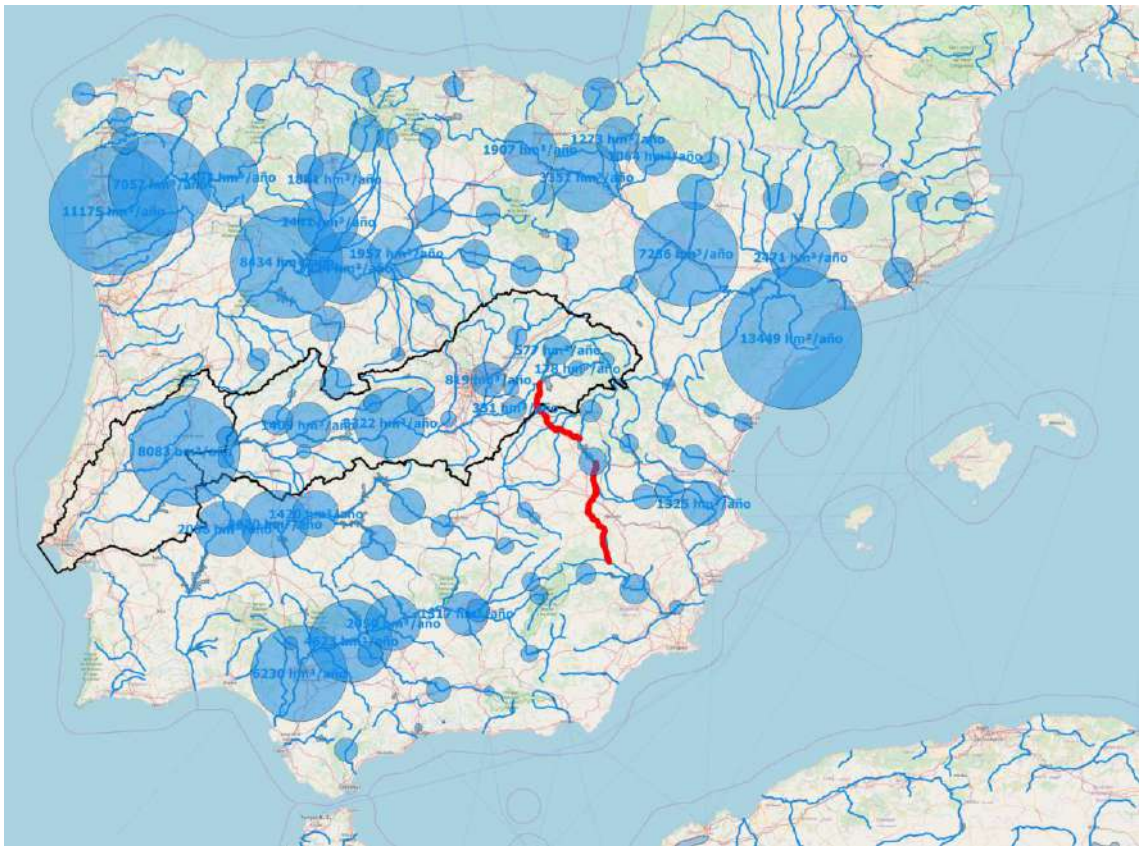


Figura 40. Media anual de volumen aforado en diferentes puntos (entre 31/12/1911 y 31/12/2012), obtenida del *Atlas Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018), con el contorno de la cuenca del Tajo y el trazado del ATS. Cartografía de fondo: *OpenStreetMap®*.

[30] Por ejemplo, en el artículo de la revista de Obras Públicas *ATS-Acueducto Tajo-Segura: matices para una actuación con lógica hidráulica y económica* (Sancho, 2013), se indica: "*su lógica hidráulica* [por el ATS]*: se lleva un pequeño porcentaje de recursos hidráulicos (5,5 % si se alcanza el objetivo de 600 hm³/año) de una cuenca excedentaria (con una aportación media de recursos superficiales de 9861 hm³/año, más 1070 hm³/año de agua subterránea disponible, por una demanda de alrededor de 3000 hm³/año) a una cuenca con déficit estructural, con recursos muy limitados (recursos medios de 871³hm³/año de agua superficial y 254 hm³/año de aguas subterráneas, por demandas de 1759 hm³/año)*".

En resumen, se puede extraer fácilmente la conclusión de que la cuenca del Tajo dista de ser un vergel o un jardín de exuberante vegetación. Realmente se enmarca en la España seca. Además, no es homogénea, tanto en lo referente a la distribución de recursos como de los usos consuntivos. En la parte alta de la cuenca (aguas arriba del embalse de Azután, cerca de Talavera de la Reina) se concentran las demandas consuntivas de abastecimiento de la cuenca, además de contar con demandas de regadío, teniendo menos aportaciones que la parte baja de la cuenca a pesar de tener mayor superficie[31].

En este contexto del SICAT (parte de la cuenca del Tajo aguas arriba del embalse de Azután), marcado por unas altas presiones extractivas sobre unos recursos limitados y no abundantes, se tiene la presión adicional del ATS. Presión que, conforme a lo establecido en la legislación, debería tener un impacto escaso sobre la cuenca del Tajo toda vez que esta legislación enfatiza reiteradamente que las aguas que se trasvasen han de ser excedentarias de la cuenca del Tajo. Sin embargo, la definición de excedentes legal, realizada la margen del plan hidrológico de cuenca, reduce las necesidades del Tajo que afectan al ATS a los usos consuntivos del tramo Bolarque-Aranjuez, y a mantener el caudal mínimo legal de 6 m³/s en el Tajo a su paso por el Real Sitio. De manera gráfica, en la Figura 41 se muestra el tramo Bolarque-Aranjuez —lo que se tiene en cuenta en la determinación legal de excedentes— en el contexto del SICAT —mínimo operacional que se debería tener en cuenta—.

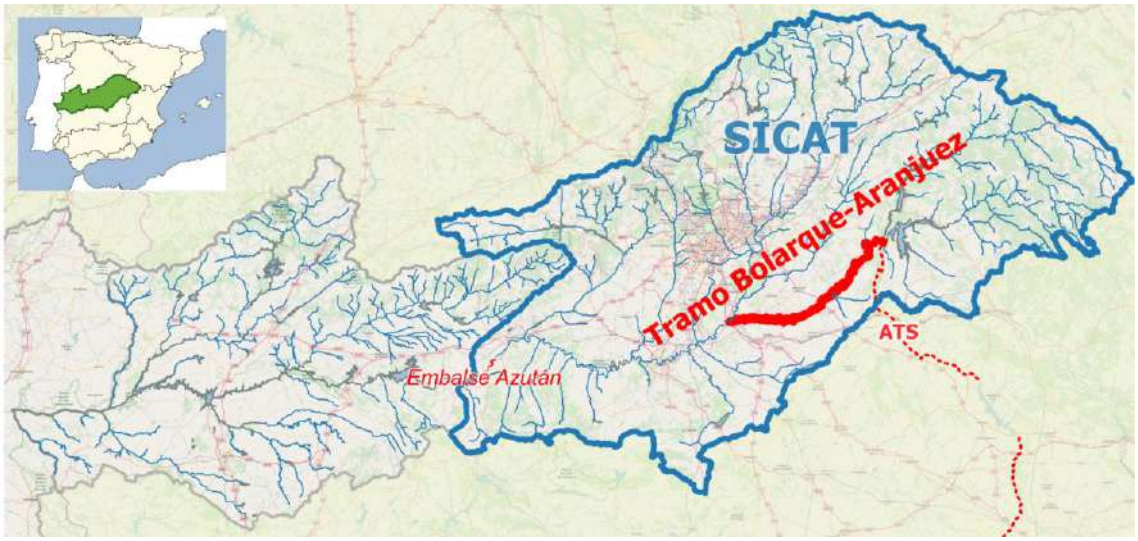


Figura 41. Situación del tramo Bolarque-Aranjuez y del SICAT, sobre la red hídrica de la cuenca del Tajo y cartografía de *OpenStreetMap®*

Se aprecia por tanto una divergencia entre el alcance que tiene la actual definición de excedentes trasvasables por el ATS y las circunstancias reales de la cuenca del Tajo. Es una disfuncionalidad que induce una situación adicional de estrés y sobreexplotación en la cuenca del Tajo. Surge así la necesidad de variar el enfoque de la definición de excedentes, de manera que se tengan en consideración todos los aspectos afectados en la cuenca del Tajo.

Gráficamente, puede expresarse la necesidad de cambiar el planteamiento de la determinación de excedentes en dejar de reducir la cuenca del Tajo al segmento rojo de la Figura 41, y contemplar la cuenca en su conjunto; que en la práctica puede

[31] En el *Documento de Síntesis de la Propuesta de Proyecto del Plan hidrológico de cuenca de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2013) se indicaba: *"En la cuenca alta del Tajo se generan el 45% de los recursos y se utiliza el 85% del total de la cuenca"*.

limitarse al polígono azul de la figura — SICAT— dadas las características de distribución de usos y aportaciones en la cuenca.

Además, puesto que se trata de excedentes, en su determinación sólo se han de tener en cuenta los usos y necesidades del Tajo. La cuantía de estos excedentes es independiente del uso y rentabilidad que se le dé al agua una vez trasvasada, por lo que no han de ser considerados en su cálculo. La determinación de excedentes compete únicamente a la cuenca cedente, siendo su plan de cuenca el lugar adecuado e idóneo para realizarse.

Aclaración:

La práctica totalidad de la información base utilizada para la redacción de este apartado se ha obtenido de la web, de diversas fuentes de garantía contrastada, ya sea por el respaldo de alguna institución oficial (ING, INE, CHT o DGA) o por empresas u organizaciones reconocidas o aceptadas socialmente (por ejemplo, se han utilizado para las imágenes de satélite y cartografía de fondo los servicios facilitados por *Google*™ y *OpenStreetMap*®). Intencionadamente se ha realizado así para mostrar la disponibilidad de información fiable y accesible, que facilita una visión amplia de la situación de primera mano. Lo que se ha aportado es una elaboración básica con herramientas GIS para centrar y contextualizar en la cuenca del Tajo, acompañados de unos breves comentarios.

Los datos cuantitativos que se derivan de la planificación del Tajo refuerzan estas impresiones.

2.3.3 Problemática de la cuenca del Tajo

2.3.3.1 Problemática principal de la cuenca del Tajo identificada en la planificación hidrológica

2.3.3.1.1 Esquema identificado en *PHT2014*[32]

Durante la participación pública del *PHT2014* se esquematizaron los principales problemas del Tajo en la Figura 42, de forma muy gráfica.

Figura 42. Principales problemas de la cuenca. Figura incluida en el *Documento de Síntesis de la Propuesta de Proyecto del Plan hidrológico de cuenca de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2013) y en el *Esquema de Temas Importantes de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo de planificación 2016-2021* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2014).

[32] PHT2014: *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo de planificación 2009-2015* (fue aprobado en 2014).

Acompañando a esta figura, en el documento de síntesis del *PHT2014* se indicaba:

- La concentración de población y actividades económicas en la Comunidad de Madrid (6,5 millones de habitantes) y áreas limítrofes de Toledo y Guadalajara origina un gran volumen de aguas residuales que, aun cumpliendo la normativa de vertidos, da lugar a notables **problemas de calidad de las aguas en ríos y embalses** que se propagan hasta el tramo bajo de la cuenca.
- En la cabecera del Tajo (embalses de Entrepeñas y Buendía) **las aportaciones en el periodo 1980-2006 se han reducido a la mitad de las previstas en el anteproyecto del trasvase Tajo-Segura de 1967**. En dicho periodo, los volúmenes trasvasados han sido del orden de la mitad de los previstos, aun manteniendo dichos embalses con volúmenes mínimos durante largos periodos.
- **El fuerte crecimiento de población en la Comunidad de Madrid y Castilla La Mancha** se ha de abastecer desde recursos regulados en la cabecera (embalses de Entrepeñas y Buendía), por carecer de otras posibilidades.
- En la cuenca alta del Tajo se generan el 45% de los recursos y se utiliza el 85% del total de la cuenca. **Talavera de la Reina**, con una cuenca vertiente de unos 35 000 km², **constituye el punto crítico**, con caudales medios circulantes en el mes de julio de algunos años inferiores a 2 m³/s y problemas de calidad del agua y degradación de cauces y riberas.
- Cumplimiento del **Convenio de Albufeira**, con la obligación de transferir a Portugal un volumen mínimo anual de 2700 hm³/año, salvo situaciones de excepción. También existen obligaciones para volúmenes trimestrales y semanales.

En los puntos siguientes se incide en la descripción de estos problemas.

2.3.3.1.2 Escasez de recursos en cabecera

En la Figura 43 (similar a la Figura 5) se muestra, actualizada hasta el año hidrológico 2016-2017, una gráfica introducida en *PHT2014* en la que se aprecia el fuerte descenso de medias de las aportaciones registradas en Entrepeñas y Buendía desde 1980: un 49%, prácticamente la mitad.

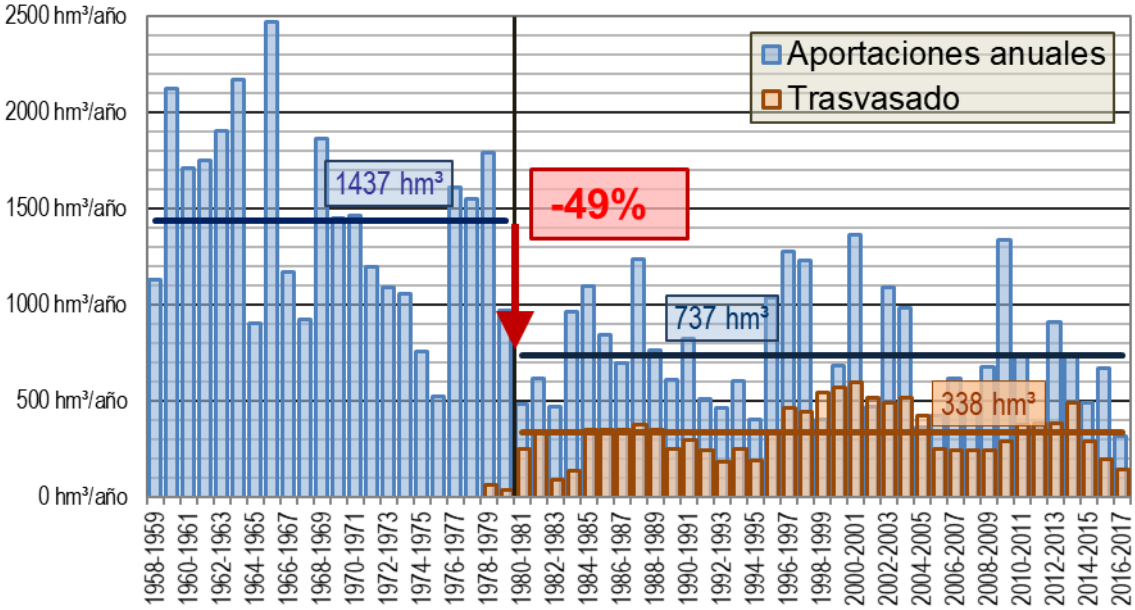


Figura 43. Aportaciones anuales en Entrepeñas y Buendía y trasvases autorizados. Actualización de figura incluida en los trabajos de planificación del Tajo

Este descenso de aportaciones ha repercutido en el funcionamiento del ATS, por debajo de las expectativas creadas. Sumando este descenso de casi la mitad de las

aportaciones sobre el que había antes de 1980 al que se trasvasa algo más de la mitad de las entradas en cabecera desde 1980, se tiene que la cuenca del Tajo ha visto disminuido a la cuarta parte el volumen que puede aprovechar de Entrepeñas y Buendía, entre el que hay que contar la evaporación.

Este fenómeno, conocido como efecto 80, se trata con más detalle dentro del punto 2.4.4

2.3.3.1.3 Importancia del abastecimiento en la cuenca del Tajo. Abastecimiento a Madrid

El peso del abastecimiento en la cuenca del Tajo es mayor que en otras grandes cuencas peninsulares, como se puede apreciar en la Figura 44[33], la cuenca del Tajo es, con diferencia la cuenca española con mayor demanda de abastecimiento. Es un hecho característico, que condiciona su gestión.

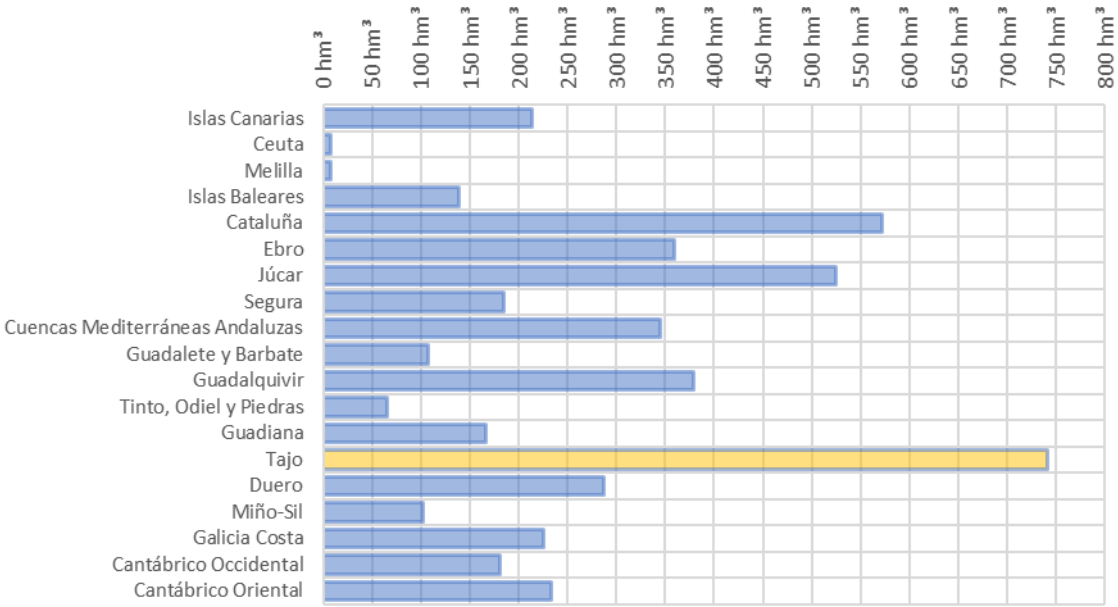


Figura 44. Volumen de las demandas de abastecimiento en los distintos ámbitos de planificación españoles en el horizonte 2016. Elaborado a partir de datos de (Dirección General del Agua y Centro de Estudios Hidrográficos, 2018)

En cambio, en lo referente al porcentaje de esta demanda de abastecimiento sobre el total de las demandas consuntivas (Figura 45), la cuenca del Tajo se encuentra en una posición intermedia. Esto significa que, además del peso del abastecimiento, el volumen de agua destinado al regadío también es importante. Ahora bien, aun contando con una importante demanda de regadío[34] y dejando al margen las cuencas del norte con escasa necesidad de regadío, respecto a las otras grandes cuencas (Duero, Ebro, Guadiana, Júcar, Segura y Guadalquivir), el peso del abastecimiento es mayor.

[33] Datos extraídos de (Dirección General del Agua y Centro de Estudios Hidrográficos, 2018).

[34] Conforme al PHT2016, la demanda total agraria del Tajo en el horizonte 2016 es 1929 hm³/año. Es la quinta cuenca con más volumen de demanda de regadío, más que el Guadiana y el Segura. Esta demanda se desglosa en 1765 hm³/año para los regadíos atendidos con recursos superficiales, 27 hm³/año para la ganadería y137 hm³/año para los regadíos con aguas subterráneas.

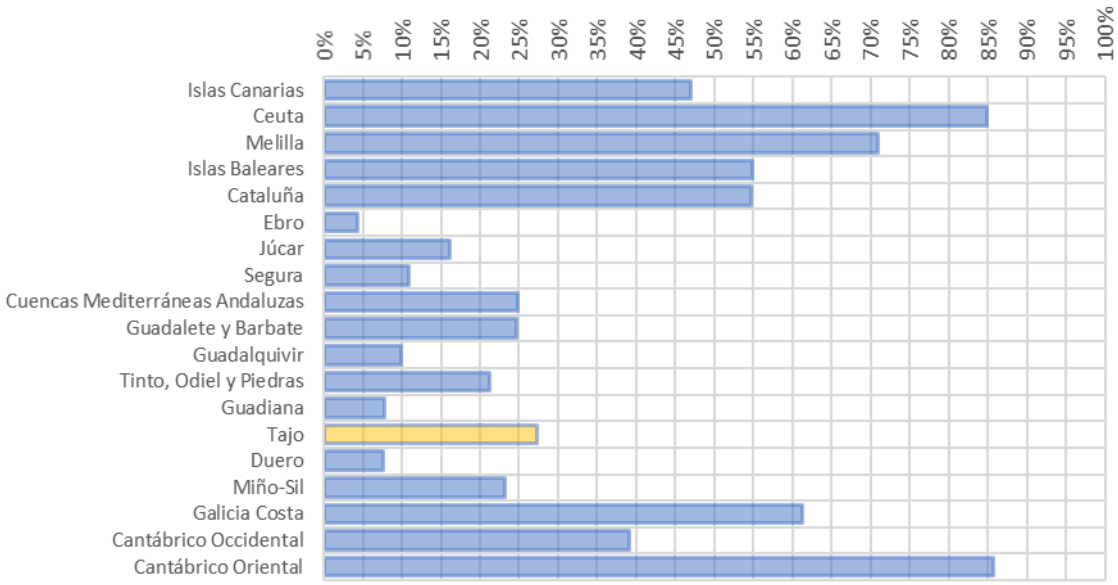


Figura 45. Porcentaje de las demandas de abastecimiento sobre el total de las demandas consuntivas en los distintos ámbitos de planificación españoles en el horizonte 2016. Elaborado a partir de datos de (Dirección General del Agua y Centro de Estudios Hidrográficos, 2018)

Como se ha apuntado anteriormente en la Figura 34, la población de la cuenca del Tajo se concentra principalmente en el área metropolitana de Madrid, con influencia en las provincias limítrofes de Toledo y Guadalajara —especialmente en el corredor del Henares—.

La, en el SICAT, condiciona tanto la captación de los recursos, como la calidad de los ríos debido a los retornos del abastecimiento.

2.3.3.1.4 Malos indicadores de explotación, alteración hidrológica y estrés hídrico

De manera simplificada, se puede dividir la cuenca del Tajo por el embalse de Azután, cerca de Talavera de la Reina. Quedaría, al este, la parte alta de la cuenca. Reconocida como SICAT (Sistema Integrado de la Cuenca Alta del Tajo) en los documentos de planificación hidrológica. En el SICAT destaca la concentración de la presión del abastecimiento en torno a Madrid. Lo que condiciona la captación de los recursos, con una compleja red de conexiones que permiten la captación de recursos para el abastecimiento desde diferentes sistemas de explotación —de ahí el término "integrado" dentro del SICAT—. Además de la presión sobre la captación del recurso, se encuentra la ejercida por los vertidos, con un gran impacto sobre la calidad de las aguas de los ríos aguas abajo de las grandes aglomeraciones urbanas.

La otra parte, aguas abajo de Azután, al oeste de la cuenca, se encuentra formada por los sistemas de explotación Tiétar, Árrago, Alagón y Bajo Tajo. Sin las interconexiones antrópicas que se dan en el SICAT. En este caso la relación es que los tres primeros sistemas de explotación, junto con el SICAT, desaguan en el Bajo Tajo. Las demandas de abastecimiento en la parte baja de la cuenca son más reducidas.

Llevando estas consideraciones a gráficos, se representa la distribución de los abastecimientos por sistema de explotación en la Figura 46, indicándose la ubicación de cada sistema de explotación respecto a la parte alta o baja de la cuenca. También se representa la demanda de regadío, con lo que figuran las principales presiones consuntivas propias del Tajo. Se aprecia con claridad que la mayor parte de la demanda de abastecimiento de la cuenca se concentra en el sistema de explotación

Jarama-Guadarrama —abastecimiento de Madrid—, con menor medida en los sistemas Cabecera, Henares y Alberche. Sobre el regadío, hay que tener en cuenta que una parte importante del regadío de los sistemas Jarama-Guadarrama y Tajo Izquierda se atiende con los retornos del abastecimiento de Madrid. En la Figura 47 se muestran los valores agregados, en los que se aprecia claramente cómo la parte alta de la cuenca soporta mayores presiones extractivas debido a los usos propios del Tajo.

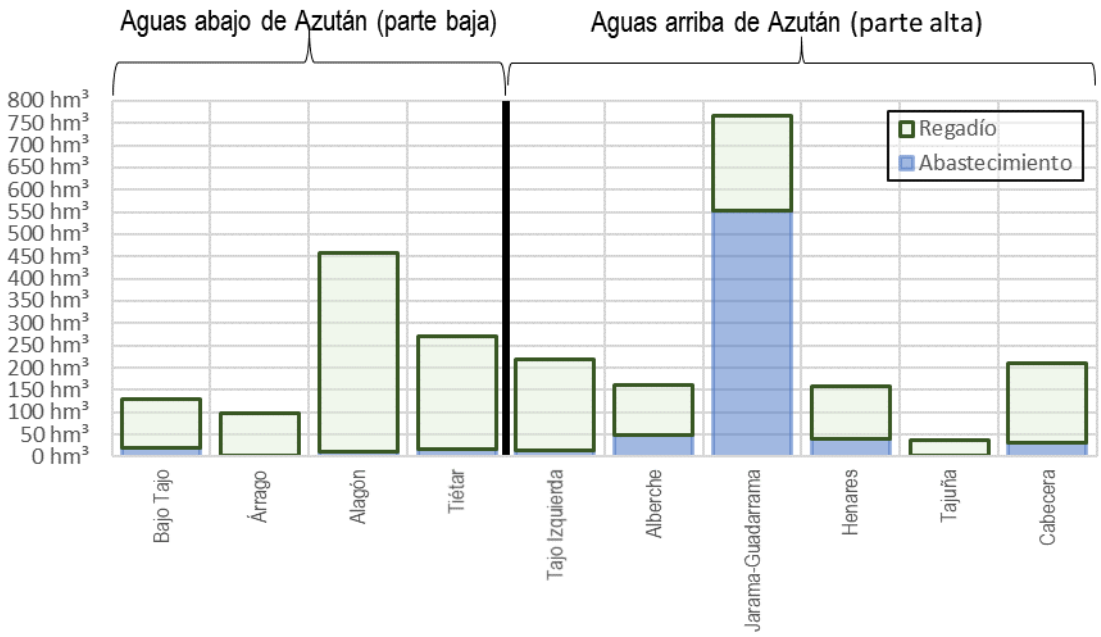


Figura 46. Demandas de abastecimiento y regadío (con recursos superficiales) por sistema de explotación en la cuenca del Tajo en el horizonte 2016. Elaborado a partir de datos del PHT2016

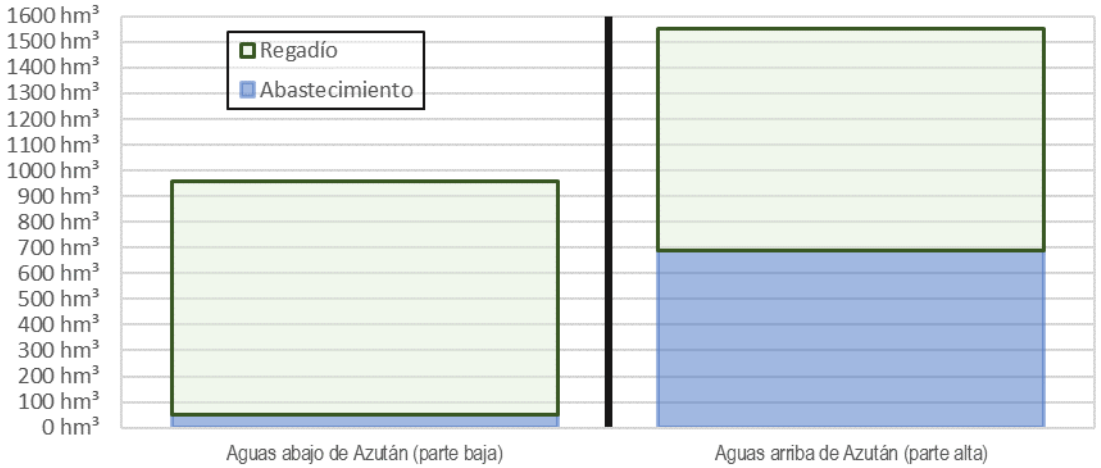


Figura 47. Demandas de abastecimiento y regadío (con recursos superficiales) en la cuenca del Tajo distinguiendo entre la parte alta (aguas arriba de Azután) y la parte baja (aguas abajo de Azután), en el horizonte 2016. Elaborado a partir de datos del PHT2016

Estos valores de la Figura 47 se representan sobre el mapa de la cuenca en la Figura 48 y en la Figura 49. Sobre los usos consuntivos hay que considerar el compromiso del Convenio de Albufeira (acuerdo con Portugal, comentado más adelante) de que, como mínimo, lleguen a Portugal 2700 hm³/año.

Figura 48. Demanda de abastecimiento de la cuenca del Tajo, repartida entre la parte alta y baja de la cuenca. A partir de datos del PHT2016

Figura 49. Demanda de regadío (con recursos superficiales) de la cuenca del Tajo, repartida entre la parte alta y baja de la cuenca. A partir de datos del PHT2016

Este desequilibrio de las demandas en la cuenca del Tajo, con más peso en la parte alta de la cuenca (SICAT) que en la baja se ve agravado con un reparto inverso de los recursos. Como se vio en la Figura 37 (*ut supra*, pág. 57), la precipitación en la parte baja de la cuenca es mayor que en la parte alta. Algo que se aprecia en la aportación propia de cada sistema de explotación (Figura 50), o en sus valores agregados entre la parte baja de la cuenca y la de la parte alta (Figura 51).

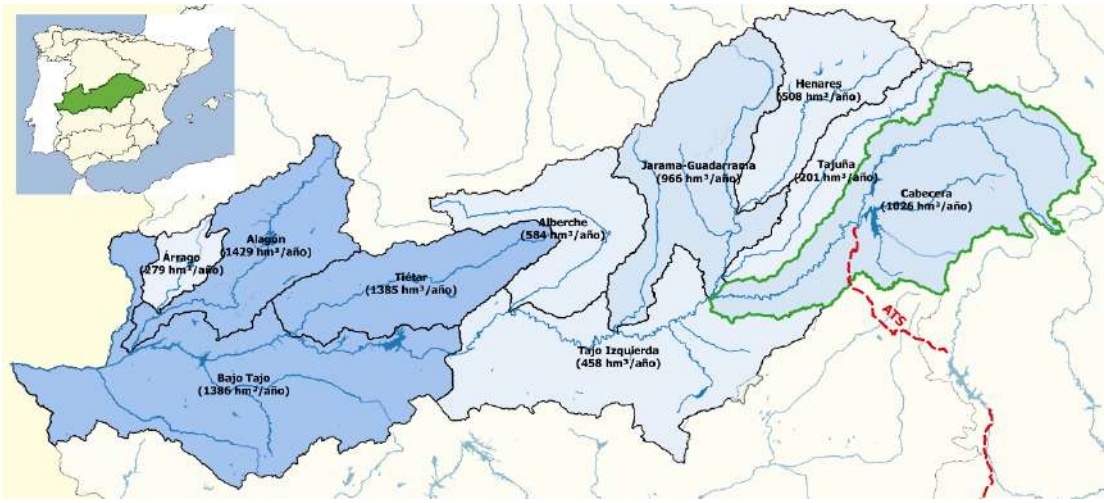


Figura 50. Aportación (en hm³) propia de cada Sistema de explotación, sin acumular la aportación de los sistemas de explotación ubicados aguas arriba. Valores del SIMPA para el periodo 1980-2011

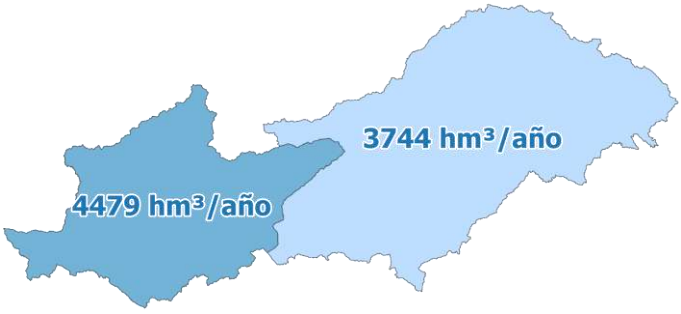


Figura 51. Aportación (en hm³) propia de la parte baja y la parte alta de la cuenca del Tajo (SICAT), sin acumular la aportación de los sistemas de explotación ubicados aguas arriba. Valores del SIMPA para el periodo 1980-2011

Sobre estas características propias de la cuenca del Tajo hay que añadir la presión del ATS, que se concentra en la parte alta de la cuenca (Figura 52), con un valor medio de 338 hm³/año, pero una presión potencial de 650 hm³/año.

Figura 52. Volumen trasvasado medio por el ATS, realizado desde la parte alta de la cuenca.

La acumulación de presiones sobre la cuenca alta da lugar a un alto impacto, a un elevado estrés hídrico. A este respecto, en la *Memoria de la propuesta de Documentos iniciales del tercer ciclo de planificación hidrológica (2021-2027) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018), se dedica un apartado a las "*Presiones por alteración del régimen hidrológico*", siguiendo el *Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos* (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017). Se facilitan valores del indicador de explotación WEI (Water Exploitation Index) [35], que se reproducen en la Tabla 2, representándose en la Figura 53 los valores del WEI en el río Tajo. En este indicador, valores superiores al 20% son considerados de alto estrés hídrico, mientras que los superiores al 40%-60% son interpretados como de muy alto estrés hídrico, con "*fuerte competencia por el agua con dificultad para el mantenimiento de los ecosistemas acuáticos*". Se puede apreciar que los indicadores de la parte del SICAT presentan valores de muy alto estrés hídrico.

Tabla 2. Reproducción de la "Tabla 31. Indicador explotación (WEI) en la cuenca del Tajo" de la *Memoria de la propuesta de Documentos iniciales del tercer ciclo de planificación hidrológica (2021-2027) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018). En el recuadro rojo se destacan los puntos correspondientes al SICAT

Nombre del río/embalse	Estación	Periodo de datos	Nº años	WEI
Alberche en Cazalegas	3115-Cazalegas	1980/81-2005/06	26	21%
Henares	3062-Henares	1980/81-2005/06	26	43%
Jarama en el embalse del Rey	3052-Jarama	1980/81-2003/04	24	50%
Jarama completo	3175-Jarama	1980/81-2005/06	26	44%
Tajo en Aranjuez	3258-Aranjuez	1980/81-2005/06	26	71%
Tajo en Toledo	3014-Toledo	1980/81-2005/06	26	56%
Tajo en Azután	3203-Azután	1980/81-2005/06	26	50%
Tajo en Torrejón-Tajo	3016-Torrejón Tajo	1980/81-2005/06	26	33%
Tajo en embalse de Alcántara	3019-Alcántara	1980/81-2005/06	26	31%
Tajo en Cedillo	3285-Cedillo	1980/81-2005/06	26	26%
Tiétar	3184-Tiétar	1990/91-2002/03	13	6%
Árrago	3238-Árrago	1988/89-2005/06	18	29%
Salor	3169-Salor	1980/81-2005/06	26	25%

[35] El WEI, es un índice empleado por la Agencia Europea del Medio Ambiente, calculado como el ratio entre la media de las extracciones aguas arriba de un punto determinado, dividido por la media del recurso en régimen natural.
Aunque el nombre sea similar, y en cierta medida también su objetivo, difiere de los índices de explotación que se facilitan en la propuesta de modificación del PES, concebidos principalmente para valorar el grado de regulación de un tramo. La diferencia principal está en que en el caso del WEI no se incluye en el numerador los desembalses necesarios para mantener los caudales ecológicos en los ríos, mientras que en los indicadores de explotación planteados para los PES sí que figuran, pues reflejan la necesidad o uso que se realiza en los sistemas regulados.

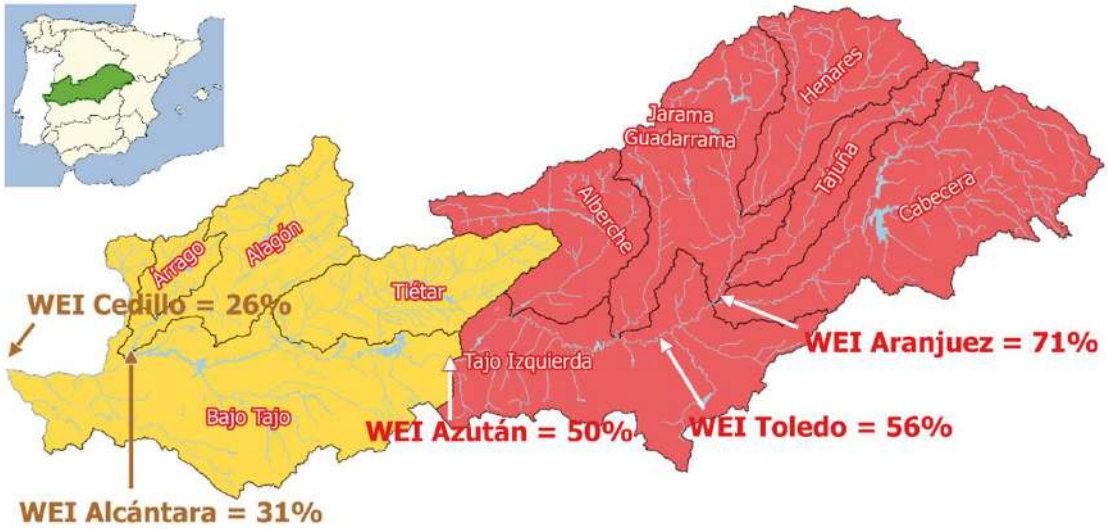


Figura 53. Representación de los valores del indicador WEI en el río Tajo, a partir de los valores facilitados en la *Memoria de la propuesta de Documentos iniciales del tercer ciclo de planificación hidrológica (2021-2027) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018)

2.3.3.1.5 Problemas de calidad en los ríos y afección socioeconómica a ribereños

Además de la presión de captación de recursos, esta alta concentración poblacional tiene su reflejo en la calidad de los ríos aguas abajo, pues el volumen de los vertidos es una parte importante de los caudales fluviales. Así, aunque se realice una depuración conforme a los condicionantes del vertido, no se pueden cumplir los criterios para el buen estado en el medio receptor, mucho más exigentes. Esto causa que aguas abajo de estos vertidos, abunden las masas de agua con definición de objetivos menos rigurosos (Figura 54).

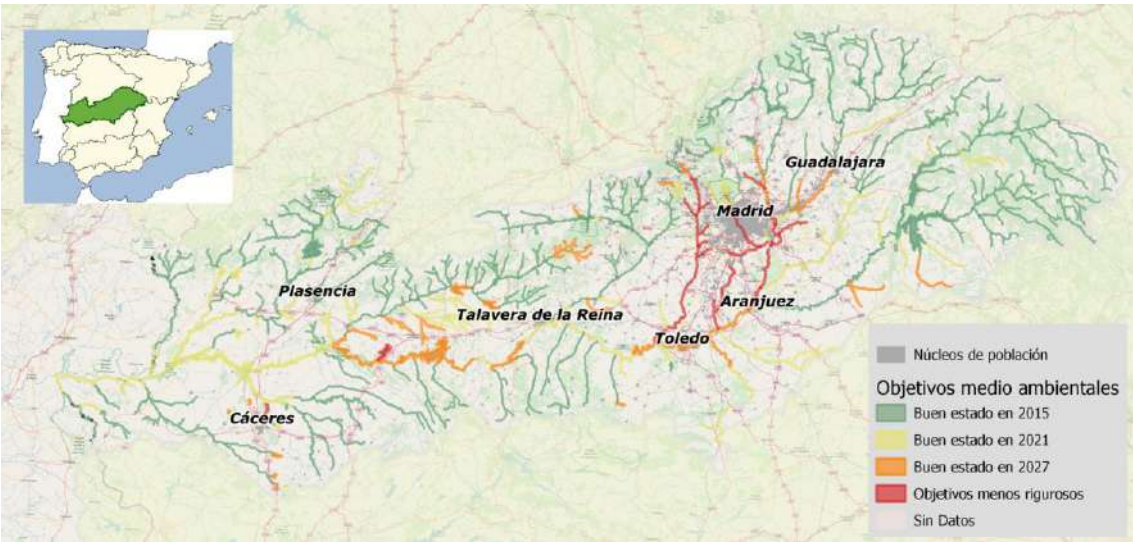


Figura 54. Núcleos de población y definición de objetivos medioambientales en las masas de agua superficial. Cartografía de fondo: OpenStreetMap®.

Esta situación provoca en el río Tajo, aguas abajo de Aranjuez, un severo impacto. Los municipios ribereños ven un río de calidad pobre, desarrollándose de espaldas a él. Este impacto se incrementa por la detracción de caudal en el río consecuencia de las detracciones aguas arriba, en especial el ATS.

2.3.3.1.6 Problemas de eutrofización en embalses

Como también se puede apreciar en la Figura 54, la calidad de los embalses en el río Tajo aguas abajo de Aranjuez se ve resentida. Los altos nutrientes recibidos a lo largo de los años han causado serios problemas de eutrofización en sus aguas, además de sedimentaciones de estos en los fondos de los embalses.

2.3.3.1.7 Disminución de aportaciones naturales

En Cedillo, final de la parte española de la cuenca del Tajo, las aportaciones en régimen natural en el periodo 1980-2011 han sido un 26% inferiores a las registradas en el periodo 1940-1980, como así se refleja en *PHT2016*. Esta disminución de aportaciones ha sido diferente en cada sistema de explotación, apreciándose una tendencia de mayor descenso en la parte oriental de la cuenca.

Obviamente, esta reducción condiciona el balance, especialmente en los años secos consecutivos. A lo que hay que unir un incremento de las demandas de agua. Las garantías han descendido. En los procesos de participación pública de la planificación hidrológica del Tajo se utilizó el concepto de "sistemas comprometidos", que refleja esta falta de garantías de atención a los usos en la cuenca del Tajo.

2.3.3.1.8 Convenio Albufeira

Hablando en propiedad, el problema no es el convenio en sí, sino la necesidad de mantener unos mínimos de la cantidad de agua que en el natural discurrir del río llega a Portugal. Este mínimo se encuentra regulado por el *Convenio sobre Cooperación para la Protección y el Aprovechamiento Sostenible de las Aguas de las Cuencas Hidrográficas Hispano-Portuguesas*, conocido de forma abreviada como *Convenio Albufeira*.

> Texto extraído del **sitio web[36] de la Comisión para la Aplicación y Desarrollo del Convenio sobre Cooperación para la Protección y el Aprovechamiento Sostenible de las Aguas de las Cuencas Hidrográficas Hispano – Portuguesas** (Comisión para la Aplicación y Desarrollo del Convenio de Albufeira, 2014).
>
> *"Las características físicas e hidrográficas de la Península Ibérica determinan que España y Portugal compartan una buena parte de sus recursos hídricos, lo que significa que el uso del agua es uno de los puntos más importantes en las relaciones bilaterales. Las relaciones hispano-portuguesas en materia de agua culminan, tras una serie de tratados más o menos específicos, con el Convenio sobre Cooperación para la Protección y el Aprovechamiento Sostenible de las Aguas de las Cuencas Hidrográficas Hispano-Portuguesas, más conocido como Convenio de Albufeira (1998), y perfeccionado con un Protocolo de Revisión del Régimen de Caudales en 2008. El Convenio de Albufeira incorpora las disposiciones de la política comunitaria en materia de agua y crea un marco de cooperación y coordinación para la protección de las masas de agua, de los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados y para el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos".*

Este convenio internacional, publicado en el BOE del 12 de febrero de 2000, establece unos condicionantes de caudales que se han de cumplir —el compromiso anual es de 2700 hm³/año—, pudiendo condicionar los usos de la cuenca del Tajo en los años secos con escasas reservas en los embalses.

[36] http://www.cadc-albufeira.eu/es/

2.3.3.2 Caudales ecológicos

2.3.3.2.1 Obligación de fijar el caudal mínimo ecológico en todas las masas de agua de la cuenca del Tajo … menos en el río Tajo

La implantación de caudales ecológicos en la planificación del Tajo ha sido duramente criticada en el *Dictamen del Consejo de Estado al "Proyecto de real decreto de aprobación Planes Hidrológicos 2015-2021"* (Consejo de Estado, 2015), al no fijar la Normativa el control del caudal mínimo en todas las masas de agua. Esta recomendación fue atendida por la Dirección General del Agua, que incluyó en el artículo 9 de la Normativa del Plan del Tajo, aprobado por el Real Decreto 1/2016, el imperativo de elaborar una propuesta de extensión del régimen de caudales ecológicos a todas las masas de agua antes del 1 de enero de 2019.

Este imperativo coincide con otro punto conflictivo de la implantación del régimen de caudales ecológicos en la cuenca del Tajo: que no haya ninguno fijado en el río Tajo. En su lugar se han fijado unos mínimos, con criterio independiente al del caudal ecológico. El motivo es una decisión política, como se puede comprobar en las siguientes declaraciones del entonces presidente de la Región de Murcia en su Asamblea Regional:

Extracto de la intervención del entonces presidente de la Región de Murcia, Ramón Luis Valcárcel, en la Asamblea Regional de Murcia el 17/4/2013. (Asamblea Regional de Murcia, 2013)

(…) hay más todavía, no estaba el problema en los 400… ahora explicaré a usted, que no sé si lo entenderá, y al regante que muestra su lógica preocupación, que probablemente… seguro que lo podrá entender. ¿Pero saben cuál es el problema de fondo que aquí nadie quiere tocar? El de los caudales ecológicos. Qué calladitos estamos, ¿eh?, qué callados estamos con los caudales ecológicos.

Usted habla de los caudales ecológicos… para felicitar al Gobierno del Partido Popular, querrá decir… ¿No? ¡Ah!, pues podría haber hablado para felicitar al Gobierno del Partido Popular, porque si hay algo que realmente terminaba con el trasvase no era la fecha de caducidad del año 2015, con ser preocupante, no era el incremento de los 600 hectómetros cúbicos, de los que poco saben, ni tan siquiera de los 400, de los que saben menos, el problema no es ese, el problema es el de los caudales ecológicos. No sabemos si saben lo que son caudales ecológicos, pero yo se lo voy a explicar: es la cantidad de metros cúbicos que pasa por una estación de aforo determinada. Y se dice: por Toledo en estos momentos pasa un total de 9 hectómetros cúbicos… perdón, de 6 hectómetros cúbicos y yo quiero elevarlo a 10,90, cuatro… casi cinco metros cúbicos por segundo a su paso por Toledo. Fíjese ese incremento lo que significaría, usted que tanto se preocupa del vaso ese que se va vaciando, que todavía no ha entendido el concepto, significa "voy a tomar de la cabecera del Tajo una cantidad de agua, unos volúmenes, para incrementar el caudal del río Tajo en 10,90 metros cúbicos/segundo". No contento con ello, hombre, habría que hacer algo más, porque a su paso por Toledo el Tajo debe incrementarse en 14,46 metros cúbicos por segundo. ¿Y por Talavera? Hombre, por Talavera… por Dios santo, a 16,67 metros cúbicos por segundo, ¡que es Talavera, oiga, que es Talavera! ¿Usted sabe lo que significa eso? No, pero yo se lo explico, significa vaciar la cabecera del Tajo desde el minuto uno. Esto se aprueba hoy, lo que ustedes querían hacer, y mañana ha muerto el Tajo. Aquí hay personas muy respetables, muy serias y con un conocimiento por encima de cualquiera otro, no digamos ya con respecto a mí, que es infinito, abismal, que saben perfectamente de qué estamos hablando. Eso era letal, esa era la medida letal. Y se están ustedes preguntando ¿y durante este año qué hacía Valcárcel? ¿Pues qué cree usted que hacía Valcárcel? Tumbar esto. ¿Pero qué cree que estábamos haciendo, mirando a la luna de Valencia? Ya para eso están ustedes. Nos dedicamos a hacer lo que había que hacer, y era, efectivamente, acabar con esa posibilidad. Pero eso usted no lo sabe, ¡usted no lo sabe! Claro, siguen queriendo caudales ecológicos ustedes, ustedes… "borrador del plan de cuenca del Tajo del año 2011", esto es de ustedes, está aquí. Borrador del plan de cuenca del año 2012, los mismos caudales ecológicos. Borrador del plan de cuenca del año 2013, se acabó. Río Tajo en Aranjuez, 6 metros cúbicos, no 10,90. Río Tajo por Toledo, 10 metros cúbicos, no 14… casi 15. Río Tajo por Talavera de la Reina, 10 metros, no los 17. ¡Los que son…! Si es que, como no saben… les parecen pocos. ¡Pues los que son, los que son! Madre mía

En el *Esquema de temas Importantes* (ETI) del primer ciclo de planificación (2009-2015), aprobado en noviembre de 2010, se daban los siguientes valores para el río Tajo, a modo de adelanto del estudio:

Tabla 3. Extracto de la tabla de la página 23 del Esquema de Temas Importantes del Tajo del ciclo de planificación 2009-2015, aprobado en noviembre de 2010, con los valores planteados de control de caudales ecológicos en el río Tajo

RÍO	CÓDIGO	Propuesta provisional de la distribución trimestral de caudales mínimos (m³/s) en puntos estratégicos				
		OCT- DIC	ENE - MAR	ABR - JUN	JUL - SEP	MEDIA
Río Tajo desde E. Almoguera hasta E. Estremera	0105021	10,41	10,22	10,83	10,02	10,37
Río Tajo en Aranjuez	0101021	10,90	10,70	11,34	10,50	10,86
Río Tajo en Toledo, hasta confluencia del R. Guadarrama	0607021	14,46	13,93	15,00	13,03	14,10
Río Tajo desde R. Alberche hasta la cola del E. Azután	0602021	16,67	16,36	16,50	14,15	15,92

Estos valores se proponían también en el borrador del Plan del Tajo de 2011, que estuvo fugazmente colgado en la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo. En 2013, la versión que salió a consulta pública ya contemplaba en lugar de estos valores de caudales mínimos ecológicos, los mínimos a secas en Aranjuez (6 m³/s), Toledo (10 m³/s) y Talavera de la Reina (10 m³/s).

Ahora hay definidos caudales mínimos en lugar de caudales ecológicos mínimos. No se trata de un formalismo o un tema de nomenclatura, como se expone con mayor detalle en el Anejo 4 (punto An.4A), en el que se muestra de manera gráfica el proceso de la determinación de la propuesta del ETI de 2010.

La no adopción de los caudales planteados en el ETI aprobado en noviembre de 2010 tiene su reflejo también en la valoración de la eficacia de las actuaciones planteadas en el Programa de Medidas, que se realizó con una modelística en la que se consideraban como caudales mínimos los ecológicos propuestos. En el Anejo 4 (punto An.4B) se reproducen unas gráficas de la evaluación de la efectividad de las medidas en la masa de agua del río Tajo en Aranjuez en las que se aprecia como el establecimiento del caudal ecológico tiene su influencia en la consecución de los objetivos.

Como se ha indicado antes, el propio decreto de aprobación de los planes hidrológicos de 2016 establece que antes del 1 de enero de 2019 esté implantado un régimen de caudales ecológicos en todas las masas del Tajo. El valor que se fije para los tramos del río Tajo tiene gran influencia sobre los excedentes del Tajo. En ese sentido, hay presiones externas de la cuenca para que no se implanten los que figuran en el ETI aprobado en 2010. Como ejemplo, se reproduce a continuación un fragmento de un artículo de Opinión publicado en La Verdad de Murcia:

Extracto de la columna de opinión *Un Alvia que sea 'apañao' para las elecciones* (Buitrago, 2011) publicada en La Verdad el 10/11/2018

Caudales ambientales: la guerra está servida

(…) La 'guerra del agua' ha desplazado su centro de gravedad hacia los caudales ambientales, que es la Espada de Damocles del acueducto Tajo-Segura. De ahí que unos y otros se estén pertrechando de argumentos técnicos, por encima del ruido político. Los regantes del Trasvase actualizarán un informe que encargaron hace nueve años, y que concluyó que no era necesario modificar el caudal ambiental entre la cabecera y Aranjuez, que era de 6 metros cúbicos por segundo. Después aumentó a 10. El trabajo fue realizado por un catedrático de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Politécnica de Madrid, una empresa de ingeniería y un asesor internacional de medio ambiente. (…)

2.3.3.2.2 Implicaciones de los caudales mínimos en el eje del Tajo sobre los embalses de Entrepeñas y Buendía

La gestión de la cabecera del Tajo, incluido el cálculo del umbral mínimo de 400 hm³, se basa en que los desembalses de referencia fijados para el Tajo son suficientes para atender los usos de la cuenca, cumpliendo los caudales mínimos fijados en el río Tajo. Dichos desembalses están calculados con dos premisas[37]:

- no son necesarios desembalses para atender usos aguas abajo de Aranjuez;
- el caudal objetivo en Aranjuez es el mínimo legal, de 6 m³/s, sin considerar que la distancia entre el punto efectivo de control de los desembalses —el embalse de Almoguera— se encuentra alejado del punto de control, Aranjuez, lo que da lugar a que las dinámicas del río ocasionan oscilaciones de niveles en el río.

Por tanto, la gestión planteada con los desembalses de referencia fijados en la legislación daría lugar a un hidrograma plano de 6 m³/s en el río Tajo en Aranjuez, alterado únicamente por las aportaciones intermedias no contempladas en los cálculos, de escasa entidad y concentradas en periodos de lluvias.

Sin embargo, como se muestra en el Anejo 4 (puntoAn.4C), en el que se reflejan datos del seguimiento del caudal del Tajo en Talavera de la reina desde 2014, en la realidad hay problemas para mantener el caudal mínimo de 10 m³/s. Lo que causa que se tengan que aumentar los desembalses desde la cabecera del Tajo, reflejado en un incremento en verano del caudal del Tajo por Aranjuez.

Este problema para mantener el caudal en Talavera de la Reina ya era advertido en el *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014)*, como se indica en el Anejo 4 (punto An.4D).

Reforzando estas apreciaciones, en el *Informe de la Comisión de Desembalse de la Confederación Hidrográfica del Tajo del 15/12/2018* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018) se puede leer:

Texto extraído de la página 188 del *Informe de la Comisión de Desembalse de la Confederación Hidrográfica del Tajo del 15/12/2018* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018)

No obstante hay que remarcar la dificultad que entraña tratar de mantener un caudal por encima de una cifra determinada, 10 m³/s, en una sección [por el río Tajo en Talavera de la Reina] a más de cinco días de traslación del caudal desde la presa de Almoguera, en la que se desagua el caudal controlado del sistema Entrepeñas-Buendía, con grandes zonas regables en el tramo intermedio (Estremera, Canales de Aranjuez, Real Acequia del Jarama (elevación de Añover), La Sagra-Torrijos, Canal de Castrejón Margen Izquierda, Castrejón Margen Derecha, tomas directas) y numerosos azudes hidroeléctricos.

Tampoco queda definida en el Plan la contribución en dicho período estival de déficit, en relación a la situación previa (no cambia en la práctica el caudal mínimo al paso por Aranjuez o Toledo), de las distintas subcuencas que podrían aportar recursos además del sistema de Cabecera del Tajo para complementar a ésta. Es evidente que caudales procedentes del Tajuña, Henares, Lozoya-Manzanares-Jarama, Guadarrama y Alberche podrían aportar el déficit indicado en Talavera de la Reina. La situación habitualmente comprometida del recurso en estas subcuencas en relación con la garantía de su principal uso, el abastecimiento de población de Madrid, Guadalajara y Toledo hace que sea muy difícil a priori contar con recursos complementarios para el caudal mínimo en Talavera de la Reina, sin estudios concretos ligados a las situaciones relativas de todos los sistemas. Ha quedado acreditada la dificultad de disponer de volúmenes procedentes de embalses que no sean de titularidad estatal.

[37] Véase el Anejo 3 (punto An.3C) en el que se describe la justificación de excedentes realiza en 2013 (*JE2013*)

Se propone asimismo utilizar, si es necesario, recursos procedentes del Algodor (embalse de Finisterre) y del Manzanares (embalse de El Pardo), y que la gestión de los caudales turbinados en la central hidroeléctrica de Castrejón tenga en cuenta el mantenimiento del caudal mínimo en Talavera de la Reina.

Como conclusión de este apartado, hay suficientes evidencias en los datos facilitados por la Confederación Hidrográfica del Tajo, el CEDEX o en el PHT2014 que contradicen la hipótesis de cálculo de los desembalses de referencia de sólo considerar el mínimo de 6 m³/s en Aranjuez, siendo necesarios en la práctica desembalses adicionales.

2.3.3.3 Niveles de Entrepeñas y Buendía y desarrollo de sus municipios ribereños

Entrepeñas y Buendía, en el momento de su inauguración (1958), constituían el mayor conjunto de embalse de Europa. Se acuñó el término Mar de Castilla, como reclamo turístico, aprovechando la formación de los lagos artificiales y la cercanía de Madrid. En los años 60 y 70 del siglo XX se desarrolló una industria turística asociada al agua, especialmente en torno al embalse de Entrepeñas. Un ejemplo es el documental *Guadalajara: Tierra de lagos, valle de fortalezas* (NO-DO, 1970), en el que se dedica una amplia extensión a narrar el aprovechamiento turístico de los embalses. Como muestra, en la Figura 55 se reproducen algunos fotogramas extraídos del documental.

Figura 55. Fotogramas extraídos del documental del NO-DO *Guadalajara: Tierra de lagos, valle de fortalezas* (NO-DO, 1970)

Es fácil encontrar en Internet referencias al desarrollo turístico de la zona en esos años, como puede ser la abundancia de anuncios invitando a invertir en una vivienda o parcela.

Otro ejemplo claro del atractivo turístico se tiene en artículo *Madrid, entre la sierra y el mar* (Monje Ciruelo, 1971), en el que se indica:

Del artículo *Madrid, entre la sierra y el mar* (Luis Monje Ciruelo, ABC; 11/9/1971)

"(…) Ahora, en cambio, a cien kilómetros de Madrid, tiene a su disposición el mar.

Es un mar de verdeazules horizontes, sin olas amenazadoras, pero con encrespadas orillas festoneadas de pinos, encinas y olivos. Un auténtico mar interior con 2.500 millones de toneladas de agua, con suaves playas, calas escondidas y apacibles y sobrecogedores acantilados cual nuevos peñones de Ifach, Son diez mil hectáreas de agua limitadas por más de trescientos kilómetros de litoral.

Todavía hay algunos madrileños que sólo conocen de oídas el mar que a la capital de España le ha nacido al costado. Es un mar artificial creado en el cauce del padre Tajo. Una inmensa sábana de agua con profundidades de setenta y ochenta metros y más de cincuenta Kilómetros de longitud. La Alcarria se ha hecho marinera en torno a su litoral. El Mar de Castilla —tal es su denominación oficial geoturística—ha inundado no sólo tierras y pueblos, sino costumbres y subdesarrollos. Una nueva Alcarria ha nacido en sus orillas, una Alcarria con modos y modas distintos a los que conocimos en su época absolutamente campesina.

Han surgido urbanizaciones en puntos estratégicos, revalorizando las tierras de pan llevar. Chalets, hoteles y piscinas han transformado en solares fincas auténticamente rústicas. Donde antes braceaban sudorosos segadores, se bañan hoy esbeltas sirenas y tritones de agua dulce. Los «bikinis» alternan en la Alcarria marinera con los oscuros ropajes de la mujer rural. Se juega al tenis al borde del agua, y pronto al golf en campos de 18 agujeros.

Nacen zonas residenciales en el lago de Entrepeñas, y en Sacedón se construyen mil viviendas para los madrileños que allí quieran descansar. En los pueblos ribereños del embalse—pronto todos ellos con agua corriente, pavimentación y alcantarillado— las familias madrileñas compran casas cerradas, reedifican viviendas y crean amables centros veraniegos, ideales también para el esparcimiento y el reposo de los fines de semana. (…)"

Un desarrollo turístico ligado al agua, con el reclamo de sol y playa a apenas hora y media de Madrid. Sin embargo, a partir de 1980, con la entrada en funcionamiento del ATS, los niveles medios de los embalses bajaron drásticamente, de manera que, si antes era excepcional que los embalses bajaran del 40% de su capacidad, ahora lo extraordinario es que lo superen. Supone una pérdida del atractivo turístico, lo que ha causado la paralización del desarrollo y el abandono de instalaciones, con seria repercusión en la economía de los municipios ribereños, que tampoco cuentan con demasiadas opciones de desarrollo. Esta situación se encuentra detalladamente

tratada en el trabajo *Impactos socioeconómicos del trasvase Tajo-Segura en los municipios ribereños de los embalses de cabecera de Entrepeñas y Buendía* (San Martín González, et al., 2018).

Como referencia visual del impacto que supone tener los embalses a bajo nivel, en la Figura 56 se muestra una vista 3D realizada a partir de las imágenes del PNOA[38] de 2015, con su modelo de elevaciones MDT05.

Figura 56. Vista 3D (generada por ordenador) del embalse de Entrepeñas. Ortofoto y MDT del PNOA (2015). El nivel del embalse se situaba en la cota 687,4, aproximadamente el 20% de la capacidad del embalse

En esta imagen el embalse de Entrepeñas se encuentra al 20% de su capacidad, situación que no es excepcional desde 1980, pues el 20% del tiempo ha estado por debajo de este nivel. En primer término de la imagen está el pueblo de Sacedón, con la lámina de agua bastante alejada. También se aprecia la franja de terreno a lo largo

[38] PNOA: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (Instituto Geográfico Nacional –IGN–, 2018). Tiene como objetivo *"la obtención de ortofotografías aéreas digitales con resolución de 25 o 50 cm y modelos digitales de elevaciones (MDE) de alta precisión de todo el territorio español, con un período de actualización de 2 o 3 años, según las zonas"*.

del embalse por la bajada del nivel del agua, más grande en la margen izquierda del embalse (derecha de la imagen), al tratarse de una orilla más tendida.

Como contraste, en la Figura 57 se realiza un montaje, marcando en la figura hasta donde llegaría el agua con el embalse lleno (Máximo Nivel Normal o MNN). El panorama es completamente diferente, con mayor superficie de lámina de agua (más espacio para la navegación y mejora de accesibilidad al agua de las embarcaciones. Hay mayor superficie para navegar y es más fácil llevar la embarcación al agua, sin necesidad de tener que remolcarla durante centenares de metros por el fondo seco del embalse.

Figura 57. Superposición de la lámina de agua a MNN (cota 718) sobre la vista 3D (generada por ordenador) del embalse de Entrepeñas. Ortofoto y MDT del PNOA (2015)

En el caso de Sacedón, a embalse lleno el agua abrazaría al pueblo. Al igual que ocurriría con las urbanizaciones que se construyeron a orillas del embalse. Otros

municipios como Durón, Chillarón del Rey Alocén "verían" el embalse, algo que no es habitual[39].

Complementando a esta simulación, se puede establecer la comparativa[40] también entre las ortofotos de dos momentos diferentes, limitado a la disponibilidad de estas imágenes. Un ejemplo se tiene en la Figura 58, con una imagen del vuelo OLISTAT[41] 1997-1998 (realizada en octubre de 1997) (Instituto Geográfico Nacional –IGN–, 2018) y a la derecha la ortofoto del PNOA de 2015.

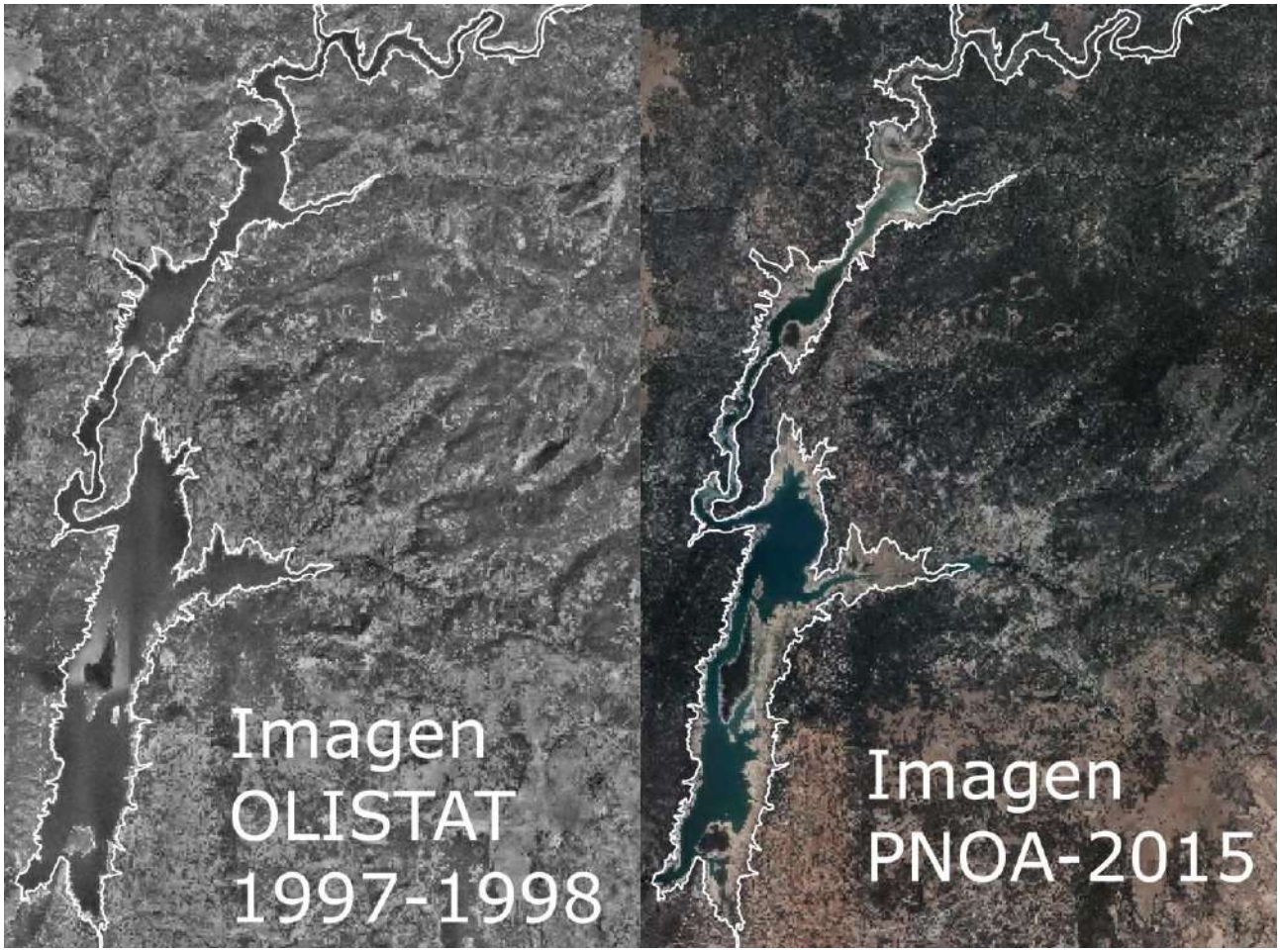


Figura 58. Ortofotos del embalse de Entrepeñas, con el contorno del embalse a máximo nivel normal. A la izquierda, imagen del vuelo OLISTAT 1997-1998 (tomada en octubre de 1997), con Entrepeñas al 70%; a la derecha, imagen del PNOA de 2015, con las reservas al 20%

En la ortofoto de la derecha, el embalse se encontraba al 20% de capacidad. En la de la izquierda (OLISTAT), al 70%. Es un ejemplo de que no es necesario que el embalse se encuentre próximo al 100% para ser atractivo, sino que basta con que se mueva de media en unos niveles altos. Además, en el caso de Entrepeñas, poco por encima de este nivel (70%) se puede derivar agua a Buendía, sobre lo que se incide más adelante.

[39] Unas imágenes similares a éstas, con mayor rango de niveles, se pueden ver en la entrada de Acuademia.com *¿Cómo estaría Entrepeñas si …?* (Hidra, 2017)

[40] La comparativa se ha realizado a través del servicio WMS del IGN. Además, el IGN ofrece la herramienta *Comparador de ortofotos PNOA* (Instituto Geográfico Nacional –IGN–, 2018), que permite fácilmente comparar dos imágenes del mismo sito en momentos distintos, con distintas opciones.

[41] Descripción de OLISTAT, copiada de la web del centro de descargas del IGN (Instituto Geográfico Nacional –IGN–, 2018): "*Ortofotos del vuelo OLISTAT para la producción del SIG Oleícola que contabilizaba el número de olivos del territorio español. Vuelo realizado por el Ministerio de Agricultura entre 1997 y 1998 sobre las 34 provincias olivareras españolas. Imágenes cedidas por el Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA). Escala aproximada de vuelo 1:40.000, en blanco y negro. El tamaño del pixel de las ortofotos (GSD) es de un 1 m*"

Las siguientes imágenes corresponden a capturas del satélite Sentinel del 29/1/2018, con Entrepeñas almacenando 79 hm³ (9,5%) y Buendía 161 hm³ (9,8%). La Figura 59 se centra únicamente en el embalse de Entrepeñas, mientras que la Figura 60 contempla el conjunto de Entrepeñas, Buendía y Bolarque.

Figura 59. Imagen del satélite *Sentinel* del 29/1/2018 del embalse de Entrepeñas, al 9,5% de capacidad con superposición del contorno a máximo nivel normal

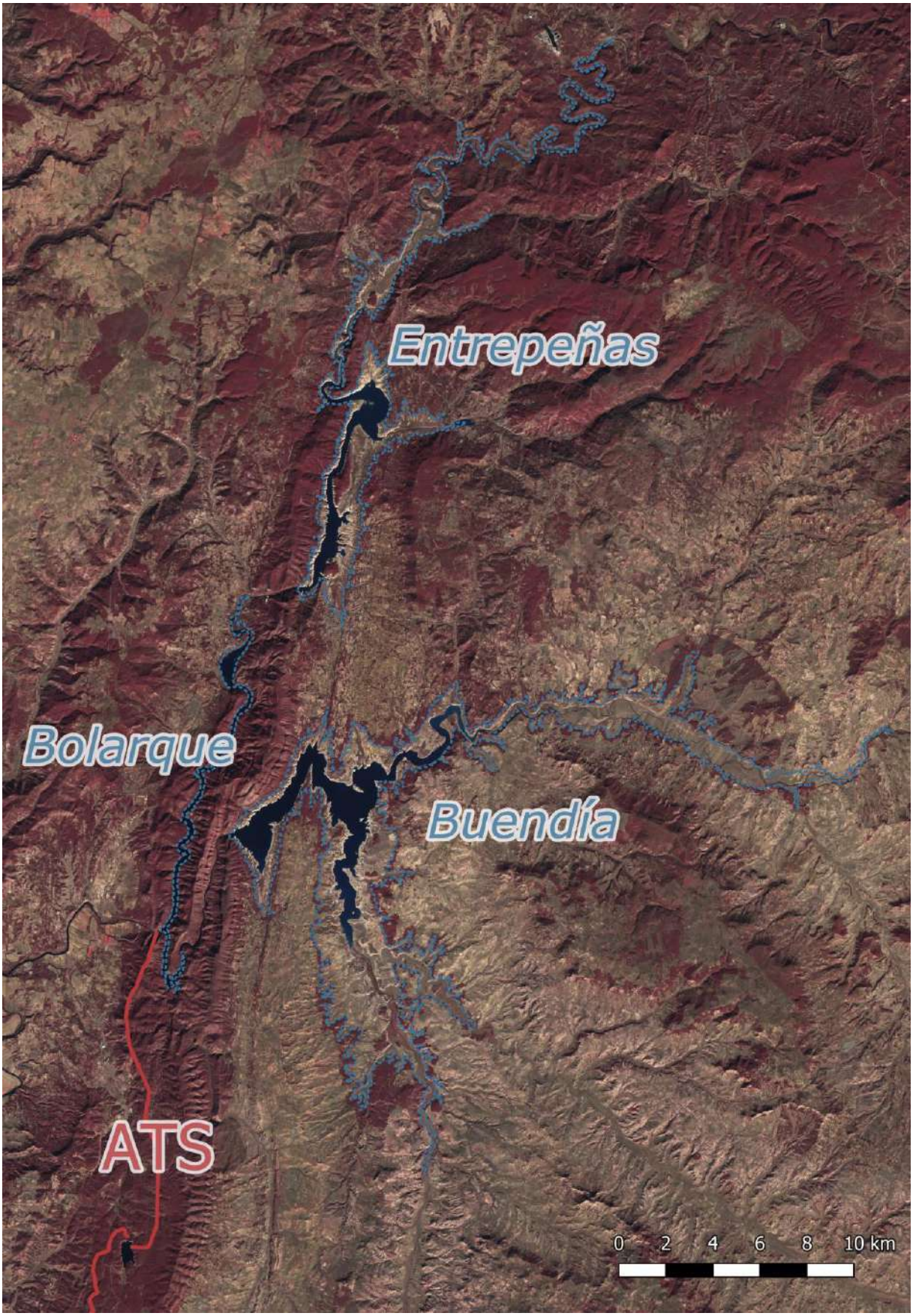


Figura 60. Imagen del satélite *Sentinel* del 29/1/2018 de los embalses de Entrepeñas (al 9,5%), Buendía (al 9,8%) y Bolarque, con superposición de contornos a máximo nivel normal

Estos niveles sistemáticamente bajos se ven reflejados en la cartografía online. En la Figura 61 se muestra una de las más extendidas, Google™ Maps, con una superficie de agua representada —atractivo real— muy alejada del máximo —atractivo potencial—.

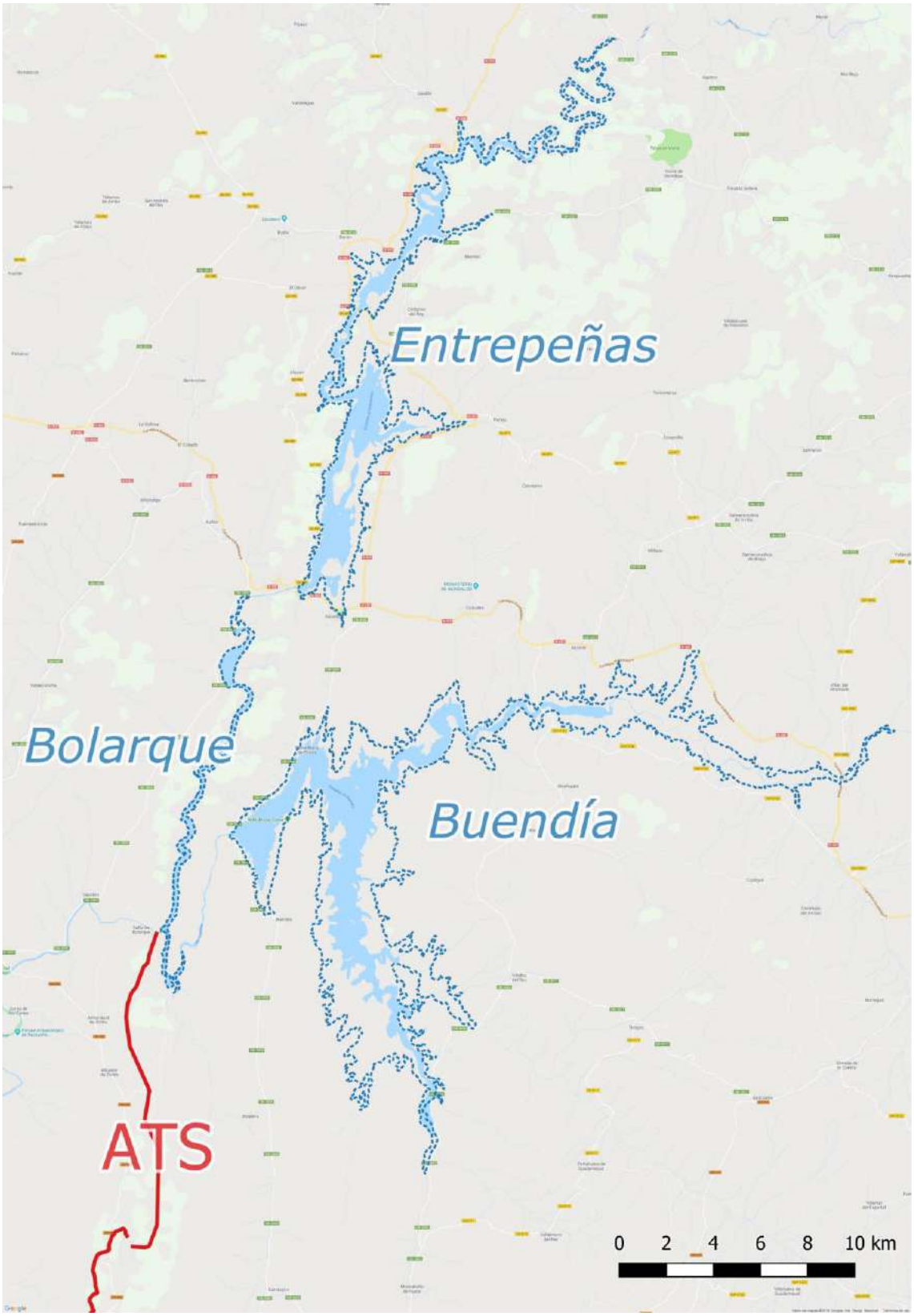


Figura 61. Imagen de *Google™ Maps* de la zona de Entrepeñas y Buendía, con el contorno superpuesto de los embalses a máximo nivel normal

Este contraste entre un atractivo embalse lleno y un desolador embalse vacío se aprecia también en diversas fotografías, fácilmente accesibles en Internet y en redes sociales. Como ejemplo, en la Figura 62 se muestra el inicio del mosaico de resultados de un buscador de internet (Google™) el término *"Entrepeñas comparativa"*[42]. A pesar del tamaño de las miniaturas, se aprecia el contraste entre el embalse lleno y vacío.

Figura 62. Mosaico del inicio de listado de resultados de búsqueda de imágenes con el buscador de *Google*™ con el término "Entrepeñas comparativa"

Uno de estos ejemplos en los que se pueden ver imágenes de Entrepeñas a un nivel mínimo es el reportaje que la televisión local TV Guadalajara Media[43] emitió el 26 de septiembre de 2017, con el descriptivo título *Entrepeñas y Buendía, por debajo del 10%* (San Millán, 2017). A continuación, se reproduce la transcripción del audio de este reportaje, también muy expresivo[44], junto a algunos de sus fotogramas (Figura 63):

[42] https://www.google.es/search?q=entrepe%C3%B1as+comparativa&safe=on&tbm=isch. Los resultados pueden discrepar (seguramente lo hagan) de los mostrados en la figura.

[43] En sul canal de Youtube (https://www.youtube.com/channel/UCaEv8XC5Czu8vfV_QKUARLQ) se pueden encontrar más reportajes relacionados con el estado de Entrepeñas y Buendía debido al ATS. El reportaje aquí referenciado, se incluyó también en el programa *El Debate ¿Hay excedentes en la cabecera del Tajo?*, emitido el 20 de abril de 2018 (TV Guadalajara Media, 2018)

[44] El reportaje tiene un valor gráfico por las imágenes que muestra. La locución que lo acompaña, además de su carácter descriptivo, aporta un punto de vista de la situación desde Guadalajara. Precisamente, uno de los aspectos que se critican es que el agua que se trasvasa no es excedentaria, mostrando las afecciones causadas por el ATS a los municipios ribereños y al ecosistema de los embalses.

Transcripción del reportaje *Entrepeñas y Buendía, por debajo del 10 %,* emitido el 26 de septiembre de 2017 en TV Guadalajara Media (San Millán, 2017)

Ayer les avanzábamos unas imágenes de la cabecera del Tajo que están sujetas la verdad a pocos calificativos. Unas imágenes deprimentes que nos permiten decir sin temor a equivocarnos que Entrepeñas y Buendía prácticamente no existen, porque están por debajo del 10% de su capacidad total.

Una situación deprimente que va a ir a peor y a la que desgraciadamente nos hemos acostumbrado.

[Declaraciones de J.M. Claver, antiguo presidente del SCRATS]

"Nuestro derecho empieza cuando acaban las demandas de la cuenca del Tajo. Nosotros solamente podemos traer el agua que sobra no la que allí se necesita y eso es el leitmotiv de todo trasvase y que nosotros estamos dispuestos a respetar al máximo".

El difunto José Manuel Claver, presidente hace unos años del SCRATS, parecía tener claro el sentido de un trasvase Tajo-Segura, que a la vista de la situación actual de la cabecera del Tajo se quedó, únicamente, en teoría. Porque la práctica nos deja imágenes como éstas y una pregunta en el aire: ¿cómo hemos llegado a este punto?

Esto daría para escribir una extensa Tesis Doctoral miles de libros y mantener encendidos debates. Pero lo que es evidente es que no hay agua. Y la que había en el complejo Entrepeñas Buendía no ha ido a parar al cauce natural, lo que ha convertido al Tajo medio en una cloaca.

Si el agua acumulada no ha ido hacia Portugal, ¿dónde están las cada vez menores aportaciones de la cabecera del Tajo? Lo que es evidente es que el trasvase Tajo-Segura es una especie de agujero negro que devora todo lo que pasa por él.

Pero ¿cuáles son las razones de peso que hacen que la España seca aporte a un desierto alejado de aquí millones de metros cúbicos de agua que después de 30 años de trasvase se ha visto que no son excedentarias? Las razones son variadas. La primera, y de más peso, es la poca oposición a este saqueo continuado de la cabecera del Tajo. Porque, no nos engañemos, los municipios ribereños han visto a lo largo de todos años como han hundido sus economías, al mismo ritmo del paulatino descenso de las aguas del Mar de Castilla. Y lo han visto casi sin oposición; callados, resignados, asumiendo en silencio su desgracia a costa de una solidaridad impuesta que les está dejando sin nada.

Otro de los problemas al que se le resta importancia es el desastre ecológico que vive la zona cuando las aguas se retiran. Miles de hectáreas aparecen y se desecan los vasos de los embalses. Peces, crustáceos protegidos, anidamientos de aves, … son los que mueren directamente en el retroceso brutal de la lámina de agua. Lo que demuestra que la vida animal que existe dentro de las aguas no le importa a nadie. Y los pocos que sobreviven buscan su camino más fuera que dentro de un charco sin profundidad y sin vida, que es en lo que se han convertido Entrepeñas y Buendía.

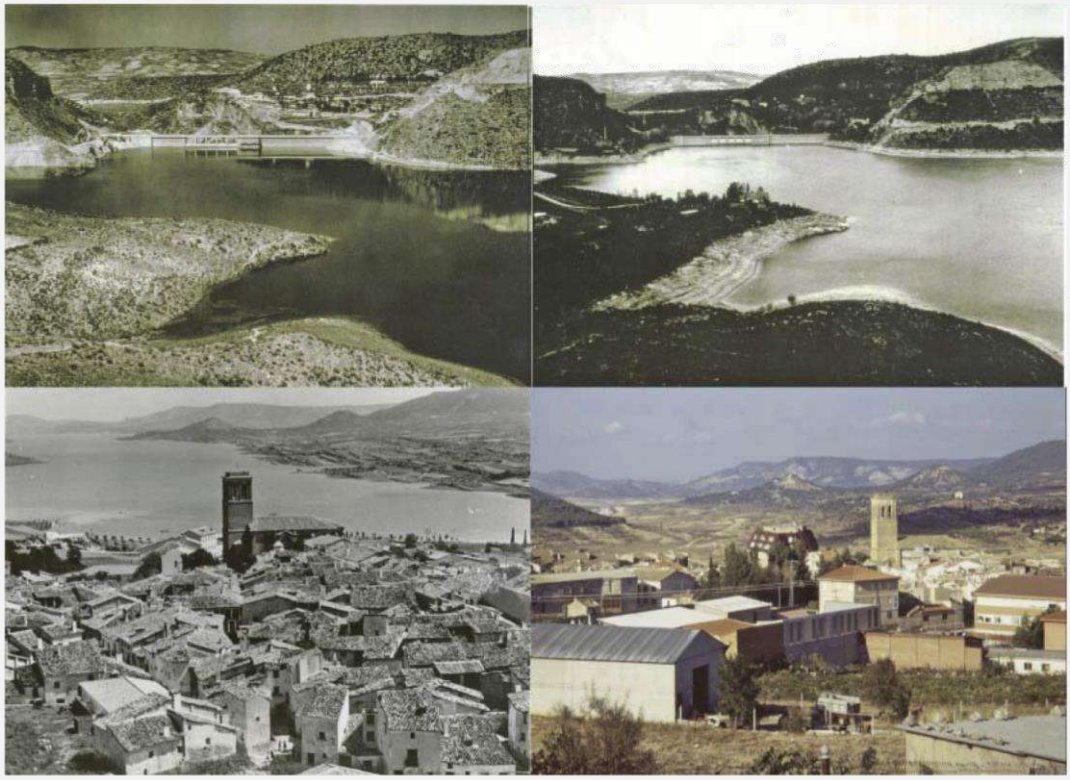
La España seca y pobre asume que tiene que seguir siéndolo para que otros, a cientos de kilómetros de aquí, aumenten su riqueza. Así de simple y trágico a la vez. Mientras todo esto sucede y se debate sobre si estamos como estamos por la sequía, por el memorándum, por la derogación del Plan Hidrológico Nacional o porque no tenemos valor en votos para que nuestros políticos luchen por nosotros, la situación es la que es. Es la que ven.

Figura 63. Fotogramas del reportaje *Entrepeñas y Buendía, por debajo del 10 %,* emitido el 26 de septiembre de 2017 en TV Guadalajara Media (San Millán, 2017)

En la Figura 64 se muestran varias fotografías, tomadas en este caso del artículo *Fuentes documentales gráficas para el estudio de los pretéritos paisajes fluviales: los proyectos españoles de presas y embalses* (González Martín, et al., 2015). Las dos fotografías superiores muestran el embalse en los años 60 y 70 del siglo XX, en ambos casos con un nivel alto de llenado[45]. Las dos fotografías inferiores de la figura muestran una vista de Sacedón en dos momentos, con embalse lleno y vacío, siendo el reclamo turístico completamente diferente entre ambas imágenes. Es frecuente, como se hace en el

[45] La diferencia entre las dos, que es lo que quiere mostrar el artículo, es el desarrollo de vegetación en las márgenes, reflejo de las tareas de reforestación realizadas. Haciendo un inciso, esta mejora de la cubierta vegetal, no es exclusiva de este punto, sino que fue generalizada, lo que tiene su repercusión en un incremento de la evapotranspiración con la consiguiente disminución de la escorrentía. A este fenómeno se le pueden añadir otros dos, también antrópicos, como son la implantación del gas/butano como elemento de calefacción —reduciendo necesidad de retirar madera de los bosques— y el aumento de la profundidad de los surcos del arado con la mecanización del campo —incrementando la retención del agua en el terreno y disminuyendo la escorrentía—. Estas circunstancias, aunque a falta de cuantificar, tienen su reflejo en la disponibilidad de recurso —escorrentía—, pudiendo justificar en parte el descenso de aportaciones registradas a partir de 1980. Este tema es tratado en la entrada de Acuademia.com *A vueltas con el efecto 80 (2ª parte). El discurso del arado y del butano* (Trasiego, 2017).

artículo y se refleja en el pie de foto literalmente reproducido, achacar el bajo nivel de los embalses a las sequías. Pero esta afirmación no es del todo veraz. Cierto es que los momentos más críticos de los embalses se dan en los momentos de sequía, pero se ha de advertir que desde que está en marcha el ATS han estado lejos de llenarse. Es decir, se está desaprovechando capacidad de regulación. Así, hubiera sido posible haber realizado una gestión similar a la hecha —en lo que se refiere a trasvases medios y desembalses al Tajo— con niveles más altos en los embalses, con el único inconveniente de que se hubiera incrementado en algo la evaporación a costa de menores trasvases.



Fuente: AMF y Grupo Geohumedal.

Figura 64. "Imagen 12" del artículo *Fuentes documentales gráficas para el estudio de los pretéritos paisajes fluviales: los proyectos españoles de presas y embalses* (González Martín, et al., 2015). Variaciones en el paisaje del vaso del embalse de Entrepeñas apreciadas desde el entorno de la localidad alcarreña de Sacedón (Guadalajara). Arriba: Procesos de densificación de las cubiertas vegetales en la orilla meridional adosada a la presa. A la izquierda situación en los primeros años de la década de los sesenta; a la derecha una década después. Abajo: Fluctuación de la lámina de agua. A la izquierda en un año de elevada pluviometría (1963); a la derecha durante la prolongada sequía de los inicios de los noventa (Grupo Geohumedal).

A pesar de la importancia que tiene el mantenimiento de unos niveles que fomenten el atractivo turístico de la zona, no es un criterio que se haya tenido en cuenta para determinar el carácter excedentario de las aguas a trasvasar. Cuando el uso turístico y recreativo es un uso contemplado en la legislación de aguas, cierto que con menor preferencia que otros usos como el abastecimiento o el regadío. Pero al tratarse de usos de cuencas distintas, teniendo en cuenta que la cedente es prioritaria, significa que cualquier uso de la cedente debería tener prioridad sobre cualquier uso de la receptora. Por tanto, se puede considerar la situación actual como irregular, pues en el fondo se anteponen los usos de las aguas trasvasadas sobre usuarios de la cuenca del Tajo. Es más, en la gestión se fomenta que estén a bajo nivel, para así minimizar la evaporación e incrementar el volumen a trasvasar.

En esta línea, una antigua reivindicación de los municipios ribereños es la "raya del 40%", en el que piden que no se baje durante la explotación del 40% (aprox. 960 hm³) de la capacidad de Entrepeñas y Buendía.

Para entender adecuadamente el problema, hay que considerar la asimetría que hay en Entrepeñas y Buendía. De la capacidad conjunta, Entrepeñas, sobre el río Tajo, supone 1/3, mientras que Buendía, sobre el Guadiela, 2/3. Es decir, Buendía puede almacenar el doble de agua que Entrepeñas. Sin embargo, las aportaciones de Entrepeñas son superiores a las de Buendía. Para equilibrar el funcionamiento, en la construcción de Entrepeñas y Buendía, se realizó un túnel que conecta Entrepeñas con Buendía (esquema en la Figura 66). Se puede apreciar en la parte inferior derecha de la Figura 57. Para verlo con mayor detalle, en la Figura 65 se muestra la ortofoto (sin efecto 3D) centrada en el pueblo de Sacedón, en la que se ha tramado la superficie que ocuparía el embalse lleno. En esta imagen se ve más claramente el canal de acercamiento al túnel.

Figura 65. Vista aérea de Sacedón (ortofoto PNOA 2017), con superposición (líneas azules) de la lámina de agua am MNN (cota 718) y señalizada la entrada al túnel de Entrepeñas a Buendía.

Para que el túnel entre en funcionamiento, el embalse de Entrepeñas ha de estar a cierta cota (aprox. 712,20 m, que corresponde con un 75% del volumen, unos 620-650 hm³). Desde la puesta en marcha del ATS, ha estado casi todo el tiempo sin funcionar, salvo en febrero y marzo de 1997 y entre diciembre de 1997 y marzo de 1998.

Podría plantearse una línea de explotación en la que se intente mantener al embalse de Entrepeñas cerca o por encima de la cota del túnel de interconexión. En el propio embalse tendría más de 200 hm³ de capacidad de regulación, además de poder derivar por el túnel al embalse de Buendía un volumen mayor[46]. De esta manera se

[46] Conforme a los datos dados en el artículo *Los pantanos de Entrepeñas y Buendía, y su túnel de enlace (I)* (Jiménez Aparicio, 1947), el caudal máximo del túnel sería de 300 m³/s (780 hm³/mes), estimándose suficiente un caudal de 140 m³/s (360 hm³/mes). Como orden de magnitud, la máxima aportación mensual registrada ha sido de 746 hm³, en marzo de 1947, inferior a la capacidad del túnel. Considerando el periodo 1980-2017, la máxima aportación mensual fue de 473 hm³, en enero de 1997.

podría mantener un nivel atractivo en el embalse de Entrepeñas —como se puede apreciar en la ortofoto de la izquierda de la Figura 58, realizada en octubre de 1997, con el embalse aproximadamente al 70%— sin comprometer la capacidad de regulación del sistema.

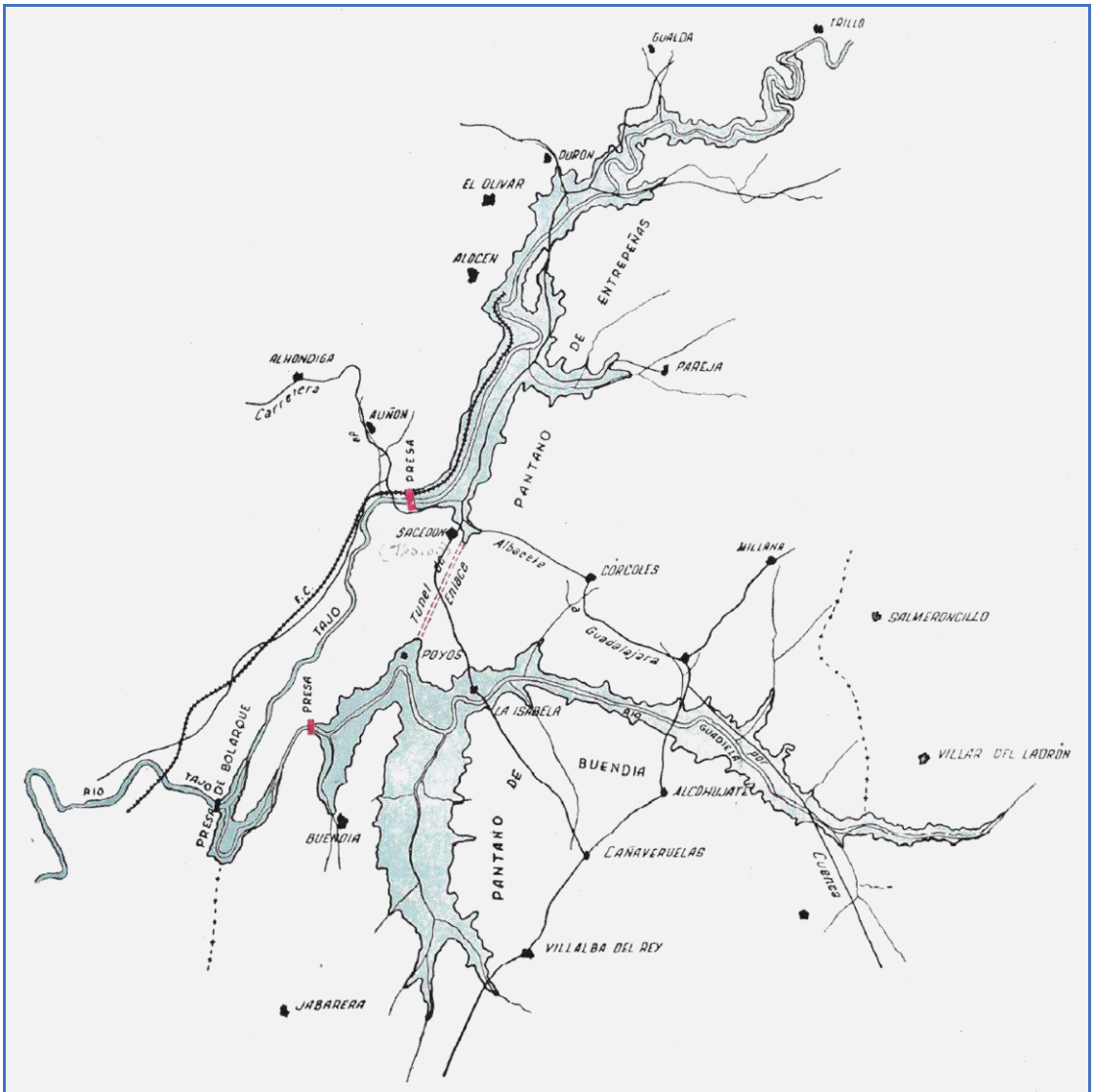


Figura 66. Esquema en planta del sistema de embalses Entrepeñas, Buendía y Bolarque, con el túnel de enlace de Entrepeñas a Buendía. Imagen copiada de la *Memoria correspondiente a los años 1939-1945* (Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo, 1946). Una imagen similar, en blanco y negro, se encuentra en el artículo de la Revista de Obras Públicas *Los pantanos de Entrepeñas y Buendía, y su túnel de enlace* (Jiménez Aparicio, 1947)

2.3.3.4 Presiones políticas por el funcionamiento del ATS

El ATS no está funcionando conforme a las expectativas creadas. Reconocido en el LBA —Libro Blanco del Agua— (Ministerio de Medio Ambiente, 2000), no es algo que esté completamente asimilado. De hecho, en el propio LBA se da por corregido el problema.

Este escenario de insatisfacción da lugar a todo tipo de presiones, más o menos organizadas, tendentes a maximizar la operación del ATS, entendiéndose por maximizar el conseguir aumentar el volumen de agua trasvasada.

En la práctica, estas presiones chocan con la gestión por cuencas, realizada por organismos autónomos (las Confederaciones Hidrográficas), con una planificación por cuencas y una determinación de excedentes del Tajo enmarcada únicamente en su ámbito de planificación.

Se trata de un tema delicado y complejo, que excede el objeto de este trabajo. Incluso puede pensarse que es incorrecto mencionarlo. Pero, sin entrar en detalles y causas, se ha estimado conveniente su mención. La reforma de la legislación del ATS impulsada en 2013 (conocida vulgarmente como "memorándum")[47] sólo es un ejemplo.

2.3.3.5 Segregación de la cabecera del resto de la cuenca del Tajo

La definición actual de excedentes parte de la concepción de que la cuenca del Tajo sólo necesita una parte de la capacidad de embalse de Entrepeñas y Buendía (actualmente 400 hm³, antes 240 hm³), quedando el resto de la capacidad para el ATS.

Los desembalses hacia el Tajo se encuentran limitados. En el LBA se indica que es como medida de buena gestión, y desde la reforma legislativa de 2013 se encuentran limitados por Ley con los desembalses de referencia, que no pueden ser superados salvo causas justificadas.

En la práctica, la cabecera del Tajo se ha separado del resto de la cuenca. En el *Plan Especial de Sequías de 2018* (PES2018) (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018) se asume directamente. A la hora de definir las Unidades Territoriales de Escasez (UTE), a la cabecera del Tajo (aguas arriba de Bolarque) se la denomina "UTE 01- Sistema Trasvase Acueducto Tajo-Segura". En su página 51, se indica: "*En la cuenca de aportaciones que alimenta al Trasvase del Acueducto Tajo-Segura, es decir la parte de la cuenca situada aguas arriba del embalse de Bolarque, …*"; puede que sea un mero lapsus de redacción, pero esta expresión da a entender que se da mayor importancia al ATS que a la cuenca del Tajo en la gestión de la cuenca del Tajo.

Incluso en el PES2018 queda gráficamente reflejado en su figura 4 (Figura 67). Como justificación de la exclusión gráfica de la cabecera del Tajo en la definición de las UTE, en el PES2018 se indica: "*que corresponde a demandas externas a la cuenca del Tajo, operadas conforme a las Reglas de Explotación que lo rigen*".

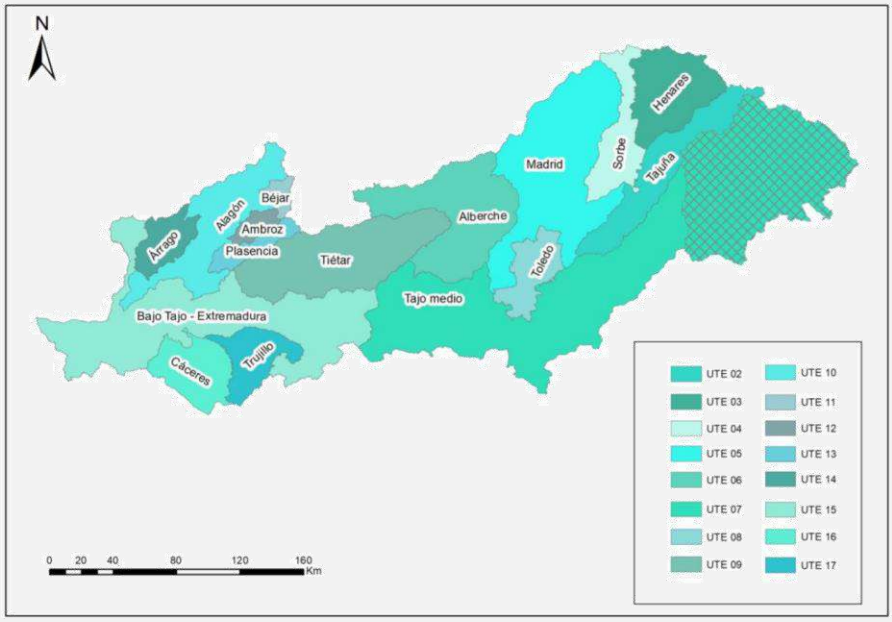


Figura 67. Reproducción de la "Figura 4. Unidades territoriales a efectos de escasez (UTE)" del PES2018

[47] En la *Memoria 2013* del SCRATS (Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, 2014), a partir de su página 18, se realiza una descripción —desde el punto de vista de una parte interesada— de cómo se gestaron estos cambios legislativos, quedando en evidencia la existencia de presiones políticas por el funcionamiento del ATS.

2.3.4 Resumen del impacto del ATS sobre la cuenca del Tajo

El ATS es una presión en la cuenca del Tajo. Así está reflejado en su plan de cuenca. Una presión por detracción de un gran volumen de agua que se produce en su cabecera. Como orden de magnitud, entre octubre de 1980 y septiembre de 2017 se han trasvasado de media 338 hm³/año, con unas aportaciones aforadas de 737 hm³/año. Es decir, se han sacado el 46% de las aportaciones de la cabecera del Tajo. Un porcentaje muy elevado, pero insuficiente para cumplir las expectativas creadas con el ATS.

Encajando el punto de toma del ATS en la cuenca del Tajo se aprecian dos características clave:

- La zona donde toma y aguas abajo de la misma, es seca. Es decir, el ATS no está planteado desde la España húmeda a la España seca, sino que es una transferencia de agua dentro de la España seca.
- La toma está en la cabecera de la cuenca. Esto indica que los recursos potencialmente disponibles en el punto de toma no sean los de toda la cuenca; de hecho, son inferiores al 10%. Además, las potenciales afecciones a la cuenca de la detracción del recurso son mayores.

Estas características tienen mayor repercusión al considerarse las particularidades de la cuenca del Tajo. Es una cuenca heterogénea, con distinta distribución de usos. Simplificadamente puede dividirse en dos partes, tomando como referencia el embalse de Azután (en la provincia de Toledo, cerca de Talavera de la Reina). Aguas abajo de Azután, la superficie de la cuenca es menor, mayores los recursos propios y los usos consuntivos se centran básicamente en el regadío, con pequeño peso del abastecimiento a la población.

Sin embargo, aguas arriba de Azután, en el denominado SICAT (Sistema integrado de la cuenca alta del Tajo), se tiene una gran concentración de población, Madrid y su área de influencia que se extiende a las provincias de Toledo y Guadalajara, además de regadíos. La superficie es más grande que la parte baja de la cuenca española, pero los recursos menores. La capacidad de regulación ha llegado prácticamente a su límite efectivo. El grado de explotación de los recursos es muy alto, con graves afecciones ambientales. Especialmente en los años de menores aportaciones, las tensiones se incrementan. Máxime considerando que pueda llegar a comprometerse el abastecimiento de 7 millones de habitantes.

En este contexto, la cabecera del Tajo es, teniendo en cuenta únicamente la propia cuenca, la única zona que puede servir de alivio y seguridad al resto del SICAT. Con unos usos consuntivos propios pequeños, además cuenta con los embalses de Entrepeñas y Buendía, de gran capacidad de regulación. Sin embargo, desde este punto parte el ATS, con la fuerte detracción antes comentada, que sería mayor si hubiera más recursos[48].

En terminología de la Directiva Marco del Agua, esta presión tiene asociados unos impactos, que deberían de eliminarse o minimizarse. Unos son evidentes, como el bajo nivel en que se encuentran habitualmente Entrepeñas y Buendía, que afecta tanto a sus propios ecosistemas como al desarrollo económico de sus municipios ribereños al

[48] La infraestructura está dimensionada para transportar 1000 hm³/año. Salvo el tramo a la salida del Júcar, que se aprovechó —como solución provisional— el canal existente para la Central Hidroeléctrica de El Picazo, de 600 hm³/año de capacidad, límite máximo. Esta solución se adoptó provisionalmente, a la vez que se limitaba el caudal a trasvasar en la primera fase.

limitarles el aprovechamiento turístico y recreativo de estos embalses, con repercusión a nivel provincial (Guadalajara y Cuenca). Otros son indirectos, pero reconocidos a nivel político, como es la no implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. También se encuentran otros menos reconocidos, como es el apoyo a los abastecimientos del SICAT, el mantenimiento y mejora del estado de las zonas de la Red Natura2000 o la contribución a la mejora del estado del río Tajo.

El descenso de las aportaciones registrado a partir de 1980, más significativo en la cabecera de la cuenca, contribuye a incrementar la magnitud de los impactos del ATS sobre la cuenca del Tajo. Haciendo un ejercicio de historia-ficción, de haberse mantenido las aportaciones anteriores a 1980 y basado en las presiones y tensiones vividas en torno al ATS, lo más probable es que las extracciones del ATS se hubieran incrementado acercándose al límite máximo de 600 hm^3/año fijado para la primera fase, con su posible ampliación para aprovechar los 1000 hm^3/año de capacidad de la infraestructura. Las afecciones a la cuenca del Tajo serían similares, salvo lo que pudieran suponer las mayores aportaciones en el resto del SICAT.

2.4 Propuesta de nueva metodología para la definición de excedentes

2.4.1 Necesidad de una nueva definición de excedentes, con una metodología diferente

Como se ha expuesto anteriormente, en la concepción de la determinación legal de excedentes vigente se consideran únicamente la atención de los usos consuntivos del Tajo entre Bolarque y Aranjuez manteniendo un caudal de 6 m³/s en Aranjuez. Para materializarlo, se cuantifican estas necesidades como un requerimiento de desembalses para el Tajo, sobre el que se calcula, en función de una serie de aportaciones, un volumen mínimo de embalse que se requeriría para atender estos desembalses.

La definición legal de excedentes que se ha realizado consiste en "*determinar en cualquier momento el agua excedentaria disponible restando 400 hectómetros cúbicos* [240 hm³ en *PHT1998* y *PHN2001*] *a las existencias en Entrepeñas y Buendía en ese momento*". Este umbral mínimo (fijado en 240 hm³ en 1998, elevado a 400 hm³ en la actualidad) se considera que es la regulación que necesita la cuenca del Tajo, considerando la existencia de aportaciones en el periodo crítico, no admitiéndose trasvases en ningún caso[49] cuando estén por debajo de 400 hm³.

En paralelo, la programación de los trasvases se realiza mediante las Reglas de Explotación. Se insiste en que estas Reglas de Explotación, legalmente, no forman parte de la determinación de excedentes, sino que se concibieron para dar mayor uniformidad a los trasvases realizados. Cuando se plantean en 1997, se adoptan con carácter orientativo como un acuerdo interno de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, mientras que tras las reformas de la legislación de 2013 pasan a tener definición en la Ley, con fijación automática de los volúmenes a trasvasar cuando se encuentra en los niveles 1 y 2 definidos en las Reglas de Explotación, teniendo discrecionalidad —dentro de unos límites— el ministro competente para autorizar el trasvase cuando Entrepeñas y Buendía se encuentren en nivel 3 de las Reglas de Explotación.

En los trabajos de planificación que dieron lugar a los planes del Tajo de 1998 y 2014, para poder cumplir con el mandato de la disposición adicional novena[50] de la Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura, se abordó la determinación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar, con unas metodologías conceptualmente similares a lo que son las Reglas de Explotación, pero planteadas para la determinación del excedente, no la programación de los trasvases a realizar.

Estas propuestas de determinación de excedentes realizadas desde dentro del proceso de planificación de la cuenca del Tajo provocaron un fuerte rechazo entre los beneficiarios de las aguas trasvasadas. La discusión no estaba en si las propuestas realizadas eran correctas o no, sino en que simplemente no les agradaba el volumen

---

[49] Primer párrafo de la disposición adicional 3ª de la *Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional*, tras la modificación introducida en la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes: *"En cuanto a las transferencias de agua aprobadas desde la cabecera del Tajo, se considerarán aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el conjunto de Entrepeñas-Buendía que superen los 400 hectómetros cúbicos. Por debajo de esta cifra no se podrán efectuar trasvases en ningún caso"*.

[50] Disposición adicional novena de la *Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura*:

Uno. La Administración adoptará las medidas pertinentes a fin de que, mediante la regulación adecuada, las aguas que se trasvasen sean, en todo momento, excedentarias en la cuenca del Tajo.

Dos. El carácter de excedentarias se determinará en el Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo, (…)

previsto de agua que iban a recibir. Estas presiones, fuertes, paralizaron en ambos casos los procesos de planificación de las cuencas del Tajo y del Segura, que se desatascaron las dos veces de la misma manera: retirada de la propuesta de determinación de excedentes realizadas desde dentro del proceso de planificación, sustituidas por una determinación de excedentes fijadas desde ámbitos superiores al organismo de cuenca. Ambos planes incluyen una definición de excedentes en sus normativas, lo que supone un cumplimiento formal de lo dispuesto en la disposición adicional novena de la Ley 52/1980, pero su determinación real no ha sido producto del proceso de planificación, sino tras imposiciones externas, lo que lleva a que el espíritu de la Ley no se cumpliera.

El plan de cuenca del Tajo aprobado en 2106 (*PHT2016*) no incluye definición de excedentes, con un reconocimiento explícito de que no se está cumpliendo, ni siquiera formalmente, con la disposición adicional novena de la Ley 52/1980, amparándose en lo dispuesto en otra Ley. Los excedentes están fijados fuera del plan del Tajo, sin tener en cuenta los condicionantes de la planificación hidrológica del Tajo, lo que es en sí mismo contradictorio. Recuérdese que los excedentes reales son el resultado de la comparación entre las disponibilidades y las necesidades de la cuenca cedente, ambas caracterizadas en su plan hidrológico, siendo totalmente independiente de las necesidades o deseos de las cuencas cesionarias o receptoras de los volúmenes trasvasados.

El plan hidrológico de la cuenca cedente es el marco técnicamente adecuado para realizar esta determinación de excedentes. Con la conveniencia o incluso necesidad de reevaluar este procedimiento en cada revisión del Plan, comprobando y ajustando el procedimiento, para garantizar que en todo momento el agua trasvasada sea excedentaria. Pero al hacerse desde fuera del plan de cuenca, no se contemplan adecuadamente las disponibilidades ni las necesidades de la cuenca del Tajo, con unos resultados poco satisfactorios en un escenario altamente conflictivo.

Como se ha mostrado en 2.3, la realidad y necesidades de la cuenca del Tajo presentan una complejidad mucho mayor que la atención de unos usos entre Bolarque y Aranjuez manteniendo un caudal mínimo, a lo que se reduce en el procedimiento actual. De manera esquemática, se puede indicar:

- Las reservas embalsadas en Entrepeñas y Buendía afectan seriamente el desarrollo económico de sus municipios ribereños. Además del valor paisajístico, las actividades recreativas y turísticas del agua de los embalses ofrecen un gran potencial, a lo que hay que añadir su patrimonio histórico/artístico. Especialmente importante en una zona de baja densidad de población y escasas opciones de desarrollo. Potencial que se agranda con la cercanía de Madrid, habiéndose acuñado a mitad del siglo XX el término Mar de Castilla para referirse a Entrepeñas y Buendía como destino turístico de sol y playa, con el desarrollo de una incipiente industria turística en la zona. Sin embargo, tras la puesta en marcha del trasvase Tajo-Segura, los niveles de embalse se han reducido drásticamente, desapareciendo gran parte del atractivo.

  Esta circunstancia no es tenida en cuenta en la determinación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar. Incluso se puede calificar como despectiva la manera en que es tratada en la justificación del carácter excedentario de las aguas y la determinación de las Reglas de Explotación, donde se afirma:

De la página 117 de *JE2013*[51]

(…) La voluntad de incrementar el valor de la reserva, comprensible desde la perspectiva del área de origen, no se fundamenta en proporcionar seguridad a las demandas del Tajo, ya plenamente garantizadas incluso con menos de 400, sino en alcanzar un mayor valor escénico o recreativo de los embalses, objetivo entendible pero que debe en todo caso ponderarse, desde una perspectiva del interés general, con el importante perjuicio socioeconómico inducido en las áreas receptoras por un menor trasvase de agua, y en unos volúmenes que no se aplican ni benefician a ningún uso del Tajo, sino que se entregan a la atmósfera mediante la evaporación. (…)

En este párrafo se aprecia cómo no es tenido en cuenta el nivel de los embalses para la determinación del carácter excedentario de las aguas. Se reconoce que es "*comprensible desde la perspectiva del área de origen*", pero no se tiene en consideración la realidad socioeconómica que lleva aparejada.

En lo que es más un juicio de opinión que una argumentación técnica, se confronta "*el valor escénico o recreativo de los embalses*" al "*interés general*" y al "*importante perjuicio económico inducido en las áreas receptoras por un menor trasvase de agua*". El sesgo de estas afirmaciones parece excluir las oportunidades de desarrollo de la cabecera del Tajo del interés general, a la vez que refleja que para la determinación del carácter excedentario de las aguas se han tenido en consideración condicionantes externos a la cuenca del Tajo.

El final del párrafo refleja una motivación para buscar que Entrepeñas y Buendía se encuentren en los niveles más bajos posibles: reducir la evaporación, que es proporcional a la superficie de lámina de agua, función del nivel de llenado. Con niveles más bajos de los embalses, menor superficie de lámina de agua y menor evaporación, lo que se traduce en un incremento de agua trasvasada.

Por tanto, no sólo no es tenido en cuenta el desarrollo socioeconómico de los municipios ribereños de Entrepeñas y Buendía, sino que conscientemente se impone una gestión de los embalses que prioriza maximizar el volumen teórico de trasvase a costa de mantener Entrepeñas y Buendía en niveles bajos, lo que limita seriamente las posibilidades de desarrollo económico de la zona de los embalses.

- El SICAT, Sistema integrado de la cuenca alta del Tajo (aguas arriba del embalse de Azután), presenta un alto grado de explotación de sus recursos, reflejado en los altos índices de explotación de los sistemas que lo componen. Destaca la atención de los abastecimientos.

  Entre ellos se encuentra el sistema Cabecera, también con un alto índice de explotación, pero no debido a los usos de la cuenca del Tajo sino a los del ATS. Dispone de una gran capacidad de almacenamiento, de orden de tres veces sus recursos medios anuales, que podría ser utilizada como apoyo o complemento a la atención de los usos de los sistemas vecinos, mejorando su garantía con una gestión más equilibrada, reduciendo riesgos de falta de atención de los abastecimientos.

  Incluso cabría plantearse la opción de la reserva ante contingencias, entendidas como posibles escenarios que puedan darse en la gestión que no esté prevista ni planificada su respuesta. Un ejemplo sería el abastecimiento de Madrid ante el supuesto de la falla o inutilización de alguna de sus fuentes importantes de abastecimiento (por ejemplo, alguna incidencia en el embalse de Atazar que

[51] *JE2013* es la justificación de excedentes realizada en 2013, facilitada como anejo técnico en la consulta pública del RD 773/2014. Se aborda en el Anejo 3, apartado An.3F.

impidiera ser utilizado para el abastecimiento durante una temporada). La protección ante contingencias no está contemplada en la planificación hidrológica, pero de producirse apenas habría capacidad de respuesta. Puede ponerse como ejemplo lo que ocurrió en el Segura en 2012 con la rotura del túnel de Ulea (en el canal del Post-trasvase, margen izquierda), que dejó con problemas de abastecimiento a parte de la población; en este caso se tenía el recurso de las desaladoras, que podían aportar agua desde otro sentido, haciendo una función de respuesta ante una situación no prevista. En la mitad oriental de la cuenca del Tajo, el único lugar posible para tener reservas ante estas situaciones, son los embalses de cabecera.

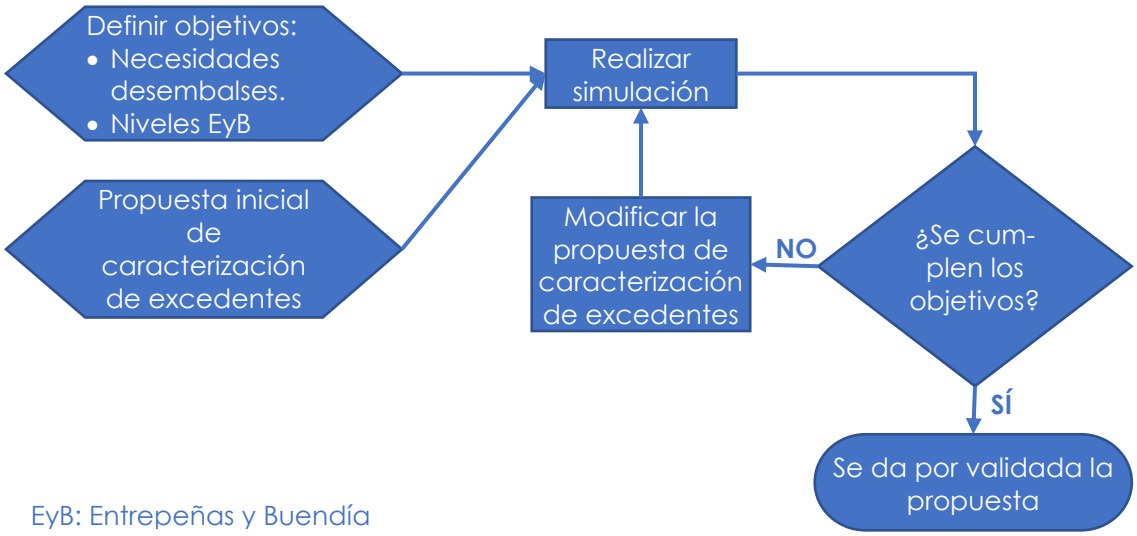
- Hábitat de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Se trata de masas de agua muy modificadas, tipo embalse, que en cierta manera se pueden asimilar a lagos. Situaciones de alto estrés como las sufridas en 2017 con los embalses por debajo del 10%, suponen una afección importante a la fauna, aunque no se encuentre convenientemente estudiada. Además, cumplen su función como lugares de descanso en las grandes migraciones de aves acuáticas.
- Zonas protegidas, especialmente las de la Red natura 2000, Sierra de Altomira y Sotos de Aranjuez. La gestión del agua ha de contribuir al no deterioro y mejora del estado de estas zonas protegidas.
- Caudales ecológicos en el río Tajo. Actualmente, hay fijados unos caudales mínimos, inferiores a los caudales ecológicos que se aprobaron en el esquema de Temas Importantes de 2010, se plantearon en el borrador de Plan Hidrológico de 2011 y se encuentran caracterizados en el anejo 5 de la memoria de los planes de 2014 y 2016. La causa de esta situación son las presiones del lado receptor del trasvase, reconocidas en la Asamblea autonómica de la Región de Murcia.
- Atender los usos en el río Tajo, cumpliendo los caudales mínimos en Talavera de la Reina. Aunque no se encuentra contemplado en la determinación del desembalse de referencia, en los últimos años se han tenido que desembalsar caudales adicionales en verano para poder atender los usos entre Aranjuez y Talavera de la Reina, de forma que se pueda cumplir el caudal mínimo en esta ciudad. Además, hay que tener en cuenta que está la posibilidad de tener que suministrar a la Zona Regable del Canal Bajo del Alberche. La última vez que se tuvo que hacer, en 2012, los caudales del Tajo por Talavera de la Reina descendieron a niveles inferiores a los 10 m^3/s, inadmisibles si se vuelve a presentar la situación, al estar implantado ya el mínimo,

Derivado del problema principal, una mala definición legal de excedentes que no tiene en cuenta los usos del Tajo, su aplicación práctica da lugar a otros problemas de gestión por la aplicación de las Reglas de Explotación: se entra frecuentemente en situación de excepcionalidad hidrológica y los trasvases presentan una gran variación interanual. Como se verá más adelante, con la misma metodología, adaptada al caso, permite analizar y proponer una modificación de las Reglas de Explotación que solucione estos problemas de gestión, con unos trasvases más uniformes gestionando la mayor parte del tiempo el en situación de normalidad. Es una medida efectiva para el ámbito y condiciones que se plantea, pero no resuelve el problema principal de la mala definición de excedentes. Por tanto, al doble problema, se plantea doble solución: una medida mitigadora y transitoria que modifique las Reglas de Explotación y una medida correctora que permita realizar una buena definición de excedentes.

2.4.2 Definición de la metodología

Las necesidades del Tajo son variadas, no reducibles a un uso consuntivo. Para poder evaluarlas, se requiere conocer y predecir cómo se va a comportar el sistema en determinadas circunstancias. No se trata de un proceso deductivo, sino de una simulación sucesiva de distintas hipótesis y escenarios, de los que extraer datos y resultados que pueden ser analizados para contrastar los objetivos. Por tanto, se trata de una herramienta que aporta información sobre el comportamiento del sistema en función de las hipótesis contempladas, una ayuda o soporte a la toma de la decisión.

La metodología que se propone para la caracterización de los excedentes es, conceptualmente, bastante sencilla, esquematizada en la Figura 68.



EyB: Entrepeñas y Buendía

Figura 68. Esquema de la metodología planteada para la definición de excedentes

Se plantea como:

- realizar un balance de entradas y salidas en Entrepeñas y Buendía para diversos supuestos de entradas (aportaciones) y salidas (desembalses al Tajo, evaporación y determinación de excedentes a probar);
- observar los resultados, especialmente en lo que se refiere a la evolución de los niveles de embalse en Entrepeñas y Buendía y la estimación de excedentes;
- analizar con las hipótesis planteadas y resultados obtenidos el grado de satisfacción en el cumplimiento de los objetivos planteados;
- y repetir con distintos escenarios y condicionantes las veces que se considere necesario.

Como ocurre con cualquier estudio basado en simulaciones, el quid del procedimiento es plantear las hipótesis y mostrar los resultados. En el caso que nos ocupa, los desembalses al Tajo que se consideren en cada hipótesis simulada han de reflejar qué aspectos de la cuenca se consideran. Por ejemplo, si se sopesa la necesidad —con su cuantía— o no de realizar desembalses desde Entrepeñas y Buendía para atender usos aguas abajo de Aranjuez, si se plantea que se ha de implantar el régimen de caudales ecológicos o basta con el cumplimiento del mínimo legal de 6 m³/s; o en este último caso, si se tienen en cuenta o no las dificultades que las fluctuaciones de caudal en el río imponen a su cumplimiento.

Así, si se prueba que el sistema funciona con la hipótesis de desembalses al Tajo simulada, se puede considerar que se cumplen los objetivos que dimanan de ella, tanto en lo referente a la atención de las demandas como del cumplimiento del régimen de

caudales ecológicos o mínimos que se haya simulado. Pero en este punto queda una pregunta importante por responder: ¿cómo se determinan estos desembalses?

Precisamente la respuesta a esta pregunta es la que lleva a que el lugar idóneo de aplicación sea dentro de los trabajos de planificación hidrológica de la cuenca del Tajo. En los mismos, se realiza la asignación de los recursos a los usos, con el apoyo de la modelística. Actualmente, para los trabajos de planificación se aplica un modelo para realizar la asignación de recursos a los usos, basado en Aquatool+. En principio, de los resultados de este modelo se podrían analizar el cumplimiento de los distintos objetivos planteados, con un pequeño tratamiento de los datos.

En un principio, para aplicar la metodología aquí propuesta, pueden plantearse dos alternativas:

- Integrar directamente el modelo de asignación de recursos los condicionantes para la determinación de excedentes.
- Utilizar el modelo de asignación de recursos para valorar las necesidades de desembalse para atender los usos de la cuenca del Tajo, con una doble precaución en una primera fase: considerar que no se hacen trasvases y derivar los vertidos de Entrepeñas y Buendía a un fondo de saco virtual, de manera que no distorsionen el balance a lo largo del río Tajo. Tomar estas necesidades de desembalse como punto de entrada en el balance de entradas y salidas de Entrepeñas y Buendía, que puede realizarse por medio de hojas de cálculo —ya sea software privativo, libre uso u open source—. Posteriormente, si se estima conveniente, se puede volver a correr el modelo de asignación de recursos, ya con la definición de excedentes planteada, de una manera habitual.

La primera opción, integrar esta metodología dentro del propio modelo de asignación de recursos a los usos, es factible, con la indudable ventaja de tener un único modelo con todo integrado. Sin embargo, presenta varios inconvenientes, como:

- Es un modelo pesado en preparación, ajuste y ejecución. Plantear distintas alternativas supone un considerable esfuerzo, al que se ha de acompañar el trabajo con los resultados. Es decir, es poco ágil.
- Es un modelo "inteligente", que optimiza las soluciones en función de los condicionantes y de la serie de aportaciones introducidas, para minimizar fallos y maximizar el cumplimiento de objetivos. Este factor, que en principio es una ayuda para la gestión de la cuenca, puede dar lugar a resultados engañosos en la determinación del carácter excedentario. En la práctica, no se toma siempre la decisión óptima, por varias circunstancias. La principal, es que durante la operación se desconoce el futuro, mientras que en la modelización se parte con la ventaja de conocer cuál es la serie de aportaciones, tomando decisiones de desembalse óptimas en función de esa serie, certeza que no se tiene en la explotación. Para entenderlo mejor, consideremos el caso del embalse del Atazar, el mayor del sistema de abastecimiento de Canal de Isabel II. Una solución óptima del modelo puede plantear realizar desembalses adicionales en verano para poder cumplir con el caudal mínimo del Tajo en Talavera de la Reina, garantizándose en el modelo el abastecimiento de Madrid. Pero en la práctica, por muy alto que esté el embalse, el gestor no va a realizar desembalses adicionales para cumplir con el caudal mínimo en Talavera de la Reina, ya que no sabe cuáles serán las aportaciones al Atazar en los siguientes meses/años y comprometería el abastecimiento de Madrid.
  Otras circunstancias que hacen que en la práctica no siempre se pueda tomar la mejor decisión que sugiera el modelo es la necesidad de la programación de

los desembalses, por medio de las comisiones de desembalse, en el que entran en juego otros condicionantes de la gestión, así como la coordinación entre los distintos agentes que intervienen.

- Además, el software empleado para el modelo, Aquatool+ desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia, es privativo, lo que obliga a la adquisición de una costosa licencia para poder ejecutar el modelo. En el caso de la elaboración del plan, puesto que la licencia está ya adquirida, puede pensarse que no es tanto problema. Pero en la práctica condiciona la operativa, limitando la ejecución de alternativas a las máquinas que disponen de la licencia. Y, de puertas hacia fuera, reduce la transparencia, pues obliga a tener la licencia a quien quiera continuar el desarrollo de posibles alternativas o simplemente contrastar las propuestas realizadas.

Así, sin desestimar radicalmente que la primera opción –integración de la metodología dentro del modelo de recursos de la cuenca– pueda aplicarse en los trabajos de planificación, en este trabajo se va a desarrollar la segunda, la aplicación de la metodología como un proceso independiente, que cuente como variable de entrada las previsiones de desembalse desde Entrepeñas y Buendía del modelo Aquatool+ de la cuenca, o el que se emplee si se decide cambiarlo.

Sin embargo, para este trabajo no se dispone de esa herramienta, del modelo de asignación de recursos a los usos que permitan conocer los desembalses que se necesitan desde Entrepeñas y Buendía. En su lugar, con el fin de poder realizar la aplicación de la metodología y obtener unos resultados de la caracterización de excedentes plausible, representativo de la situación actual, se estiman estos desembalses a partir del borrador del Plan del Tajo de 2011, conforme se desarrolla en el apartado An.6A del Anejo 6.

En esta metodología no se contempla el cálculo de un volumen mínimo de no trasvase al modo en que se hace con la definición legal de excedentes actual. En este sentido, la seguridad para la cuenca del Tajo no está en calcular este umbral mínimo, sino en tener los niveles medios de los embalses altos y no pretender sacar de media más de lo que entra, de forma que cuando se inicie un periodo seco los embalses se encuentren en niveles altos y no haya una excesiva presión por bajar rápido las reservas.

En definitiva, la metodología propuesta se trata de un proceso sencillo, que puede realizarse por medio de una hoja de cálculo sin grandes complicaciones. Pero a pesar de esta sencillez –o gracias a ella–, se trata de una metodología robusta que permite resolver el problema planteado con garantías y aportando información del funcionamiento del sistema.

2.4.3 Modelo de simulación

La simulación realizada consiste en plantear un balance de entradas y salidas en los embalses de Entrepeñas y Buendía a escala mensual, que puede desarrollarse por medio de una hoja de cálculo[52], considerándose:

[52] El Modelo del Eje del Tajo (MET), planteado en el borrador del Plan hidrológico del Tajo de 2011, puede considerarse una variante de esta metodología, en la que se integraban los resultados del modelo AquatoolDMA (antecesor de Aquatool+) para el resto de la cuenca, considerando aportaciones de afluentes y demandas en el tramo del Tajo comprendido entre Bolarque y Talavera de la Reina, calculando a su vez los caudales medios mensuales del Tajo en Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina.

- Las entradas se toman de la serie de aportaciones que se dispone (reproducidas en An.2C).
- Las salidas[53] son:
    - los desembalses requeridos para el Tajo (en el caso de que no hubiera suficiente agua, se limita al máximo que se puede desembalsar la diferencia se contabiliza como déficit),
    - el trasvase del mes contabilizado a partir de la propuesta realizada de determinación de excedentes que se prueba y
    - la evaporación estimada a partir del agua embalsada en los embalses.
- La diferencia entre entradas menos salidas se suma al volumen inicial del embalse para tener el volumen al final del mes (inicial del siguiente).
- Si este volumen calculado supera el máximo (varía según los meses, por el resguardo dejado para avenidas), lo que supera este máximo se refleja como una salida adicional por vertido, y se limita el volumen final al máximo.
- Se repite el proceso para el siguiente mes, hasta completar la serie de datos.

Una metodología sencilla, centrada únicamente en los embalses de Entrepeñas y Buendía. O, mejor dicho, en un embalse virtual suma de los dos. De esta manera se desliga la metodología de la modelística general del Tajo y de su caracterización de demandas, adaptándose mejor al objetivo de este trabajo y a su vez ganando en sencillez y facilidad para entender los resultados.

A continuación, se describen las variables consideradas en el modelo, la mayor parte representadas en el esquema de la Figura 69:

- A_i: aportación en el mes *i*. Conocido, de la serie de aportaciones considerada (Anejo 2, punto An.2C).
- $A12m_i$: aportación de los doce meses anteriores al mes *i*. Calculada a partir de la serie de aportaciones considerada:

$$A12m_i = \sum_{k=1}^{12} \mathrm{A_{i-k}}$$

- Vi_i: volumen al inicio del mes *i*. Coincide con el volumen al final del mes *i*-1. Para el mes inicial se fija de manera arbitraria, condicionando por tanto los resultados, si bien su efecto se desvanece con el avance de la serie y prácticamente desaparece si se alcanza el volumen mínimo de explotación o el volumen máximo de embalse.
- Vf_i: volumen al final del mes *i*. Se calcula por aplicación del balance en cada mes
- E_i: estimación de la evaporación para el mes *i*, a partir de la superficie de la lámina de embalse (función del volumen de embalse) y la ETP considerada para ese mes. En el Anejo 2 (punto An.2B) se desarrolla la metodología usada para su estimación.
- *Vmin* (no aparece en la Figura 69): volumen mínimo de explotación. Se considera 118 hm³, el planteado en *JE2013*.
- *Vmax* (no aparece en la Figura 69): volumen máximo del embalse, que varía según los meses en función de los resguardos requeridos en las normas de

[53] Otra variable que podría entrar en juego es la infiltración, prácticamente despreciable en el caso de Buendía, pero significativa en Entrepeñas. Sin embargo, puesto que tanto el análisis de la masa de agua subterránea de la Sierra de Altomira como la experiencia de la gestión, esta infiltración aflora o descarga en Bolarque o ligeramente aguas abajo, por lo que a efectos de este modelo se puede considerar como una parte de las salidas.

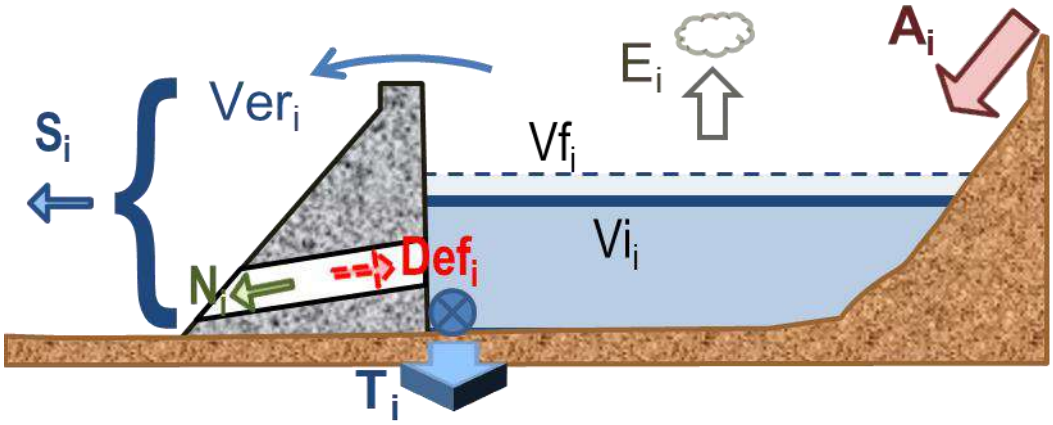


Figura 69. Esquema de variables para un mes "i" del modelo de simulación planteado

explotación; 2153,27 hm³ para los meses de diciembre, enero y febrero, 2453,56 hm³ para el resto del año.

- T_i: trasvase a realizar en el mes *i*. A efectos de este modelo, se considera igual al excedente. Determinado mediante una regla, como puede ser una tabular en función del volumen de embalse y las aportaciones de los doce meses anteriores *(A12m$_i$)*, del estilo de las actuales Reglas de Explotación, pero cambiando los parámetros. Admite otras posibilidades, como fijarlos como un porcentaje de las aportaciones u otra forma que se quiera probar o evaluar.
- UEH_i: umbral de excepcionalidad hidrológica del mes *i*. En el caso de las actuales Reglas de Explotación la separación entre el nivel 2 y 3 se realiza mediante una tabla que da valores diferentes para cada mes del año.
- N_i: necesidades de la cuenca del Tajo para el mes *i* (demandas consuntivas más lo estimado para el cumplimiento de los caudales mínimos considerados). Se trata de un dato de entrada, que puede ser una estimación, o un valor de prueba de la hipótesis. A su vez puede ser constante todos los años o variable, según la hipótesis que se plantee.
- Def_i: déficit en el mes *i*. Por defecto será 0, salvo que Vf_i calculado se encuentre por debajo de *Vmin*, en cuyo caso será la diferencia entre estos dos valores. Se puede considerar como una entrada virtual al sistema, reflejando la aportación adicional de agua que se necesitaría para poder atender la necesidad N_i. También refleja la diferencia entre la necesidad (N_i) y la salida al Tajo (S_i).
- Ver_i: vertido o desembalses adicionales en el mes *i* por haberse sobrepasado la capacidad del embalse. Por defecto es 0, salvo que Vf_i calculado sea superior al volumen máximo, en cuyo caso es la diferencia de valores[54].
- S_i: salidas al Tajo (o desembalses) correspondientes al mes i. Inicialmente, se consideran iguales a N_i. Si en el cálculo, aparece déficit (Def_i) se le resta este déficit. A su vez, si en el cálculo aparece vertido (Ver_i), se le suma.

El proceso de cálculo es:

1. $Vi_i = Vf_{i-1}$. Si *i*=1, entonces Vi_1 se fija arbitrariamente, por ejemplo, 1000 hm³ o $Vmax_i/2$; con la serie de aportaciones considerada, apenas tiene influencia,

[54] En el cálculo, el vertido se le añada a la salida, pues es volumen que sale por el Tajo.

pues los cuatro primeros años de la serie se superan los 1000 hm³/año (los 2000 hm³/año en los años segundo, tercero y cuarto), que implica una situación de vertido.

2. $S_i = N_i$
3. Se estima E_i en función del mes y de Vi_i[55].
4. En función del volumen al inicio del mes (Vi_i) y, si procede, de las aportaciones de los meses anteriores ($A12m_i$; caso, por ejemplo, de las Reglas de Explotación del RD 773/2014), se determina T_i.
5. Se calcula Vf_i aplicando un balance, con la expresión:

$$\Delta\text{Volumen} = \text{Entradas} - \text{Salidas} \quad \Rightarrow \quad Vf_i = Vi_i + A_i - E_i - S_i - T_i$$

6. Si se supera el volumen máximo ($Vf_i > Vmax$), se determina:
   a. $Ver_i = Vf_i - Vmax$
   b. $Vf_i = Vmax$
7. Si se baja del volumen mínimo ($Vf_i < Vmin$), se determina:
   a. $Def_i = Vmin - Vf_i$
   b. $Vf_i = Vmin$
8. Si hay vertido o déficit, se recalcula la salida al Tajo:
   a. $S_i = S_i - Ver_i - Def_i$
9. Se continúa con el siguiente mes ($i = i + 1$)

Una vez realizada la simulación para todos los meses de la serie, se generan gráficas y tablas que permiten ver el comportamiento del sistema.

En los cálculos se consideran las entradas a los embalses de Entrepeñas y Buendía con signo positivo, y las salidas con signo negativo. El balance es una suma de valores positivos (entradas y valores de volumen embalsado) y negativos (salidas).

2.4.4 Consideraciones sobre la serie de aportaciones utilizada en la simulación

2.4.4.1 Constatación del efecto 80

Formada a partir de distintas fuentes según los periodos, se dispone de una serie de aportaciones aforadas de más de 100 años, desde 1913, que se recoge en el Anejo 2 (punto An.2C). Se trata de una serie amplia, poco habitual en los trabajos hidrológicos, lo que en principio supone una ventaja. Sin embargo, ya sea por el denominado efecto 80 o manifestaciones tempranas del cambio climático, hay una percepción de que las tendencias de aportaciones van cambiando, y que los valores antiguos no caracterizan adecuadamente el momento presente y las previsiones a realizar a corto/medio plazo.

Esta preocupación por el descenso de las aportaciones a partir de 1980 se encuentra apuntada en diversos documentos de la planificación hidrológica, si bien considerado como una singularidad dentro de un periodo más largo de aportaciones. Por ejemplo,

[55] El volumen varía a lo largo del mes entre el inicial y el final, por lo que puede parecer más ajustado considerar el volumen medio del mes. Pero en principio no se conoce el volumen final del mes, que se calcula en un paso posterior. Podría entonces aplicarse un proceso iterativo en el que vaya convergiendo el volumen considerado para estimar la evaporación con el volumen medio mensual. Ahora bien, este procedimiento generaría mayor complejidad, pero realmente no se ganaría precisión en el cálculo. Salvo alguna excepción, las diferencias entre el volumen inicial, final y medio no son excesivas. La evaporación es una estimación a partir de unos valores de evaporación medios mensuales. Además, en unos meses el volumen crece y en otros el volumen decrece, por lo que la desviación no va siempre en el mismo sentido. Por estos motivos, se considera adecuado estimar la evaporación del mes considerando sólo el volumen al inicio del mes.

en el *Libro Blanco del Agua* (Ministerio de Medio Ambiente, 2000) se indica: "*es interesante constatar que la consideración de los últimos 10 años —es decir, el empleo de las series 1940/41-1995/96 en lugar de las estándar 1940/41-1985/86— supone, por término medio, casi un 4% de disminución de los recursos naturales totales*". A la hora de analizar "*los resultados desfavorables en el funcionamiento del ATS*", plantea como una razón básica "*la intensa y prolongada sequía producida durante el periodo 1980/81-1994/95*", considerando posteriormente que "*habrá de tenerse en cuenta para la gestión futura del sistema de cabecera del Tajo, tal y como ya se está haciendo mediante las Reglas de Explotación recientemente elaboradas*".

En la documentación técnica del Plan Hidrológico Nacional se menciona el efecto 80, pero no se tiene en cuenta en la interpretación de los resultados. Se utiliza la serie de aportaciones 1940-1995, sin tener la precaución de analizar por separado los resultados a partir de 1980. Como ejemplo, en la Figura 70 se reproduce la estimación de sobrantes que realiza para la cuneca del Tajo, en la que se aprecia claramente que a partir de 1980 son inferiores a los que había antes.

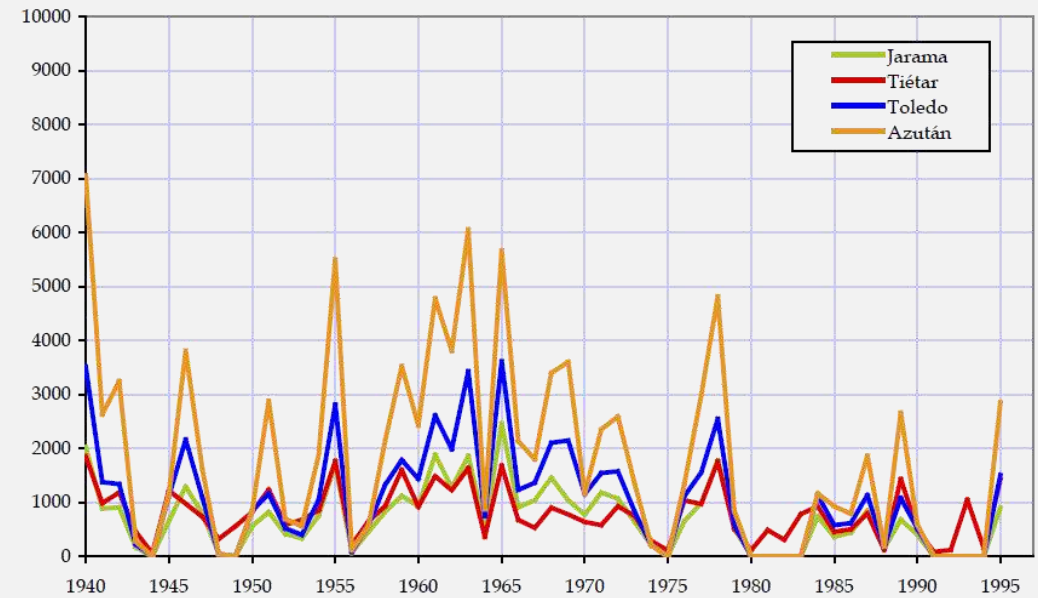


Figura 70. Reproducción de la "*Figura 41. Sobrantes anuales exclusivos (hm³) en la cuenca del Tajo*" del tomo "*Análisis de los sistemas hidráulicos*" de la *documentación técnica del Plan Hidrológico Nacional* (Ministerio de Medio Ambiente, 2000)

En esta línea, José Ramón Témez, en su artículo *El período seco 1980-95. Su rareza y efectos en el sureste español* (Témez Peláez, 2004), como se desprende de su título, consideraba en 2004 —tras unos años de aportaciones relativamente abundantes— que se trataba de un periodo (1980-1995) "*excepcionalmente desfavorable*", augurando para el ATS "*una explotación futura más acorde con las estimaciones hechas en su proyecto*". Al año siguiente, el mismo autor ve publicado su artículo *Fluctuaciones pluviométricas en la Península Ibérica desde el año 1856 y su repercusión en los Planes Hidrológicos* (Témez Peláez, 2005), en el que se indica:

Extracto de ***Fluctuaciones pluviométricas en la Península Ibérica desde el año 1856 y su repercusión en los Planes Hidrológicos*** (Témez Peláez, 2005)

(…) La estimación de los recursos hídricos disponibles, así como las reglas de gestión para su mejor aprovechamiento y la eficacia de ciertas infraestructuras (por ej. Trasvase Tajo-Segura y Júcar-Vinalopó, etc.), son bien diferentes según se deduzcan a partir de las series de lluvias y caudales de los 55 años 1940-1995 utilizados en los Planes Hidrológicos, o a partir de otros escenarios como el de los 68 años 1912-1979 sin períodos de gran escasez en las zonas Centro y Sur (véanse en la Fig. 10 las mayores entradas de agua al embalse de Bolarque en la cabecera del Tajo) y por el contrario con

una fase muy seca en Levante, que en las provincias de Murcia y Alicante persiste en los 20 años de 1924-1943. Parecidas consideraciones se podrían hacer con el período de 64 años 1880-1943. Se puede concluir que la muestra de datos 1940-1995 no es por sí sola representativa del futuro previsible en el horizonte temporal de la planificación y de la vida útil de las infraestructuras hidráulicas, y se deben por tanto esbozar estrategias ante la presentación de otros escenarios pluviométricos, también verosímiles a la luz de los datos disponibles, de análoga duración al de los Planes Hidrológicos pero con diferentes características, más abundantes en algunas zonas como el Centro y Sur y por el contrario más severos en Levante. (…)

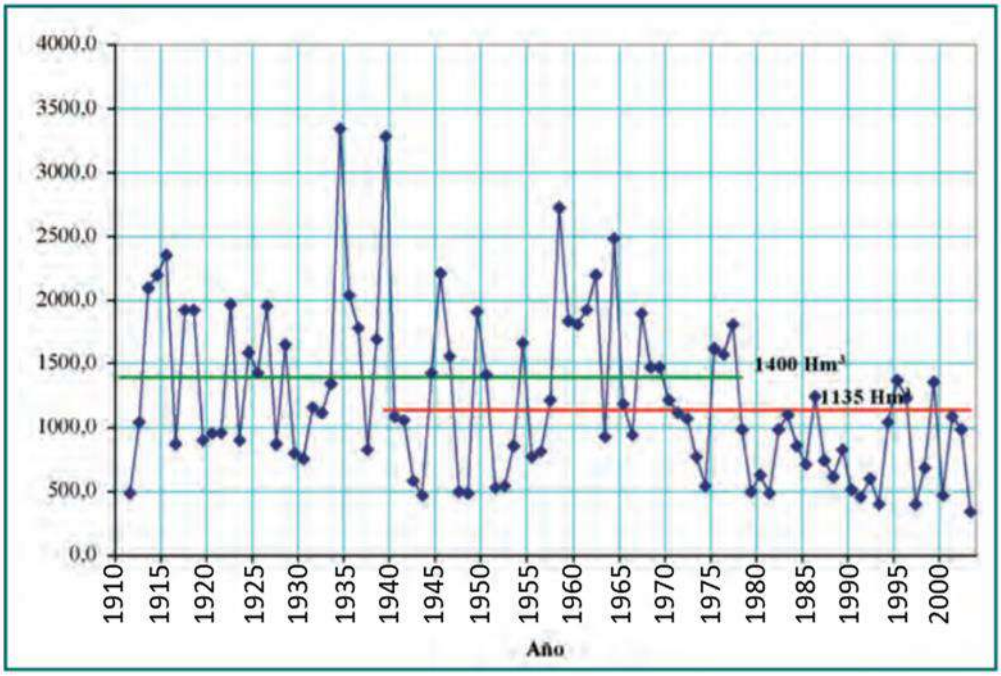


Figura 71. Reproducción de la *Fig. 10. Volúmenes anuales en la cabecera del Tajo (Bolarque)* del artículo *Fluctuaciones pluviométricas en la Península Ibérica desde el año 1856 y su repercusión en los Planes Hidrológicos* (Témez Peláez, 2005) (Nota: el gráfico original figura sin los años en las abscisas)

A este respecto, como resumen en la conferencia que pronunció en 2013 en el Centro de Estudios Hidrográficos, José Ramón Témez advierte: *"Las series largas de registros pluviométricos en la Península Ibérica muestran unas notables fluctuaciones con fases de escasez y abundancia de duraciones supradecenales, que los datos disponibles de caudales reflejan aún más acentuadamente (…)"* (Témez Pelaez, 2016).

Así, puede decirse que desde el final del siglo XX hay una preocupación por el descenso de precipitaciones registrado. Si bien, es tratado en un principio como una singularidad, o algo que deba ser vigilado, pero no se cuestiona cuál es el periodo de la serie de aportaciones que caracteriza la situación actual. No se le da un carácter conclusivo sino de seria advertencia. Es decir, no se plantean modificar las previsiones o la gestión. Como se trata con detalle en el punto An.3F del Anejo 3, es un tratamiento similar al que se da en la justificación de excedentes de 2013, a pesar de que en la misma se cuenta con una serie más amplia —que es analizada— y está realizada años después de la publicación de la Instrucción de Planificación Hidrológica, que distingue entre serie larga (desde 1940) y serie corta (desde 1980), con implicaciones en la asignación de recursos.

(Terrero Guerra, 2016) aborda mediante contrastes estadísticos la caracterización del efecto 80 en diversas cuencas españolas. Con especial énfasis en la cabecera del Tajo. Trabaja con las series de aportaciones en régimen natural estimadas con el modelo

SIMPA[56]. En sus conclusiones se indica: "*se pone de manifiesto que existe una tendencia temporal descendente de las aportaciones en la cabecera de la cuenca del río Tajo hasta el embalse de Bolarque, siendo el comportamiento estadístico de dicha serie de datos observados heterogéneo a lo largo del tiempo. Por lo tanto, las aportaciones hídricas no proceden de la misma población (función de distribución), diferenciándose claramente dos periodos con distinto comportamiento estadístico, 1940-1980 y 1980-2011*".

Con un enfoque similar a (Terrero Guerra, 2016), pero utilizando la serie de aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía (rellenadas con las de Bolarque para valores anteriores a 1958), se ha realizado un estudio específico, recogido en el Anejo 5. Contiene un análisis estadístico de la serie de aportaciones considerada, basado en el contraste de hipótesis, extrayéndose las siguientes conclusiones:

- Hay evidencia estadística de que la serie de aportaciones del periodo 1980-2017 tiene un comportamiento diferente de las aportaciones registradas en el periodo 1913-1980.
- La media y cuartiles anteriores a 1980 son significativamente superiores a los que se dan a partir de 1980.
- Por tanto, utilizar los valores de aportaciones anteriores a 1980 para fijar parámetros de la gestión —como se realiza en el RD 773/2014—, da lugar a planteamientos de explotación más agresivos que los que se tienen usando la serie 1980-2017.
- No sabemos cuáles serán las aportaciones que se registren en años venideros, pero teniendo en cuenta la amplitud de la serie 1980-2017 (37 años), lo prudente es considerar que se continúa en el mismo ciclo, por lo que no deberían tenerse en consideración las aportaciones anteriores a 1980 para fijar aspectos de la gestión.
- Considerar una serie de aportaciones de valores sensiblemente mayores a los que se registran lleva a un escenario de sobreexplotación. Los excedentes previstos o expectativas de trasvase son superiores a las disponibilidades, siendo el sistema incapaz de almacenar en los máximos para atender los mínimos.
- A su vez, parece intuirse que la serie de aportaciones 1980-2017 tiene una tendencia decreciente. La alta variabilidad de los valores registrados dificulta la cuantificación de esta tendencia, pero un hecho significativo es que conforme se ha ido avanzando en el tiempo a lo largo de la serie, en 6 años se han registrados mínimos inferiores a los que se tenían antes, con una reducción del mínimo anual del orden del 30%.
- Si esta reducción de aportaciones producida corresponde al cambio climático o a otras causas, está fuera del alcance del estudio. Un planteamiento prudente tendría en cuenta que el cambio climático puede agravar los aspectos negativos de la serie, tanto en lo referente a la cuantía de las aportaciones, como a la ampliación de la duración de los periodos secos.
- Por otra parte, puesto que en el RD 773/2014 se plantea una predicción de las aportaciones de los meses siguientes a partir de las del mes actual, se ha

[56] Con el modelo SIMPA, elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos, se tiene una estimación de las aportaciones en régimen natural —el régimen de los ríos que se tendría si no hubiera ninguna presión antrópica— en las cuencas españolas. Es empleado en los planes hidrológicos de las demarcaciones. Información sobre este modelo puede encontrarse en: http://ceh-flumen64.cedex.es/Hidrologia/pub/proyectos/simpa.htm

realizado un análisis de correlación entre las aportaciones mensuales de la serie de aportaciones 1980-2017. Se aprecia como entre algunos meses próximos se tiene una correlación relativamente alta, pero insuficiente para predecir con precisión las aportaciones de los meses siguientes.

Como resumen, aunque se tenga la suerte de disponer de una serie larga de aportaciones aforadas en el punto de estudio, la misma tiene un comportamiento totalmente diferente a partir de 1980, contrastado estadísticamente. Además, parece que existe una tendencia descendente de las aportaciones. No estamos en condiciones de discernir, ni es el objetivo de este trabajo, si este fenómeno corresponde a manifestaciones tempranas del cambio climático, a causas antrópicas (como el incremento de la profundidad de los arados en la agricultura o la reforestación), a otros efectos climáticos no determinados (como pudieran ser ciclos solares o los cambios en la corriente del golfo) o a una superposición de efectos. Pero sí se puede afirmar que es preocupante, siendo conveniente —incluso necesaria— una gestión muy cauta a este respecto.

Adicionalmente, como adelanto de los puntos siguientes, las simulaciones reflejan la existencia de tres grandes ciclos en el periodo 1980-2017 (1980-1995,1995-2009 y 2009-2017). En las simulaciones realizadas en las que se permite que Entrepeñas y Buendía puedan realizar adecuadamente la regulación del recurso, aprovechando la carrera de embalse, se aprecia como al último ciclo le cuesta recuperar adecuadamente.

2.4.4.2 Consideración de la serie completa en la gestión

A pesar de la evidencia de datos que muestran una diferencia clara entre las aportaciones anteriores y posteriores a 1980, en la gestión actual parece existir una inercia para considerar la serie completa. Un ejemplo se puede ver en las referencias a los documentos del Plan Hidrológico Nacional mostradas. También, de manera más significativa a efectos de la actual determinación legal de excedentes, el tratamiento que se da en *JE2013* que se trata en el punto An.3F del Anejo 3, donde aunque se reconoce que *"existe suficiente evidencia como para suponer que las aportaciones actuales en cabecera son inferiores a las registradas en el pasado y establecer el año 1980 como fecha de corte"*, se realiza la caracterización considerando la serie completa a todos los efectos.

Otro ejemplo está en el informe de la *Comisión de Desembalse de la Confederación Hidrográfica del Tajo del 12/12/2018* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018), en el que se afirma que *"La aportación a estos embalses ha sido de 869,51 hm³, un 75,2 % de la aportación media anual de la serie histórica 1912-2017 (1155 hm³). Se trata por tanto de un año seco"*. Obsérvese que el valor en cuestión, 870 hm³, es superior a la media del periodo 1980-2017 (737 hm³), concretamente un 18%. Así, un año con aportaciones que representan el percentil 69 de la serie de aportaciones 1980-2017, es considerado como seco al considerar la serie desde 1912, que no es representativa de la situación actual.

2.4.4.3 Serie de aportaciones utilizada en las simulaciones

La modelización se realiza para la serie completa, mostrándose en el Anejo 6 los resultados por separado según sean las aportaciones anteriores o posteriores a 1980.

Dadas las diferencias que existen entre las aportaciones —contrastadas estadísticamente en el Anejo 5—, a nivel operativo no tiene sentido usar toda la serie, sino sólo a partir

de 1980. No obstante, en este trabajo académico se utiliza toda la serie para dejar en evidencia las diferencias que se tienen en los resultados, con los potenciales peligros que se pueden tener si se usan valores medios de la serie completa.

Los análisis se centran en el periodo 1980-2017, que es el que tiene sentido en las circunstancias actuales.

2.5 Aplicación de la metodología propuesta

Se insiste en afirmar que, en lo que se refiere a la caracterización del agua excedentaria en la cabecera de la cuenca del Tajo, el lugar adecuado para la utilización de esta metodología es el marco de la elaboración del plan hidrológico de la cuenca del Tajo, donde se establecen los distintos objetivos y la caracterización de usos y recursos.

Se aplica primero con una finalidad diferente —aprovechando la versatilidad de la metodología—: el análisis y propuesta de modificación de las Reglas de Explotación. Oficialmente, estas Reglas de Explotación no son la definición de excedentes, pero sirven para determinar el agua que se trasvasa. En la práctica es aplicable la metodología planteada, de una forma restringida. Los desembalses al Tajo se encuentran limitados a los desembalses de referencia —por lo que no se requiere estimar o calcular cuáles son las necesidades reales del Tajo— y los objetivos no tienen que ver con buscar una situación para el Tajo, sino que se limitan a lograr una uniformidad y estabilidad en los caudales trasvasados. Indirectamente, estos objetivos se encuentran ligados a una gestión más racional de los embalses de Entrepeñas y Buendía, que de aplicarse se reflejarían en una mejora de la situación del Tajo, especialmente de su cabecera. Si bien en ese caso habría que matizar que seguiría sin tener una adecuada definición de excedentes, sino que se mantiene la actual, realizada al margen de la planificación hidrológica del Tajo.

Seguidamente, en el punto 2.5.2, se realiza la determinación del carácter excedentario de las aguas que se pueden trasvasar. Para ello es preciso partir de una caracterización de las necesidades de desembalses desde Entrepeñas y Buendía al Tajo, que se desarrolla en el punto An.6A del Anejo 6.

De un modo esquemático, adoptando la terminología empleada en la evaluación ambiental, la aplicación de la metodología para la mejora de las Reglas de Explotación es una acción mitigadora, pues permite mejorar varios aspectos de la gestión del ATS, pero no soluciona el problema de fondo. En cambio, la aplicación de la metodología a la determinación de excedentes, que sí tiene en cuenta la situación de la cuenca del Tajo, ese una acción correctora, que aborda la raíz del problema.

2.5.1 Medida mitigadora: propuesta de nuevas Reglas de Explotación

2.5.1.1 Motivación

Como se ha indicado en 2.2.7, con representación gráfica en la Figura 20, al problema de la mala definición de excedentes se le añade el de una mala gestión realizada con las Reglas de Explotación. Dando como resultado frecuentes situaciones de excepcionalidad hidrológica y una alta variabilidad anual en los trasvases. Marco de gestión conflictivo, con declaraciones de situaciones de sequía que, como se va a ver, podrían ser evitadas.

Conforme a lo establecido en la legislación, las Reglas de Explotación no son una determinación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar, si bien en la práctica son las que determinan el agua que se trasvasa. Así, no es aplicable directamente la metodología propuesta en 2.4.2, puesto que la finalidad no es cumplir con los objetivos del Tajo, sino solamente conseguir una gestión más eficiente pero respetando la actual definición legal de excedente y la estructura de las Reglas de Explotación. Pero sí que esta propuesta de metodología puede ser adaptada a las condiciones de las Reglas de Explotación. Esto es, no preocuparse por los aspectos del Tajo, sino solamente por la

uniformidad de los trasvases y evitar la entrada en situaciones de excepcionalidad hidrológica.

Este enfoque es acorde con lo expuesto en el sexto párrafo de la *Disposición adicional quinta. Reglas de explotación del Trasvase Tajo-Segura*[57] de la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Se trataría de un resultado y propuesta consistente, cuya posible aplicación —si fuera del interés y percibido por la autoridad competente— no requeriría rango de Ley, sino sólo la modificación o reescritura del RD 773/2014. Para la cuenca del Tajo, aunque no se trate de una definición del carácter excedentario de las aguas, sería positivo —que no suficiente— en cuanto supondría un aumento del nivel medio de llenado de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Además, la regularidad de los trasvases realizados permitiría una mejor gestión en el Segura, eliminándose tensiones sobre el día a día de la operación del ATS.

Es una aplicación de la metodología con una serie de limitaciones, pero que permite en este caso plantear una mejora de la gestión actual, aunque siga sin ser correcta la definición de excedentes. Además, desde un punto de vista más didáctico, permite una aproximación gradual a la metodología. Enfatizando este carácter expositivo, la propuesta de mejora de las Reglas de Explotación se realiza con varios pasos intermedios, con pequeños cambios entre ellos, lo que facilita la comprensión de la sensibilidad del sistema y deficiencias a corregir.

2.5.1.2 Adaptación de la metodología propuesta para la definición de excedentes para mejorar las Reglas de Explotación

Para plantear esta modificación de las Reglas de Explotación se puede aplicar la metodología propuesta para la determinación de excedentes con unos retoques. Estos cambios en la metodología se centran en el objetivo, que ya no es velar por el Tajo sino buscar la homogeneidad de los trasvases y evitar situaciones de excepcionalidad hidrológica, y en considerar las restricciones impuestas a la cuenca del Tajo, que se traduce en limitar los desembalses al Tajo a los desembalses de referencia. En la Figura 72 se muestra el esquema de la metodología adaptada al caso de análisis y mejora de las Reglas de Explotación.

[57] "*Con el único objetivo de dotar de mayor estabilidad interanual a los suministros, minimizando la presentación de situaciones hidrológicas excepcionales a las que se refiere el nivel 3, sin modificar en ningún caso el máximo anual de agua trasvasable, a propuesta justificada del Ministerio competente en materia de aguas, y previo informe favorable de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, podrán modificarse, mediante real decreto, tanto el volumen de existencias y el de aportaciones acumuladas contemplados en el nivel 1, como los volúmenes de trasvase mensual correspondientes a los niveles 1, 2, 3 y los volúmenes de existencias para cada mes correspondientes al nivel 3. (…)*".
La motivación de esta disposición se encuentra en el preámbulo IV de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, donde se indica: "*Además de seguridad jurídica, se establece un mecanismo de seguridad y estabilidad técnica al ordenar al Gobierno la actualización mediante real decreto de las magnitudes determinantes de la regla de explotación del trasvase. Ello resulta necesario para adecuar de forma flexible estas magnitudes a las variaciones hidrológicas observadas en los últimos años y para disponer de instrumentos ágiles de adaptación a posibles efectos de alteración hidrológica como los inducidos por el cambio climático*".

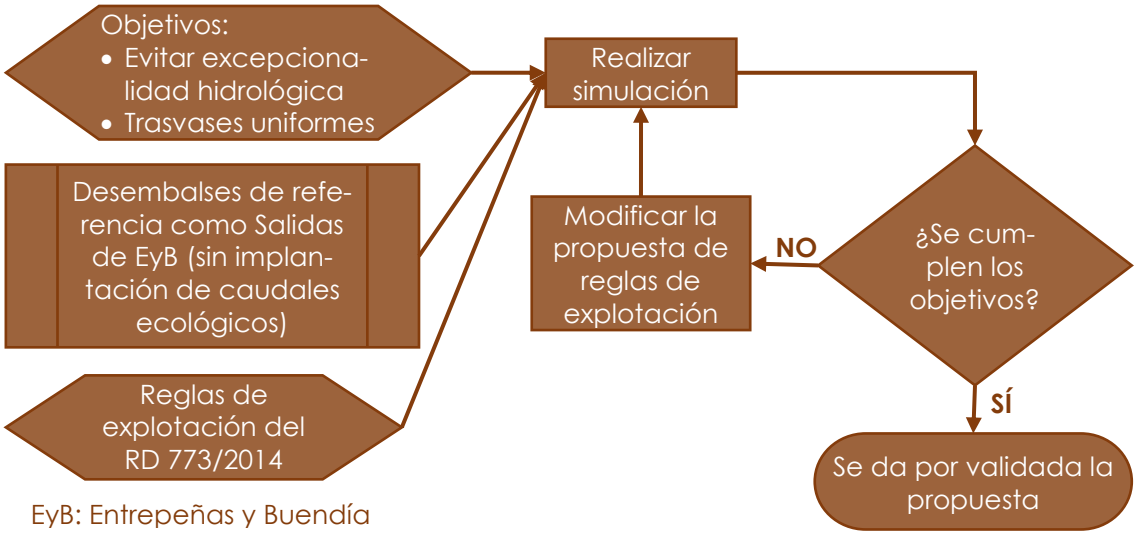


Figura 72. Esquema de la metodología planteada para la revisión de las Reglas de Explotación, adaptada de la realizada para la definición de excedentes

Se realiza respetando las limitaciones y restricciones de la legislación a la cuenca del Tajo (desembalses de referencia y la no implantación del régimen de caudales ecológicos). Es decir, no puede confundirse con una determinación de excedentes. Es sólo una propuesta de mejora de las Reglas de Explotación vigentes para que cumplan su función.

A los efectos de las simulaciones, no se ha considerado el valor máximo de 650 hm³ fijado en la legislación, sino que se han considerado únicamente los 600 hm³ de la cuenca del Segura. La razón es porque los 30 hm³ para el abastecimiento en el Guadiana todavía no se pueden enviar, de momento a falta de completar la infraestructura del Abastecimiento de la Llanura Manchega; y los 20 hm³ para socorro a las Tablas de Daimiel no están planteados como una demanda anual, sino solamente para situación de emergencias. Cuando se ha recurrido a su envío en el pasado ha coincidido con momentos en los que la cabecera del Tajo no estaba boyante, lejos de poder alcanzar el máximo anual del trasvase. Así, considerar en el modelo el máximo de 650 hm³ planteado en el RD 773/2014 daría resultados que no coincidirían exactamente con la situación actual. Otra cuestión es cuando se materialice el Abastecimiento a la Llanura Manchega, y se definan en detalle sus condiciones, en cuyo caso habría que adaptar el cálculo a las nuevas circunstancias. Más adelante, cuando se analicen los resultados, se incide en lo que implica tomar uno u otro límite máximo anual del trasvase.

Como condicionante para la simulación, los desembalses para el Tajo que se consideran son los desembalses de referencia definidos en el artículo 4 del RD 773/2014[58]:

[58] Al desembalse de referencia fijado en el punto 1 (365 hm³/año) se abrevia en este documento con DR2014.
Al incremento considerado en el punto 3 de 2 m³/s (aprox. 60 hm³/año) más DR2014 (en total 425 hm³/año) se abrevia en este documento como DR2014+CYII

Artículo 4. Desembalses de referencia. (del RD 773/2014)

1. Los desembalses a efectuar desde la presa de Bolarque hacia la cuenca del Tajo, para la adecuada satisfacción de las necesidades ambientales y socioeconómicas de la cuenca cedente, no superarán en más de un 25%, durante su operación normal, los valores mensuales indicados en la siguiente tabla, sin que en el cómputo anual se admita desviación alguna que suponga incremento sobre el volumen máximo de desembalse anual. El cálculo se hará sin computar el caudal que, de forma inevitable, se vierta por aliviaderos.

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
$hm^{3.}$	25	18	19	19	18	23	23	31	42	60	51	36
$m^3/s.$	9,3	6,9	7,1	7,1	7,4	8,6	8,9	11,6	16,2	22,4	19,0	13,9

2. Los desembalses indicados podrán superarse, con la debida justificación, cuando por razones de seguridad o mal funcionamiento de las infraestructuras, por laminación de crecidas, o por requerimientos ambientales o sanitarios no previstos ni incorporados en la programación anual detallada en la tabla, así se requiera. La citada justificación documental será dirigida por la Confederación Hidrográfica del Tajo a la Dirección General del Agua en un plazo no superior a tres meses desde que se produzca la incidencia.

3. Estos desembalses podrán incrementarse hasta en 2 m^3/s adicionales cuando la toma de la presa de Valdajos, para abastecimiento del sistema atendido por el Canal de Isabel II, así lo requiera. Estos caudales adicionales no computarán a los efectos del cálculo anual establecido en el apartado 1. La serie mensual de captaciones de esta toma se incluirá entre las series de referencia a incorporar en los informes descritos en el artículo siguiente.

La tabla del punto 1 del Artículo 4 del RD 773/2014 totaliza 365 hm^3/año. Para cada mes, se puede descomponer el desembalse en lo necesario para mantener el caudal mínimo en Aranjuez y lo necesario para atender los usos consuntivos del Tajo considerados (representado en Figura 73).

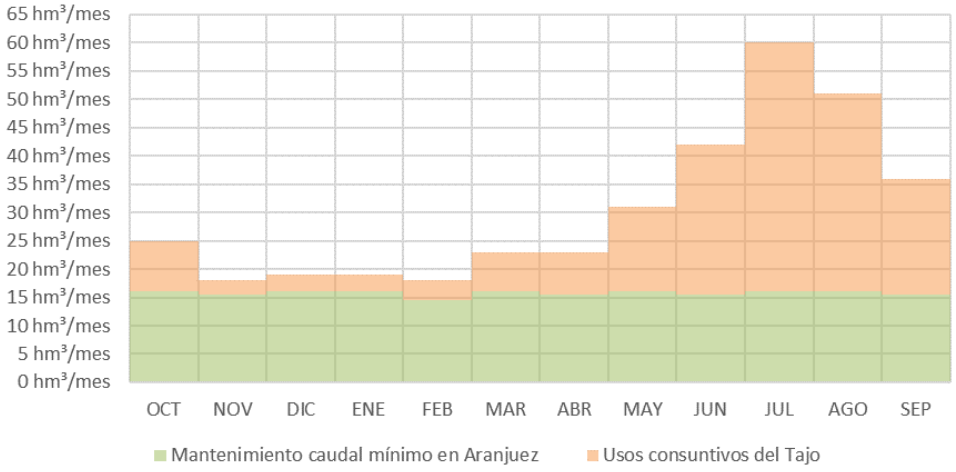


Figura 73. Representación gráfica de los desembalses de referencia para el Tajo definidos en el punto 1 del artículo 4 del RD 773/2014 (DR2014). Se distingue entre lo que se necesitaría para el mantenimiento del caudal mínimo en Aranjuez y para los usos consuntivos del Tajo considerados en su determinación.

Además, sobre estos valores, el punto 3 del artículo 4 del RD 773/2014 contempla un uso consuntivo adicional —atención demandas del Canal de Isabel II— valorado en un máximo de 2 m^3/s, que redondeando suponen 5 hm^3/mes o 60 hm^3/año (en total, 425 hm^3/año).

2.5.1.3 Límite máximo del trasvase en nivel 2

Si lo que se pretende es una gestión sostenible, en la que no se extraiga más de lo que entra, una condición necesaria es que lo que se pretenda sacar en situación de normalidad (nivel 2 de las Reglas de Explotación), más los desembalses al Tajo y las evaporaciones consideradas, no superen las aportaciones medias. Algo que en la situación actual no ocurre, pues frente a unas aportaciones medias de 737 hm³/año se tiene una necesidad de 456 hm³/año —un año de trasvase en nivel 2— más 365 hm³ —desembalse de referencia, sin contar CYII— más una evaporación mínima (p.ej. 60 hm³/año tirando por lo bajo); 737 hm³/año < 881 hm³/año.

Este hecho es importante, pues explica por sí mismo la frecuencia con la que entra el sistema en nivel 3 de las Reglas de Explotación. Cuando se está en nivel 2 de las Reglas de Explotación, se pretende extraer unos volúmenes superiores a los medios disponibles, lo que origina falta de uniformidad de los excedentes y una situación generalizada de bajos niveles de embalse en Entrepeñas y Buendía. Está en la línea del temor expresado en *JE2013*, pero con una salvedad: no se trata de una hipotética situación futura, sino de la actual.

Matemáticamente, puede obtenerse de forma muy simple un primer tanteo de cuál tendría que ser el trasvase autorizado en nivel 2 de las Reglas de Explotación que iguale las aportaciones medias a la suma de las necesidades del Tajo, evaporación estimada y el trasvase anual en nivel 2. Definiendo las variables que interviene como:

- A: aportación media anual (en hm³/año) a los embalses de Entrepeñas y Buendía.
- N: necesidades medias (en hm³/año) de desembalses desde Entrepeñas y Buendía hacia el Tajo.
- E: evaporación media estimada (en hm³/año) en Entrepeñas y Buendía.
- t_{n2}: trasvase mensual (en hm³/mes) en nivel 2 de las Reglas de Explotación.

Se puede escribir este equilibrio entre entradas y sumas de salidas como:

$$A = N + E + 12 \cdot t_{n2}$$

Que, despejando t_{n2}, queda:

$$t_{n2} = \frac{A - N - E}{12}$$

En la Figura 74 se representa gráficamente esta relación, apreciándose claramente la influencia de las aportaciones medias. En la figura se han representado las rectas para las aportaciones medias del periodo 1980-2017 (737 hm³/año), la de la serie completa 1913-2017 (1125 hm³/año) y una intermedia (900 hm³) en el entorno de la aportación necesaria para que la fijación actual del trasvase en nivel 2 cumpliera la condición con los desembalses de referencia fijados en el RD 773/2014.

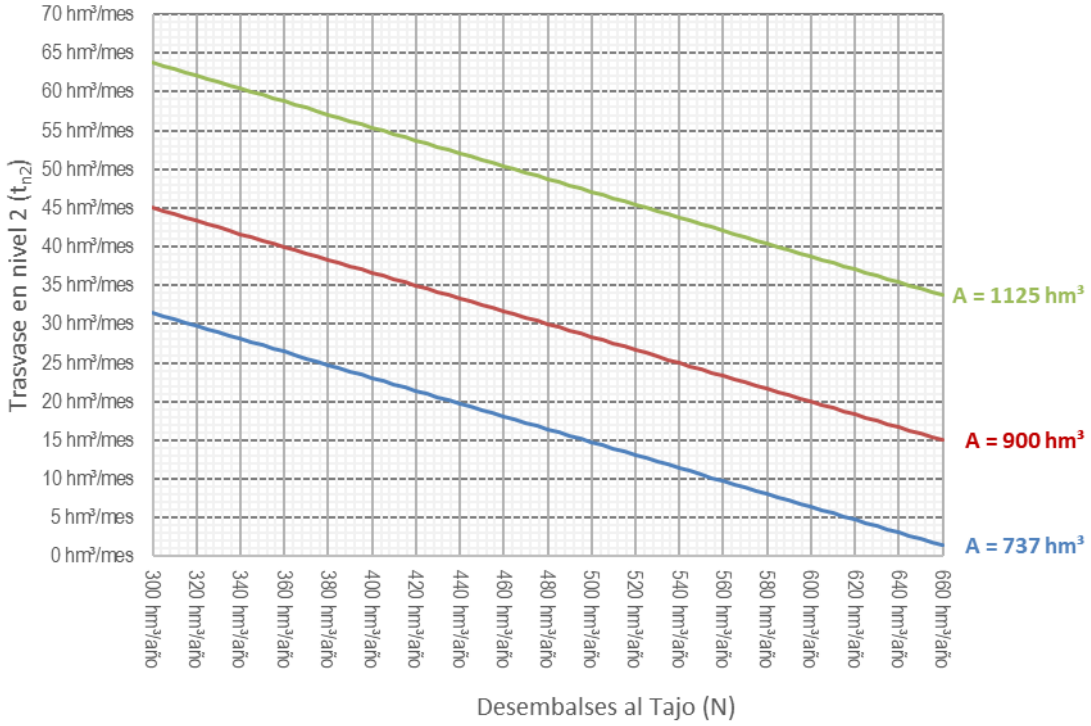


Figura 74. Representación gráfica de la relación entre el desembalse medio del Tajo y el máximo valor que podría tener el trasvase en nivel 2 para minimizar las situaciones en nivel 2, con una evaporación anual de 60 hm³/año, para distintos valores de aportaciones medias anuales (A) en Entrepeñas y Buendía

Para la situación actual, con el desembalse de referencia mínimo del RD 773/2014, se entrarían con los siguientes valores:

- A = 737 hm³/año (valor medio de las aportaciones del periodo 1980-2017).
- N = 365 hm³/año (desembalse de referencia fijado en el RD 773/2014, sin contar la toma del Canal de Isabel II en Colmenar de Oreja).
- E = 60 hm³/año (evaporación fijada a groso modo, que corresponde a un nivel medio de embalse de 900 hm³).

Resultando:

$$t_{n2} = \frac{A - N - E}{12} = \frac{737 - 365 - 60}{12} = 26\ \mathrm{hm^3/mes}$$

El trasvase máximo mensual en nivel 2 sería de 26 hm³/mes en lugar de los 38 hm³/mes que se fija en el RD 773/2014[59]. Este valor se reduciría a 21 hm³/mes si se considera dentro de los posibles desembalses de referencia la integridad de la toma del Canal de Isabel II en Colmenar de Oreja (5 hm³/mes).

Ahora bien, estos valores, han de tomarse como un límite máximo, que sólo sería sostenible si no se entrara en nivel 1, ni se produjeran vertidos. Como son aspectos que

[59] A este respecto, en *JE2013* se propone un trasvase de 30 hm³/mes en nivel 2. Posteriormente, ante las presiones del Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS), se elevó a 32 hm³/mes. Así figuraba en el borrador del que luego fue el RD 773/2014 enviado a los miembros del Consejo Nacional del Agua para abordarlo en la reunión del 26 de marzo de 2014. Esta propuesta tampoco gustó al SCRATS, como se refleja —entre otros sitios— en la noticia *Los regantes temen perder un 40% del agua del Tajo y plantan cara al Ministerio* (Buitrago, 2014). El SCRATS intensificó sus contactos con el Ministerio, consiguiendo modificar la propuesta, que volvió a los 38 hm³/mes en nivel 2 que estaban fijados en las reglas de explotación de 1997, como se documenta en la noticia *El Ministerio cede ante los regantes y no reducirá los trasvases del Tajo* (Buitrago, 2014). También se encuentra documentado desde el punto de vista del SCRATS en su Memoria de 2014 (Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, 2015).

se van a dar en la práctica, significa que para tener una gestión sostenible habría que considerar un nivel más bajo de trasvase en nivel 2 de las Reglas de Explotación.

2.5.1.4 Iteraciones realizadas hasta llegar a la propuesta de nuevas Reglas de Explotación

2.5.1.4.1 Listado de las iteraciones o tanteos realizados

La metodología se basa en realizar diferentes iteraciones, hasta llegar al resultado adecuado. Siempre respetando la estructura de las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, reproducidas en 1.3.5

Con el fin de poder ilustrar mejor el proceso, se muestran las distintas iteraciones realizadas. Una operativa que aporta información sobre la sensibilidad de los cambios planteados.

Tabla 4. Valores de umbrales y volúmenes de trasvase autorizable en cada mes, todos en hm³, de las diferentes iteraciones simuladas para llegar a la propesta de nuevas Reglas de Explotación. La estructura de las reglas es la misma que la de la Ley 21/2015 y el RD 773/2014. Se marcan en negrita los parámetros que se cambian en cada iteración

Nombre de la iteración	UV1-2	UA1-2	UV2-3	UV3-4	TN1	TN2	TN3	TN4
Ausencia de cautelas	1300	1200	Curva E.H.	400	60	60	60	0
Reglas exp. RD 773/2014	1300	1200	Curva E.H.	400	60	**38**	**20**	0
Reglas exp. JE2013	1300	1200	Curva E.H.	400	60	**30**	20	0
Tanteo 1	1300	1200	Curva E.H.	400	60	**26**	20	0
Tanteo 2	**2000**	**9999**	**688**	400	60	26	**15**	0
Propuesta de nuevas reglas	2000	9999	688	400	60	**20**	**10**	0

Siendo:

- UV1-2: umbral del volumen de existencias en Entrepeñas y Buendía que separan los niveles 1 y 2 de las Reglas de Explotación.
- UA1-2: umbral de las aportaciones acumuladas en los 12 meses anteriores en Entrepeñas y Buendía que separan los niveles 1 y 2 de las Reglas de Explotación.
- UV2-3: umbral del volumen de existencias en Entrepeñas y Buendía que separan los niveles 2 y 3 de las Reglas de Explotación.
- Curva E.H.: curva de excepcionalidad hidrológica definida en el artículo 1 del RD 773/2014, que divide los niveles 2 y 3. Son valores mensuales oscilando entre un mínimo de 586 hm³ y un máximo de 688 hm³.
- UV3-4: umbral del volumen de existencias en Entrepeñas y Buendía que separan los niveles 3 y 4 de las Reglas de Explotación. En todos los casos es 400 hm³, coincidiendo con el valor que determina el carácter excedentario legal de las aguas en la actualidad.
- TN1: trasvase a autorizar en nivel 1. Conforme a la Ley 21/2015 su autorización es automática.
- TN2: trasvase a autorizar en nivel 2. Conforme a la Ley 21/2015 su autorización es automática.
- TN3: trasvase a autorizar en nivel 3. Conforme a la Ley 21/2015 su autorización es discrecional has el valor dado, siendo una decisión que ha de realizar, de manera motivada, el ministro competente.
- TN4: trasvase a autorizar en nivel 4. Siempre es 0, pues no habría excedentes.

2.5.1.4.2 Simulación con ausencia de cautelas

La definición legal de excedentes no determina explícitamente cuánta agua se puede trasvasar cada mes. Ante esta laxitud en la definición, es lógico pensar que se trasvase todo lo que se pueda, mientras no se supere el máximo anual permitido (600 hm³) y no bajen las reservas en Entrepeñas y Buendía por debajo de los 400 hm³. Para valorarlo, se realiza una simulación del comportamiento del sistema por medio de un balance hídrico de entradas y salidas en Entrepeñas y Buendía mes a mes. Se asumen como desembalses hacia el Tajo los desembalses de referencia (365 hm³/año, sin considerar los consumos posibles para Madrid). Los trasvases mensuales son del máximo de capacidad del canal de transporte (60 hm³/mes), limitado a las reservas que están por encima de 400 hm³ y a que no se superen los 600 hm³/año de trasvase.

El resultado de esta simulación (con detalle en An.6B; simplificado en la Figura 75) es que todos los años se podrían dar al Tajo los desembalses de referencia. Si bien el volumen en los embalses sería muy bajo, 23% de media, con un 75% del tiempo en situación de excepcionalidad hidrológica y un 30% del tiempo por debajo de los 400 hm³. Relacionado con esto, los trasvases presentarían una gran variabilidad interanual, con años de trasvase 0 o muy bajo.

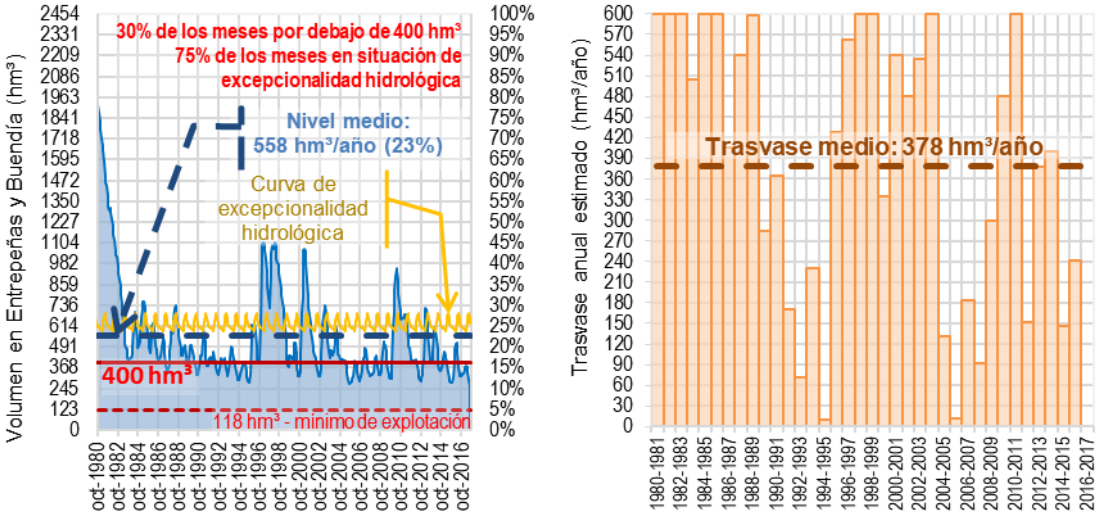


Figura 75. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de la definición legal de excedentes trasvasando sin cautelas – sin aplicar Reglas de Explotación–, el máximo posible. Desembalses al Tajo: 365 hm³ (desembalse de referencia del artículo 4 del RD 773/2014)

Así, una interpretación maximalista de la definición legal de excedentes daría lugar a una situación desastrosa en la cabecera del Tajo, que repercute también en los usos de las aguas trasvasadas. Y también lo haría en la cuenca del Segura, pues se está tomando como criterio para la publicación y renovación de decretos de sequía que la cabecera del Tajo esté en situación de excepcionalidad hidrológica.

2.5.1.4.3 Simulación con las reglas explotación definidas en el RD 773/2014

Evolución de volúmenes y trasvases realizados

Al igual que se ha realizado anteriormente la evaluación del comportamiento del sistema para el caso de una aplicación de la definición legal de excedentes sin cautela alguna, se realiza la simulación, cambiando en este caso las decisiones de trasvase del máximo posible al determinado por las Reglas de Explotación en función de las existencias embalsadas y las aportaciones de los doce meses anteriores. Se realiza a su vez

respetando las limitaciones y restricciones de la legislación a la cuenca del Tajo (desembalses de referencia y la no implantación del régimen de caudales ecológicos).

Los resultados (con detalle en An.6C, resumidos en la Figura 76) no son tan malos como los que se tendrían con la aplicación directa de la definición legal de excedentes, pero distan de ser satisfactorios, con un 10% del tiempo sin trasvases y un 40% del tiempo en situación de excepcionalidad hidrológica[60], que hasta la fecha suele ir acompañada con declaraciones de sequía. En eses sentido se aprecia la existencia de ciclos de cinco años o más con trasvases bajos, por debajo de la media y de lo planteado para nivel 2, lo que provoca el aumento de la frustración por los resultados del ATS. Con el consiguiente aumento de conflictividad e incremento de presión sobre otros recursos hídricos, como pueden ser los pozos de sequía de la cabecera del Segura.

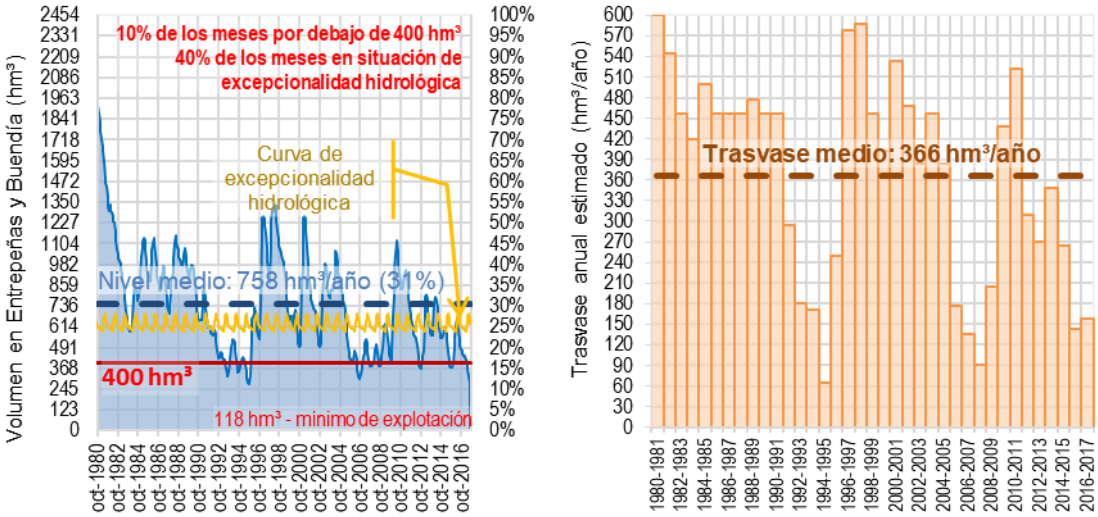


Figura 76. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de las Reglas de Explotación actuales y desembalses de referencia de 365 hm³

Es debido a que en situaciones de normalidad (niveles 1 y 2) se intenta sacar más de lo que entra de manera continua. Obviamente, es algo que no se puede mantener en el tiempo. Es un caso similar a la historia bíblica de las vacas gordas y vacas flacas. En momentos de abundancia se pueden atender estos trasvases altos, pero a costa de no tener reservas cuando más se necesitan, en los momentos malos. Una situación agravada por el hecho de que durante el 11% del tiempo se estaría en nivel 1, principalmente por cumplir el criterio de que las aportaciones de los 12 meses anteriores sean superiores a 1200 hm³. Al forzar el trasvase al máximo se está evitando una correcta recuperación de niveles, iniciándose los periodos siguientes —más secos— con niveles bajos de embalse.

Que el trasvase medio esperado (366 hm³/año) esté por debajo del que se tiene en nivel 2 (456 hm³/año) es un indicativo de sobrepresión sobre los recursos. Así, se puede afirmar categóricamente que las Reglas de Explotación no cumplen su misión de evitar las situaciones de excepcionalidad hidrológica y procurar una estabilidad en los envíos.

Se trata de resultados demoledores, que se están trasladando a la práctica, y que de continuar con estas Reglas de Explotación seguirán apareciendo recurrentemente.

[60] Si se hubiera contemplado el máximo desembalse de referencia, con los 60 hm³/años adicionales para el Canal de Isabel II, se estaría un 19% del tiempo sin trasvases y un 53% del tiempo en situación de excepcionalidad hidrológica, con unas reservas medias del 27% en los embalses y un trasvase medio de 311 hm³/año, con mayores variaciones interanuales.

Comparación con el histórico del periodo 1980-2017

Curiosamente, los resultados de la simulación guardan cierto parecido con los registrados en la explotación desde la puesta en servicio de los embalses de Entrepeñas y Buendía (representados anteriormente en la Figura 8 y la Figura 4, reproducidos para el periodo 1980-2017 en la Figura 77).

Un aspecto diferente en cuanto a causa, pero similar en cuanto a la consecuencia, es la diferencia entre lo ocurrido en los primeros años 80. El vaciado de los embalses a principios de la década de los 80 fue muy polémico[61]. Se produjo porque se continuó con una gestión de los embalses similar a la de años anteriores, priorizando la producción hidroeléctrica, en unos años en los que las demandas del ATS no estaban plenamente consolidadas. En cambio, en la simulación se produce un resultado similar, en este caso debido a los altos volúmenes trasvasados que se tendrían principalmente a costa de las reservas, ante las bajas aportaciones de esos años[62].

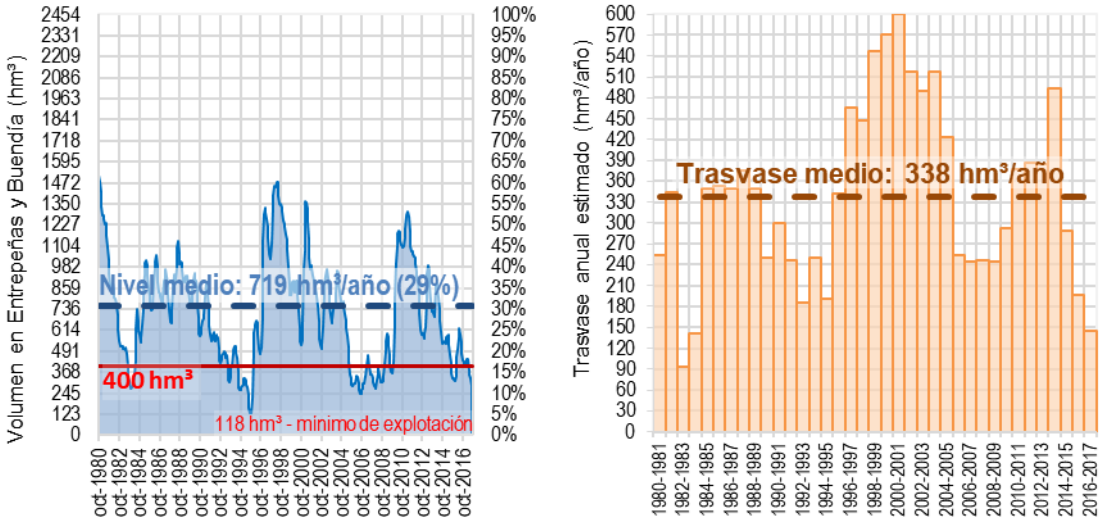


Figura 77. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases autorizados (derecha) en el periodo 1980-2017

Esta similitud puede servir de alerta de que con la gestión planteada es de esperar la concurrencia de situaciones análogas a las que se han venido produciendo

Observaciones sobre la definición de la curva de excepcionalidad hidrológica

La curva de excepcionalidad hidrológica, que separa los niveles 2 y 3 y se encuentra definida en el artículo 1 del RD 773/2014, presenta unos valores mensuales que varían entre 586 y 688 hm³. Con un valor medio de 625 hm³. Su justificación teórica es que se fija para garantizar los abastecimientos del Segura, y su variación, al parecer, responde a cálculos de asignación y garantía de los usos del Segura.

---

[61] Como ejemplo, el Libro Blanco del Agua –LBA– (Ministerio de Medio Ambiente, 2000) se refiere a este episodio como: "*una explotación poco previsora de los embalses de la cabecera del Tajo durante los primeros años de puesta en marcha del ATS, que dio lugar en el bienio 1979/80-1980/81 a desembalses de unos 2000 hm³, del orden de tres veces superiores a los necesarios para atender debidamente las necesidades propias de la cuenca. Tal régimen de explotación y sus muy negativas consecuencias han llegado incluso a sugerir a algún autor una posible existencia de responsabilidad patrimonial (Pérez Crespo [1996]). Además, los dos años anteriores a éstos (1977-78 y 1978-79) se desembalsaron cuantías totales superiores a los 3000 hm³ (más de 1500 hm³/año), con lo que, ciertamente, no se hizo uso de la hiperanualidad requerida por los almacenamientos de cabecera*".

[62] En este caso, aplicando la argumentación del LBA para el descenso entre 1980 y 1982, puede afirmarse que las reglas de explotación fijadas en el RD 773/2014, no hacen uso "*de la hiperanualidad requerida por los almacenamientos de cabecera*".

No se pretende aquí cuestionar los cálculos de esta curva, sino alertar de que se trata de una complicación añadida a la gestión (dar valores mensuales) para no conseguir resultados a nivel práctico. No parece que ni garantice ni ponga en riesgo los abastecimientos del Segura, pues el ATS ha estado parado durante 10 meses, con los abastecimientos atendidos, principalmente con recursos de la desalación.

Por otra parte, su rango (102 hm³) contrasta con la capacidad conjunta de almacenamiento de los embalses (2474 hm³), como de hecho queda reflejado en la Figura 76. En la misma, la línea naranja presenta un pequeño rizado, con una apariencia de cable de auricular de teléfono, mientras que el área azul que representa la evolución de los volúmenes de embalses presenta unas subidas y bajadas superiores a las de la curva de excepcionalidad.

Así, a nivel práctico, si la curva se sustituye por un valor constante, como su valor máximo, el resultado de la simulación sería prácticamente el mismo. Mientras que se quitaría una complejidad, prácticamente irrelevante en cuanto a la aplicación, pero que tiene su repercusión en cuanto a seguimiento público y transparencia de la gestión.

Sobre la consideración del máximo trasvase anual

Anteriormente se ha argumentado la decisión de considerar para la simulación un límite máximo de trasvase anual de 600 hm³ en lugar de los 650 hm³ (600 hm³ para el Segura, 50 hm³ para el Guadiana). A efectos de la simulación, de haberse considerado el máximo de 650 hm³ apenas habría tenido influencia en los resultados del periodo 1980-2017, toda vez que el máximo se alcanza solamente en el primer año, debido al nivel alto de reservas con el que se inicia el periodo.

Variación, con un desembalse de referencia de 365 hm³/año más 60 hm³/año de la toma del Canal de Isabel II

En este caso se tiene en cuenta la posibilidad establecida en el punto 3 del artículo 4 del RD 773/2014, de incrementar los desembalses de referencia hasta en 2 m³/s (redondeando, 60 hm³/año). En la simulación se considera esta demanda de forma continua, algo que no se está realizando actualmente.

Como es previsible (*vid* Figura 78), la situación empeora, con mayor tiempo en nivel 3 (34% de los meses) y 4 (19% de los meses), menos trasvases y menores volúmenes (llenado medio del 27%) en Entrepeñas y Buendía. No llega a aparecer situación de déficit en el Tajo.

Este incremento de desembalse de 60 hm³/año para el Tajo se traduce en una disminución del trasvase de 55 hm³/año y una menor evaporación —consecuencia de niveles de embalse más bajos— de 4 hm³/año[63].

[63] Hay una diferencia de 1 hm³/año por al redondeo.

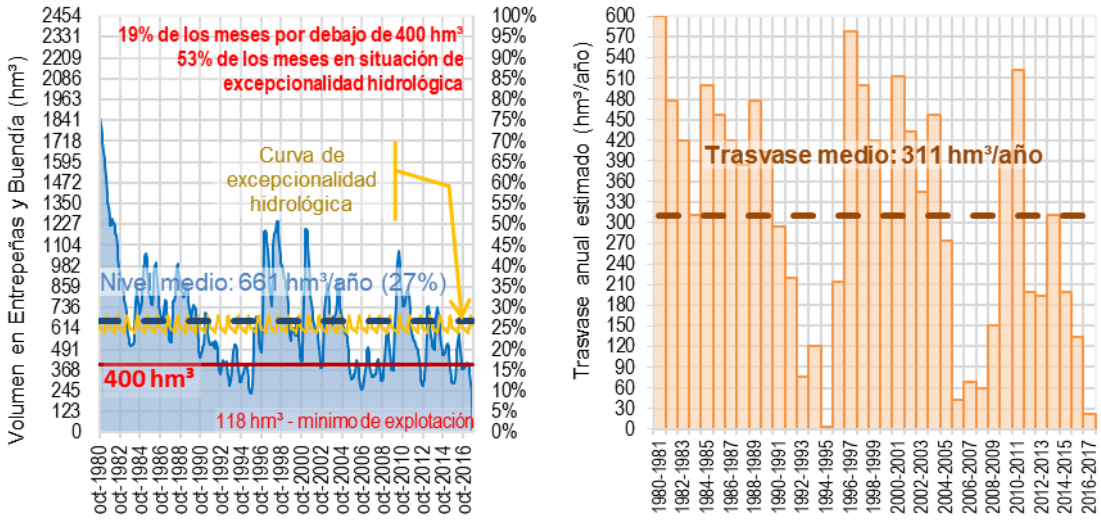


Figura 78. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de las Reglas de Explotación actuales y desembalses de referencia de 425 hm³/año (365 hm³/año más 60 hm³/año para complemento del canal de Isabel II)

Esta situación es extensible a una situación de mayores demandas en el Tajo que las contempladas en los desembalses de referencia. A su vez refleja como el incremento de desembalses no se traduce en la misma cuantía en un descenso de los trasvases medios, sino que al bajar los niveles de llenado se produce también un descenso de la evaporación.

2.5.1.4.4 Simulación con las reglas explotación propuestas en JE2013

Planteamiento

En *JE2013* se plantea un trasvase mensual de 30 hm³ en nivel 2, inferior a los 38 hm³ que figuran en el RD 773/2014. La causa de esta diferencia está en las presiones realizadas por el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS), que documentan en su *Memoria 2014* (Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, 2015), pues entendía —erróneamente, como se muestra en el análisis— que bajar de 38 a 30 hm³/mes supondría una merma de 96 hm³/año de trasvase.

En esta simulación se toman las Reglas de Explotación que entendemos se proponen en *JE2013*, similares a las del RD 773/2014 pero cambiando el volumen a trasvasar en nivel 2. Expresadas con las variables definidas en la metodología, de manera esquemática, son:

- Nivel 1: si $Vi_i \geq 1300$ hm³ o $A12m_i \geq 1200$ hm³ ⇒ $T_i = 60$ hm³.
- Nivel 2: si 1300 hm³ > $Vi_i \geq UEH_i$ y $A12m_i < 1200$ hm³ ⇒ $T_i = 30$ hm³. Los valores de UEH_i son los definidos en la tabla del artículo 1 del RD 773/2014.
- Nivel 3: si $UEH_i > Vi_i \geq 400$ hm³ ⇒ T_i = mínimo (20 hm³, Vi_i – 400 hm³). Aunque en este nivel el trasvase es discrecional, a autorizar de manera motiva por el ministro competente, a efectos de simulación se asume que en este nivel se trasvasa el máximo posible
- Nivel 4: si $Vi_i < 400$ hm³ ⇒ $T_i = 0$ hm³.

Análisis

Comparando estos resultados (con detalle en An.6D, resumidos en la Figura 79) con los obtenidos de la simulación de las Reglas de Explotación del RD 773/2014 se observa que se tiene una situación ligeramente mejor en cuanto a la situación de los embalses de Entrepeñas y Buendía y menor tiempo en situación de excepcionalidad hidrológica (27%), pero sigue siendo una propuesta mala, desacertada.

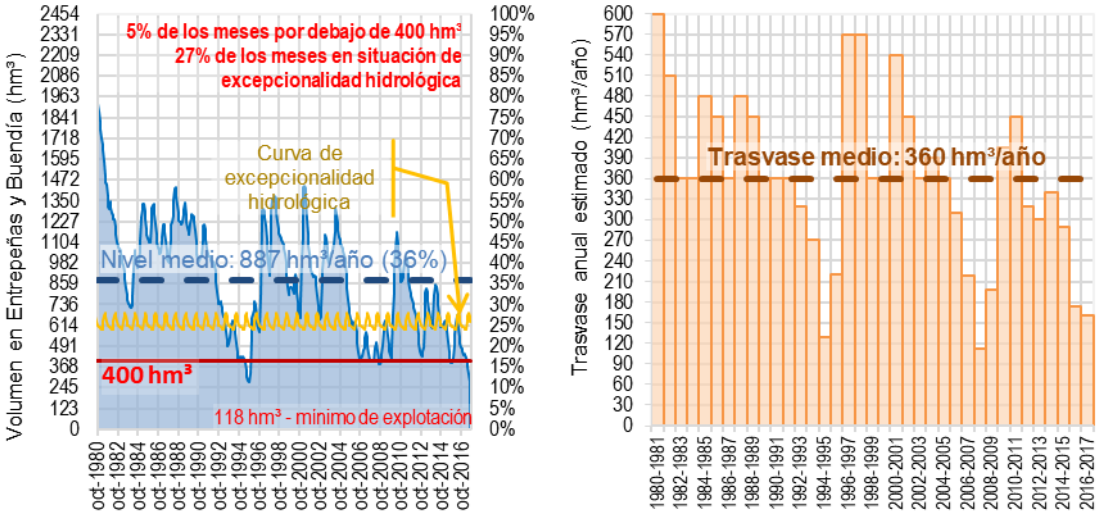


Figura 79. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de las Reglas de Explotación planteadas en JE2013 y desembalses de referencia de 365 hm³

Un aspecto importante es la evaluación de la "merma" del trasvase, motivo aducido por el SCRATS —que valoraba en 96 hm³/año—, y aceptado por la Administración para el cambio de eta propuesta por la que finalmente figura en el RD 773/2014. El trasvase se tiene con las reglas de *JE2013* es 6 hm³/año menos del que se tiene con la simulación de las Reglas de Explotación del RD 773/2014, con un incremento de la evaporación en la misma cuantía, consecuencia del ligero incremento de los volúmenes medios de existencia.

El razonamiento realizado por el SCRATS se basa en asumir que el tiempo que se está en nivel 2 de las Reglas de Explotación es independiente del valor que se trasvase en él, cuando lo que ocurre al aumentar el volumen a trasvasar en nivel 2 es que descienden los niveles embalsados y se aumenta el tiempo en situación de excepcionalidad hidrológica.

Las reglas planteadas en *JE2013* no son una buena solución, si bien algo mejor que las aprobadas tras la presión de una de las partes interesadas, con una percepción errónea de las implicaciones de los valores de las Reglas de Explotación.

2.5.1.4.5 Simulación con el Tanteo 1º de nuevas Reglas de Explotación como variación de las Reglas de Explotación del artículo 1 del RD 773/2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s

Planteamiento

En el punto 2.5.1.3 se calcula cuál es el máximo volumen mensual que se puede trasvasar en nivel 2 de forma que se equilibren las entradas con las salidas, en el supuesto hipotético de que todo el tiempo se estuviera en nivel 2.

En esta simulación se considera únicamente el desembalse de referencia de 365 hm³, y las Reglas de Explotación cambiando el trasvase en nivel 2 a 26 hm³/mes, con el fin de

analizar la suficiencia de este cambio. Así, las Reglas de Explotación consideradas en esta simulación son:

- Nivel 1: si $Vi_i \geq 1300$ hm³ o $A12m_i \geq 1200$ hm³ ⇒ $T_i = 60$ hm³.
- Nivel 2: si 1300 hm³ > $Vi_i \geq UEH_i$ y $A12m_i < 1200$ hm³ ⇒ $T_i = 26$ hm³. Los valores de UEH_i son los definidos en la tabla del artículo 1 del RD 773/2014.
- Nivel 3: si $UEH_i > Vi_i \geq 400$ hm³ ⇒ T_i = mínimo (20 hm³, Vi_i – 400 hm³). Aunque en este nivel el trasvase es discrecional, a autorizar de manera motiva por el ministro competente, a efectos de simulación se asume que en este nivel se trasvasa el máximo posible
- Nivel 4: si $Vi_i < 400$ hm³ ⇒ $T_i = 0$ hm³.

Análisis

En los resultados (con detalle en An.6E, resumidos en la Figura 80) se repite la pausa marcada con la simulación de *JE2013*, consecuente con que el cambio solamente ha sido reducir un poco más el trasvase en nivel 2. Se incrementan algo los niveles medios en Entrepeñas y Buendía, pero aun así la solución es insuficiente, toda vez que se estaría un 21% de los meses en situación de excepcionalidad hidrológica.

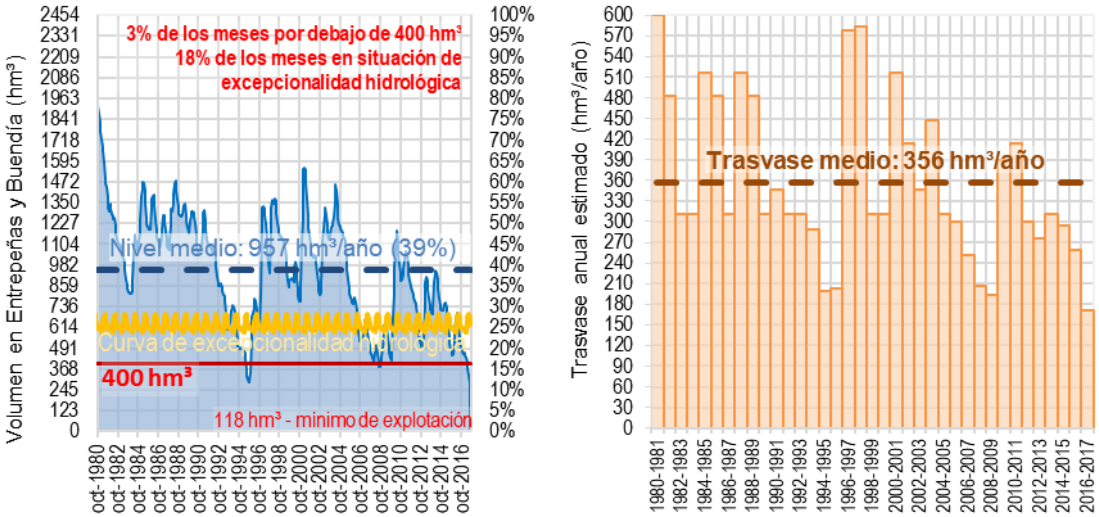


Figura 80. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación del Tanteo 1º de nuevas Reglas de Explotación, basado en las Reglas de Explotación del RD 773/2014 pero con un trasvase en nivel 2 de 26 hm³/mes y desembalses de referencia de 365 hm³

Aunque se equilibren las entradas con el trasvase en nivel 2 no basta. La razón es que, con las Reglas de Explotación del RD 773/2014, entrar en nivel 1 de las Reglas de Explotación (con trasvase de 60 hm³/mes) está barato; se puede apreciar en la Figura 81 que esta condición se cumple con cierta frecuencia, en el 10% de los meses, como se representa en la Figura 82. Estas alegrías conllevan sus penas, que son las entradas en situación de excepcionalidad hidrológica.

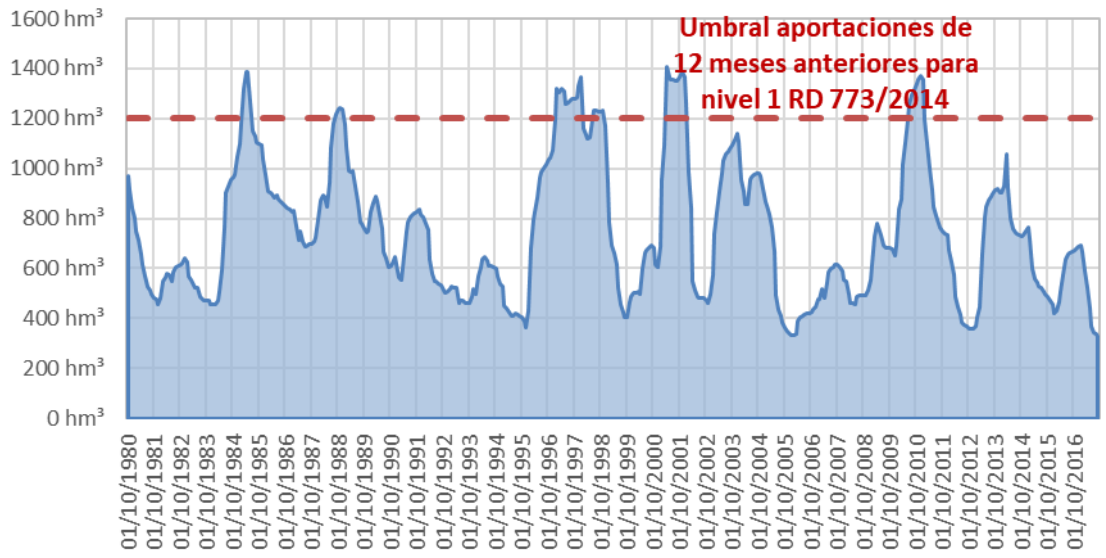


Figura 81. Aportaciones acumuladas en los 12 meses anteriores en Entrepeñas y Buendía (periodo 1980-2017)

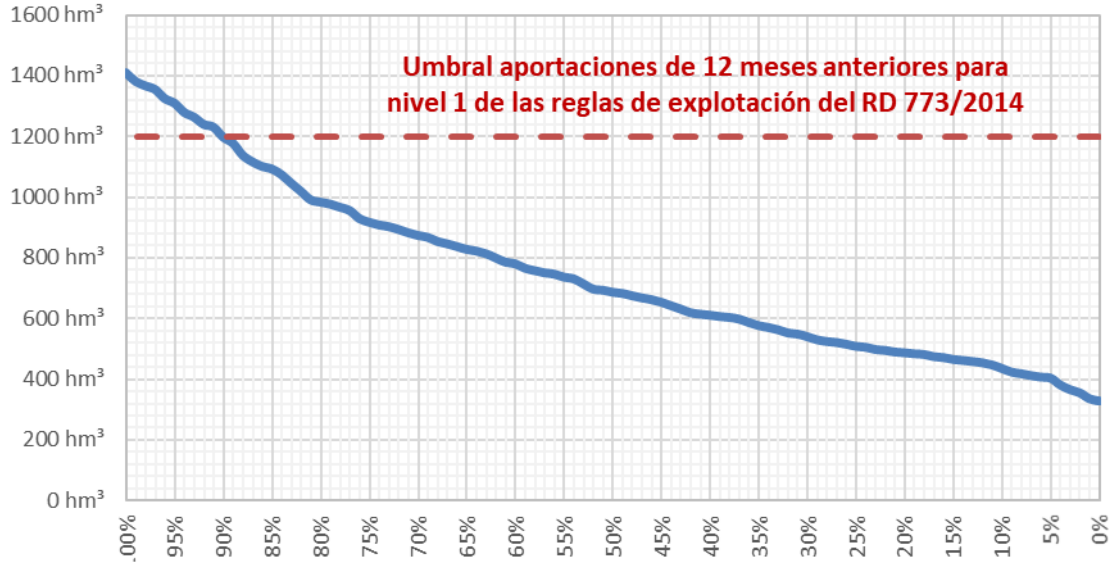


Figura 82. Curva clasificada de las aportaciones acumuladas en los 12 meses anteriores en Entrepeñas y Buendía (periodo 1980-2017)

2.5.1.4.6 Simulación con el Tanteo 2 de propuesta de nuevas Reglas de Explotación

Planteamiento

Para corregir esta facilidad para entrar en nivel 1 que lastra el comportamiento del sistema en los años siguientes, se propone elevar el umbral de reservas embalsadas para poder estar en nivel 1 de 1300 a 2000 hm³ y a su vez evitar que se entre en nivel 1por el criterio de las aportaciones de los 12 meses anteriores, para lo que se plantea elevar el umbral de 1200 hm³ a 9999 hm³; un valor exageradamente alto, que respetando la estructura de las actuales Reglas de Explotación, permite que no sea efectiva la posibilidad de entrar en nivel 1 solamente en función del criterio de las aportaciones de los 12 meses anteriores.

Aparte, como cambios más cosméticos, se plantea que el límite entre el nivel 2 y 3 sea constante, 688 hm³, el máximo de la curva de excepcionalidad hidrológica definida

actualmente. A efectos prácticos su repercusión es pequeña, pero se simplifica la comprensión del sistema. En las gráficas, la delimitación del nivel 3 es una línea horizontal, desapareciendo el efecto de cable de auricular telefónico de las figuras equivalentes en las simulaciones anteriores. Por otra parte, también se reduce el trasvase en nivel 3 a 15 hm³/mes, con el fin de que se note algo más de diferenciación con el del nivel 2 (26 hm³/mes) y así intentar suavizar la caída en los niveles de embalse cuando se baja al nivel 3.

De esta manera, las Reglas de Explotación propuestas son:

- Nivel 1: si $Vi_i \geq 2000$ hm³ ⇒ $T_i = 60$ hm³.
- Nivel 2: si 2000 hm³ > $Vi_i \geq 688$ hm³ ⇒ $T_i = 26$ hm³.
- Nivel 3: si 688 hm³ > $Vi_i \geq 400$ hm³ ⇒ T_i = mínimo (15 hm³, Vi_i – 400 hm³). Aunque en este nivel el trasvase es discrecional, a autorizar de manera motiva por el ministro competente, a efectos de simulación se asume que en este nivel se trasvasa el máximo posible
- Nivel 4: si Vi_i < 400 hm³ ⇒ $T_i = 0$ hm³.

Como usos del Tajo se consideran los desembalses de referencia de 365 hm³/año, definidos en el punto 1 del artículo 4 del RD 773/2014. También se prueba la propuesta incrementando a estos desembalses 60 hm³/año, correspondientes a la posibilidad de uso de la toma del Canal de Isabel II en Colmenar de Oreja, contemplada en el punto 3 del artículo 4 del RD 773/2014.

Análisis

Los resultados de evolución de existencias y volúmenes trasvasados (con detalle en An.6F, resumidos en la Figura 83) muestran una evolución a una gestión más suave un claro cambio del panorama respecto a los niveles de embalse en Entrepeñas y Buendía, que son significativamente mayores.

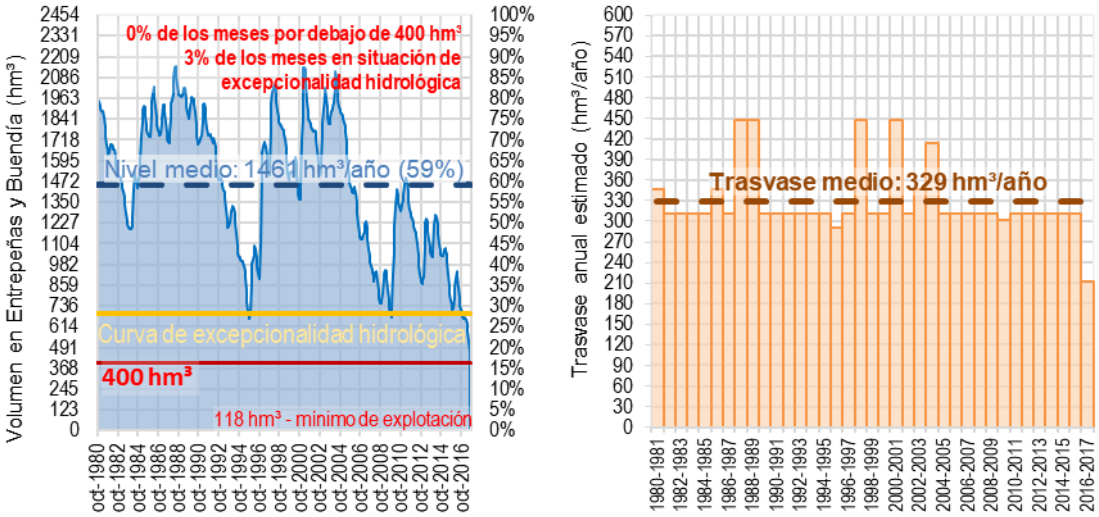


Figura 83. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación del Tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y desembalses de referencia de 365 hm³

Para facilitar la comparación con las Reglas de Explotación del RD 773/2014, en la Figura 84 se superpone la evolución de volúmenes que se tendrían con las dos simulaciones, con unos niveles de embalse en la simulación de la propuesta sistemáticamente más altos que los que resultan de la simulación de las Reglas de Explotación del RD 773/2014.

Estos superiores niveles se ven también claramente en la Figura 85, del tipo "caja-bigotes"[64], en la que el primer cuartil del resultado de simulación de la propuesta (46%) es mayor que el tercer cuartil del resultado de las Reglas de Explotación de 2014 (38%).

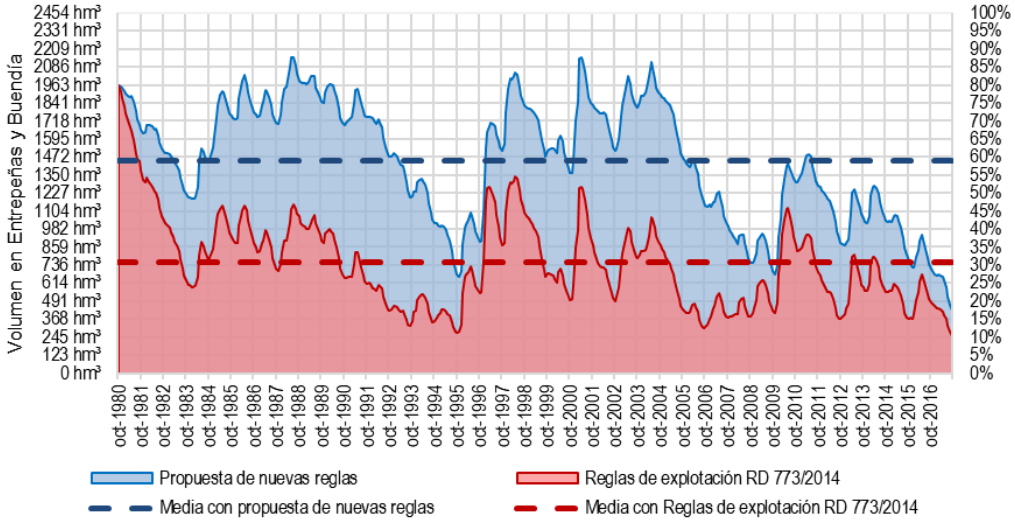


Figura 84. Comparación de los volúmenes de embalse entre la simulación con RE2014 y tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación (RE), con DR2014

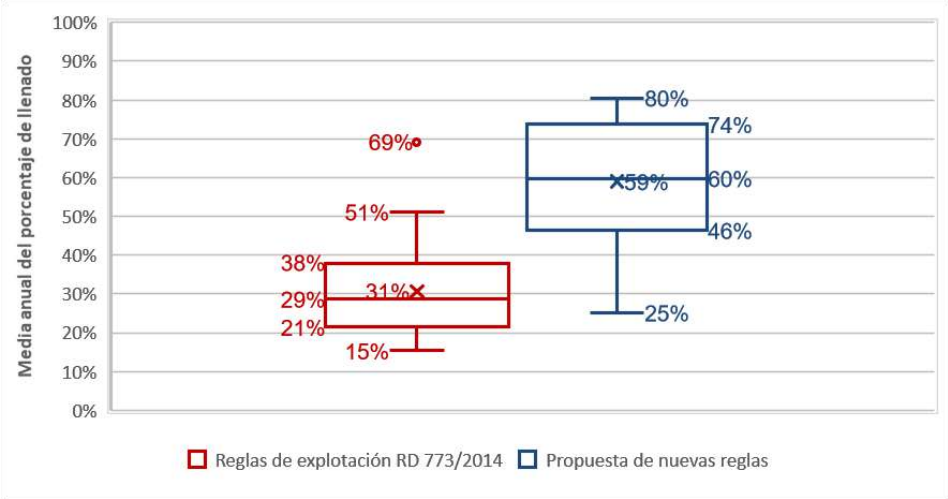
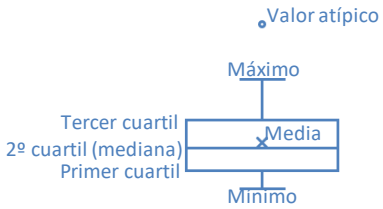


Figura 85. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de la comparación de los volúmenes de embalse entre la simulación con RE2014 y el tanteo 2º de nuevas RE realizado, con DR2014

[64] Con los gráficos tipo "caja-Bigotes" (también conocidos como *boxplots* o *box and whiskers*) se representan los tres cuartiles de la serie o subgrupo con un rectángulo ("caja"), situando la parte inferior de la caja en el primer cuartil (percentil 25) y la parte superior de la caja en el tercer cuartil (percentil 75). Entre medias se representa con una horizontal el segundo cuartil (mediana). Por la parte inferior y superior de la caja se dibujan unas líneas (los "bigotes" o "brazos") hasta el mínimo y el máximo. En estos gráficos, cuando se detecta un valor anómalo, se representa con un círculo fuera del rango de los bigotes. También se representa la media, con una "X".
El esquema de la representación es:



Otra diferencia apreciable se tiene en los volúmenes trasvasados. Los mayores niveles de embalse suponen una mayor evaporación: 86 hm³/año de media con la simulación de la propuesta frente a los 53 hm³/año que se tienen con la simulación de las Reglas de Explotación de 2014. Este incremento de 33 hm³/año de la evaporación se traduce en una reducción equivalente del trasvase sostenible: 286 hm³/año en la simulación de la propuesta frente a 318 hm³/año que se tenían en la simulación de las Reglas de Explotación[65]. Por el contrario, la uniformidad del volumen trasvasado es muy alta con la propuesta realizada, frente a la alta volatilidad que presentan los resultados de la simulación de las Reglas de Explotación de 2014. En la Figura 86 se superponen las dos series de trasvases resultantes de las simulaciones, en la que se puede apreciar claramente la diferencia.

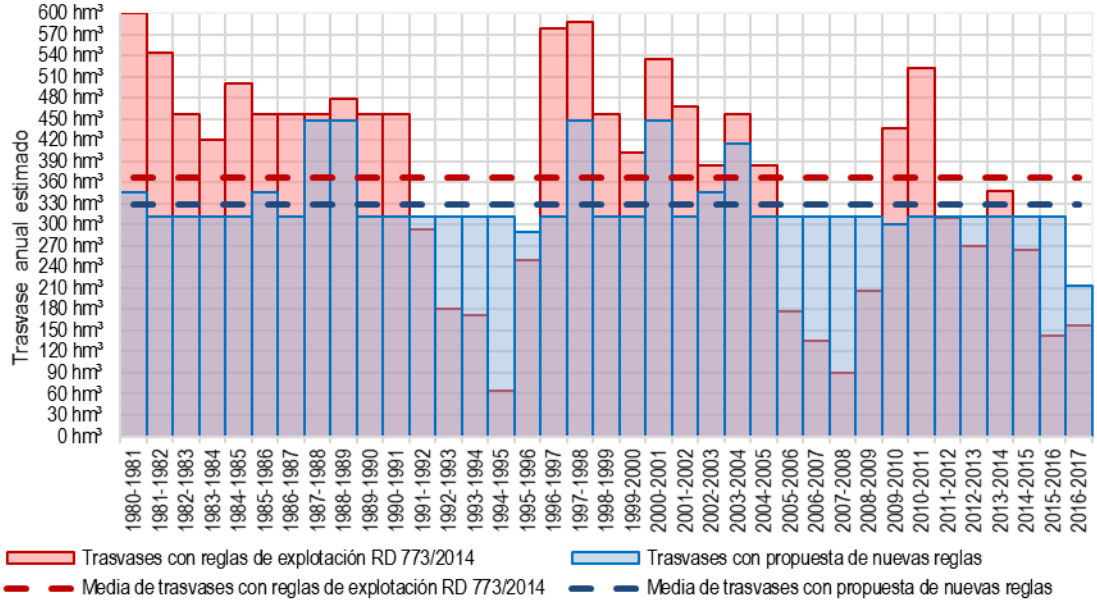


Figura 86. Comparación de los trasvases resultantes entre la simulación con RE2014 y el tanteo 2º de nuevas RE, con DR2014

Sin embargo, estas nuevas reglas planteadas, aun dando un comportamiento mucho más satisfactorio que RE2104 en cuanto a valores de uniformidad de los trasvases, tienen dos vulnerabilidades graves. La primera es que con DR2014+CYII se entraría en nivel 4 y se estaría un 18% del tiempo en situación de excepcionalidad hidrológica. Por supuesto, se trataría de una situación mejor que la que se tiene con RE2014, pero no entendemos que sea correcto asumir estas situaciones, planteadas más como una contingencia puntual de explotación, que una situación a la que se llegue en un escenario de planificación; ya sea la presentación del nivel 4 o estar un tiempo prolongado en nivel 3. Máxime cuando pueden ser corregidas con otro planteamiento.

El otro aspecto preocupante es la vulnerabilidad a ciclos peores de los considerados. Es un fenómeno que se aprecia en la evolución de los volúmenes de embalse en el periodo 1980-2017 (por ejemplo, en la Figura 84). Visualmente se pueden distinguir tres subperiodos: 1980-1995 (o más delimitado, 1983-1995), 1995-2009 y 2009-2017 (este último coincide con el final de la serie y es posible que esté abierto), que a su vez se pueden apreciar en la evolución de las aportaciones acumuladas menos la aportación media (Figura 87).

[65] Nuevamente hay un desajuste de 1 hm³/año debido al redondeo.

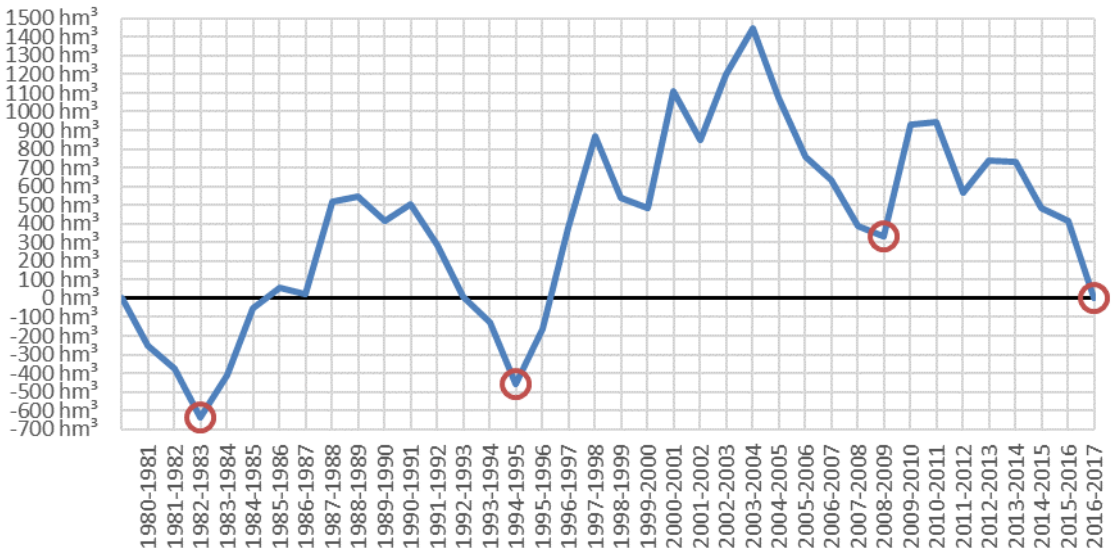


Figura 87. Aportación acumulada menos aportación media en el periodo 1980-2017. Los mínimos marcados delimitan los cambios de ciclo considerados.

También se aprecia como en el último subperiodo no llega a recuperarse al mismo nivel, quedando a su término en peor situación[66]. Para verlo más claramente, en la Figura 88 se diferencia la representación de caja-bigotes del porcentaje de llenado en el periodo 1980-2017 de los resultados de la simulación, distribuyendo entre los tres subperiodos:

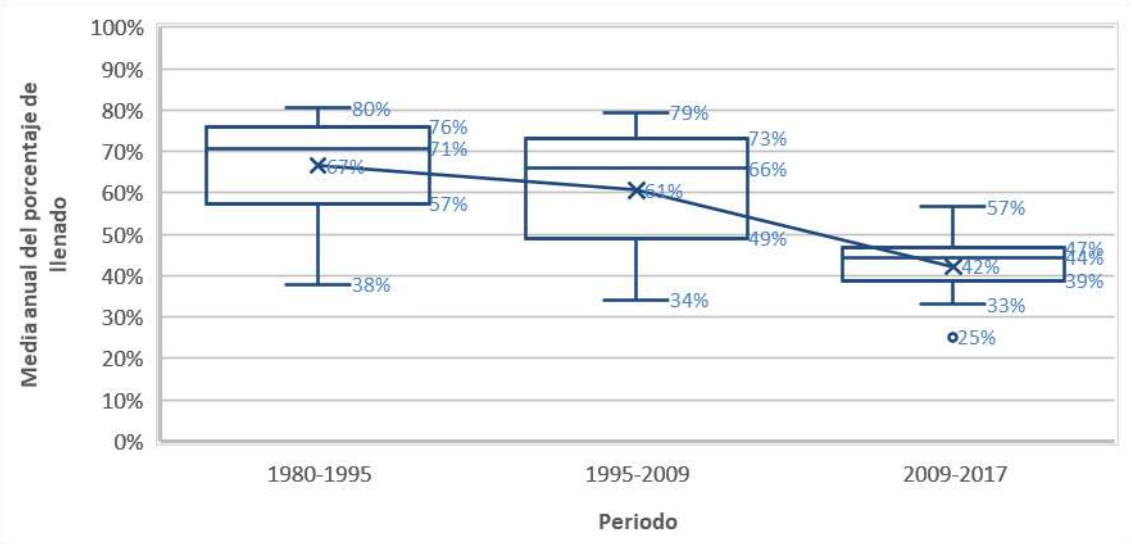


Figura 88. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación para el periodo 1980-2017, distinguiendo entre tres subperiodos.

La caja de cuartiles del tercer subperiodo está claramente por debajo que las cajas de cuartiles de los otros dos subperiodos. Teniendo en cuenta que se trata de las mismas Reglas de Explotación con las mismas demandas, parece que la clave está en la serie de aportaciones. A este respecto, en el Anejo 5 (punto An.5C), al analizarse la tendencia de la serie de aportaciones, parece intuirse una tendencia decreciente, tanto en la sucesión de mínimos absolutos, como por la evolución de las medias móviles.

En la Figura 89 se aprecia un diferente comportamiento entre los estadísticos de las aportaciones y los del llenado de embalse con la simulación del tanteo 2º de nuevas

[66] En el caso de la simulación de las RE2014 este efecto no se aprecia en los volúmenes embalsados, pero sí en los trasvases anuales.

reglas. Por una parte, conforme a lo que se indica en el Anejo 5 (punto An.5C), los mínimos van descendiendo entre los tres periodos. Lo mismo ocurre con el primer cuartil, aunque paradójicamente la mediana aumenta[67]. Pero no se aprecia una diferencia de colocación de la caja del tercer periodo respecto de los otros dos, como se aprecia en la representación del porcentaje de llenado.

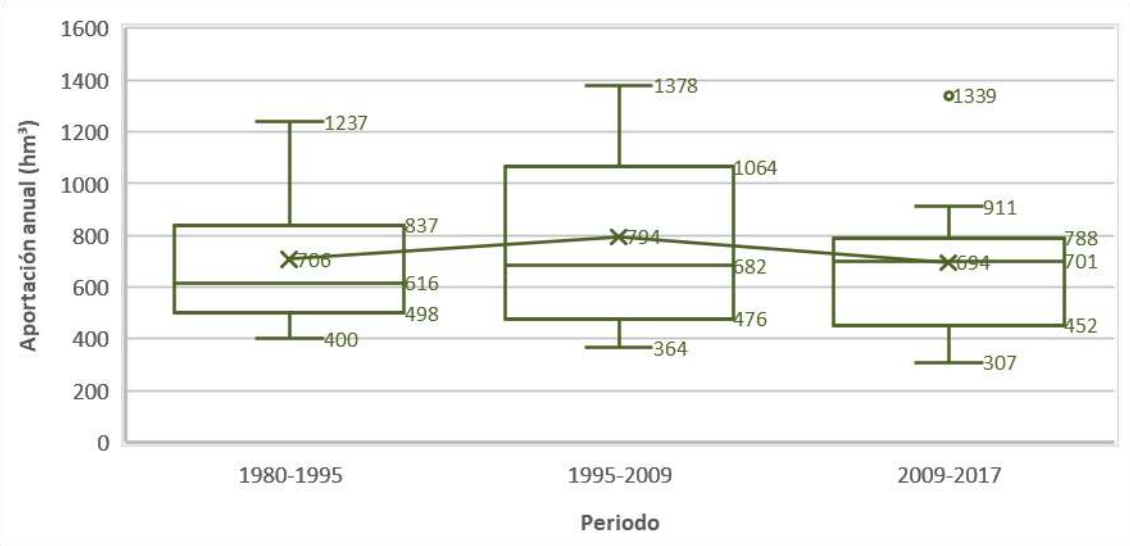


Figura 89. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de las aportaciones a Entrepeñas y Buendía en el periodo 1980-2017, distinguiendo entre tres subperiodos

La media del tercer periodo (694 hm³) es significativamente más baja que la del segundo (794 hm³). 100 hm³ de diferencia de media que explica por qué en similares circunstancias en el segundo periodo se produciría una recuperación de volúmenes de embalse que no se da en el tercero. Sin embargo, respecto al primer periodo (706 hm³) de media, la diferencia no es tan grande, pero se puede explicar el distinto comportamiento por el volumen de embalse que se tiene al inicio del primer periodo, mucho mayor que en el tercero, lo que significa que tiene menos rango de llenado de embalse que recuperar.

Con este tanteo 2º, al evitarse entrar alegremente en situación de nivel 1, se permite una recuperación de los niveles de embalse, que se traducen en una mayor regularidad de los trasvases. Sin embargo, el sistema sigue siendo vulnerable tanto a la consideración del máximo desembalse de referencia contemplado en la legislación como ante la aparición de ciclos de aportaciones más desfavorables. Algo a lo que parece apuntar la tendencia de las aportaciones, coincidiendo además con un contexto de cambio climático. En estas circunstancias, parece aconsejable disminuir el trasvase en nivel 2 (y en paralelo el del nivel 3, para que haya diferencia entre ambos), de manera que se facilite la recuperación adecuada de los embalses en los años húmedos y se puedan iniciar los ciclos secos con una reserva adecuada de agua en los embalses.

[67] No obstante, hay que tener en cuenta lo reducido de la muestra de estos periodos, que puede dar lugar a interpretaciones erróneas. Por ejemplo, el tercer periodo tiene una población de 8 elementos, mientras que en el gráfico aparecen representados 6 valores (3 cuartiles, máximo y mínimo; además de la media).

2.5.1.5 Propuesta de nuevas reglas

En el apartado anterior se ha mostrado la evolución de los diferentes tanteos de propuestas de Reglas de Explotación hasta que se ha llegado a una solución que se considera satisfactoria en los términos en los que se encuentra planteado el problema. En cada iteración se observa la sensibilidad del sistema a los cambios planteados. Finalmente, se llega a la siguiente propuesta:

- Nivel 1. Se dará cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía sean iguales o mayores que 2000 hm³, o cuando las aportaciones conjuntas entrantes a estos embalses en los últimos doce meses sean iguales o mayores que 9999 hm³. En este caso el órgano competente autorizará un trasvase mensual de 60 hm³, hasta el máximo anual.
- Nivel 2. Se dará cuando las existencias conjuntas de Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 2000 hm³, sin llegar a los volúmenes previstos en el Nivel 3 (688 hm³)[68], y las aportaciones conjuntas registradas en los últimos doce meses sean inferiores a 9999 hm³. En este caso el órgano competente autorizará un trasvase mensual de 20 hm³, hasta el máximo anual.
- Nivel 3. Se dará cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía no superen, a comienzos de cada mes, 688 hm³. En este nivel, denominado como de situación hidrológica excepcional, el órgano competente podrá autorizar discrecionalmente y de forma motivada un trasvase de hasta 10 hm³/mes.
- Nivel 4. Se dará esta situación cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 400 hm³, en cuyo caso no cabe aprobar trasvase alguno.

Como se aprecia en los resultados de la simulación de esta propuesta de Reglas de Explotación (con detalle en An.6G, resumidos en la Figura 89 para el desembalse de referencia base de 365 hm³/año), el marco de la operación sería radicalmente diferente. pues se mantendría un valor mínimo constante del trasvase y no se entraría en situación de excepcionalidad hidrológica. Se reducirían tensiones y declaraciones de sequía.

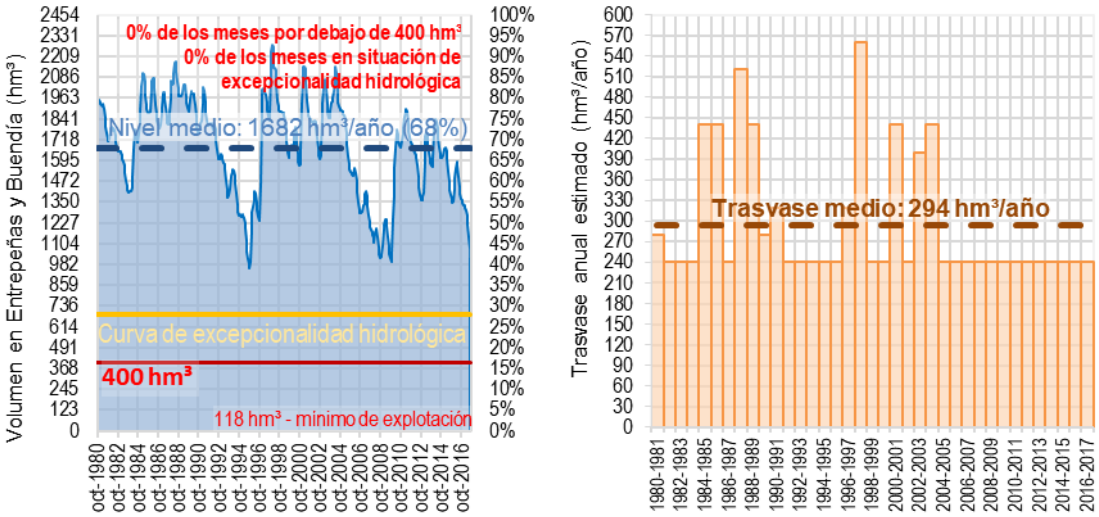


Figura 90. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación, con los desembalses de referencia base (365 hm³)

[68] Se propone sustituir la curva de excepcionalidad hidrológica por su valor máximo, pues las variaciones que presenta la curva son pequeñas comparadas con la capacidad del embalse o las oscilaciones de nivel. Su repercusión práctica es pequeña. Con el cambio se gana en sencillez de interpretación.

2.5.1.6 Análisis de sensibilidad. Vulnerabilidad ante el cambio climático

En los resultados de la simulación con los desembalses de referencia base (365 hm³/año), puede parecer demasiado prudente la evolución de volúmenes, al alejarse en demasía de la curva de excepcionalidad para las Reglas de Explotación propuestas. Pero al compararlo con el escenario con el máximo desembalse de referencia (añadiendo 60 hm³/año para el abastecimiento de Madrid) se aprecia que el margen es mucho menor (*vid* Figura 91).

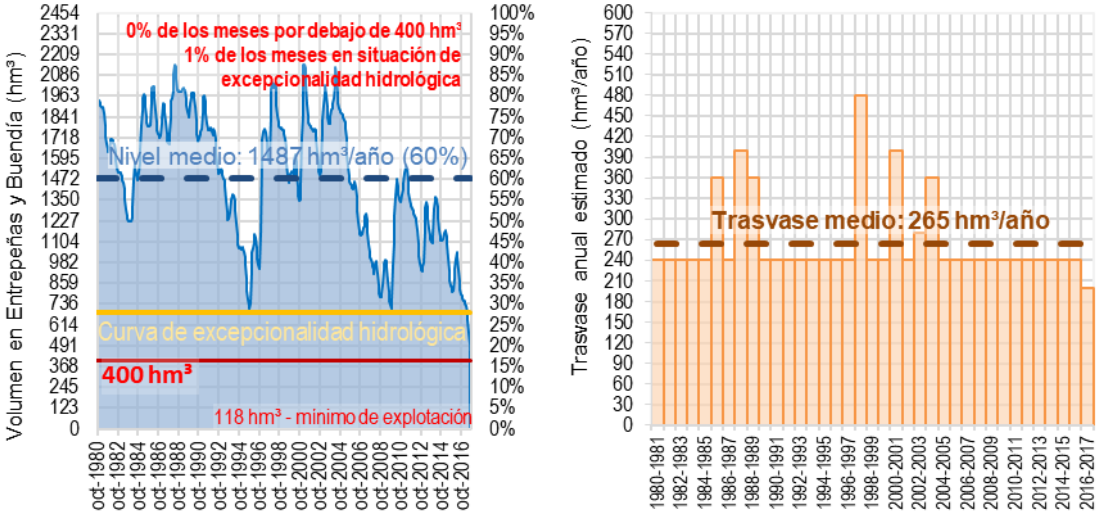


Figura 91. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación, con los desembalses de referencia base (365 hm³) más 60 hm³/años adicionales como complemento al abastecimiento de Madrid (total 425 hm³/año)

En los resultados de la evolución de volumen en Entrepeñas y Buendía (Figura 92) de las tres últimas iteraciones realizadas se observa como el tercer ciclo (2009-2017) condiciona el resultado, de manera que cuando se inicia con existencias bajas y se incrementan las salidas, la caída en este periodo es mayor. Plantear un mayor trasvase supondría una mayor caída de existencias y una previsible entrada en el nivel 4.

Intentando buscar explicación a este fenómeno se han comparado las aportaciones registradas en los tres ciclos, reflejado anteriormente en el análisis de la iteración del tanteo 2. Son pocos años para extraer conclusiones estadísticas, pero se distingue que las aportaciones del tercer ciclo son algo menores que las del segundo, aunque no mucho. Más interesante es que se encuentra en un rango de cuartiles similar de aportaciones a los del primer ciclo, pero el comportamiento de la evolución del embalse es diferente. La razón está en que por octubre de 1980 las existencias en los embalses son altas. Tomando como referencia el Tanteo 2º en el caso del máximo desembalse de referencia, a pesar de un periodo inicial de descenso acusado, en el punto más bajo del inicio (a finales de 1983) se estaría con unas existencias del orden de los 1000 hm³, que son mucho más altas de las que se tendrían en el arranque de 2010, próximo a los 400 hm³. Pero lo que crece en el primer ciclo es similar a lo que hace en el tercero. O expresado en otra forma, si 1984 se hubiera iniciado con unas existencias del orden de los 400 hm³, el primer ciclo tendría un comportamiento similar al tercero.

Este razonamiento refleja la seguridad que supone para el sistema el mantener unas reservas altas. Algo más conveniente en un escenario de incertidumbre ante las consecuencias del cambio climático. La prudencia es una buena herramienta de prevención. Así, aunque sobre el papel de la impresión de que se pudiera apurar un poco

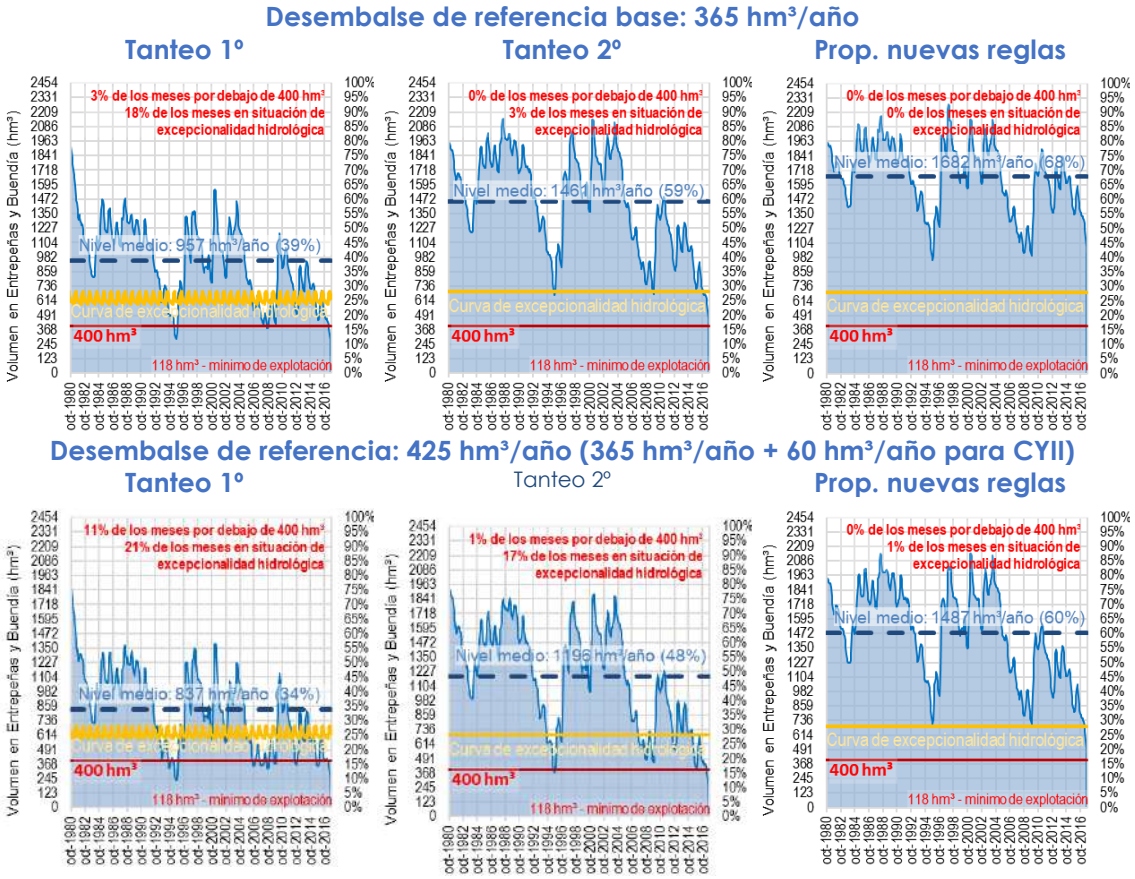


Figura 92. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía con las simulaciones de los tanteos 1º, 2º y la propuesta de nuevas Reglas de Explotación. Arriba con los desembalses de referencia base (365 hm³) y abajo considerando 60 hm³/año adicionales para atender necesidades del abastecimiento de Madrid (total 425 hm³/año)

más en los trasvases a realizar, se incrementaría la vulnerabilidad del sistema. Con el añadido de que el supuesto mayor excedente medio sería a costa de una mayor irregularidad interanual en los trasvases. Con las consecuencias que tiene de incremento de tensiones y declaraciones de sequías forzadas por una gestión mejorable.

2.5.1.7 Análisis final y resumen sobre las Reglas de Explotación

Las Reglas de Explotación son las que determinan el volumen que se puede trasvasar cada mes. Algo similar a una auténtica determinación de excedentes, pero no es una determinación de excedentes. Su teórica finalidad no es velar por la cuenca cedente sino modular los envíos para acomodarlos a los requerimientos del receptor ante la ambigüedad de la determinación legal de excedentes para determinar el trasvase a aprobar cada mes. Esta definición legal de excedentes se realiza en la disposición adicional tercera de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional —tras la modificación de 2013—, en la que se limita a decir que "*se considerarán aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el conjunto de Entrepeñas-Buendía que superen los 400 hectómetros cúbicos*"[69].

[69] Paradójica y enigmáticamente, en la definición de las reglas de explotación (disposición adicional quinta de la *Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes*) se hace una referencia al desarrollo de los municipios ribereños —se sobrentiende de Entrepeñas y Buendía— y se legisla supuestamente para favorecerlos. Concretamente, en el párrafo séptimo de su punto primero:

> "*A efectos de favorecer el desarrollo de los municipios ribereños, se explotará el sistema de forma que el volumen de trasvase ya autorizado y pendiente de aplicación se mantenga*

No obstante, aunque no sean una definición legal de excedentes, por su similitud formal es aplicable para su análisis y mejora la metodología planteada para la determinación de excedentes, centrando el análisis en las condiciones en las que se realizan los trasvases e ignorando la situación en la que queda el Tajo, como se hace en las Reglas de Explotación.

Planteadas en 1997 como una herramienta de apoyo para la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCEATS), con carácter orientativo, a partir de 2013 se encuentran definidas por Ley, rango superior al plan hidrológico de la cuenca del Tajo, aprobado por Real Decreto. A partir de este momento ya no tienen carácter orientativo, sino que en los niveles 1 y 2 la autorización es imperativa por el valor fijado en las Reglas de Explotación; en nivel 3 la decisión es discrecional hasta un máximo (fijado en 20 hm³/mes y asegurando al menos 7,5 hm³/mes para los abastecimientos).

Originariamente se plantearon como una forma de regularizar los envíos. Pues si se trasvasaba sin precaución alguna, se combinarían años del máximo trasvase posible con otros de trasvase mínimo o inexistente, como se puede apreciar claramente en los resultados de la simulación realizada.

Sin embargo, las Reglas de Explotación de 2014 (RE2014; definidas en RD 773/2014), si bien reducen algo la variabilidad respecto a la situación de trasvasar sin cautelas, están lejos de conseguir una uniformidad en los trasvases. La razón está en que las RE2014 priorizan maximizar el trasvase medio a su uniformidad interanual.

En un escenario sin vertidos ni déficit en el Tajo, considerando que los desembalses al Tajo coinciden con los desembalse de referencia fijados en 2014 (DR201; en el RD 773/2014), en un año se cumple:

$$\text{aportación} = \text{DR2014} + \text{evaporación} + \text{trasvase} + \Delta \text{ volumen en EyB}$$

En esta ecuación, si se quiere hacer más grande el trasvase siendo la aportación y los DR2014 fijos o establecidos desde fuera, sólo queda disminuir la evaporación y tener descensos en los volúmenes de embalse. En las simulaciones realizadas con RE2014 se inicia el periodo 1980-2017 con reservas altas, que permite mantener reservas en los embalses durante los primeros años mientras se trasvasa fuerte, hasta que se agotan. Por otra parte, para reducir la evaporación la forma de hacerlo es que no se llenen mucho los embalses de Entrepeñas y Buendía.

De manera esquemática, si se busca incrementar la uniformidad se tendría que considerar que[70]:

$$\Delta \text{ uniformidad trasvases} \Rightarrow \Delta \text{ reservas} \Rightarrow \Delta \text{ evaporación} \Rightarrow \nabla \text{ trasvase medio}$$

---

preferentemente en los embalses de cabecera, antes que en otros almacenamientos en tránsito o destino, siempre que tal explotación sea compatible con una gestión racional e integrada del sistema conjunto."

Es un reconocimiento legal de que el mantenimiento de un nivel alto favorece el desarrollo de la cuenca del Tajo, algo que no es tenido en cuenta en la determinación legal del carácter excedentario de las aguas a trasvasar.

Quizás la motivación principal de esta disposición, que no figura expresamente en el párrafo, sea que una vez el agua es trasvasada, en función del tiempo que es almacenada en destino está sujeta a pérdidas de evaporación, mientras que si se mantiene ese tiempo en los embalses de Entrepeñas y Buendía, cuando se realiza el trasvase se realiza por la cantidad aprobada, sin descontar la parte que le correspondiera de evaporación.

A favor de esta interpretación juega la escasa efectividad que tiene esta medida en lo que se refiere a conseguir una lámina de agua atrayente en Entrepeñas y Buendía.

[70] Δ: incremento; ∇: descenso

Sin embargo, para el razonamiento de optimización de RE2014 parece que se ha tenido en cuenta el esquema inverso:

Δ trasvase medio ⇨ ∇ evaporación ⇨ ∇ reservas ⇨ ∇ uniformidad trasvases

De esta manera, las RE2014 al impedir la recuperación de niveles favorecen que se entre con frecuencia en situaciones de excepcionalidad hidrológica. La simulación con RE2014 y DR2014 arroja que el 40% del tiempo se estaría en situación de excepcionalidad hidrológica (30% en nivel 3 y 10% en nivel 4). Aparte de lo contradictorio del empleo del término excepcionalidad en una situación que previsiblemente se va a dar con alta frecuencia, se trata de una gestión irracional e insostenible.

Asociado a estas situaciones de nivel 3 y 4 se favorece la declaración de sequía en la cuenca del Segura, que pueden ser evitadas con una mejor definición de las Reglas de Explotación.

La *JE2013* soporta técnicamente las RE2014. Fueron presentadas como anejo técnico en la consulta pública del RD 773/2014 que define las RE2014. Pero las Reglas de Explotación que plantean son diferentes de las que se aprobaron. El motivo fue la cesión del legislador ante la presión del SCRATS, que consideraba las reglas planteadas en *JE2013* lesivas a sus intereses porque planteaba un trasvase de 30 hm³/mes (360 hm³/año) en nivel 2 frente a los 38 hm³/mes (456 hm³/año) de las RE1997.

Se identificó esté descenso del valor nominal del trasvase en nivel 2 con un descenso equivalente en trasvase que se iba a tener. No se tuvo en consideración que un mayor trasvase en nivel 2 causa que se entre más tiempo en nivel 3 al vaciarse más rápido los embalses.

Así, por un motivo no técnico, se adoptaron las RE2014, que son más agresivas que las que se planteaban en *JE2013*. Si bien, con estas reglas propuestas en *JE2013*, para el caso de DR2014, se estaría un 28% del tiempo en situación de excepcionalidad hidrológica (23% en nivel 3 y 5% en nivel 4). Una solución también mala.

Como mejora, podría pensarse, como parece apuntarse en la propia *JE2013*, en ajustar el nivel de trasvase en nivel 2 de forma que se llegue al equilibrio:

aportación = DR2014 + evaporación +12 x trasvase en nivel 2

Para los valores que se tienen en el periodo 1980-2017 se tendría un trasvase en nivel 2 de 26 hm³/mes.

Sin embargo, si se limita el cambio a modificar las RE2014 para que el trasvase en nivel 2 sea 26 hm³/mes, los resultados tampoco serían satisfactorios. La causa está en que se entra fácilmente en nivel 1 de las Reglas de Explotación, tanto porque el umbral fijado (1300 hm³) es bajo, como porque se entra en este nivel cuando las aportaciones de los 12 meses anteriores superan los 1200 hm³.

Por tanto, de las RE2014 conviene modificar también las condiciones en las que se entra en nivel 1, endureciéndolas, con el fin de tener mejor respuesta del sistema en nivel 2 y evitar entrar en nivel 3. En ese sentido, se propone eliminar la posibilidad de entrar en nivel 1 porque se hayan registrado aportaciones abundantes en los 12 meses anteriores[71]. Por otra parte, en la simulación realizada con el umbral del nivel 1 fijado en 2000 hm³ ha dado resultados satisfactorios, en el sentido de conseguir una mayor uniformidad de caudales y evitar situaciones de excepcionalidad hidrológica.

[71] Por aspectos formales/legalistas se entiende que por un RD no se puede eliminar esta condición, se puede plantear un valor muy elevado, por ejemplo 9999 hm³, de manera que en la práctica no cause daños.

Pero esta solución, mucho más satisfactoria que RE2014, sigue teniendo dos debilidades. Por una parte, ante mayores necesidades de la cuenca del Tajo. Por ejemplo, si se materializa los 2 m³/s para la toma del Canal de Isabel II que se contempla en la legislación (DR2014+CYII), se estaría un 18% en situación de excepcionalidad hidrológica (17% en nivel 3 y 1% en nivel 4). Por otra parte, las aportaciones no son uniformes, e incluso dentro del periodo 1980-2017 se detectan diferentes ciclos, con valores de la media inferiores, que refleja que pueden aparecer problemas al no recuperarse adecuadamente los niveles. En un escenario en el que parece intuirse una tendencia decreciente de las aportaciones, además del contexto del cambio climático que nos encontramos, esta situación es incluso más preocupante.

Así, en la propuesta de cambio de las Reglas de Explotación que se hace se plantea reducir el trasvase en nivel 2 de 38 hm³/mes a 20 hm³/mes, además de elevar el umbral del nivel 1 de 1300 hm³ a 2000 hm³ y eliminar la posibilidad de entrar en nivel 1 por las aportaciones de los 12 meses anteriores. Adicionalmente, se propone reducir el trasvase máximo autorizable en nivel 3 de 20 hm³/mes a 10 hm³/mes para que haya diferencia entre los niveles 2 y 3 que evite o retarde una eventual entrada en nivel 4. Otro aspecto que se sugiere es sustituir la curva de excepcionalidad hidrológica por un valor fijo. Por ejemplo, su máximo (688 hm³); apenas afecta al resultado de la simulación pues el rango de su variación es de un orden de magnitud sensiblemente menor al de las oscilaciones en los niveles de embalse, pero permitiría una comprensión más clara del funcionamiento sin afectar la teórica finalidad de esta curva —garantizar los abastecimientos urbanos—, aunque no se cumpla con las RE2014.

Poniendo en orden estas consideraciones, la modificación de Reglas de Explotación que se propone es:

- Nivel 1. Cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía sean iguales o superiores a 2000 hm³. Trasvase de 60 hm³/mes.
- Nivel 2. Cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 2000 hm³ e iguales o superiores a 688 hm³. Trasvase de 20 hm³/mes.
- Nivel 3. Cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 688 hm³ e iguales o superiores a 400 hm³. Trasvase hasta 10 hm³/mes.
- Nivel 4. Cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 400 hm³. No se aprobarán trasvases.

Se insiste una vez más en que esta propuesta de modificación de las Reglas de Explotación del ATS no ha de confundirse con una determinación de excedentes. Se plantea "*con el único objetivo de dotar de mayor estabilidad interanual a los suministros, minimizando la presentación de situaciones hidrológicas excepcionales a las que se refiere el nivel 3, sin modificar en ningún caso el máximo anual de agua trasvasable*", en la terminología empleada en el sexto párrafo del punto 1 de la disposición adicional quinta "Reglas de explotación del Trasvase Tajo-Segura" de la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

2.5.2 Medida correctora: aplicación de la metodología a la determinación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar

2.5.2.1 Diferencia con las Reglas de Explotación

A efectos prácticos cuesta distinguir lo que son las Reglas de Explotación de lo que se entiende en este documento que debiera ser la definición de excedentes. Pues el resultado de las dos es el mismo: determinar cuánta es el agua que se puede trasvasar. De hecho, en este documento se aplica prácticamente la misma metodología para

analizar y plantear una mejora de las Reglas de Explotación, que para definir los excedentes.

La diferencia radica en que las Reglas de Explotación no se plantean para proteger la Tajo, sino para programar los trasvases ante la insuficiencia de la definición legal de excedentes para hacerlo de manera satisfactoria. La solución tomada en 1997 para la definición de excedentes, que persiste hoy con ligeras modificaciones en sus parámetros, parece una fórmula para salvar o sortear la aplicación del mandato legislativo de que sea en la cuenca del Tajo donde se determine el carácter excedentario de las aguas. Para ello se da una definición simple de excedentes que apenas imponga restricciones al trasvase, mientras que las cantidades a trasvasar se fijan por otros procedimientos. Y para que esta forma de operar sea aplicable se limitan y controlan los desembalses al Tajo, por Ley desde 2013.

La aplicación de la metodología planteada a la mejora de las Reglas de Explotación demuestra su potencial. Ha permitido analizar eficazmente la situación, detectando donde está el problema. Y por medio de sucesivos cambios en las Reglas de Explotación se ha llegado a una solución satisfactoria para resolver el problema planteado dentro de los marcos establecidos en la legislación para hacerlo. Con las imitaciones impuestas al Tajo de restricción de desembalses (desembalses de referencia) y la no implantación del régimen de caudales ecológicos. Esto es, basándose en una definición de excedentes legal —pero defectuosa— y en unas Reglas de Explotación iniciales se han detectado las causas del deficiente comportamiento del sistema en los parámetros establecidos —falta de uniformidad de trasvases y gran número de meses en situación de excepcionalidad hidrológica—, y se plantean unas nuevas Reglas de Explotación que los corrijan. De manera que con su aplicación se minimizarían las situaciones de excepcionalidad hidrológica y se mejoraría la homogeneidad de los trasvases realizados. Por otra parte, la aplicación de la metodología a la valoración y mejora de las Reglas de Explotación tiene una componente didáctica y de calibración, pues de sus iteraciones se extrae interesante información del comportamiento del sistema y su sensibilidad ante los diversos cambios que se plantean en el proceso.

Ahora bien, resuelve un problema de la operación del ATS tal y como está planteada ahora, limitado a la programación de los trasvases, pero no afronta el problema de fondo: la adecuada determinación legal de excedentes de la cabecera del Tajo. Algo que se puede realizar satisfactoriamente desde el punto de vista técnico aplicando la metodología propuesta liberando al Tajo de las limitaciones y restricciones que soporta. Ahora bien, para poderse aplicar se requiere cambiar la legislación previamente.

2.5.2.2 Consideraciones

En lenguaje de la Directiva Marco del Agua, el ATS puede considerarse como una presión de extracción de la cuenca del Tajo, que como toda presión tiene su impacto. En este sentido, con una adecuada definición del carácter excedentario de las aguas trasvasadas, este impacto debería ser mínimo o casi inexistente.

Definir cuáles son las afecciones del ATS a la cuenca del Tajo es complejo. En los puntos 2.3.2 y 2.3.3 se analiza cual es el contexto del ATS en la cuenca del Tajo y se indica la principal problemática de la cuenca del Tajo. No todos los problemas del Tajo están causados con el ATS, pero de algunos sí es su causa directa —como del bajo nivel medio de Entrepeñas y Buendía— y en otros condiciona la gestión —caso de los abastecimientos urbanos o la implantación de un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo—.

Para la aplicación de la metodología se han considerado dos escenarios: antes de la implantación del régimen de caudales ecológicos mínimos en el río Tajo y tras la implantación del régimen de caudales ecológicos mínimos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas Importantes del Tajo aprobado en noviembre de 2010. Propiamente dicho, la determinación de excedentes sólo debiera contemplar el segundo, tras la implantación del régimen de caudales ecológicos mínimos en el río Tajo, pues es el soporte teórico que se le da al cumplimiento de los objetivos ambientales en el río Tajo. No obstante, se ha realizado la simulación para el caso actual con el objeto de tener una base de comparación. En ambos casos, las necesidades de desembalses para la cuenca del Tajo se estiman a partir de valores publicados durante el proceso de planificación del Tajo, siendo lógicamente diferentes en cada escenario.

El lugar adecuado para definir los objetivos a conseguir en el Tajo es en su Plan hidrológico. Pues es el lugar donde se caracterizan los recursos y los usos. Para este trabajo se parte de la caracterización de recursos, mediante la serie de aportaciones aforada. Pero se desconocen cuáles son las necesidades reales de desembalses desde Entrepeñas y Buendía para que la cuenca del Tajo vea satisfechos sus usos consuntivos y esté en condiciones de cumplir sus objetivos ambientales. Como estimación, se consideran unas demandas variables, basadas en el borrador del plan del Tajo de 2011. Se trata pues de un sustituto de un estudio de demandas, pero basado en la propia planificación del Tajo, con la suficiente validez para poder plantear de una manera realista la metodología propuesta. Para evitar distraer la exposición de los resultados de este capítulo, esta estimación de demandas se incluye en el punto An.6A del Anejo 6, distinguiéndose tanto para el caso en que no esté implantado el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo como en el que sí se considere dicho régimen implantado, que corresponde a la definición de excedentes propuesta.

Se han considerado tres casos. Los dos primeros corresponden a los escenarios anterior y posterior a la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, con una estructura de la definición de excedentes similar a la planteada para las Reglas de Explotación. El caso 3 puede considerarse como una prueba de otra manera de definir los excedentes, basada en el reparto de aportaciones. Se ha realizado sólo para el caso anterior a la implantación del régimen de caudales ecológicos, con el fin de poder valorarla mejor. Se adelanta ya que su resultado no se considera satisfactorio, una vía con apenas interés; se ha dejado el resultado como un ejemplo de la versatilidad de la metodología.

2.5.2.3 Caso 1 – Caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

Como se ha comentado antes, este caso no es una auténtica determinación de excedentes, pues no contempla la implantación de caudales ecológicos en Aranjuez. Su razón de ser es como enlace con el análisis y mejora de las Reglas de Explotación, a la vez que se obtiene una base de comparación para valorar lo que implica la implantación del régimen de caudales ecológicos.

Como arranque, puede asimilarse la situación que se tendría con la propuesta de nuevas Reglas de Explotación propuestas en 2.5.1.5 a una especie de caso 0, pues los resultados que se tendrían de los niveles de embalse en Entrepeñas y Buendía serían satisfactorios para facilitar el desarrollo de los municipios ribereños de Entrepeñas y Buendía, mantenimiento de los ecosistemas de los propios embalses y como reservas ante posibles contingencias. Pero si a este escenario se le quitara la limitación de los desembalses al Tajo (desembalses de referencia) y en su lugar se tuviera la estimación de necesidades del Tajo evaluadas en An.6A, la evolución de reservas en Entrepeñas y

Buendía para el periodo 1980-2017 sería el reflejado en la Figura 93 (resultados detallados en An.6H).

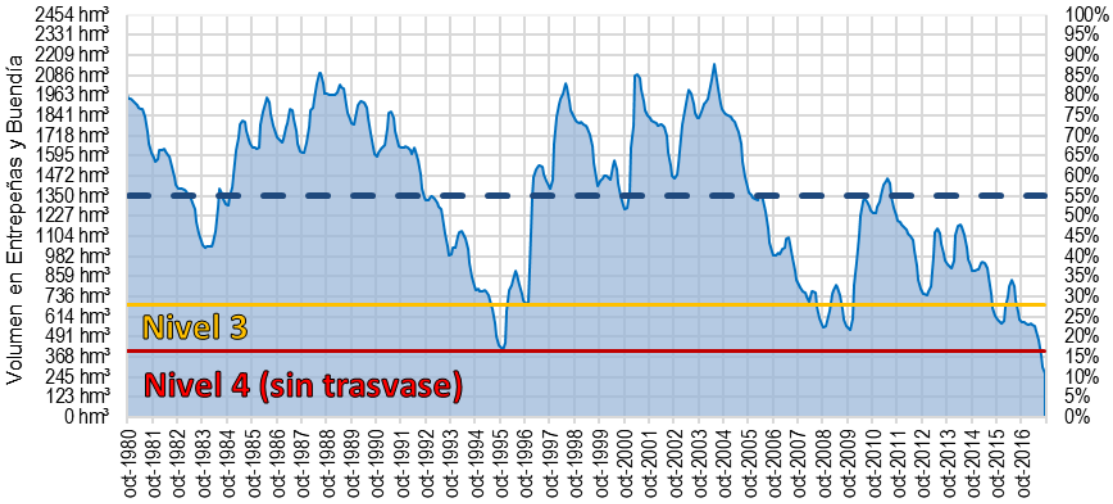


Figura 93. Volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía para la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del caso 1. Periodo 1980-2017

Se aprecia un comportamiento similar al del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación (punto 2.5.1.4.6). En el tercer ciclo la recuperación de volúmenes no se produce de manera satisfactoria, cayendo incluso al nivel 4 al final del periodo. En la comparación de cuartiles (Figura 94) se aprecia más claramente el peor comportamiento del tercer ciclo.

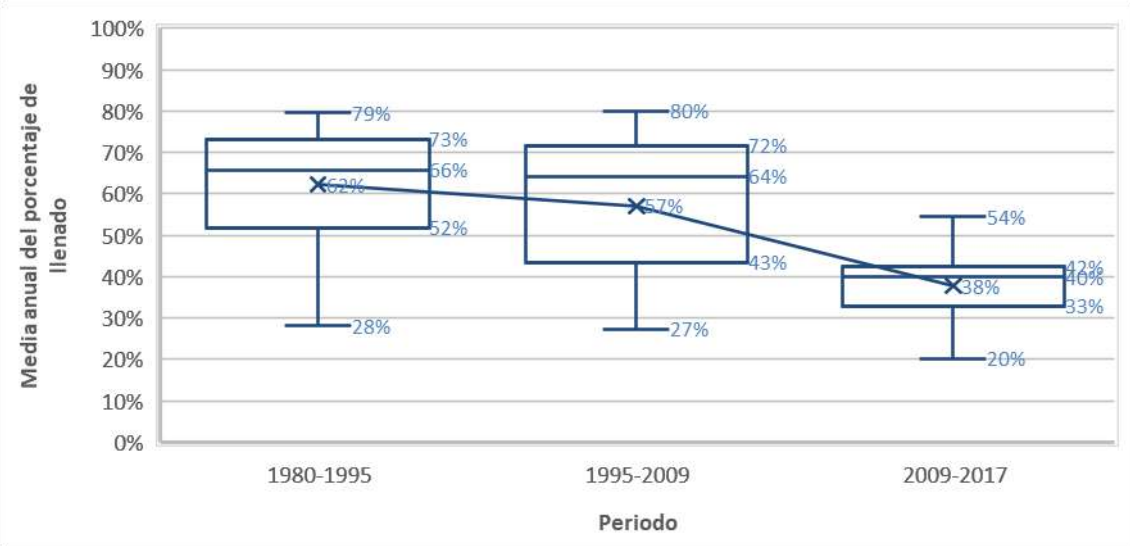


Figura 94. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del caso 1 para el periodo 1980-2017, distinguiendo entre tres subperiodos.

La propuesta de nuevas Reglas de Explotación planteada, aunque no sea su objetivo, supone una gran mejora para el Tajo respecto a la situación actual. Sin embargo, esta propuesta es insuficiente para ser considerada como una definición de excedentes. Se necesita algo más.

Sobre la forma de definir estos excedentes se pueden plantear diferentes alternativas más o menos complejas. Por ejemplo, en la propuesta de BPHT1995 se distinguía entre 6 niveles (véase Figura 132 en la página 239), con una definición de umbrales dada por curvas mensuales para la mayoría de los niveles. En este caso se plantea una definición

más sencilla, formalmente parecida a las Reglas de Explotación, si bien con distinto significado en los niveles. Esquemáticamente, la finalidad de estos niveles sería:

- Nivel 1: abundancia. Cuando los embalses de Entrepeñas y Buendía están muy llenos y las aportaciones recientes son abundantes. Un concepto similar al nivel 1 de las Reglas de Explotación actuales, pero con un matiz muy importante: el cambio de la conjunción disyuntiva "o" por la copulativa "y". Más allá del tema gramatical, se trata de una situación más estricta, que sólo se da en la intersección de las dos condiciones impuestas (operador lógico "Y") en lugar de en su unión (operador lógico "O") que se utiliza actualmente en las Reglas de Explotación.
- Nivel 2: explotación normal. En este caso el concepto es similar al teórico de las Reglas de Explotación.
- Nivel 3: sequía (precaución). El dimensionamiento de la definición de excedentes puede contemplar la entrada esporádica en este escenario, buscando que la salida de este nivel al 2 sea rápida. Se plantea una reducción de la cuantía de los excedentes, toda vez que se considera que hay debilidades en el cumplimiento de las atenciones del Tajo. El criterio que se ha considerado para definirlo es fijarlo en 1000 hm³, aproximadamente el 40% de la capacidad de embalse, atendiendo de esta manera a la petición histórica de los municipios ribereños de Entrepeñas y Buendía. Conceptualmente difiere del planteamiento de las Reglas de Explotación que lo planteaba en función de la atención de los abastecimientos del Sureste. Se evita asimismo llamarlo como excepcionalidad hidrológica porque el sistema puede y tiene que ser lo suficientemente robusto o prudente para que aun en situaciones de aportaciones bajas aguante en nivel 2 la mayor parte del tiempo. En este sentido, la entrada en los últimos años de manera habitual en situaciones de excepcionalidad hidrológica ha contribuido a desvirtuar el término.
- Nivel 4: sequía extrema (emergencia). Es un nivel al que al plantear la definición de excedentes no hay que plantearse la posibilidad de entrar en él, ni siquiera de acercarse. Es un concepto diferente al de la actual definición de excedentes.

La fijación de estos umbrales se realiza inicialmente de forma discrecional, y por iteraciones sucesivas se va simulando la propuesta, se analizan los resultados y, si procede, se plantea otra y se repite el proceso. Puede haber varias soluciones satisfactorias, incluso con otra estructura diferente de la aquí referida, siendo aplicable la metodología.

La propuesta de definición de excedentes para un mes *i* planteada en este caso 1 es:

- Nivel 1: si $Vi_i \geq 2000$ hm³ y $A12m_i \geq 1000$ hm³ ⇒ $\text{Excedente}_i = 50$ hm³.
- Nivel 2: si 2000 hm³ > $Vi_i \geq 1000$ o ($A12m_i < 1000$ hm³ y $Vi_i \geq 2000$ hm³) ⇒ $\text{Excedente}_i = 15$ hm³.
- Nivel 3: si 1000 > $Vi_i \geq 400$ hm³ ⇒ Excedente_i = mínimo (8 hm³, Vi_i – 400 hm³).
- Nivel 4: si $Vi_i < 400$ hm³ ⇒ $\text{Excedente}_i = 0$ hm³.

El resultado de la simulación con esta propuesta de excedentes y demandas variables se recoge en An.6I. En la Figura 95 se muestra el resultado de la evolución de niveles para el periodo 1980-2017. En principio el resultado puede considerarse satisfactorio. Como se aprecia en la Figura 96 (comparándola con la Figura 94) los cuartiles del tercer ciclo se elevan, controlándose la caída, con valores más altos en los dos primeros ciclos.

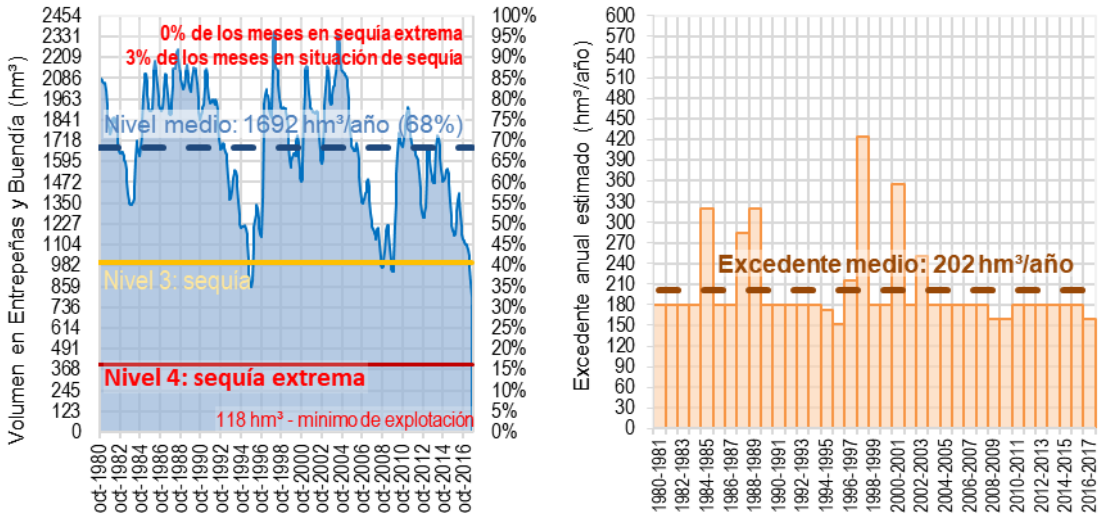


Figura 95. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes (antes de la implantación del régimen de caudales ecológicos). Periodo 1980-2017

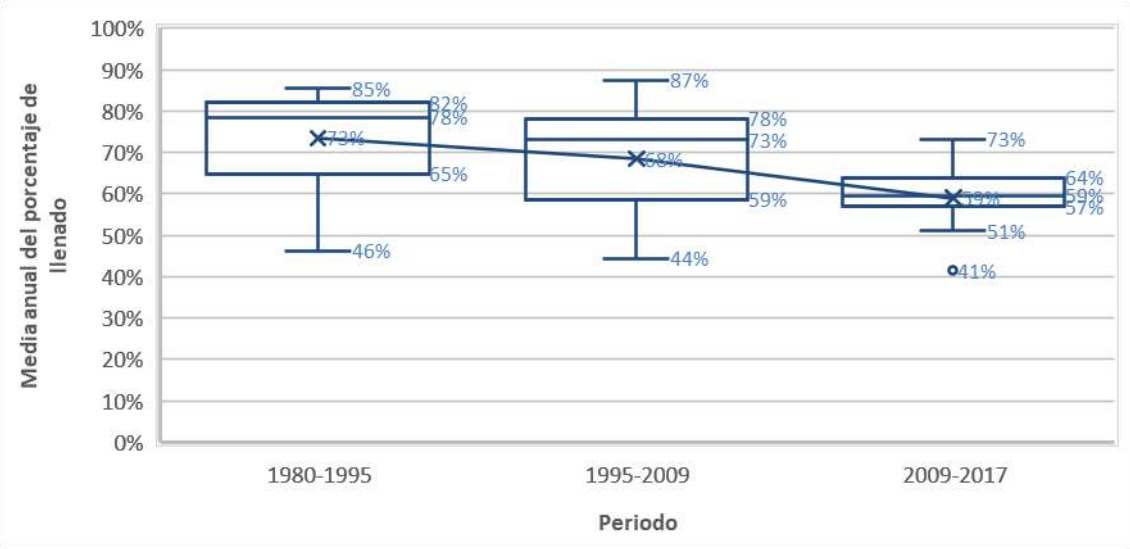


Figura 96. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del caso 1 para el periodo 1980-2017, distinguiendo entre tres subperiodos.

2.5.2.4 Caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable

En esta situación se considera que se ha implantado el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo planteado en el ETI del Tajo aprobado en noviembre de 2010. Esta condición se traduce en un incremento de las necesidades de desembalse.

Este incremento de las necesidades de desembalses para el Tajo se ha de traducido en una reducción significativa del excedente. Como paso previo, para tomar una referencia, se realiza una simulación sin trasvases y con las demandas del caso 2. Los resultados de esta simulación se encuentran en An.6J (se muestran, como referencia, los niveles planteados en el caso 1, sin implantar los caudales ecológicos).

En la Figura 97 se muestra cómo sería la evolución en los niveles de embalse en Entrepeñas y Buendía para el periodo 1980-2017, que para la cuenca Tajo es similar —o incluso algo más favorable— que la que tiene en el caso 1. Habría un vertido medio de 76 hm³/año, que en principio podría ser indicativo del orden de magnitud de los

excedentes esperables, suponiendo que se tuviera una capacidad de regulación que fuera compatible con cubrir las necesidades del Tajo.

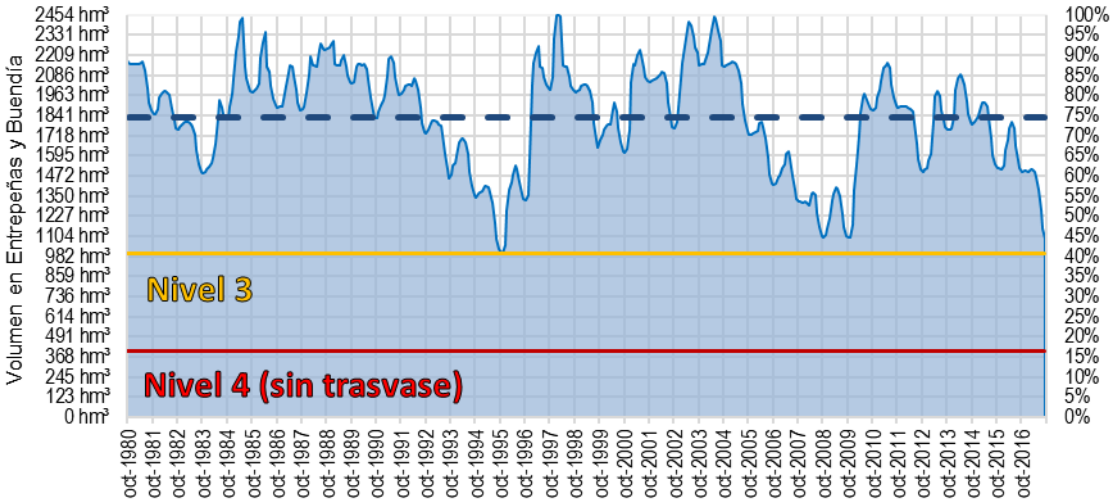


Figura 97. Evolución de los volúmenes en Entrepeñas y Buendía de los resultados de la simulación de las demandas del caso 2 —con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010— sin trasvase. Periodo 1980-2017

En este supuesto de demandas el excedente existiría, pero sería reducido. Con unas mayores necesidades de desembalse para la cuenca del Tajo, la propuesta de definición de excedentes planteada para un mes *i* en este caso 2 es más restrictiva que la plantada en el caso 1:

- Nivel 1: si $Vi_i \geq 2000$ hm³ y $A12m_i \geq 1200$ hm³ ⇒ Excedente$_i$ = 50 hm³.
- Nivel 2: si 2000 hm³ > $Vi_i \geq 1000$ o ($A12m_i < 1000$ hm³ y $Vi_i \geq 2000$ hm³) ⇒ Excedente$_i$ = 5 hm³.
- Nivel 3: si 1000 > $Vi_i \geq 400$ hm³ ⇒ Excedente$_i$ = 0 hm³/mes.
- Nivel 4: si $Vi_i < 400$ hm³ ⇒ Excedente$_i$ = 0 hm³/mes.

De los resultados de la simulación (resultados detallados en An.6K, resumidos en la Figura 98) se aprecia lo reducido del excedente.

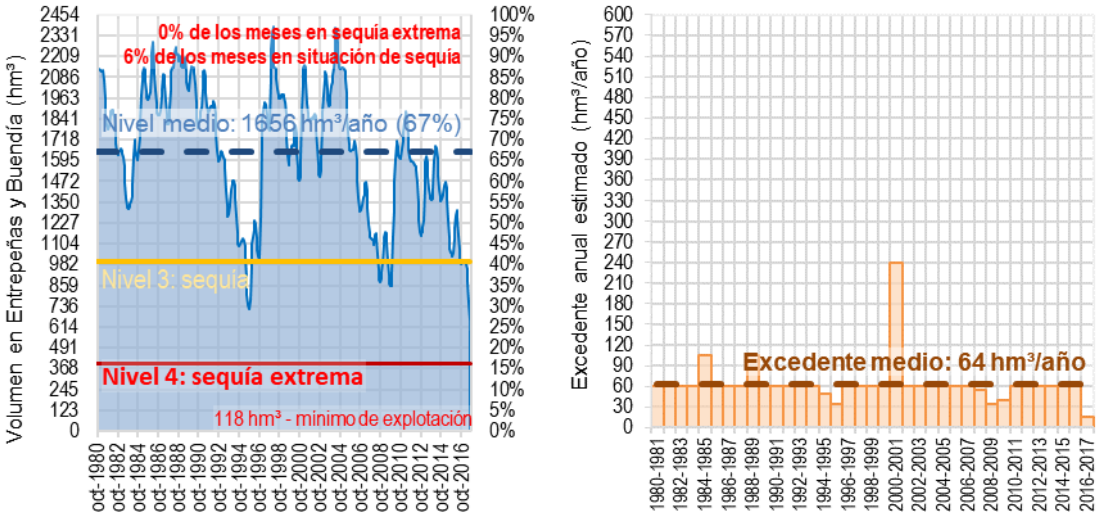


Figura 98. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la aplicación de la metodología de la determinación de excedentes para el escenario posterior a la implantación del régimen de caudales ecológicos mínimos en el río Tajo (caso 2)

Se producen vertidos, lo que puede dar lugar a pensar que la definición de excedentes no es adecuada o podría refinarse más. El problema es que, en el campo de las simulaciones, para que no se produzcan estos vertidos es preciso aumentar el rango de oscilación de los embalses, lo que daría lugar a una bajada generalizada del llenado, con periodos prolongados en niveles bajos, aspecto no deseable para la cuenca del Tajo.

2.5.2.5 Caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

En este caso se explora una alternativa a la definición de excedentes, que se trata de definirlos en los niveles 2 y 3 como un porcentaje o fracción de las aportaciones registradas en los 12 meses anteriores en lugar de un valor fijo mensual. El escenario de demandas que se utiliza para esta simulación es el definido en el caso 1, pues lo reducido de los excedentes que resultan en el caso 2 hacen poco visibles las diferencias de esta alternativa.

La propuesta de definición de excedentes planteada en este caso 1 es:

- Nivel 1: si $Vi_i \geq 2000$ hm³ y $A12m_i \geq 1000$ hm³ ⇒ $\text{Excedente}_i = 50$ hm³.
- Nivel 2: si 2000 hm³ > $Vi_i \geq 1000$ o ($A12m_i < 1000$ hm³ y $Vi_i \geq 2000$ hm³) ⇒ $\text{Excedente}_i = \text{Excedente}_i$: la dozava parte del 25% de $A12m_i$.
- Nivel 3: si 1000 > $Vi_i \geq 400$ hm³ ⇒ Excedente_i = mínimo (la dozava parte del 10% de $A12m_i$, Vi_i – 400 hm³).
- Nivel 4: si $Vi_i < 400$ hm³ ⇒ $\text{Excedente}_i = 0$ hm³.

Los resultados de la simulación se encuentran en el punto An.6L del Anejo 6. Los resultados son muy similares a los del caso 1, con la diferencia de que los excedentes presentan una mayor variación anual. Se deja el caso como ejemplo de posible alternativa, pero con escaso interés.

2.5.3 Análisis comparativo de niveles de embalse y consumo

En las tres propuestas realizadas (*vid* Figura 99 y Figura 100), modificación de Reglas de Explotación (en el escenario de desembalses de referencia base de 365 hm³/año) y determinación de excedentes (antes y después de la implantación del régimen de caudales ecológicos mínimos en el río Tajo), se aprecia un comportamiento muy similar en la evolución de las reservas embalsadas en Entrepeñas y Buendía, con niveles medios del 67-68%. En la simulación de la situación actual, es de un 31%.

Figura 99. Comparación de los resultados de reservas embalsadas en las simulaciones de las Reglas de Explotación actuales, la propuesta para modificarlas y las propuestas de determinación de excedentes (sin y con caudales ecológicos mínimos en el río Tajo implantados)

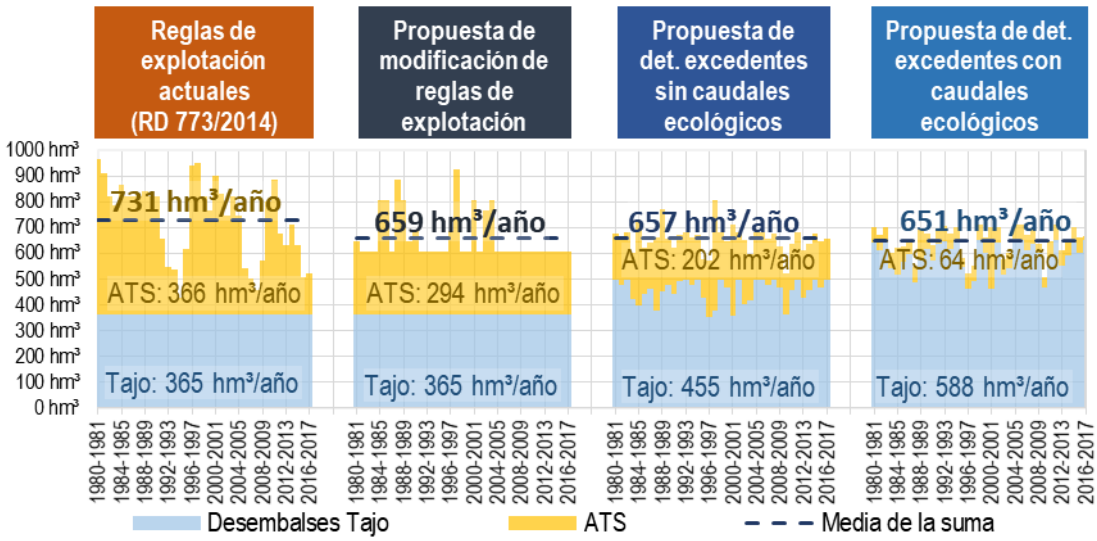


Figura 100. Comparación de los resultados de desembalses al Tajo y trasvases o excedentes (según simulación) en las simulaciones de las Reglas de Explotación actuales, la propuesta para modificarlas y las propuestas de determinación de excedentes (sin y con caudales ecológicos mínimos en el río Tajo implantados)

No es una casualidad, sino consecuencia lógica de buscar una gestión razonable del sistema. No hay que perder de vista que lo que se está haciendo es repartir unas aportaciones de entrada entre el Tajo y el ATS, teniendo en cuenta la evaporación y los eventuales vertidos, utilizando los embalses para regular. Si se aumentan las necesidades del Tajo se repercute en el excedente disponible. Pero con una gestión equilibrada al final la suma se mantiene más o menos constante. Con algunos matices en su distribución anual, que es lo que lleva a un ligero incremento en la carrera necesaria de embalse para el caso de la determinación de excedentes con los caudales ecológicos mínimos implantados.

Contrasta con los resultados para la situación actual, con las Reglas de Explotación actuales y desembalses de referencia, definidos en el RD 773/2014. Por intentar sacar algo más del sistema —para el ATS, pues los usos del Tajo están limitados—, se tiene un muy mal uso de la capacidad de regulación de Entrepeñas y Buendía, que se repercute en la falta de uniformidad de trasvases y niveles bajos de reservas, asociados a recurrentes situaciones de excepcionalidad hidrológica. Comparando los volúmenes medios puede pensarse que esta forma de gestionar permite obtener 72 hm³/año más de

recurso (731 - 659); si bien unos 21 hm³/año de esta diferencia se debe a un aspecto circunstancial de la propia simulación: diferencia de los volúmenes finales en las dos simulaciones (el inicial es parecido). La diferencia, tener 51 hm³/año más[72] de trasvase de media es lo que ha empujado a la gestión actual, que lleva aparejada el incremento de tensiones y la adopción de medidas excepcionales que podrían ser evitadas.

Por otra parte, en la gráfica de las reservas embalsadas se pueden distinguir tres ciclos. En el último (2009-2017) las reservas no llegan a recuperarse a los niveles de los otros dos[73], lo que puede ser un indicativo de cara al futuro y la conveniencia de realizar un seguimiento y revisiones periódicas, como está estipulado de manera general en el procedimiento que regula la planificación hidrológica.

2.5.4 Observaciones destacadas

Para entender adecuadamente el comportamiento del ATS hay que tener en consideración la diferencia entre las aportaciones antes y después de 1980. Estadísticamente se puede comprobar la independencia de la serie de aportaciones 1980-2017 respecto a la registrada en el periodo 1913-1980 (o su subconjunto 1958-1980)[74].

Ante esta diferencia radical entre los periodos de la serie de aportaciones, utilizar los valores de la serie completa para gestionar el momento actual significa plantear un escenario distinto del real. Por ejemplo, el valor medio de la serie completa, 1125 hm³/año, puede dar lugar a pensar que son posibles unos trasvases de 600 hm³/año con unos desembalses para el Tajo de 400 hm³ y una evaporación del orden de los 100 hm³/año. Pero la media del periodo 1980-2017 es de 737 hm³/año. El trasvase máximo al Segura fijado por Ley, 600 hm³/año, es el 81% de las aportaciones medias del periodo 1980-2017.

El problema que se presenta en la gestión del ATS es doble o con dos caras. El principal, es que la definición legal de excedentes es mala. Además de no respetar la prioridad de la cuenca del Tajo, su aplicación lleva a un segundo problema: la programación de los trasvases, mediante las Reglas de Explotación, da lugar a resultados deficientes. Ante este doble problema, se plantean dos soluciones, de distinto alcance. La primera se trata de una medida mitigadora, consistente en plantear unas nuevas Reglas de Explotación que corrijan las actuales, evitando entrar frecuentemente en situación de excepcionalidad hidrológica y dando una regularidad a los trasvases. Esta propuesta se realiza conforme a los principios en los que se basan las Reglas de Explotación, en los que no se tiene en cuenta la situación del Tajo. Por consiguiente, no abordan el problema de fondo, que es la definición de excedentes. De esta manera la segunda propuesta, que es una medida correctora, es hacer adecuadamente la definición de excedentes teniendo en cuenta las necesidades del Tajo, determinando los volúmenes que se puedan enviar sin requerir de Reglas de Explotación.

[72] Estos 51 hm³/año de diferencia se explican por la mayor evaporación que se tendría con la propuesta de nuevas reglas (unos 42 hm³/año) al elevarse el volumen medio embalsado. Y a la existencia de vertidos puntuales que se tendrían con la propuesta de reglas de explotación (de media, 9 hm³/año).
[73] El primer ciclo parte de unas reservas iniciales relativamente altas, lo que influye para que la caída inicial que se da en los primeros años 80 no llegue a niveles bajos de embalse y la recuperación de los años siguientes pueda realizarse desde un punto más alto.
[74] Véase el Anejo 5

Es ilusorio sacar actualmente 600 hm³/año del ATS, y así está asumido por los usuarios de las aguas trasvasadas. No obstante, se sigue manteniendo este máximo, posiblemente como voluntad de no perder derechos adquiridos, aunque sea irreal. En su lugar la aspiración parece que está marcada en lo que se fija en el nivel 2 de las Reglas de Explotación, 456 hm³/año (38 hm³/mes).

Pero este desembalse que se fija para el nivel 2 no puede ser sostenido en el tiempo. Si a estos 456 hm³/año, se le suman 365 hm³/año de los desembalses de referencia —desembalses máximos para el Tajo fijados por Ley— más una evaporación de 60 hm³/año [75] en Entrepeñas y Buendía resultan 881 hm³/año, valor superior a las aportaciones medias (737 hm³/año). Por tanto, si cuando se está en nivel 2 las salidas de los embalses de Entrepeñas y Buendía son superiores a las entradas, los niveles de Entrepeñas y Buendía bajan, entrando con asiduidad en situaciones inferiores al nivel 2, calificadas como "excepcionalidad hidrológica", que en la propia definición legal de las Reglas de Explotación se califica como situaciones a minimizar[76].

Hay que tener en cuenta que el valor fijado como trasvase para el nivel 2 de las Reglas de Explotación (38 hm³/mes) es considerablemente superior al valor propuesto en el documento que justifica esas Reglas de Explotación (30 hm³/mes). El motivo es la cesión que hizo la Administración durante la tramitación del Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura, ante la presión realizada por el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS). Este cambio es un ejemplo de la irracionalidad con la que se gestiona el ATS. Con 38 hm³/mes en lugar de 30 hm³/mes se trasvasan 96 hm³/año (8 x 12) más en nivel 2, pero a costa de bajar más los niveles y estar menos tiempo en ese nivel 2 y más en situación de excepcionalidad hidrológica. Se cambió para poder trasvasar más algunos años a costa de trasvasar menos otros, con mayor riesgo de entrar en nivel 4 —ausencia de trasvases—.

Aun así, en la propuesta de fijar el trasvases en nivel 2 en 30 hm³/mes (360 hm³/año) tampoco cuadran las cuentas de la comparación de los valores medios, pues 360 hm³/año (12 meses de trasvase en nivel 2 a 30 hm³/mes) más 365 hm³/año (desembalses de referencia) más 60 hm³/año (estimación de evaporación) totalizan 785 hm³/año, superior a las aportaciones medias del periodo 1980-2017 (737 hm³/año). Haciendo las cuentas al revés, dejando como incógnita el trasvase a aprobar en nivel 2 y buscando la igualdad, el máximo trasvase que podría aprobarse en nivel 2 para que de media se igualara lo que sale con lo que entra es 26 hm³/mes[77].

Este análisis de los valores medios puede considerarse como una primera aproximación. Pero hay que considerar que se trata de una condición necesaria, pero no suficiente, para minimizar las situaciones de excepcionalidad hidrológica, pues tener valores

---

[75] La evaporación depende de la superficie de agua en los embalses, que varía con el grado de llenado. Este valor de 60 hm³/año se toma como referencia para este número, que correspondería a una situación ficticia en la que durante todo el año los niveles permanecieran constantes en 900 hm³ (37% de llenado).

[76] "*Con el único objetivo de dotar de mayor estabilidad interanual a los suministros, minimizando la presentación de situaciones hidrológicas excepcionales a las que se refiere el nivel 3, sin modificar en ningún caso el máximo anual de agua trasvasable, a propuesta justificada del Ministerio competente en materia de aguas, y previo informe favorable de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, podrán modificarse, mediante real decreto, tanto el volumen de existencias y el de aportaciones acumuladas contemplados en el nivel 1, como los volúmenes de trasvase mensual correspondientes a los niveles 1, 2, 3 y los volúmenes de existencias para cada mes correspondientes al nivel 3.*" (Del Punto 1 de la "Disposición adicional quinta. Reglas de explotación del Trasvase Tajo-Segura" de la *Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes*).

[77] $\frac{737\,\frac{hm^3}{año} - 365\,\frac{hm^3}{año} - 60\,\frac{hm^3}{año}}{12\,\frac{meses}{año}} = 26\,\frac{hm^3}{mes}$

medios aceptables no significa que lo sean los individuales[78]. Para poder visualizar y entender el problema se plantea una metodología conceptualmente sencilla, consistente en plantear para cada mes un balance de entradas y salidas en los embalses de Entrepeñas y Buendía, enlazando la situación final de cada mes con la inicial del siguiente. Como datos de partida, aparte de las características de los embalses y la metodología para estimar la evaporación, se consideran las aportaciones aforadas de la serie 1913-2017[79] y la forma de determinar los trasvases a realizar cada mes con las necesidades de desembalses para el Tajo que se quieran testar[80]. Como resultados se tiene valiosa información, como puede ser la evolución de las reservas embalsadas, cuáles serían los trasvases o como se disponen o la evaporación estimada. Observando esta información se puede sacar una imagen fiel del comportamiento del sistema en las circunstancias en las que se realiza la simulación.

Así, al aplicar esta metodología con las Reglas de Explotación y desembalses de referencia actuales muestra que las entradas en nivel 3 —situación de excepcionalidad hidrológica— e incluso nivel 4 —ausencia de trasvases— no son en absoluto excepcionales: 30% del tiempo en nivel 3, 10% en nivel 4. Con una gran variación de los volúmenes trasvasados de un año para otro. Un escenario nada satisfactorio que debiera ser cambiado, si lo que se pretende es evitar situaciones extremas, desoladoras y conflictivas.

Como era de esperar, los resultados cambiando el trasvase en nivel 2 a 30 hm³/mes, valor propuesto en el cálculo de las Reglas de Explotación, mejoran los resultados de las Reglas de Explotación aprobadas, pero también son malos: 23% del tiempo en nivel 3, 5% en nivel 4. También con alta variabilidad de volúmenes trasvasados.

Incluso bajando el trasvase en nivel 2 a 26 hm³/mes tampoco se consiguen buenos resultados, a pesar de que con este valor se equilibra lo que se saca en nivel 2 con las entradas medias. El motivo es que las Reglas de Explotación, tal y como están definidas, facilitan la entrada en nivel 1, con trasvase de 60 hm³/mes. El umbral fijado es bajo —1300 hm³— y además se entra en él cuando las aportaciones de los 12 meses anteriores son altas —iguales o superiores a 1200 hm³—. Este hecho no es positivo, pues no permite recuperar adecuadamente los niveles en Entrepeñas y Buendía en los momentos de bonanza, condicionando la gestión en el resto del tiempo.

Por tanto, se hace necesario también cambiar los criterios para entrar en nivel 1 de las Reglas de Explotación, quitando la posibilidad de entrar en él sólo cuando las aportaciones de los 12 meses anteriores superen un nivel y elevando el umbral fijado —se propone dejarlo en 2000 hm³—. También se proponen dos cambios en lo referente al nivel 3. Por una parte, reducir el máximo autorizable a 15 hm³/mes, para que haya más diferencia con el valor propuesto en nivel 2 (26 hm³/mes) y facilitar de esta forma el efecto de freno en la caída de las reservas al entrar en este nivel. El segundo cambio, más bien cosmético, es sustituir la curva de excepcionalidad hidrológica —definida en el RD 773/2014— por su valor máximo (688 hm³); la razón es buscar la simplicidad, pues las oscilaciones de la curva planteada tienen un orden de magnitud diferente a las

[78] Caso de la persona con la cabeza en el horno y los pies en la nevera. Que su temperatura media sea confortable no describe adecuadamente su situación.

[79] A pesar de la evidencia del distinto comportamiento de las aportaciones antes y después de 1980, como punto de vista adicional, las simulaciones se han realizado sobre toda la serie disponible (1913-2017), lo que deja en evidencia el diferente comportamiento del periodo anterior a 1980 respecto al posterior. Los resultados se dan separados por periodos, y los análisis se centran en el periodo 1980-2017, por describir la situación actual.

[80] Por ejemplo, si se considera como forma de determinar los trasvases las reglas de explotación definidas en el RD 773/2014 y como necesidades del Tajo los desembalses de referencia definidos en el mismo RD 773/2014, se estará simulando la gestión actual.

subidas y crecidas en los embalses de Entrepeñas y Buendía, con escasa repercusión a efectos prácticos.

Con esta definición de Reglas de Explotación, el tiempo en excepcionalidad hidrológica se reduciría al 3% y se tendría una gran regularidad en los volúmenes trasvasados. No obstante, tiene dos vulnerabilidades: con demandas algo mayores, como puede ser las contempladas en los propios desembalses de referencia de hasta 60 hm³/año para la toma del Canal de Isabel II, las situaciones de excepcionalidad hidrológica se incrementan (17% del tiempo en nivel 3) e incluso se entraría en nivel 4 (1% del tiempo); la segunda vulnerabilidad es que el comportamiento no es homogéneo en el periodo 1980-2017, con peor comportamiento en su parte final.

Estas vulnerabilidades aconsejan un planteamiento más prudente para las Reglas de Explotación, dejando el trasvase en nivel 2 en 20 hm³/mes y un máximo de 10 hm³/mes para nivel 3. Con esta propuesta, respecto a la solución actual, se ganaría en mayor estabilidad, con trasvases más uniformes y descenso de situaciones conflictivas. En el fondo es la respuesta técnica adecuada a la minimización de la aparición de situaciones de excepcionalidad hidrológica, en el marco de la actual definición de excedentes, que se indica en la propia definición legal de las Reglas de Explotación (véase nota al pie nº 76 —página 140—).

Estas consideraciones se refieren al análisis y mejora de las Reglas de Explotación, realizada con la ayuda de la metodología planteada, siempre en el marco de la definición legal de excedentes vigente. Como se puede apreciar, en el razonamiento no se ha tenido en cuenta en ningún momento la situación del Tajo. Esto es compatible con el hecho de que la mejora de las Reglas de Explotación lleva aparejada la necesidad de aprovechar la capacidad de regulación de Entrepeñas y Buendía, incrementando los niveles medios de llenado, situación que es beneficiosa para la cuenca del Tajo.

Es decir, esta mejora de las Reglas de Explotación es diferente de un cambio en la definición de excedentes. Aunque formalmente tengan similitudes y se pueda aplicar la metodología planteada en este trabajo a ambos casos.

El siguiente paso es probar la metodología para definir los excedentes. La actual definición de excedentes se limita a considerar únicamente unos usos consuntivos entre Bolarque y Aranjuez, ignorando el resto de la cuenca del Tajo. Está realizada desde fuera del plan hidrológico de la cuenca del Tajo. No responde realmente a la realidad de la cuenca. El hecho de que a la vez que se realiza la declaración de excedentes se tiene que limitar, también por Ley, los desembalses al Tajo, es en sí mismo una incongruencia.

Como la definición de objetivos y la determinación de los desembalses necesarios para cumplirlos se realizan en el marco de la planificación hidrológica de la cuenca del Tajo, es a su vez el lugar adecuado para la determinación de excedentes. Sin embargo, para calcularlos en este trabajo falta como punto de partida tener caracterizadas las necesidades del Tajo, tanto en lo que corresponde a la determinación de objetivos, como a la cuantificación de los desembalses anuales. Para solventarlo, contemplando unas condiciones parecidas a las que se pudieran tener en la elaboración del plan de cuenca, se realizan unos ejemplos de aplicación o casos de la metodología, en los que se establecen unos criterios en los que fijarse como si fueran los objetivos del plan de cuenca, y se generan unas leyes de demandas variable con los años intentado que seas plausibles, parecidas a las que se pudieran tener las planteadas en la planificación hidrológica. Para ello, se utilizan las simulaciones de los escenarios del Modelo del eje del Tajo que se incluyó en el borrador del plan del Tajo de 2011, calculándose una regresión entre las aportaciones a Entrepeñas y Buendía y los desembalses requeridos

para atender las necesidades del Tajo, en dos escenarios distintos, distinguiendo si se considera o no la implantación del régimen de caudales ecológicos que se propuso en el Esquema de Temas Importantes de 2010.

En estos ejemplos se plantea una definición de excedentes con una forma similar a lo que son las Reglas de Explotación actuales, cambiando los parámetros y los conceptos de los niveles[81]. Se podrían haber adoptado otros esquemas de definición y ser igualmente aplicable la metodología, con las adaptaciones precisas; como curiosidad más que como propuesta, se simula con una definición que en nivel 2 y 3 se fije el excedente en función de las aportaciones registradas en los 12 meses anteriores.

En los casos analizados se muestra cómo es técnicamente posible realizar la determinación de excedentes correctamente con elementos propios de la planificación de la cuenca del Tajo. Con unas condiciones de explotación que permitirían cumplir los objetivos de la cuenca del Tajo, que son los únicos que han de condicionar los excedentes. Los valores de excedentes que resultan en el caso de la simulación sin la implantación de los caudales ecológicos en el río Tajo propuestos en el ETI de 2010 reflejan como estos excedentes serían inferiores a los trasvases actuales, pero se podrían producir de forma regular.

Sin embargo, con las demandas planteadas para atender el cumplimiento de los caudales ecológicos en el río Tajo, el excedente se reduciría considerablemente, hasta quedarse en unos 64 hm³/año. Casual y curiosamente, parecido a los 50 hm³/año que se pensaba dejar las extracciones del Tajo en el borrador del Plan Hidrológico Nacional de 1993.

Para poder aplicar este planteamiento técnico en el ámbito de la planificación hidrológica del Tajo, como determina explícitamente la Ley 52/1980 es necesario previamente realizar modificaciones legislativas que actualmente impiden que desde el plan de cuenca del tajo pueda darse cumplimiento a este mandato legal, como explícitamente se reconoce en el Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo de 2016.

2.6 Extrapolación a otros grandes trasvases

2.6.1 Fuente de información para nuevas infraestructuras

Como se comenta en 1.2, gráficamente visible en la Figura 2, el debate sobre los grandes trasvases de agua se encuentra actualmente abierto, tanto en España como en otros lugares del mundo. Si bien con diferentes enfoques, preocupaciones y necesidades. En zonas con alta presión demográfica —caso del sur y este de Asia—, con tasas crecientes, se requiere adaptar la producción de alimentos a las nuevas necesidades y las previsiones futuras. Para lo que se plantean programas de modernización e intensificación de la producción agraria, con mayor peso de los regadíos. Lo que lleva en varios casos a plantearse la posibilidad de traer aguas de fuentes lejanas.

En cambio, esta situación de incremento de la presión demográfica no es la que existe actualmente en España o en Europa. De hecho, desde las décadas de los 70 y 80 del siglo XX la PAC (política agraria común) se enfoca la gestión de la oferta, pues "*las explotaciones agrícolas y ganaderas son tan productivas que producen más alimentos de los necesarios*" (Comisión Europea, 2012). Así, las ventajas de los trasvases con

[81] Por ejemplo, el nivel 3 se considera como un colchón, elevándose el umbral (hasta los 1000 hm³), con la idea de mantener la gestión lo más alejada posible del nivel 4.

finalidad agraria en España hay que entenderlas como una mejora de un medio de producción de una determinada actividad económica, lejos del carácter de actuación estratégica del más alto interés nacional con el que se planteó en 1933 y que también se argumentó en los años 60 del siglo XX. Además, hay que tener en cuenta el gran cambio socioeconómico experimentado a lo largo del siglo XX en España, donde desde 1950 ha bajado el peso de la agricultura en la economía, como se puede apreciar en la Figura 101. En 2018, todo el sector primario representó el 2,6% del PIB nacional (Instituto Nacional de Estadística, 2019).

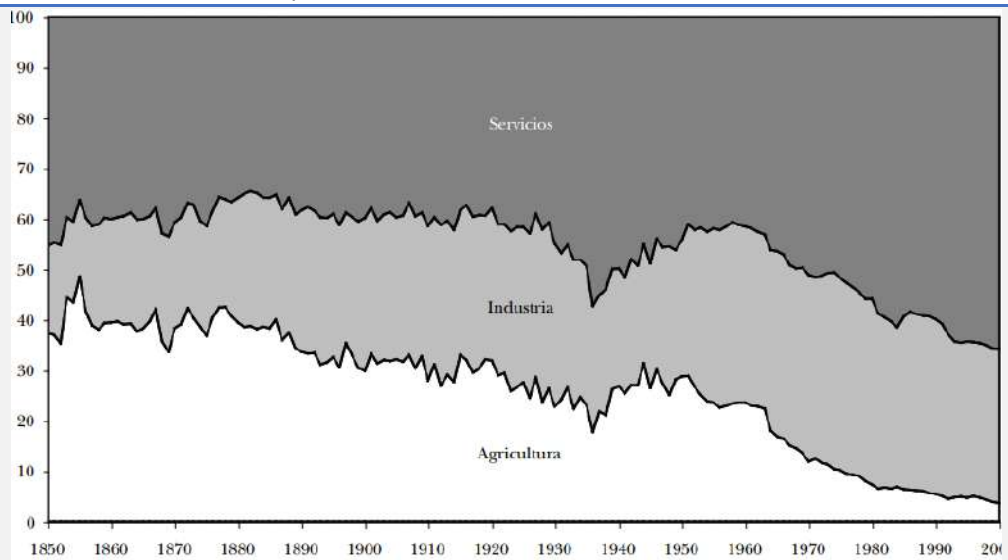


Figura 101. Reproducción del *Gráfico 17.2. Composición por grandes sectores productivos del PIB al coste de los factores, a precios corrientes, 1850-2000 (porcentaje)*. Copiada del capítulo *Renta y riqueza* de la publicación de la Fundación BBVA *Estadísticas históricas de España. Siglos XIX y XX* (Carreras, et al., 2005)

Sobre la rentabilidad del ATS, (San Martín González, 2011) entra en el fondo del asunto, con un análisis económico —que no simplemente financiero— del ATS. Con planteamientos y conclusiones directamente aplicables a los debates sobre nuevos trasvases.

Igualmente, los planteamientos y conclusiones de esta Tesis, enfocada en los excedentes del Tajo que pueden ser trasvasados a otro sitio, también pueden servir como elemento de valoración para otros trasvases. No tanto los valores cuantificados u otros caracteres particulares del ATS, sino, sobre todo, la importancia que tiene la garantía de la existencia de agua abundante en el punto de partida de la infraestructura, sin que comprometa el desarrollo de la cuenca cedente ni la consecución de sus objetivos.

Este cuestionamiento sobre la suficiencia de agua para el ATS está dándose desde su poco después de su concepción en 1932 hasta la actualidad. Es el objeto de estudio de esta Tesis. Las consecuencias de esta insuficiencia de agua no se circunscriben sólo al ámbito del ATS, sino que están condicionando la política del agua española. Así, cuando en diversos foros o escenarios, incluidos los programas de los partidos políticos, se menciona con cierta recurrencia la necesidad de un nuevo plan hidrológico nacional, un pacto nacional del agua u otra expresión similar, en gran parte está detrás la necesidad de complementar o sustituir al ATS.

Como se refleja en 1.3.6, el funcionamiento del ATS ha estado por debajo de las expectativas creadas. El efecto 80, la reducción drástica de aportaciones a partir de 1980, es un condicionante. Pero quedan en el aire dudas sobre un excesivo optimismo a la hora de dimensionar el ATS y de las causas porque no se ha adaptado la gestión

adecuadamente al efecto 80. Esto último supone que se está sentando un mal precedente de lo que puede ser la adaptación al cambio climático.

Cualquier gran proyecto conlleva el riesgo de caer en una especie de pensamiento ilusorio —*wishful thinking* en terminología anglosajona—, en la que las ventajas y beneficios que se creen posibles conseguir lleguen a producir cierta ceguera sobre los aspectos negativos y posibles complicaciones. Además de un coste de ejecución del proyecto superior al presupuestado, el olvido o minusvaloración de los impactos negativos o impedimentos de la infraestructura llevan asociados problemas durante su explotación.

El ATS es un caso claro de este proceder. En la II República se planteaba directamente un cambio antrópico de la división natural de las cuencas; es decir, pasar la cabecera del Tajo a la vertiente mediterránea, sin preocuparse por el impacto que pudiera tener para el Tajo o Castilla. Posteriormente, en el anteproyecto del ATS se planteaba derivar 1000 hm³/año sobre 1200 hm³/año que se consideraba como recurso regulado. Es decir, una presión extractiva del 83% del recurso. Del Tajo se consideraban sólo unos regadíos entre Bolarque y Aranjuez, sin siquiera preocuparse por el caudal que llevara el Tajo por Aranjuez; o lo que es más extraño, sin considerar las necesidades de refrigeración de la central nuclear de Zorita (José Cabrera), que empezó su construcción en 1965 y fue inaugurada en 1968[82]. En cambio ahora, como se ha podido comprobar con las simulaciones realizadas, la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo que figura en el ETI aprobado en noviembre de 2010 supondría —o supondrá— una reducción drástica de la cuantía de los trasvases. Unos objetivos ambientales que no se han tenido en cuenta hasta hace relativamente poco, a un paso muy lento y por ahora incompleto, como demuestra el hecho de que a pesar del mandato explícito de la Directiva Marco del Agua europea, se está priorizando la realización de trasvases a la consecución de los objetivos ambientales en el río Tajo.

Para poder derivar estos 1000 hm³/año por el ATS que figuran en el proyecto, el 83% del recurso, se creyó que se habían desafectado Entrepeñas y Buendía de la atención de los usos del Tajo, al no construirse las grandes zonas regables previstas en el Tajo, haberse desviado la presión de los abastecimientos mediante la adopción de la solución oeste y sin la extrema necesidad de producción hidroeléctrica que hubo duran la construcción de los embalses. Pero ya en el propio planteamiento del ATS se empezó a cuestionar. Justificado oficialmente por las presiones de los terratenientes toledanos, encauzadas por medio de su Diputación Provincial (Moreno Nieto, 1978), se decidió implantar la operación del ATS en dos fases. Se construyó[83] para 1000 hm³/año, pero se redujo el trasvase en la primera fase a 600 hm³/año; primera fase que no se ha superado, ni hay expectativas de que se haga.

Además. el tiempo ha mostrado que las presiones de los regadíos del Tajo sobre la cabecera han crecido —si bien con más iniciativa privada y menos pública— mientras que los abastecimientos de Madrid y Castilla-La Mancha cuentan con infraestructuras para sacar recursos de esta cabecera.

Las enseñanzas que se pueden extraer del ATS para tener en cuenta en otros grandes trasvases son numerosas y variadas. Hidrológicamente, lo más reseñable es la importancia que tiene la cuantía y garantía de la existencia de agua suficiente para

[82] Inaugurada el 12 de diciembre de 2018 (véase la noticia *Franco ha inaugurado ayer la primera central nuclear española* (ABC, 1968)).

[83] Salvo la toma de agua del Júcar, aguas abajo del embalse de Alarcón, que se decidió aprovechar en la primera fase el existente canal de captación de la central hidroeléctrica del Picazo, que limita el transporte a 600 hm³/año.

trasvasar durante la vida útil de la infraestructura. Teniendo en cuenta que los recursos pueden ser variables con el tiempo —caso del ATS y el efecto 80—, especialmente en el contexto de un cambio climático. Por otra parte hay que considerar con rigor la correcta atención de las necesidades de la cuenca cedente, teniendo en cuenta su evolución futura. También atender al contexto general, pues el ATS es la primera gran actuación para la corrección del desequilibrio hidrológico nacional, pero no parte de la España húmeda, sino de la seca. Lo que condiciona su entorno. De hecho, como se puede ver en los propios mapas generales del Atlas *Nacional de España* (Instituto Goegráfico Nacional —IGN—, 2018) (reproducidos en Figura 33, Figura 36, Figura 37, Figura 38 y Figura 39) se trata de una zona de climas secos, con claro balance negativo —en términos medios— entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Relacionado con esta realidad, fueron varias las voces que alertaron en 1933 de la falta de agua en la cabecera del Tajo para hacer funcionar adecuadamente al trasvase. Una de ellas fue la de Luis Rodríguez Arango, reflejada en su artículo *La economía española y la hiperemia hidráulica en las obras públicas* (Rodríguez Arango, 1933), donde hizo un análisis sencillo, basado en que "*en España solamente las zonas cuya lluvia excede de un metro están en condiciones de efectuar este trasvase*". Razonamiento que, pese a su sencillez y contundencia, no fue tenido posteriormente en cuenta al replantear del ATS y que, en el fondo, revela su principal debilidad: la falta de agua para trasvasar.

2.6.2 Metodología aplicable para otras infraestructuras

La metodología aquí planteada para la determinación de los excedentes del Tajo para ser trasvasados por el ATS es sencilla. Y, por sí misma, aplicable a otros casos análogos. En el fondo es la filosofía que subyace en la asignación de los recursos a los usos que se da en la IPH. Pero considerando claramente la diferencia entre las necesidades propias de la cuenca —con garantías del 100%— y la de los usos de las aguas trasvasadas. no teniendo en cuenta específicamente a éstas, sino limitándose a determinar el sobrante. Después, la suficiencia de este sobrante, o como se reparte entre los diferentes usos y usuarios es un tema aparte, que debiera ser afrontado en el marco de su respectiva planificación hidrológica.

3 Discusión

3.1 Contexto

3.1.1 El ATS, una gran infraestructura hidráulica con gran controversia

El ATS es, por su envergadura, una gran obra. Con muy altas expectativas, el primer paso para la corrección del desequilibrio hídrico nacional. Permite transportar agua desde la cabecera del Tajo a la cuenca del Segura con un coste energético bajo. Apenas requiere 1,2 kWh/m³ para mover el agua más de 400 km. A un sitio, el Sureste peninsular, que tiene una gran demanda de agua para el regadío.

Por otra parte, su operación está siendo muy controvertida. A modo de experimento, la búsqueda de *Tajo-Segura guerra del agua* en Internet devuelve más de 400 000 resultados con el buscador Google y más de 5 000 000 con el buscador Bing. Con independencia de cuál es la cifra exacta, el resultado muestra la existencia de abundante contenido en Internet combinando los referidos términos. Un reflejo de la conflictividad que genera el ATS. Además de las reacciones en clave política, también hay documentación generada desde el tejido social argumentando contra el ATS[84].

3.1.2 Constatación del hecho: el ATS tiene un resultado por debajo de las expectativas

El funcionamiento del ATS está muy por debajo de sus expectativas. Dimensionado para 1000 hm³/año, las dudas que había para garantizar las necesidades del Tajo rebajaron para una primera fase lo que se podía trasvasar a 650 hm³/año, limitado a 600 hm³/año por cuestiones de capacidad del canal de la central del Picazo, que se aprovechaba en esta primera fase[85]. Sin embargo, el trasvase medio al Segura ha sido de 338 hm³/año, un 56% del máximo previsto. Con un dato para tener en cuenta: la media móvil de diez años de los trasvases realizados al Segura tiene un comportamiento decreciente desde hace más de diez años. Es previsible que esta tendencia continúe, pues las aportaciones parecen tener también una tendencia decreciente, mientras que los consumos del Tajo —aunque limitados por Ley— aumentan. Además, en algún momento entrará en funcionamiento las conducciones de la Llanura Manchega en el Guadiana.

3.1.3 Menores aportaciones. Efecto 80

Coincidiendo con el inicio de la explotación del ATS en 1980 se aprecia un claro de descenso de las aportaciones, conocido como efecto 80, con especial incidencia en Entrepeñas y Buendía. Se puede observar claramente por las propias gráficas del histórico de aportaciones anuales. Esta impresión es refrendada por medio de estudios contrastes estadístico. Para el caso de las aportaciones de Entrepeñas y Buendía ya existe un estudio que demuestra estadísticamente la existencia del efecto 80 con la serie de aportaciones restituida al régimen natural (mediante el modelo SIMPA) (Terrero Guerra, 2016). En este trabajo se realiza otro estudio estadístico de contraste (Anejo 5),

[84] Por ejemplo *25 razones para reconsiderar el trasvase Tajo-Segura* (Ecologistas en Acción, 2003), *El trasvase Tajo-Segura. Lecciones del pasado* (WWF/ADENA, 2003) o *La determinación de excedentes trasvasables. El caso del trasvase Tajo-Segura* (Gallego Bernard, 2008).

[85] Posteriormente, estos 50 hm³/año se reservaron para la cuenca del Guadiana; 20 hm³/año para auxiliar de las tablas de Daimiel y 30 hm³/año para el abastecimiento de la Llanura Manchega (que no ha entrado en servicio).

en este caso con la serie de aportaciones aforadas, en el que se llega a la misma conclusión, la constatación del efecto 80.

3.1.4 Elevada presión sobre los recursos del SICAT

La parte alta de la cuenca del Tajo, nombrada como SICAT[86] en el plan de cuenca, está sometida a un elevado estrés hídrico. Con unos siete millones de personas y un alto desarrollo industrial, especialmente condicionada por Madrid y su área metropolitana, la demanda de abastecimiento es elevada. A lo que hay que unir una importante demanda de regadío. Frente a estas necesidades, los recursos hídricos son limitados.

Esta presión elevada de captación de recursos se traduce en un impacto importante en los retornos. A pesar de las mejoras en la depuración, la calidad de los ríos aguas abajo de los vertidos constituye un problema importante. En este sentido, hay que tener en cuenta que, en muchos tramos, como puede ser el Manzanares al pasar por Madrid, el caudal de los vertidos es muy superior al caudal que llevaba el río antes del vertido.

En este contexto, la cabecera del Tajo podría jugar un papel de válvula de escape, tanto en lo referente a la atención de usos como por ser una reserva estratégica. Función que actualmente se encuentra limitada por el ATS. Además, la propia detracción del trasvase provoca una reducción del caudal del Tajo, amplificando el impacto de la presión de los vertidos urbanos.

3.1.5 Niveles de Entrepeñas y Buendía

Desde 1980 el nivel medio de llenado de los embalses es del 29%, cuando antes de 1980 era del 66%. Estos niveles bajos tienen impacto en el estado de los embalses evaluados como masas de agua de acuerdo con la Directiva Marco del Agua y sobre los usos turísticos y recreativos asociados. Esto último condiciona el desarrollo económico de los municipios ribereños de Entrepeñas y Buendía. Estos usos lo son de la cuenca del Tajo, y por tanto en teoría prioritarios sobre los usos del ATS.

La causa de estos niveles bajos no está en el efecto 80, sino en la gestión que se realiza del ATS. Incluso es algo que se busca, con el fin de rebajar la evaporación de los embalses e incrementar el volumen medio trasvasado, si bien se desaprovecha la capacidad de regulación hiperanual de los embalses con sus consecuencias negativas: alta variabilidad en la cuantía de los trasvases —acompañada de fuertes tensiones— y frecuentes situaciones de sequía que podrían ser evitadas.

3.1.6 El origen del trasvase Tajo-Segura: en la España seca y en la cabecera de la cuenca cedente

Para entender adecuadamente la problemática del ATS, es preciso considerar su relación con la cuenca cedente, de la que se destacan dos aspectos importantes. El primero es que, aunque se defienda que se trata de una medida para la corrección del desequilibrio hidrológico, realmente no es una infraestructura que comunica la España húmeda con la España seca. El punto de partida se encuentra claramente dentro de la España seca, como se puede apreciar con la cartografía de la clasificación climática o la precipitación registrada. Lógicamente, esta sequedad condiciona la cuantía de los

[86] Sistema integrado de la Cuenca Alta del Tajo, cuenca vertiente al embalse de Azután —próximo a Talavera de la Reina—.

excedentes. Con independencia de que el destino de las aguas trasvasada corresponda a una zona más seca o de la rentabilidad que pueda sacarse al uso del agua. Esto último puede explicar una mayor apetencia de agua, pero en ningún caso que haya más o menos sobrantes en la cabecera del Tajo.

El otro factor importante es que la detracción se produce desde la cabecera del Tajo. El ATS podría rebautizarse como Acueducto cabecera del Tajo al Segura. Una de las implicaciones que tiene es que deja en evidencia todas las argumentaciones justificativas que consideran las aportaciones o capacidad de embalse de la totalidad de la parte española de la cuenca del Tajo. La realidad es que las aportaciones en el punto de toma son inferiores al 10% del total de la parte española de la cuenca y la capacidad de embalse de Entrepeñas y Buendía supone el 22% de la parte española de la cuenca del Tajo.

Combinando los dos factores, al tratarse de una detracción fuerte, magnifica el impacto del ATS sobre la cuenca del Tajo. Los caudales del Tajo se ven reducidos. La gestión del SICAT —sometido a un alto estrés hídrico— se encuentra muy condicionada, e incluso amenazada especialmente en los periodos secos. Así, la aplicación de la Directiva Marco del Agua (DMA) y la atención de los usos consuntivos del SICAT —especialmente el abastecimiento a la población— están condicionados por el ATS. En este sentido, una definición incorrecta de excedentes conlleva intrínsecamente que se compromete tanto el cumplimiento de la DMA como la atención de los usos del Tajo.

3.1.7 En la práctica es una presión adicional al Tajo

Que no se cumplan las expectativas del ATS tiene sus consecuencias, evidentes en el caso de los usuarios de las aguas trasvasadas que están recibiendo menos agua de la que se pensaba, pero también en la cuenca del Tajo, sometida a una presión adicional.

La presión sobre el Tajo es clara. Fácil de ver comparando lo previsto en el anteproyecto del ATS y las actuales limitaciones. La justificación de reducir los trasvases en una primera fase fue para atender los usos de la cuenca del Tajo, que se valoraban en 550 hm³/año, mientras que actualmente los desembalses de referencia los limitan a 365 hm³/año; una reducción del 34%. Cierto es que la estructura de consumos y necesidades contempladas en el anteproyecto del ATS para el Tajo es diferente de la base del cálculo de los desembalses de referencia. Pero este dato es un reflejo de como las circunstancias de explotación del ATS han supuesto una reducción adicional a la contemplada en el Anteproyecto de los recursos disponibles para la cuenca del Tajo.

Otro tipo de presión existente sobre el Tajo es la realizada desde agentes económicos o representantes políticos cuestionando el buen obrar de los responsables de su gestión por entender que perjudica al ATS. Es lo que ha ocurrido en los procesos de planificación del Tajo, a los que no se les ha permitido abordar adecuadamente la declaración de excedentes. Además, con cierta frecuencia hay declaraciones en ese sentido. Sin ir más lejos, coincidiendo en el tiempo con la redacción de estas líneas, un consejero del gobierno de la Región de Murcia afirma con contundencia en la Comisión Especial del Agua de la Asamblea regional de Murcia que *"se desembalsa más en el Tajo para*

'desangrar' la cabecera"[87]. La más de las veces, como es este caso, con tergiversaciones y manipulaciones de la realidad. El ambiente enrarecido que generan este tipo de manifestaciones es una presión adicional a la cuenca del Tajo derivada del ATS.

3.2 Importancia de la correcta caracterización de las aguas excedentarias del Tajo

3.2.1 Conforme a la legislación, el agua que se trasvase ha de ser excedentaria

El punto de partida de este trabajo es que, conforme se encuentra definido en las leyes del ATS —Ley 21/1971 y Ley 52/1980—, el agua que se trasvase por el ATS ha de ser excedentaria de la cuenca del Tajo. Se trata de un término, excedente, que no tiene una definición legal propia, pero su definición en el diccionario de la Real Academia Española es clara —en su tercera acepción—: "*sobrante (Ll que sobra)*".

3.2.2 Lugar adecuado para la definición de los excedentes

Mientras se estaba construyendo la infraestructura, se incrementaban las dudas sobre cuánta agua se podría trasvasar realmente y de las afecciones que se podrían causar al Tajo. En este sentido, contrasta la rotundidad con la que en el anteproyecto del ATS de 1968 se hablaba de posibilidades de agua para trasvasar y se reorganizaban los usos del Tajo, con las cautelas que aparecen apenas tres años después en la Ley 21/1971. En su preámbulo se marca expresamente que los usuarios de la cuenca del Tajo "*no han de ver mermadas sus posibilidades de desarrollo por escasez de recursos hidráulicos, como consecuencia del trasvase*". Y en su artículo primero limita los trasvases a los "*caudales regulados excedentes procedentes del río Tajo*".

Sin embargo, la Ley de 1971 no cuantifica estos excedentes, sino que se limita a marcar un máximo en la primera fase, "*hasta un máximo anual de seiscientos millones de metros cúbicos*". El debate seguía abierto. Con el cambio de régimen político se cambió también la manera de enfocarlo, siendo uno de los puntos calientes en la tramitación de la segunda Ley del ATS, la *Ley 52/1980*. Una Ley pensada para la *Regulación del Régimen Económico de la Explotación,* pero que acabó incluyendo varias disposiciones relacionadas con otros aspectos del ATS. Entre estas modificaciones, se cambió la redacción del artículo 1 para recalcar expresamente que el trasvase sería de las "*aguas que por excedentarias sean trasvasadas desde la cuenca del Tajo a la del Segura, según lo dispuesto en la Ley veintiuno/mil novecientos setenta y uno, de diecinueve de junio*". Y también se incluyó la disposición adicional novena, bastante contundente. Esta disposición recalca que la "*Administración adoptará las medidas pertinentes a fin de que, mediante la regulación adecuada, las aguas que se trasvasen sean, en todo momento, excedentarias en la cuenca del Tajo*". Además, indica el lugar donde se deben definir: "*el carácter de excedentarias se determinará en el Plan Hidrológico de*

[87] (EFE, 2018). "Del Amor afirmó que el «punto débil» del Trasvase Tajo-Segura es el caudal ecológico, que «sí nos hace daño» y que, según ha detallado, en el tramo por el Azután está «cuatro veces por encima» del mínimo establecido". La sensación que queda de esta frase es que en el Tajo se está desembalsando cuatro veces lo que necesita, reduciendo reservas para trasvasar. La realidad es que fuera de la temporada de riego, no hay problemas para mantener el caudal mínimo por Talavera de la Reina (punto de control; cerca de Azután), pues no hay extracciones desde el río Tajo y por los afluentes —principalmente por el Jarama— se incorpora un caudal que es varias veces (del orden de 4) el que se fija como mínimo por Aranjuez. Si además ha habido lluvias en los días anteriores, los propios hidrogramas de sus escorrentías causan un incremento adicional de caudal. Por ejemplo, en marzo de 2018, con lluvias abundantes, el caudal por Talavera de la Reina llegó a ser más de 270 veces el mínimo fijado. Así, que el Tajo a su paso por Talavera de la Reina lleve 4 veces el caudal mínimo fijado (puede ser un número mayor) no significa que se estén realizando desembalses adicionales para "desangrar la cabecera", como afirma el consejero.

la cuenca del Tajo". Mientras no estuviera aprobado este plan del Tajo, se seguiría el criterio de la Comisión Central de Explotación del ATS.

Esta propuesta, surgida de un acuerdo político en las Cámaras, más entre políticos que entre partidos, fue visionaria. Plantea la solución desde una gestión por cuenca hidrográfica. Y especialmente, porque es el lugar adecuado para caracterizar los excedentes. Pues éstos salen del balance entre disponibilidades y necesidades de la cuenca cedente, que se plantean y abordan en su propio plan de cuenca.

Además, con esta propuesta, se adelantaron 20 años a la DMA. El ATS es una presión importante de extracción de agua en la cuenca del Tajo, que causa su impacto. Realizar la determinación de excedentes desde la cuenca del Tajo, en el contexto de los planes de cuenca adaptados a la DMA, puede considerarse como la medida adecuada para minimizar o eliminar este impacto sobre la cuenca.

3.3 Crítica de la definición legal de excedentes

3.3.1 Realizada al margen de la planificación del Tajo

Desde 1998 hay una definición legal de excedentes de las aguas de la cabecera del Tajo que se pueden trasvasar por el ATS, que fue retocada en 2013. Es muy clara y simple: se declaran excedentarias todas las aguas embalsadas en Entrepeñas y Buendía por encima de un determinado umbral, 240 hm³ en 1998 y 400 hm³ en 2013. Además, se dispone de justificaciones técnicas de estos valores. En ambos casos, realizadas al margen de la planificación del Tajo, si bien se incluían las disposiciones en su contenido normativo[88]. Salvo en la última revisión del plan de cuenca del Tajo (en 2016), donde se esgrime que las modificaciones legales introducidas en 2013 son un impedimento. Es de destacar que en los trabajos de planificación de los planes del Tajo de 1998 y 2014, se planteaba una forma diferente de determinar los excedentes a la finalmente aprobada.

3.3.2 Determinación de excedentes en el Plan Hidrológico Nacional, sin referirla a la planificación hidrológica del Tajo

Tras la aprobación del *PHT1998*, se repitió la definición legal de excedentes en la *Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional* (*PHN2001*), por medio de la disposición adicional tercera. Por su contenido y forma en que estaba redactada —en su versión original— puede ser considerada como un apuntalamiento de la definición del *PHT1998*, pues se limita a reproducirla y liga sus modificaciones futuras a los cambios del Plan del Tajo.

Esta disposición adicional tercera del *PHN2001*, en su redacción original, no aportaba nada. Aunque definida con rango de Ley, superior al Real Decreto del *PHT1998*, no lo contradecía, y dejaba la puerta abierta para que en el futuro se pudiera cambiar la determinación legal de excedentes dentro del plan de cuenca del Tajo. Su inclusión no se encuentra justificada en la exposición de motivos, Parece ser que es por la interpretación del artículo 43 de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas (posteriormente artículo 45 en el Texto Refundido de la Ley de Aguas —Real Decreto Legislativo 1/2001—) en la que se indica que el Plan Hidrológico Nacional contendrá "*la*

[88] En el caso del plan del Tajo de 2014 sin valor práctico, pues cuando se publicó ya estaban vigentes los cambios de la legislación realizados en diciembre de 2013, con rango de Ley, superior al Real Decreto por el que se aprueba el plan de cuenca.

previsión y las condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca".

No obstante, conceptualmente, esta disposición adicional tercera en el *PHN2001* es incongruente. A la vez que se aprobó la Ley de Aguas, se derogaron y mantuvieron diferentes disposiciones legales. Entre éstas, las leyes del ATS, la Ley 21/1971 y la Ley 52/1980, expresamente se declararon vigentes. Por tanto, que el agua que se trasvase ha de ser excedentaria de la cuenca del Tajo y que su caracterización ha de realizarse en el plan hidrológico del Tajo tenía ya un soporte de Ley. Una Ley que otorga al plan hidrológico del Tajo la tarea de realizar su desarrollo, como ocurre con diversos reglamentos aprobados por Real Decreto. Es decir, que el *PHN2001* no tenía necesidad de dar cobertura con rango de Ley a la declaración de excedentes del *PHT1998*, pues ya contaba con este soporte, a través de la Ley 52/1980.

Otro punto de incongruencia de la disposición adicional tercera del *PHN2001* es que se limita a la declaración del carácter excedentario de las aguas, pero no recoge otros aspectos relacionados con el ATS, ajenos al Tajo, que se incluyeron en la normativa del *PHT1998*. Aspectos como la determinación de la curva de excepcionalidad hidrológica —concebida para garantizar los abastecimientos del ATS— o la referencia a las Reglas de Explotación, que son ajenos a la cuenca del Tajo y que no deberían encontrarse en su normativa.

En diciembre de 2013, por medio de la Ley 21/2013, se introdujeron varios cambios en la legislación del ATS[89]. Uno de ellos era dar una nueva redacción a la disposición adicional tercera del *PHN2001*, elevando el umbral de 240 a 400 hm³ y desligándolo del plan hidrológico del Tajo. Este cambio es importante, pues en la práctica supone un impedimento para que se definan en el plan de cuenca del Tajo, a pesar de que el mandato de la Ley 52/1980 continua vigente. Pero esta disposición, unida a otras incluidas en la Ley 21/2013, son la razón por la que el plan hidrológico del Tajo de 2016 no abordara el tema de la caracterización de excedentes, como expresamente se recoge en su Memoria.

Como tema anecdótico, la propia declaración de excedentes del *PHT2014* carecía de razón de ser desde el mismo momento de su publicación, que fue posterior a la Ley 21/2013. Esta contradicción se explica por el procedimiento de aprobación de los planes de cuenca, con una serie de trámites, que retrasaron su aprobación, dándose el caso de que el marco legal en el que se concibió fue distinto al existente en su aprobación.

Como resumen, la declaración de excedentes incluida dentro del *PHT1998* no fue realizada desde la planificación hidrológica del Tajo. Fue realizada por instancias externas e incluida en el plan del Tajo, con retirada de las propuestas que se planteaban en los borradores previos. A partir de 2013, la declaración de excedentes se realiza formalmente desde el PHN2001. Actualmente, aunque siga existiendo el mandato legal de que el carácter excedentario de las aguas a trasvasar se haga desde el plan de cuenca del Tajo, al aprobarse por Real Decreto, no puede contradecir las disposiciones con rango de Ley introducidas en 2013. Hay por tanto disposiciones legales contradictorias, que en la práctica dificultan la correcta determinación de excedentes.

[89] Varios preceptos tuvieron declaración de inconstitucionalidad y nulidad, diferida por el plazo de un año, en la redacción dada por la Ley 21/2013, según establece el Fundamento Jurídico 5, por Sentencia TC 13/2015, de 5 de febrero. En la Ley 21/2015, se reintrodujeron literalmente estos preceptos.

3.3.3 En la justificación de la definición legal de excedentes sólo se contemplan unos usos de una parte del Tajo

Los excedentes legales no se determinan desde la planificación del Tajo, una incongruencia que tiene efectos prácticos. Uno de ellos es que se reduce la cuenca del Tajo a unos usos entre Bolarque y Aranjuez, incluyendo el mantenimiento del caudal mínimo de 6 m³/s en el Tajo a su paso por el Real Sitio.

La justificación tradicional de esta forma de actuar es que como el Jarama confluye con el Tajo a la altura de Aranjuez, los usos aguas abajo cuentan con fuentes alternativas de suministro.

Sin embargo, esta coyuntura de existencia de fuentes alternativas de suministro no significa, por sí misma o como suposición previa, ni que sean suficientes ni que sean la mejor opción para la cuenca del Tajo. Como se incide en este trabajo, la cuenca del Tajo es compleja, con unos elevados índices de explotación en la parte oriental de la cuenca, situadas aguas arriba del embalse de Azután (cerca de Talavera de la Reina). Con unos indicadores, elaborados por la propia Confederación Hidrográfica del Tajo, que definen esta parte de la cuenca con un muy alto estrés hídrico. La atención de las demandas consuntivas tiene una gran relevancia, especialmente el abastecimiento de cerca de siete millones de habitantes, en un contexto de recursos hídricos limitados, finitos. Por otra parte, está la consecución de los objetivos ambientales en las masas de agua, que se encuentran sometidas a unas fuertes presiones antrópicas, tanto por la regulación —la cuenca del Tajo es la que cuenta con mayores volúmenes de embalse— con sus afecciones aguas abajo de los embalses, como por la extracción del recurso y la restitución de las aguas residuales al medio.

También están los propios embalses de la cabecera del Tajo, y la afección a sus municipios ribereños. En este caso, no sólo son ignorados en la justificación de excedentes, sino que son tratados de manera despectiva, anteponiendo los usos de las aguas trasvasadas de manera explícita.

Son aspectos de la cuenca del Tajo que no han sido tenidos en consideración para la determinación del carácter excedentario de las aguas del Tajo.

Por tanto, esta reducción de la cuenca del Tajo a un pequeño tramo del río es una simplificación no justificada, ni ajustada a la realidad de la cuenca del Tajo. Es un mal planteamiento del problema, que lo contempla sólo parcialmente, que lógicamente no puede dar lugar a una buena solución.

3.3.4 Excedentes frente a excedentes condicionados

Además de este cambio de alcance, de sustituir la cuenca del Tajo por un tramo del río Tajo, la definición legal de excedentes requiere la imposición de unas limitaciones a la gestión de la cuenca del Tajo. Por tanto, los excedentes legales pueden considerarse como "excedentes condicionados".

La primera limitación impuesta a la cuenca del Tajo es restringir los desembalses que se realizan hacia el Tajo. Algo que ya se hacía tras la definición legal de excedentes de 1998, considerado como una especie de buenas prácticas en el *Libro Blanco del Agua* (Ministerio de Medio Ambiente, 2000). Tras las modificaciones legales de 2013 queda reflejada por Ley, con el concepto de los desembalses de referencia —desde Bolarque hacia el río Tajo—, que no pueden ser superados, salvo causa justificada y explícitamente motivada por la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT).

Conceptualmente, es una disposición que corrige las competencias del organismo de cuenca, algo excepcional. Su definición práctica es limitativa, pues no considera que se puedan hacer desembalses para atender usos aguas abajo de Aranjuez. Además, considera para sus cálculos un caudal mínimo y máximo de 6 m³/s en Aranjuez, algo que en la práctica es imposible de conseguir, máxime teniendo en cuenta la distancia entre el punto efectivo de regulación —embalse de Almoguera— y el de control —Aranjuez—, con la lógica y natural introducción de niveles del río. Es decir, no tenía en cuenta lo que para poder garantizar en el río Tajo por Aranjuez un caudal de 6 m³/s, es preciso desembalsar desde cabecera un caudal mayor, del orden de los 8 m³/s. Este es un hecho que se puede comprobar en los valores del SAIH del Tajo, especialmente en los meses fuera de la temporada de riego, en los que se observa un caudal prácticamente constante por Almoguera y las oscilaciones en Aranjuez.

Otra coacción importante que sufre el Tajo es que no se haya podido implantar un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. Por una decisión política, motivada por su afección al ATS, como así se reconoció —y se reivindicó como logro— en la Asamblea Regional de Murcia por el presidente de la Región de Murcia el 17/4/2013. Realmente, la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo que figuraba en el Esquema de Temas Importantes aprobado en noviembre de 2010 supondría una reducción importante de los excedentes a trasvasar. Para evitarlo, se dejó sin implantar el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo.

3.3.5 Ruptura de la unidad de cuenca del Tajo

Como consecuencia o resumen de lo expuesto anteriormente, puede desprenderse que el ATS, o mejor dicho la forma en que se está gestionando el ATS, ha llevado a una escisión de la cabecera del Tajo del resto de la cuenca. Incluso gráficamente, así se refleja en el *Plan Especial de Sequía de 2018*, en el que se considera que el organismo de cuenca encargado de la gestión del Tajo no tiene capacidad de actuación efectiva sobre los embalses de Entrepeñas y Buendía.

El caso es que, más allá de la oportunidad y corrección del planteamiento, refleja la realidad. La Confederación Hidrográfica del Tajo tiene restringidos las sueltas al Tajo desde Entrepeñas y Buendía por los desembalses de referencia. Tampoco tiene capacidad para decidir en su planificación ni cuantificar los excedentes. Aunque oficialmente figura como gestor de los embalses de Entrepeñas y Buendía, no tiene margen de actuación sobre los mismos.

Esta situación choca con el principio rector de la gestión en materias de aguas del *"respeto a la unidad de la cuenca hidrográfica, de los sistemas hidráulicos y del ciclo hidrológico"*, definido en el artículo 14.2 del Texto Refundido de la Ley de Aguas.

3.4 Además, la aplicación de la declaración legal de excedentes da lugar a resultados no deseados

3.4.1 La definición legal de excedentes es insuficiente para determinar cuánta agua se trasvasa cada mes. Invención de las Reglas de Explotación

Una característica de la definición legal de excedentes es que no determina cuál es la cantidad que se puede trasvasar cada mes. La decisión la ha de tomar la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCEATS), salvo cuando el sistema

se encuentre en situación de excepcionalidad hidrológica, cuya decisión corresponde al ministro con competencias (anteriormente, era el Consejo de Ministros).

Conceptualmente parece un problema relativamente sencillo. Puesto que ya tienen el marchamo de excedentarias, se podría autorizar cada mes el máximo que se pueda transportar por el canal, limitado a que no se supere el máximo anual (600 hm³/año para el Segura más 50 hm³/año para el Guadiana), ni se baje en Entrepeñas y Buendía del umbral mínimo fijado (actualmente, 400 hm³). Pero como se muestra en esta Tesis con una simulación, el resultado de este proceder con ausencia de cautelas sería todavía más desastroso que en la actualidad: el 75% de los meses se estaría en situación de excepcionalidad hidrológica, el 30% de los meses con Entrepeñas y Buendía por debajo de los 400 hm³ (trasvase 0) y gran irregularidad de los trasvases.

Esta situación de caos ya se previó en 1997, y en paralelo a la fijación legal de excedentes, la CCEATS adoptó, de manera interna y a título orientativo, lo que se denominaron las Reglas de Explotación. Consistían en establecer cuatro niveles en Entrepeñas y Buendía en función de sus reservas y las entradas de agua de los doce meses anteriores:

- Nivel 1, asociado a una situación de abundancia, en la que se puede poner el ATS a máxima capacidad y autorizar el máximo trasvase que se puede transportar.
- En el nivel 2 se entiende que la situación no es tan buena, planteándose un trasvase menor.
- El nivel 3 es cuando se encuentra por debajo de la denominada curva de excepcionalidad hidrológica, en cuyo caso se entiende que no se encuentran garantizados los abastecimientos de la cuenca receptora, planteándose un menor trasvase mensual, y remitiendo la toma de decisión al Consejo de Ministros, o desde 2013 al ministro competente.
- El nivel 4 corresponde a cunado se encuentra por debajo del umbral de determinación de excedentes, en cuyo caso no se puede trasvasar.

De esta manera se estableció una dualidad: una declaración legal de excedentes que pueden ser trasvasados imprecisa y unas Reglas de Explotación que determinaban —en un principio con carácter orientativo— los volúmenes que se podían trasvasar. Esta concepción puede dar lugar a confundir en la práctica las Reglas de Explotación con la definición de excedentes, pues en el fondo determinan los trasvases que se han de realizar. Pero no se llama determinación de excedentes, sino programación de trasvases.

Las Reglas de Explotación están concebidas y calculadas sin tener en ningún momento en cuenta la situación del Tajo, por lo que nunca pueden ser llamadas determinación de excedentes, aunque su apariencia sea parecida.

3.4.2 Fracaso de las Reglas de Explotación en la búsqueda de una estabilidad de los trasvases y una minimización de las situaciones de excepcionalidad hidrológica

Desde un primer momento las Reglas de Explotación no han cumplido su objetivo de evitar las situaciones de excepcionalidad hidrológica y buscar una regularidad en los envíos. Analizando el periodo 1997-2013, antes de los cambios legales, se aprecia como hay un primer subperiodo de aportaciones abundantes, 1997-2004, en el que se batieron los récords de trasvases realizados, alcanzándose el máximo de 600 hm³/año en un año y superando los 500 hm³/año en otros cuatro. Sin embargo, en el periodo seco 2004-2010

la situación fue radicalmente distinta, con 21 decisiones de trasvase tomadas por el Consejo de Ministros al estar la cabecera del Tajo en situación de excepcionalidad hidrológica. Los abastecimientos del Segura estaban en peligro de no poder ser atendidos, por lo que se dictó el *Real Decreto Ley 15/2005, de 16 de diciembre, de medidas urgentes para la regulación de las transacciones de derechos al aprovechamiento de agua*, prorrogado por prórrogas sucesivas hasta el 30 de noviembre de 2009. Con esta medida excepcional se incrementó el trasvase en 202 hm³ mediante cesiones de derechos de las zonas regables del Canal de la Aves y de Estremera, que pararon su explotación esos años para acometer actuaciones de renovación y modernización.

Esta crisis en la gestión dejó en evidencia tanto la forma de determinar los excedentes como la forma de determinar los trasvases (Reglas de Explotación), pero ni siquiera hubo reflexión oficial sobre el asunto. En este contexto de complacencia con una mala solución y gestión, también como reacción al intento de realizar una definición de excedentes desde la planificación del Tajo, en 2013 se introdujeron una serie de disposiciones legales concebidas para blindar el ATS. Lejos de considerar la disfuncionalidad de las Reglas de Explotación, se elevaron a rango de Ley, dejando de tener carácter orientativo. Son imperativas en las situaciones de niveles 1 y 2. No se corrige la situación, sino que se agrava. Consecuentemente, es previsible la recurrencia de periodos de excepcionalidad hidrológica y trasvase 0, como está ocurriendo en los últimos años.

3.5 Propuesta de metodología para caracterizar los excedentes

3.5.1 Concepto y contraste con la empleada en la definición legal de excedentes

La metodología que se propone para la caracterización de los excedentes es, conceptualmente, bastante sencilla. Basada en un balance de entradas y salidas en Entrepeñas y Buendía y observar los resultados, sin recurrir a complejos procedimientos. No se tiene en ningún momento en consideración el concepto de garantías de la IPH, pues contemplarlo iría en contra del concepto de prioridad de la cuenca cedente y de excedente.

Con su sencillez, quizá por eso, esta metodología es bastante potente, y permite formar una idea razonable de cómo sería la evolución del sistema en determinadas circunstancias.

Es fácilmente aplicable y reproducible con ayuda de una hoja de cálculo. En esta Tesis, salvo los valores mensuales de los balances que aumentaría considerablemente la cantidad páginas llenas de números de escasa significancia, se muestran de manera sistemática gráficos, tablas anuales y resúmenes estadísticos de cada escenario simulado. De manera que, con independencia de que en los comentarios o análisis se pueda incidir más en unos aspectos u otros, se representa una imagen adecuada del resultado que tendría la gestión del sistema en cada hipótesis.

Es un planteamiento habitual en los trabajos hidrológicos. Sin embargo, la metodología que sustenta la definición legal de excedentes es bastante diferente, consistente en:

- reducir, a efectos del ATS, la cuenca del Tajo al tramo del río Tajo entre Bolarque y Aranjuez;
- valorar las necesidades de desembalse que se requieren para atender las demandas en este tramo, manteniendo un caudal mínimo de 6 m³/s por el río Tajo en Aranjuez;

- calcular, con la serie de aportaciones considerada, la capacidad de embalse que se necesita para regular estos desembalses, considerando la existencia de un mínimo de explotación en Entrepeñas y Buendía de 118 hm³;
- comprobar que esta capacidad de embalse calculada es inferior a los 400 hm³ fijados, argumentando que la diferencia es un margen de seguridad para el Tajo.

Se aprecia por tanto que, en lo que se refiere a la caracterización de excedentes, hay una gran diferencia entre la metodología propuesta y la utilizada para la que está vigente. Sin embargo, sí que tiene cierto parecido con la empleada para la justificación de las Reglas de Explotación, si bien con un enfoque diferente, pues se parte como premisa que las necesidades del Tajo ya están cubiertas con el umbral mínimo de 400 hm³, centrándose únicamente en cómo se hacen los trasvases y cuál es su evolución con los años. Así, la metodología planteada para la caracterización de excedentes es también válida para el análisis y propuesta de mejora de las Reglas de Explotación. Cambiando eso sí el enfoque, olvidándose de la situación del Tajo —que teóricamente tendría que estar resuelta con la definición legal de excedentes— y centrándose únicamente en la evolución de trasvases y las situaciones de excepcionalidad hidrológica.

3.5.2 Aportaciones. Efecto 80. Serie larga, serie corta

Como variable de entrada, se tiene la suerte de disponer de una serie de aportaciones aforadas de más de cien años (1913-2017), justo en el punto que interesa para el estudio. Es algo poco frecuente en hidrología, que evita tener que recurrir a las estimaciones de las aportaciones en régimen natural. Sobre la serie, está construida de una forma heterogénea, con los primeros años midiendo las entradas en Bolarque y luego en Entrepeñas y Buendía a partir de su construcción. Además, está pasada por el filtro de los trabajos realizados entre 1960 y 1964. Así, puede tener ciertas distorsiones, pero que a efectos de estas simulaciones se asumen. Lo que sí se ha hecho ha sido corregir la serie para los años anteriores a 1988, detrayendo el consumo neto estimado para la refrigeración de la Central Nuclear de Trillo (puesta en servicio en 1988). Las otras demandas aguas arriba de Entrepeñas y Buendía, de escasa cuantía, se considera que no han sufrido fuertes variaciones.

Lo que sí se aprecia, con gran trascendencia en la gestión del ATS, es que la serie no es estacionaria. En los trabajos de planificación del Tajo hay una gráfica muy clara, reproducida y actualizada en la Figura 43 (página 62), en la que se aprecia una ruptura de las aportaciones antes y después de 1980; casualmente, coincidiendo con la puesta en marcha del ATS. Es lo que se conoce como "Efecto 80", sobre el que ya hay estudios. También coincide con la distinción entre serie larga y serie corta que se hace en la Instrucción de Planificación Hidrológica.

Adicionalmente, en esta Tesis se incluye un análisis estadístico de la serie de aportaciones, en el que todos los contrastes realizados coinciden en aceptar la hipótesis de que la serie de aportaciones desde 1980 es diferente a la de las aportaciones anteriores a 1980.

A efectos de los cálculos, tiene una gran importancia, pues al considerar los valores anteriores a 1980 en las simulaciones se está simulando una situación diferente a la que es de esperar en las condiciones actuales. Es decir, puede dar a resultados e interpretaciones erróneas. Así, a efectos prácticos, sería suficiente con considerar la serie de aportaciones a partir de 1980, que además evitaría estos errores de interpretación.

A pesar de estas consideraciones, en esta Tesis se han realizado las simulaciones con la serie completa. A efectos del proceso de cálculo, con el apoyo de la informática, supone prácticamente el mismo esfuerzo. Y en los resultados se aprecia igualmente que, para una hipótesis uniforme para toda la serie, los resultados anteriores y posteriores a 1980 son radicalmente diferentes. En la presentación de los resultados se ha puesto énfasis en separar claramente los valores en los periodos, no dándose estadísticas o medias sobre toda la serie. Los análisis y comentarios se centran en el periodo 1980-2017.

A su vez, en el resultado de las simulaciones en el periodo 1980-2017 se pueden distinguir tres ciclos, con comportamientos ligeramente diferenciados. A diferencia de lo ocurrido con los contrastes entre las partes anterior y posterior a 1980, no hay evidencia estadística de que se traten de series diferentes. Pero sí tiene su influencia a la hora de analizar los resultados y plantear las hipótesis para los siguientes escenarios.

Un aspecto preocupante es que en el periodo 1980-2017 se parece apreciar una tendencia descendente de las aportaciones. Es revelador que en seis años de este periodo se haya podido decir que se tuvo el mínimo histórico de aportaciones. No hay herramientas para predecir cómo va a ser la evolución futura, pero se insiste en que esta tendencia es por sí misma una alarma, que debiera llevar a extremar las cautelas en la gestión. Máxime en un escenario marcado por las consecuencias que se puedan derivar del cambio climático.

Lo que no se entra en este trabajo es en atribuir las causas a este descenso de aportaciones. Principalmente por falta de conocimiento. Puede que sean manifestaciones tempranas del cambio climático. O que se deban a fenómenos atmosféricos y de dinámica marina, como oscilaciones de la corriente de chorro o alteraciones de las corrientes en el Atlántico y el Mediterráneo. U otras posibles causas. No son más que meras conjeturas. Lo que sí que en este trabajo se apunta que parte de esta reducción se puede explicar por causas antrópicas, a través de la que se denomina "teoría del arado y del butano" (de la que no se tiene autor identificado; no es propia). Según esta teoría, la escorrentía se ha visto disminuida por el aumento de la profundidad del arado por la mecanización en los terrenos de secano —con mayor retención del agua de lluvia— y una mayor reforestación —con mayor evapotranspiración—, derivada tanto de las actuaciones realizadas al respecto como de la menor retirada de leña de los bosques para la calefacción. A este respecto, la reducción de aportaciones ha sido mayor en el embalse de Buendía, en cuya cuenca vertiente hay mayor superficie de secano.

3.5.3 Incidencia de la evaporación

La evaporación de Entrepeñas y Buendía es importante. Depende de numerosos factores como la insolación, viento o temperatura, por lo que de un año para otro presenta oscilaciones, aunque no muy grandes. A efectos de la simulación, se adopta un valor medio de 1100 mm, con su distribución mensual, que es el mismo valor considerado en la justificación de excedentes oficial de 2013. Con este supuesto, la única variable que queda es la superficie de la lámina de agua, ligada al llenado de los embalses.

Como orden de magnitud, cuando los embalses de Entrepeñas y Buendía se mantienen por encima de los 2000 hm^3, se estima que la evaporación sería superior a 109 hm^3/año. Por el contrario, con los embalses por debajo de 400 hm^3, la evaporación se estima inferior a 33 hm^3/año. A una capacidad de 1500 hm^3 le correspondería una evaporación del orden de los 88 hm^3/año.

Teniendo en cuenta que, en términos medios, la aportación de entrada se reparte entre las necesidades del Tajo, la evaporación y lo que se trasvasa, y que lo que se suelte hacia el Tajo está limitado por los desembalses de referencia, se tiene que una mayor evaporación significa menos trasvase; y viceversa, reduciendo la evaporación se logra aumentar el volumen de agua trasvasada.

Las Reglas de Explotación vigentes tienen esto muy en cuenta, de manera que fuerzan que los embalses de cabecera del Tajo se encuentren en niveles bajos, para reducir la evaporación, lo que se traduce en un mayor trasvase medio. Con la contrapartida negativa de que, al bajar los niveles, se desprecia la capacidad de regulación de los embalses, facilitando que se entre con frecuencia en situación de excepcionalidad hidrológica, identificadas en la práctica como sequías.

Expresado en otros términos, para reducir la evaporación se renuncia a una parte importante de la capacidad de regulación de Entrepeñas y Buendía, favoreciendo la aparición recurrente de sequía. Con afecciones graves en la cuenca del Tajo, especialmente sobre los municipios ribereños de los embalses, y también en la cuenca del Segura, pues se incentiva la frecuencia y duración de periodos de escasez de recursos, con movilización de pozos de sequía y otros.

3.5.4 La seguridad del Tajo no está en un umbral mínimo de no trasvase, sino en una gestión racional de los embalses de cabecera

La base de la determinación legal de excedentes actual está en reducir y limitar lo que pueden aportar Entrepeñas y Buendía a satisfacer unos determinados usos consuntivos ubicados entre Bolarque y Aranjuez, manteniendo el caudal mínimo de 6 m³/s en el Tajo por Aranjuez. Una vez cuantificada esta demanda, se procede a calcular el umbral mínimo, como la capacidad de embalse que se necesitaría para regular las aportaciones y atender estas necesidades.

En apartados anteriores se ha tratado la improcedencia del primer considerando de este planteamiento. Sin embargo, si se corrigiera esto, ¿por qué no continuar definiendo los excedentes de la misma manera, elevando el umbral?

Lo primero a advertir es que este proceder sería válido solamente para considerar los usos consuntivos. Sin embargo, hay otros aspectos que afectan a la cuenca del Tajo que están relacionados con las reservas, caso del propio estado de los embalses o el aprovechamiento de los usos turísticos y recreativos, que no estarían protegidos por este umbral mínimo, salvo que fuera desproporcionadamente alto.

Teniendo en cuenta esta consideración, que llevaría a completar la definición de aguas excedentarias de alguna manera, podría seguir planteándose esta forma de calcular la reserva mínima necesaria para las demandas del Tajo que se consideren convenientes. A lo que luego se le añadirían más condiciones. Sería una especie de garantía de seguridad para la cuenca.

Se ha realizado el ejercicio de calcular esta reserva necesaria para varias demandas anuales constantes, representando los valores en una gráfica (Figura 102, simplificación de la Figura 15). En el eje x, los valores de desembalses anuales considerados; en el eje y, la reserva mínima necesaria para regular las aportaciones y poder atenderlos. Es una curva creciente, prácticamente horizontal en la parte izquierda —desembalses bajos— e incrementándose la pendiente al aumentar la demanda.

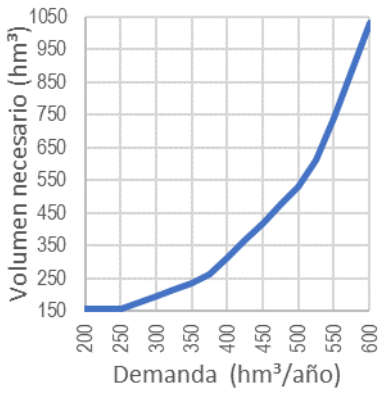


Figura 102. Relación entre las demandas y el volumen necesario para regularlas con las aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía

Esto significa que, en la zona de valores bajos —por ejemplo en la situación que se consideró en la determinación de excedentes de 1997— se podían tomar ciertas alegrías, seguridades en el argot de la justificación, consistentes en mayorar demandas y minorar aportaciones, de manera que la reserva mínima necesaria no crecía demasiado.

Sin embargo, estas seguridades se sobrepasaron en la práctica, de manera que para la justificación de excedentes de 2013 los valores que se tenían de demandas y aportaciones eran más críticos que los considerados en 1997. Si se hubiera seguido el mismo criterio de 1997, de incrementar las demandas y minorar las aportaciones, el umbral resultante hubiera sido superior a los 400 hm³. Pero lo que es más inseguro es que es con una mayor pendiente, por lo que una desviación de la realidad echa al traste la base de esta forma de fijar los excedentes. De hecho, ya ha ocurrido entre octubre de 2017 y marzo de 2018, cuando las aportaciones fueron inferiores a las contempladas llegaron con el sistema en niveles bajos —consecuencia de las Reglas de Explotación— y se bajó por debajo de la curva que supuestamente garantizaría los usos consuntivos del Tajo (véase la Figura 150, en la página 294).

Si en lugar de usar los desembalses de referencia, se toman en consideración las necesidades contempladas en el borrador del Plan del Tajo 2011, con desembalses adicionales para atender los caudales ecológicos que figuran en el Esquema de Temas Importantes aprobado en 2010 y otras demandas, la reserva necesaria para regularlas se dispararía, posiblemente a valores por encima de los 900-1000 hm³. Pero se insiste, con gran inestabilidad, pues peores condiciones de aportaciones o de desembalses a realizar darían fallo.

Es decir, la seguridad para el Tajo no está en el umbral mínimo que se fije, aunque éste sea alto, sino en una gestión razonable de los embalses. Evitando que se vacíen rápidamente, contando con reservas adecuadas al inicio de los periodos secos.

3.6 Aplicación de la metodología planteada al análisis de las Reglas de Explotación. Acción mitigadora

3.6.1 Adaptación de la metodología y análisis de las reglas

Si bien esta metodología está concebida para la caracterización de los excedentes, también permite analizar cuál es la situación previsible con la actual gestión, marcada por la declaración de excedentaria a las reservas en Entrepeñas y Buendía por encima de 400 hm³, una programación de envíos realizada por las Reglas de Explotación definidas en el artículo primero del RD 773/2014 y una limitación de los desembalses al Tajo fijada en los desembalses de referencia definidos en el artículo 4 del mismo RD 773/2014. El resultado es dramático, con gran parte del tiempo en situación de excepcionalidad hidrológica (30% del tiempo en nivel 3, 10% en nivel 4) que sería peor si se contemplaran también la posibilidad de toma de hasta 60 hm³/año para complementar el abastecimiento de Madrid, que figura en el propio RD 773/2014 (34% del tiempo en nivel 3, 19% en nivel 4). A su vez, los volúmenes a trasvasar presentan una alta variabilidad, convirtiéndose en una especie de lotería hidrológica. Es decir, un escenario caótico, que encaja perfectamente con la situación que se está produciendo desde la

aprobación del cambio legislativo de 2013. Con el agravante que esta mala situación de la cabecera del Tajo, inducida por las Reglas de Explotación, es utilizada como argumentación para declarar situaciones de sequía en la cuenca del Segura, con sus consecuencias económicas, sociales y ambientales.

Lo primero que destaca de las actuales Reglas de Explotación, es que pretenden trasvasar 456 hm³/año (38 hm³/mes) en situación de normalidad, identificada con el nivel 2. Solamente sumando a esta cantidad los desembalses de referencia del Tajo, 365 hm³/año, da 830 hm³/año, cifra que es sensiblemente superior a las aportaciones medias registradas desde 1980 (737 hm³/año de media registrado en el periodo 1980-2017). Y además hay que tener en cuenta la evaporación, dependiente del llenado de los embalses. Como orden de magnitud, la evaporación media del periodo 1980-2017 estimada en la simulación con las actuales Reglas de Explotación es de 54 hm³/año, cifra baja pero acorde al escaso 31% de nivel medio de llenado de los embalses.

Otro hándicap que tienen las Reglas de Explotación es que dan muchas facilidades para entrar en nivel y poder trasvasar el máximo. Pero estas alegrías en los meses en que se alcanza el nivel 1 se transforman en llantos en otros meses al entrar en nivel 3 e incluso 4. Pues al entrar fácilmente en nivel 1, tanto por tener un umbral bajo de acceso como por la posibilidad de entrar cuando las aportaciones acumuladas de los 12 meses anteriores superen una determinada cantidad, se impide la correcta recuperación de niveles en los periodos húmedos, resintiéndose en los periodos secos.

3.6.2 Necesidad de cambiar las Reglas de Explotación

Puesto que las Reglas de Explotación no cumplen sus funciones, ni equilibran el ritmo de realización de trasvases ni evitan las situaciones de excepcionalidad hidrológica, es aconsejable plantear su modificación. Incluso así está contemplado en la legislación (en la disposición adicional quinta de la Ley 21/2015), que faculta para cambiar los parámetros de las Reglas de Explotación —mediante Real Decreto— con "*el único objetivo de dotar de mayor estabilidad interanual a los suministros, minimizando la presentación de situaciones hidrológicas excepcionales*".

A diferencia de una nueva definición de excedentes, no se requiere ni esperar a un nuevo ciclo de planificación, ni cambiar leyes. Se trata de un mecanismo ya previsto, de implantación más ágil. En este documento, aplicando la metodología propuesta con las condiciones restrictivas que figuran en la legislación, se analiza tanto la situación existente como se justifica y evalúa el cambio. Con un procedimiento fácilmente reproducible con ayuda de una hoja de cálculo.

Aun siendo insuficiente para la cuenca del Tajo, pues no corrige la defectuosa definición legal de excedentes, dejaría un escenario mejor, con mayores existencias medias en Entrepeñas y Buendía y eliminando —o reduciendo a la mínima expresión— las situaciones de excepcionalidad hidrológica. Respecto a los usos de aguas trasvasadas, el trasvase medio sería algo menor por elevarse la evaporación, pero de una gran regularidad. Lo que facilitaría la programación de cultivos y minimizaría los daños que causan en la cuenca del Segura las reiteradas declaraciones de sequía por causa de las bajas reservas en la cabecera del Tajo.

3.6.3 Propuesta de mejora de las Reglas de Explotación, para que cumplan su objetivo de evitar situaciones de excepcionalidad hidrológica y conseguir una regularidad en los trasvases

Un aspecto importante es que el valor aprobado de trasvase en nivel 2 (38 hm³/mes), difiere del valor planteado en la justificación de estas reglas (30 hm³/mes). La causa de esta diferencia está en las presiones realizadas por el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (SCRATS) durante la tramitación del RD 773/2014. Una decisión sin soporte ni criterio técnico, tomada únicamente para contentar sobre el papel a un elemento de presión a costa de empeorar la situación. Porque esta pretensión de incrementar los trasvases en 96 hm³/año tiene una influencia negativa en la gestión del sistema. Lejos de incrementar el volumen medio trasvasado, lo que se consigue es incrementar la desregularización. En años de aportaciones abundantes se trasvasa más a costa de agravar la situación de penuria en los secos. Así, la simulación con las Reglas de Explotación reduciendo el trasvase en nivel 2 a 30 hm³/mes arroja mejores resultados, si bien se encuentran lejos de ser satisfactorios.

Otro defecto que tienen es que se puede entrar en el nivel 1 de manera fácil, por una doble vía: cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía superan los 1300 hm³ o cuando las aportaciones de los doce meses anteriores superen los 1200 hm³. Es importante el efecto que tiene aquí la conjunción o, con funciones de operador lógico, pues basta que se dé una de las condiciones para que se esté en nivel 1 y se ponga el ATS a toda máquina. De manera que cuando se presentan aportaciones importantes, aunque los embalses no se hayan recuperado, se declara el nivel 1; por lo que se incrementa el ritmo de trasvases y se impide una correcta recuperación de niveles. Por tanto, la lógica recomienda la eliminación de la posibilidad de que se entre en nivel 1 sólo porque las aportaciones de los doce meses anteriores superen un umbral, además de elevar el umbral de existencias.

También hay que tener en cuenta es la vulnerabilidad del sistema ante unas eventuales mayores necesidades del Tajo, por encima de los 365 hm³/año de los desembalses de referencia. La propia legislación contempla dos opciones para que se pueda superar el umbral: hasta 60 hm³/año para atender la toma del Canal de Isabel II en Colmenar de Oreja y unas posibles necesidades puntuales del Tajo para poder cumplir los objetivos ambientales, con una justificación expresa del motivo. Un volumen ajustado de trasvase en nivel 2 da lugar a que, si se consideran estas posibles demandas adicionales del Tajo, el sistema entre en situación de excepcionalidad hidrológica con cierta frecuencia. Por tanto, es aconsejable reducir este trasvase en nivel 2 para poder asumir estas eventuales demandas. Si no se producen, lo que ocurriría es que al trasvasarse menos en nivel 2, los niveles en Entrepeñas y Buendía aumentaría, entrándose antes en nivel 1, con mayores trasvases; es decir, el volumen medio de trasvase casi se mantendría –habría un ligero incremento de la evaporación–, también con un pequeño incremento de la desregulación interanual de los trasvases.

También se propone simplificar la curva de excepcionalidad hidrológica, haciendo que sea constante todo el año, igual al máximo de la actual. Es un mero criterio de simplicidad. Las variaciones de la curva de excepcionalidad hidrológica son pequeñas comparadas con la capacidad de embalse, lo que hace en cierta manera ridícula esta variación. Apenas tiene reflejo en los resultados, pero hace el sistema más sencillo, sobre todo para interpretar.

Un aspecto que se ha observado a partir de las simulaciones es que en el periodo 1980-2017 se presentan tres ciclos, que tienen sus pequeñas diferencias o matices. El segundo periodo, el central, da un comportamiento ligeramente mejor que los otros dos.

En el caso del primer ciclo, apenas se nota la diferencia, pues el volumen con el que se inicia en 1980 es relativamente alto. Sin embargo, para el tercer periodo, las reservas iniciales son bajas, reflejando las simulaciones problemas para recuperarse adecuadamente. Para solucionarlo, se plantea una opción más conservadora de trasvases en nivel 2, corrigiéndose este problema. Sin embargo, con esta solución, en el segundo ciclo aparecerían vertidos puntuales al Tajo, por alcanzarse el máximo operacional en Entrepeñas y Buendía, que suponen un pequeño descenso adicional en el trasvase medio esperable.

3.6.4 Con la aplicación de las Reglas de Explotación propuestas se conseguirían cumplir los objetivos de las Reglas de Explotación

En la Figura 103 se representa la comparación de tres indicadores del resultado de la simulación entre las Reglas de Explotación del RD 773/2014 y la propuesta de nuevas reglas.

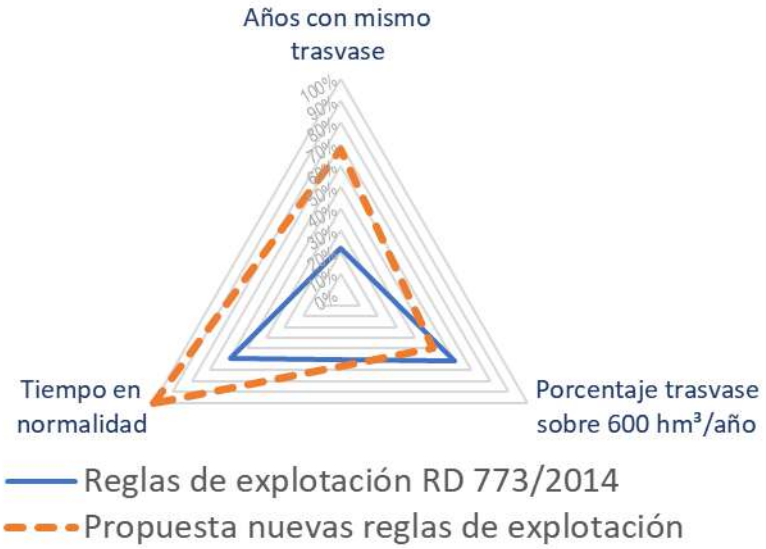


Figura 103. Comparación de tres indicadores entre las Reglas de Explotación del RD 773/2014 y las propuestas: tiempo en situación de normalidad (niveles 1 y 2), porcentaje del trasvase medio sobre el nominal (600 hm³/año) y años en los que se mantiene el mismo trasvase. Desembalses de referencia considerados: 365 hm³/año

Los indicadores considerados que reflejan la función de las Reglas de Explotación (programar los trasvases de modo que se eviten situaciones de excepcionalidad hidrológica y se mantenga una uniformidad en los trasvases) son:

- Años con mismo trasvase: se ha calculado la moda para cada serie de trasvases anuales y se ha contado el número de años que se da. En ambos casos la moda coincide con el trasvase de un año en nivel 2. En las Reglas de Explotación del RD 773/2014 este indicador es sensiblemente menor. Con un añadido que no queda reflejado en el indicador: el 54% de los años el trasvase anual es menor que el previsto en nivel 2 para las Reglas de Explotación actuales (RD 773/2014), mientras que en la propuesta de nuevas reglas todos los años se tendría un trasvase igual o superior al definido para nivel 2.
- Porcentaje de tiempo en normalidad: esto es, en los niveles 1 y 2 de la regla, con las reservas por encima de la curva de excepcionalidad hidrológica. En la situación actual, solamente el 60% de los meses se estaría en esta situación de

normalidad, frente a la totalidad del tiempo que se estaría en normalidad con la propuesta de nuevas reglas.

- Porcentaje de trasvase medio sobre el nominal (600 hm³/año): en este caso es algo mayor en el caso actual que con la propuesta de nuevas reglas. Una diferencia causada por una mayor evaporación (al ser los niveles de llenado superiores), la aparición de vertidos eventuales con las nuevas reglas, y a la diferencia del volumen de embalse al final de la simulación.

Con la definición de estos indicadores, permite apreciar gráficamente la diferencia. Cuanto más grande sea el triángulo dibujado en la gráfica mejor situación da, siendo cada vértice un indicador. Se ve claramente que la propuesta de nuevas Reglas de Explotación plantea un escenario mejor, con mayor uniformidad de los trasvases y evitando las situaciones de excepcionalidad hidrológica. Se evitarían situaciones de sequía forzada por la gestión con un trasvase mínimo de 240 hm³/año. Por el contrario, el trasvase medio sería algo inferior.

Se insiste en que esta propuesta de Reglas de Explotación se ha realizado respetando los principios de las Reglas de Explotación. Esto es, sin tener en cuenta los condicionantes y necesidades del Tajo más allá de lo establecido en los desembalses de referencia y la definición legal de excedentes. Por tanto, no han de confundirse con una definición de excedentes; sólo son una mejora de las Reglas de Explotación actuales. Sin embargo, los niveles de llenado que se tendrían en Entrepeñas y Buendía pueden considerarse aceptables para el cumplimiento de los objetivos ambientales en los embalses y facilitar el desarrollo económico de los municipios ribereños por medio de la explotación turística y recreativa del agua.

3.7 Aplicación de la metodología planteada a la caracterización de excedentes. Acción correctora

3.7.1 Resultado

Como se ha comentado antes, el lugar adecuado para realizarlo es el Plan de cuenca del Tajo. Para hacerlo en este trabajo falta la determinación de las necesidades de desembalse de Entrepeñas y Buendía para atender los usos del Tajo. Para solventarlo, se realiza una estimación de estos desembalses, a partir de los resultados que se expusieron en el borrador del Plan del Tajo de 2011.

Se consideran dos escenarios, sin o con implantación del régimen de caudales ecológicos. Aunque en puridad, el único que determina el carácter excedentario de las aguas es el que considera el régimen de caudales ecológicos.

Las necesidades de desembalse consideradas son mayores que los desembalses de referencia establecidos por Ley, incluso en el escenario sin el régimen de caudales ecológicos implantado. Consecuentemente, la cuantía de excedente resultante es inferior que el volumen que se trasvasaría aplicando las Reglas de Explotación.

A diferencia de lo ocurrido con la optimización de las Reglas de Explotación, para la determinación de excedentes el foco se sitúa en la cuenca del Tajo. Con los desembalses considerados se tienen en cuenta las necesidades consuntivas y el mantenimiento de caudales ecológicos, mientras que hay que fijarse con detalle en la evolución de las reservas en Entrepeñas y Buendía para velar por el mantenimiento de condiciones que favorezcan el buen potencial de los embalses además de favorecer el desarrollo de sus municipios ribereños con condiciones adecuadas para el desarrollo de los usos turísticos y recreativos.

Se ha realizado también otra simulación consistente en definir el excedente en nivel 2 en función de las aportaciones de los doce meses anteriores. Esta propuesta de reparto tiene un significado peculiar, de reparto de las aportaciones. El resultado no se considera que aporte mucho, pues los trasvases serían más irregulares. Pero se mantiene en la exposición de resultados como ejemplo de las posibilidades de la metodología para evaluar vías diferentes.

3.7.2 La cuantía de los excedentes reales es baja; sensiblemente inferior a los volúmenes que se trasvasan

El borrador del plan hidrológico del Tajo de 2011 (BPHT2011) estimaba en 91 hm³/año de media lo que se podría trasvasar por el Acueducto Tajo-Segura (ATS) con la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo anticipada en el Esquema de Temas importantes del Tajo de noviembre de 2010. Una estimación de excedentes realizada desde la planificación del Tajo, conforme a lo estipulado en la disposición adicional novena de la *Ley 52/1980*. En esas circunstancias, en este trabajo se reduce el excedente a 64 hm³/año, pues respecto a lo planteado en el BPHT2011 se considera la necesidad de mantener unas reservas medias en Entrepeñas y Buendía altas, minimizando los episodios que bajen del 40%. Esta elevación de los niveles medios lleva asociada un incremento de la evaporación y la posibilidad de aparición de vertidos puntuales por los aliviaderos de Entrepeñas y Buendía en determinados momentos, como es habitual en la gestión de cualquier embalse.

Estos valores se encuentran en el orden de magnitud de lo que hace veinticinco años, en el borrador del Plan Hidrológico Nacional de 1993, se estimaba que se podría sacar de la cabecera del Tajo: 50 hm³/año. Si bien se planteaba una compleja red de trasvases desde diferentes cuencas hacia la cabecera del Tajo y poder continuar desde ahí el viaje por el ATS. Es decir, se reconocía la insuficiencia de la cabecera del Tajo para cubrir las expectativas generadas por el ATS, pero se planteaban otras alternativas, en forma de trasvases desde otras cuencas. Pero este borrador de Plan Hidrológico Nacional no prosperó, Fue retirado al considerarse en su momento que no se tenían los apoyos suficientes tras su paso por el Consejo Nacional del Agua, aunque en el mismo fuera aprobado.

Por contra, aunque en este trabajo también se concluye que los excedentes son reducidos, similares a los que se estimaron hace 25 años, no se plantea una alternativa. Puede resultar chocante para el lector que se asevere con tanta rotundidad una reducción drástica de la disponibilidad de agua para trasvasar, sin que el autor se moleste en plantear alternativas. Pero hay que tener en consideración que el objeto de estudio de este trabajo es la caracterización de los excedentes del Tajo, como aplicación de la protección que la legislación da a la cuenca del Tajo.

No se ha de confundir este enfoque con que se considere carente de interés la situación en la que quedaría el ATS. Todo lo contrario, se valora que es un problema importante, que acapara una parte importante de la atención de la política hídrica de las últimas décadas. Pero se entiende que debe ser afrontado con honestidad en los ámbitos competentes. Esta Tesis se limita a aportar una propuesta metodológica para la evaluación de los excedentes del Tajo, con su valoración, con una estimación de demandas del Tajo basada en su planificación. Una valoración que sirve como punto de partida para conocer la situación real de lo que se puede sacar de la cabecera del Tajo con mínimas afecciones a la cuenca cedente.

3.8 Asimetría de Entrepeñas y Buendía. Importancia para establecer una estrategia de aprovechamiento turístico y recreativo

A lo largo de este trabajo, al igual que en general en todo lo relacionado con el ATS, suele referirse a Entrepeñas y Buendía como un macroembalse único. Simplificación adecuada que ayuda a los cálculos y la interpretación. Por ejemplo, para las simulaciones, se considera que el volumen almacenado en Entrepeñas y Buendía en un mes determinado es *X*, sin entrar en detalles de cómo se reparte entre cada uno de los embalses. Puede decirse que es un detalle que no afecta a la finalidad principal, y entrar en su consideración obligaría a una mayor complejidad, con la necesidad de realizar suposiciones con un procedimiento para determinar de qué embalses se saca, y cuando se usa el túnel de trasvase entre los dos embalses.

En definitiva, a efectos de las simulaciones, no se llega al asunto del reparto del agua en los embalses. Sin embargo, para el tema operacional sí conviene hacer una serie de consideraciones sobre las diferencias entre los dos embalses.

Entrepeñas, sobre el río Tajo, tiene la mitad de capacidad que el embalse de Buendía, sobre el río Guadiela. Mientras que las aportaciones medias del río Tajo son mayores que las del Guadiela. Esto fue tenido en cuenta en la concepción de los embalses, de forma se unieron por un túnel de enlace, de gran capacidad, que permite llevar agua desde el embalse de Entrepeñas al de Buendía. La cota de la solera del arranque del túnel se encuentra próxima a la coronación de Entrepeñas. Así, sólo puede funcionar el túnel cuando las existencias de Entrepeñas se aproximan al 70% de su capacidad máxima.

Estas características pueden ser aprovechadas en la gestión. Además, hay que tener en cuenta un aspecto trivial en los embalses, derivada de la "forma en V" de los valles: en un metro de altura en la parte superior del embalse se puede almacenar mucha más agua que en un metro de altura de la parte inferior. Así, Entrepeñas al 70% de capacidad ofrece un aspecto presentable y atractivo para las actividades turísticas. En la Figura 58 (página 77) se muestra una comparación de dos ortofotografías de Entrepeñas tomadas en distintos momentos. En la de la izquierda, con el embalse precisamente en el entorno del 70%, se aprecia cómo la lámina de agua se aproxima a la máxima a pesar de que queda todavía un 30% de capacidad del embalse. En cambio, en la de la derecha, con el embalse al 20% de capacidad, el aspecto es desolador, poco o nada atractivo desde el punto de vista turístico.

Como propuesta, aprovechando todos estos condicionantes, podría gestionarse el sistema de embalses manteniendo en lo posible el embalse de Entrepeñas por encima de la cota del umbral del túnel de conexión en su arranque. Por medio del túnel puede utilizarse Buendía para regular. De esta manera, se conseguiría mantener y estabilizar el atractivo turístico del embalse de Entrepeñas, con su repercusión favorable en la economía y desarrollo de los municipios ribereños.

3.9 Contexto histórico de la concepción y materialización del ATS

Conocer la historia de la gestación del ATS ayuda a entender los problemas actuales. Es esencial a la hora de extrapolar la experiencia del ATS a otros trasvases.

Como comentario general es de destacar que las causas del mal funcionamiento del ATS en la actualidad ya estaban apuntadas en las reacciones que tuvo su concepción en 1932. Problemas que se desviaron de la cabecera del Tajo cuando se concibió el ATS, pero que no están resueltos. Las características d la cuenca del Tajo, especialmente de su parte alta (SICAT), lleva a que el estrés hídrico de esta parte alta de la cuenca se

esté incrementando, volviendo la vista cada vez con más frecuencia a los recursos de la cabecera del Tajo.

Por otra parte, el análisis histórico muestra los cambios de concepción y finalidad que han tenido tanto el ATS como los embalses de Entrepeñas y Buendía.

3.10 Posibilidad de extrapolación de los resultados a otros casos de grandes trasvases

La opción de poder llevar agua desde donde sobra —o se considera que sobra— a donde falta se encuentra bastante extendida a nivel mundial. El profesor Enrique San Martín, en su Tesis Doctoral (San Martín González, 2011), realiza un análisis sobre la rentabilidad de las principales transferencias en el mundo, con especial énfasis en el suroeste americano. En sus conclusiones indica: "*Desde el punto de vista económico, cuando la finalidad del trasvase ha sido hidroeléctrica (…) o para abastecimiento urbano (…) la problemática económica no ha sido especialmente complicada ni ha estado sujeta a controversia, puesto que los usuarios han podido cumplir sus obligaciones económicas para pagar el coste de las infraestructuras. Pero cuando el uso principal que se le ha dado a un trasvase ha sido el de proporcionar recursos a la agricultura de regadío, las disputas económicas han estado a la orden del día (…)*".

A pesar de los problemas y controversias que generalmente acompañan a este tipo de infraestructuras, siguen planteándose las grandes transferencias de agua como solución, justificadas en muchos casos por dos grandes amenazas para la humanidad: los efectos del cambio climático y la preocupación por la capacidad de producción de alimentos para una población creciente.

En el artículo *Global Water Transfer Megaprojects: A Potential Solution for the Water-Food-Energy Nexus?* (Oleksandra, et al., 2018) se dan datos de lo que llaman WTMP[90] en el mundo con 34 sistemas en funcionamiento —en España está el ATS— y 76 planificados o en construcción (*vid* Figura 2, *ut supra* pág. 5).

Cada transferencia realizada, en construcción o planteada tiene sus peculiaridades. Para entenderlas bien hay que realizar un análisis específico, considerando también que las diferentes visiones y valoraciones se encuentran condicionadas por el contexto socioeconómico y político de cada momento, no siendo extraño que estas circunstancias varíen con el tiempo.

Para estos análisis es necesario estudiar en profundidad los efectos económicos, sociales ambientales, políticos y culturales. A su vez, hay que tener en cuenta que, en un mundo globalizado, aun en el supuesto de que un proyecto de gran trasvase pudiera ser rentable económicamente para la producción de alimentos por medio del riego, ello no quiere decir que proceda su realización si se tiene en cuenta el concepto de agua verde o virtual. Habría que analizar si a un país le tiene más cuenta dedicar la inversión en un trasvase agrícola o, por el contrario, invertir en sectores industriales y/o de servicios más rentables e importar alimentos procedentes de países menos desarrollados; lo que favorecería, por otra parte, a estos terceros países.

Complementando a estas consideraciones, puede ser útil tener en cuenta, junto a la propia experiencia del ATS, los razonamientos y conclusiones de este trabajo en lo referente a la valoración de las afecciones a la cuenca cedente, la diferencia entre las expectativas generadas y el resultado obtenido y la agria polémica que acompaña su gestión.

[90] El artículo considera como mega trasvases o WTMP (Wáter Transfer Mega Project) a los trasvases que cuestan más de mil millones de dólares (1000 M$), cubren al menos 190 km o mueven más de 230 hm³/año.

4 Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

4.1.1 Análisis de excedentes

La definición legal de excedentes trasvasables por el ATS es inadecuada. Restricciones aplicadas a la cuenca del Tajo, como los desembalses de referencia o la no implantación de un régimen de caudales ecológicos en el propio río Tajo —que compromete el cumplimiento de la Directiva Marco del Agua—, son incompatibles con la definición de excedentes.

Además, la gestión que se realiza —mediante las Reglas de Explotación— es insostenible, dando lugar a frecuentes sequías forzadas y una alta variabilidad en los volúmenes trasvasados.

4.1.2 Metodología propuesta para la definición de excedentes

En el marco hidrológico, la metodología planteada es la herramienta adecuada que permite analizar satisfactoriamente el problema y plantear y evaluar soluciones eficaces.

Con aplicación inmediata en la mejora de la gestión actual —Reglas de Explotación—, que si se lleva a la práctica corregirá graves disfuncionalidades del presente. En este caso es una medida mitigadora, pero no correctora, porque no afecta a la definición de excedentes,

La aplicación sobre el problema de fondo hidrológico, la determinación de los excedentes de la cuenca del Tajo da también una respuesta racional. Si bien en este caso su materialización práctica es más compleja, pues requiere deshacer los enredos legales que impiden que sea posible hacer desde la planificación del Tajo la definición del agua excedentaria. Es decir, técnicamente es posible aplicar la a la caracterización de excedentes, pero no legalmente con la legislación actual.

4.1.3 Aplicación de la metodología y resultados

La aplicación de la metodología sobre las Reglas de Explotación da un resultado directo que puede llevarse a la práctica mediante la modificación del RD 773/2014, con resultados muy satisfactorios. Sin variabilidad anual de los trasvases ni las contradictoriamente frecuentes situaciones de excepcionalidad hidrológica. Es decir, se demuestra que técnicamente es posible reducir la tensión que se produce sobre el ATS, con un funcionamiento más suave de la infraestructura. Con una situación radicalmente diferente en los embalses de Entrepeñas y Buendía, tanto en lo referente a la consecución de sus objetivos ambientales como en las condiciones para el desarrollo económico de sus municipios ribereños. Aunque sólo es una medida mitigadora que no tiene en cuenta las necesidades del Tajo.

Técnicamente, el resultado de la aplicación de la metodología para la caracterización de los excedentes da un excedente muy bajo. El trasvase medio que se viene realizando, por debajo de las expectativas creadas, se vería reducido adicionalmente por tener que destinar más recursos de Entrepeñas y Buendía al Tajo por un doble motivo:

- complementar la atención a usos de la cuenca del Tajo que tomen aguas abajo de Aranjuez —como los diversos regadíos privados en las márgenes del Tajo, las zonas regables públicas de La Sagra-Torrijos, Castrejón o el complemento a la también publica zona regable del Canal Bajo del Alberche—;
- y garantizar el cumplimiento de los caudales ecológicos mínimos en el río Tajo, que den unas condiciones adecuadas para la consecución de los objetivos ambientales derivados de la implantación de la Directiva Marco del Agua.

La cuantía del excedente medio anual estimado es de unos escasos 64 hm³/año, muy por debajo de las expectativas que se tienen del ATS, ya sea el máximo legal de 650 hm³/año o los 338 hm³/año que se contemplan en el Plan hidrológico de la Demarcación del Segura. No obstante, se trata de un valor similar a los 50 hm³/año que se consideraban hace 25 años, en el borrador del Plan Hidrológico Nacional de 1993.

La realidad es que la aplicación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, es decir, la adopción de las medidas necesarias para poder aplicar la Directiva Marco del Agua, es incompatible con la finalidad que tiene actualmente el ATS. A lo que habrá que unir en un futuro próximo un nuevo usuario de la infraestructura: los abastecimientos de la Llanura Manchega, además de la posibilidad reconocida en la legislación de auxiliar a las Tablas de Daimiel en los momentos críticos.

Actualmente está asumido que no es posible tener 600 hm³/año para la cuenca del Segura, pero se sigue considerando en su planificación que se puede sacar una cantidad importante de la cabecera del Tajo. Que el excedente real del Tajo sea muy inferior a estas previsiones de la planificación del Segura es un tema importante, que deber ser estudiado con la seriedad adecuada en el ámbito competente. Sin comprometer la consecución de los objetivos de la cuenca del Tajo.

La diferencia entre lo que se pretende sacar de la cabecera del Tajo y lo que se puede teniendo en cuenta la aplicación real de la prioridad de la cuenca cedente debe ser reconocida, como base para realizar una buena gestión. Intentar negarla o sortearla sólo trae problemas, tanto en la cuenca cedente como en la receptora. El deseo de tener una infraestructura hidráulicamente eficiente al máximo rendimiento no debe cegar el juicio a la hora de valorar cuánta agua está disponible para ser trasvasada.

Tanto el funcionamiento del ATS por debajo de las expectativas como la reducida cuantía real de excedentes en la cabecera del Tajo están fuertemente condicionados por un fenómeno contrastado: el efecto 80. Desconocemos las causas. No sabemos cómo va a ser la evolución futura. Pero la constatación del efecto 80, la aparente tendencia descendente y su posible empeoramiento en el contexto del cambio climático, aconsejan extremar la prudencia en la gestión, apoyándose en estimaciones realistas de las aportaciones sin pretender el imposible de sacar del sistema más de lo que entra.

Para poder realizar una gestión eficaz se dispone de una gran capacidad de regulación hiperanual en Entrepeñas y Buendía, que en los últimos 37 años ha estado muy desaprovechada.

4.1.4 Extrapolación de resultados al planteamiento de otros grandes trasvases o infraestructuras

Son múltiples las enseñanzas que se pueden extraer del ATS, tanto de su planteamiento como gestión, de cara al debate sobre la construcción de grandes trasvases. La principal idea que puede extraerse es la gran importancia que tiene la existencia o no

de agua abundante para trasvasar, con garantías de mínima afección a la cuenca cedente, durante toda la vida útil de la obra. Con un entorno o circunstancias cambiantes.

En estos casos, la recopilación y análisis histórico realizado también ayuda, como experiencia y como reflexión de la diferencia de planteamientos que se tiene en una infraestructura de larga vida.

4.1.5 Extrapolación de resultados a la gestión de otros grandes trasvases o infraestructuras

El análisis de la gestión del ATS y la metodología aquí planteada son aplicables, *mutas mutandis*, a la explotación de otros grandes trasvases. Es una metodología sencilla, flexible y robusta, adaptable con facilidad a distintas circunstancias.

4.2 Recomendaciones

A la vista de las conclusiones del presente trabajo, se realizan las siguientes recomendaciones:

- Realizar cambios legislativos, en dos líneas:
  - Como primera medida, inmediata, la aplicación de la medida mitigadora propuesta, la modificación de las Reglas de Explotación, mediante un Real Decreto que modifique el RD 773/2014. Las reglas que se proponen son:
    - Nivel 1. Cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía sean iguales o superiores a 2000 hm³. Trasvase de 60 hm³/mes.
    - Nivel 2. Cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 2000 hm³ e iguales o superiores a 688 hm³. Trasvase de 20 hm³/mes.
    - Nivel 3. Cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 688 hm³ e iguales o superiores a 400 hm³. Trasvase hasta 10 hm³/mes.
    - Nivel 4. Cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 400 hm³. No se aprobarán trasvases.
  - Deshacer los cambios introducidos en 2013, quitando limitaciones a la cuenca del Tajo (desembalses de referencia), la definición del carácter excedentario de las aguas en el Plan Hidrológico Nacional y el valor de Ley de las Reglas de Explotación. De forma que se rehabilite al plan de cuenca del Tajo para que en su siguiente revisión pueda hacer una auténtica definición de excedentes. Si fuera preciso, podría hacerse una definición transitoria para el tiempo comprendido entre la derogación de la definición actual y la aprobación del nuevo plan de cuenca del Tajo.
- Adaptar la planificación de la Demarcación Hidrográfica del Segura a las disponibilidades reales de excedentes, asumiendo que su cuantía es reducida.
- Dada la situación geográfica de Entrepeñas y Buendía, mantenerlos con reservas altas supone disponer de una reserva para contingencias de diferente índole, ya sean de la cuenca del Tajo, del Guadiana, del Júcar o del Segura. Abastecimientos de grandes núcleos como Madrid, Toledo, Llanura Manchega, Albacete, Mancomunidad de los Canales del Taibilla o Valencia. Para emergencias ambientales, como ya se ha utilizado en el pasado con las Tablas de Daimiel, que pudiera aplicarse a otro caso. Incluso como atención puntual para un riego comprometido. Es una posibilidad que podría estudiarse como garantía de seguridad adicional a las propias consideradas en la planificación hidrológica. Con un concepto novedoso para la misma: la respuesta del sistema ante contingencias, ante imprevistos.
- Hacer el adecuado seguimiento de la efectividad de la caracterización de excedentes, que sirva de base para su revisión, conforme a los plazos y procedimientos establecidos en la legislación.
- Adoptar una política de máxima transparencia en la gestión, favoreciendo el exceso antes que el defecto. Además de mejorar la información pública, contribuye a minimizar tensiones y evitar malentendidos.
- Fomentar la producción de estudios científicos sobre el ATS, que faciliten la comprensión del problema en sus múltiples perspectivas.
- Estudiar la mejor forma de gestionar Entrepeñas y Buendía para su uso turístico y recreativo, teniendo en cuenta la asimetría de los embalses y la existencia del

túnel de enlace. Realizar asimismo estudios y planificaciones que eviten un crecimiento desordenado e insostenible.

- El análisis histórico realizado pone en evidencia el cambio la finalidad y utilidad de las infraestructuras —en este caso, ATS y Entrepeñas y Buendía— en el momento de su planteamiento o construcción frente a su utilidad cuando han transcurrido varias décadas desde su entrada en servicio y las condiciones socioeconómicas, así como los criterios políticos de la sociedad. Este análisis histórico es extensible a las obras públicas en general, y de las hidráulicas con mayor razón —por constituir un grupo de obras que ha sufrido un cambio radical en la percepción social de su utilidad—. Un estudio profundizando en el referido análisis histórico aportaría información interesante, tanto en lo referente al conocimiento y valoración del patrimonio de las obras públicas, como en la valoración de su utilidad presente, que faciliten su posible adaptación a las nuevas circunstancias (por ejemplo, formalizando el cambio de uso o planteando actuaciones sobre las mismas para minimizar su impacto ambiental). Estudio que se ve reforzado por las circunstancias del cambio climático que, en España y en relación con el agua, se manifiesta con marcada intensidad.

Bibliografía

1. ABC, 1941. El gran Plan General de Obras Públicas elaborado por orden del Caudillo. *ABC*, 5 10, p. 3 y 7.
   Disponible en:
   http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/madrid/abc/1941/10/05/003.html
2. ABC, 1942. Un colosal embalse de 2250 millones de metros cúbicos transformará en vegas feracísimas grandes zonas de las provincias de Madrid, Toledo y Cáceres. *ABC*, 1 1, p. 44.
3. ABC, 1960. Obituario de D. Manuel de Torres Martínez. *ABC*, 30 9, p. 39.
   Disponible en:
   http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/madrid/abc/1960/09/30/039.html
4. ABC, 1963. Treinta mil personas aclaman al Jefe de Estado en Albacete. *ABC*, 6 6, p. 41.
   Disponible en:
   http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/madrid/abc/1963/06/06/041.html
5. ABC, 1968. Franco ha inaugurado ayer la primera central nuclear española. *ABC*, 13 12, p. 55 y portada.
   Disponible en:
   http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/madrid/abc/1968/12/13/055.html
6. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), 2018. *Datos Climatológicos de la web de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).* [En línea]
   Disponible en: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos
   [Último acceso: 16 4 2018].
7. Agencia Estatal de Meteorología; Instituto de Meteorología de Portugal, 2011. *Atlas climático ibérico. Temperatura del aire Y precipitación (1971-2000).* 2011 ed. s.l.:Agencia Estatal de Meteorología; Instituto de Meteorología de Portugal.
8. Aguiló Alonso, M. y otros, 1983. *Agua en Madrid.* Madrid: Diputación de Madrid.
9. Álvarez Martínez, A., Cabrera Cabrera, M. & Flores Montoya, F., 2001. Aumento de la capacidad de embalse, en los ríos Jarama y Sorbe, para garantiza el abastecimiento de agua a Madrid y Guadalajara y mejorar el estado ecológico. *Revista de Obras Públicas,* Issue 3415, p. 45 a 53.
   Disponible en: http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2001/2001_noviembre_3415_03.pdf
10. Álvarez Rodríguez, J. y otros, 2015. *Evaluación de los recursos hídricos en España.* 2016 ed. Madrid: Centro de Estudios Hidrográficos. CEDEX.
11. Aragón García, V., 2012. *La construcción social del discurso en torno al agua y su contribución a la creación de opinión pública,* Murcia: Universidad de Murcia.
    Disponible en: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/81688/TMVAG.pdf#page=363
12. Arenillas Parra, M., Barahona Oviedo, M., Gutiérrez Argul, F. & Cauce Cañizares, C., 2009. *El abastecimiento de agua a Toledo en época romana.* 1ª ed. Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
13. Arenillas Parra, M. & Sáenz Ridruejo, C., 1987. *Guía física de España. 3. Los ríos.* Madrid: Alianza Editorial, S.A..
14. Asamblea Regional de Murcia, 2013. Pleno. VIII Legislatura. Número 53. 2.ª Reunión.. *Diario de sesiones de la Asamblea Regional de Murcia,* 53(2ª reunión), pp. 2953-2954.
    Disponible en: http://hermes.asambleamurcia.es/pleno/viii-legislatura/ano-2013/4287-diario-de-sesiones-pleno-viii-legislatura-numero-53-2o-reunion
15. Asociación Artificio de Juanelo, 2018. *El Artificio de Juanelo Turriano.* [En línea]
    Disponible en: http://www.artificiodejuanelo.org/
    [Último acceso: 28 10 2018].
16. Ayuntamiento de Madrid, 2011. *Situación de las estaaciones regeneradoras de aguas residuales de Madrid,* Madrid: Ayuntamiento de Madrid.
    Disponible en:
    https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Agua/DeInformacionsobreAgua/SistemasDepuracion/ficheros/PLANOERARn.pdf
17. Ayuntamiento de Madrid, 2011. *Situación de los estanques de tormentas de Madrid,* Madrid: Ayuntamiento de Madrid.
    Disponible en:
    https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Agua/DeInformacionsobreAgua/RioManzanaresobrasmejora/Ficheros/estanquestormentas.jpg
18. Ayuntamiento de Madrid, 2018. *Plan para la mejora de la calidad de las aguas del río Manzanares.* [En línea]
    Disponible en: https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Agua/Plan-para-la-mejora-de-la-calidad-de-las-aguas-del-rio-Manzanares/?vgnextfmt=default&vgnextoid=4a7a09cd8ed73310VgnVCM1000000b205a0aRCRD&vgnextchannel=63d0e0f6fdc4f510VgnVCM2000001f4a9
    [Último acceso: 25 7 2018].

19. Ayuntamiento de Madrid, 2018. *Sistemas de depuración de aguas residuales en Madrid.* [En línea] Disponible en: https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Medio-ambiente/Agua/Sistemas-de-depuracion-de-aguas-residuales-en-Madrid/?vgnextfmt=default&vgnextoid=ac470dd66e4ae210VgnVCM2000000c205a0aRCRD&vgnextchannel=63d0e0f6fdc4f510VgnVCM2000001f4a900aRCRD [Último acceso: 25 7 2018].
20. Ballester Sansano, J. M., 2015. *El riego tradicional en la huerta de Orihuela y pueblos de su marco (Tesis Doctoral).* Alicante: Universidad de Alicante. Disponible en: https://www.jpao.es/wp-content/uploads/2017/07/tesis_ballester_sansano.pdf
21. Bal, S. & Bose, M., 2010. A climatological study of the relations among solar activity, galactic cosmic ray and precipitation on various regions over the globe. *Journal of Earth System Science,,* 119(2), pp. 201-209. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1007/s12040-010-0015-8
22. Bautista Martín, J., 1992. Del plan de mejora y ampliación de los riegos de Levante al aprovechamiento conjunto Tajo-Segura. En: A. Gil Orcina & A. Morales Gil, edits. *Hitos históricos de los regadíos españoles.* Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 365-396. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/9999.htm
23. Becerril Antón-Miralles, E., 1960. La explotación de los hiper-embalses. *Revista de Obras Públicas,* 2940(2940), pp. 247-253. Disponible en: http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1960/1960_tomoI_2940_01.pdf
24. Box Amorós, M., 1992. El regadío medieval en España: época árabe y conquista cristiana. En: A. Gil Orcina & A. Morales Gil, edits. *Hitos históricos de los regadíos españoles.* Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 49-90. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/9999.htm
25. Buitrago, M., 2010. Primer mazazo al Trasvase. *La Verdad*, 4 11. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20101104/region/primer-mazazo-trasvase-20101104.html
26. Buitrago, M., 2011. El Ministerio apadrina una jornada en Madrid contraria al Trasvase del Tajo. *La Verdad*, 13 11. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20110413/region/ministerio-apadrina-jornada-madrid-20110413.html
27. Buitrago, M., 2011. El Ministerio apuesta por mantener el Trasvase del Tajo «bajo criterios racionales». *La Verdad*, 4 7. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20110704/region/ministerio-apuesta-mantener-trasvase-20110704.html
28. Buitrago, M., 2011. El Ministerio dice que corregirá la reserva para no castigar al Trasvase. *La verdad*, 5 2. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20110205/region/ministerio-dice-corregira-reserva-20110205.html
29. Buitrago, M., 2011. El Trasvase es cosa de ellas. *La Verdad*, 23 10. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20111023/region/trasvase-cosa-ellas-20111023.html
30. Buitrago, M., 2011. Otro torpedo contra el Trasvase. *La Verdad*, 14 4. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20110414/region/otro-torpedo-contra-trasvase-20110414.html
31. Buitrago, M., 2011. Un Alvia que sea 'apañao' para las elecciones. *La Verdad*, 10 11, p. 6.
32. Buitrago, M., 2012. Cañete destituye al director general del Agua, partidario de otro trasvase del Tajo. *La Verdad*, 14 9. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/20120914/local/region/destitucion-director-general-agua-201209141656.html
33. Buitrago, M., 2013. «Satisfacción moderada» de los regantes por el pacto para garantizar el Tajo-Segura. *La Verdad*, 16 10. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20131016/volcado/satisfaccion-moderada-regantes-pacto-20131016.html
34. Buitrago, M., 2013. El Memorándum cambiará la regulación del Trasvase para dar más agua a los regantes. *La Verdad*, 19 9, p. 4. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20130918/local/region/memorandum-cambiara-regulacion-trasvase-201309190200.html
35. Buitrago, M., 2013. Los negociadores cierran el acuerdo que debe garantizar el Trasvase del Tajo. *La Verdad*, 5 8. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20130727/volcado/negociadores-cierran-acuerdo-debe-20130727.html
36. Buitrago, M., 2013. Un inminente acuerdo sobre el Memorándum pone en tensión a los regantes del Trasvase. *La Verdad*, 15 10. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20131015/local/region/inminente-acuerdo-sobre-memorandum-201310150055.html
37. Buitrago, M., 2014. «Este año ha llegado más agua que nunca del Tajo; pero se ha plantado un 20% más». *La Verdad*, 14 9, pp. 8-9. Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/201409/14/este-llegado-agua-nunca-20140914011120-v.html

38. Buitrago, M., 2014. El Ministerio cede ante los regantes y no reducirá los trasvases del Tajo. *La Verdad*, 27 3, pp. http://www.laverdad.es/murcia/v/20140327/local/region/ministerio-cede-ante-regantes-201403270107.html.
Disponible en: http://www.laverdad.es/murcia/v/20140327/local/region/ministerio-cede-ante-regantes-201403270107.html
39. Buitrago, M., 2014. Los regantes temen perder un 40% del agua del Tajo y plantan cara al Ministerio. *La Verdad*, 26 3, pp. http://www.laverdad.es/alicante/20140326/local/provincia_alicante/regantes-trasvase-201403261325.html.
Disponible en: http://www.laverdad.es/alicante/20140326/local/provincia_alicante/regantes-trasvase-201403261325.html
40. Buitrago, M., 2015. *Agua que nos une. Crónica del Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura.* 2015 ed. Murcia: Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura.
41. Cabezas Calvo-Rubio, F., 2013. *El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo-Segura,* Madrid: s.n.
42. Cabezas Calvo-Rubio, F., Estrada Lorenzo, F. & Estrela Monreal, T., 1999. Algunas contribuciones técnicas del Libro Blanco del Agua en. *Ingeniería Civil,* 115(115), pp. 79-96.
43. Cabrejas Iñesta, E., 2017. *Etimología del río Tajo.* 2017 ed. Barcelona: Logo Nol.
Disponible en: http://www.academia.edu/33676804/Etimolog%C3%ADa_del_r%C3%ADo_Tajo
44. Cadalso Vázquez, J., 1999 ─original 1782─. *Cartas marruecas.* 1999 ed. Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes.
45. Caja de Ahorros provincial de Murcia, 1978. *Trasvase Tajo-Segura. Una empresa de Estado.* Murxia: Publicaciones de cámaras de comercio. Region sureste.
46. Calatrava, J. & Martínez-Granados, D., 2016. *La actividad de los mercados formales del agua en la cuenca del Segura,* Sevilla: XXXIV Congreso Nacional de Riegos, Sevilla 2016.
Disponible en: https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/41581/T-D-06.pdf?sequence=1#page=5
47. Calvín, M. & Ramón, J., 1990. *Manuel Lorenzo Pardo.* Madrid: Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
48. Calvo García-Tornel, F., 2006. Sureste español: regadío, tecnologías hidráulicas y cambios territoriales. *Revista electrónica de geografía y ciencias sociales,* Vol. X, núm 218 (04)(Vol. X, núm 218 (04)).
Disponible en: http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-04.htm
49. Cámara de Comercio, Industria y Navegación de Murcia, 1978. *Trasvase Tajo-Segura. Una empresa de Estado.* 1978 ed. Murcia: Poblicaciones de Cámaras de Comercio Región Sureste..
50. Canal de Isabel II, 2017. *Acuífero cretácico carbonatado,* Madrid: Canal de Isabel II.
Disponible en: http://www.canalciclointegraldelagua.es/imagenes/contenido/captacion/aguas-subterraneas/cretacico-carbonatado/pdf.pdf
51. Canal de Isabel II, 2017. *Acuífero terciario detrítico,* Madrid: Canal de Isabel II.
Disponible en: http://www.canalciclointegraldelagua.es/imagenes/contenido/captacion/aguas-subterraneas/terciario-detritico/pdf.pdf
52. Canal de Isabel II, 2017. *Informe Anual 2016,* Madrid: Canal de Isabel II.
Disponible en:
https://www.canaldeisabelsegunda.es/es/galeria_ficheros/Info_accionistas/InformesAnuales/InformeAnual2016_ES.pdf
53. Canal de Isabel II, 2018. *El ciclo integral del agua en la Comunidad de Madrid.* [En línea]
Disponible en: http://www.canalciclointegraldelagua.es
54. Canal Educa. Canal de Isabel II, 2012. *Canal de Isabel II. Un Canal con mucha historia.* 2012 ed. Madrid: CanalEduca.
Disponible en: https://www.canaleduca.com/wp-content/uploads/2015/08/Un-Canal-con-mucha-historia1.pdf
55. Carreras de Odriozola, A., 2005. Industria. En: A. Carreras de Odriozola & X. Tafunell Sambola, edits. *Estadísticas históricas de España, siglos XIX-XX.* Bilbao: Fundación BBVA, pp. 367-454.
56. Carreras, A., de la Escosura, L. P. & Rosés, J. R., 2005. Renta y riqueza. En: A. Carreras & X. Tafunel, edits. *Estadísticas históricas de España. Siglos XIX y XX.* Bilbao: Fundación BBVA, pp. 1297-1376.
Disponible en: https://www.fbbva.es/wp-content/uploads/2017/05/dat/DE_2006_estadisticas_historicas.pdf#page=1296
57. Castilla-La Mancha, 1986. Ley 8/1985, de 18 de diciembre, de crédito extraordinario, derivado del trasvase Tajo-Segura. *«BOE» núm. 42, de 18 de febrero de 1986,* p. 6440 a 6440.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1986-4457
58. CEDEX, 2016. *Anuario de aforos 2013-2014.* [En línea]
Disponible en: http://ceh-flumen64.cedex.es/anuarioaforos/default.asp
59. Centol Lahoz, F., 1954. *Vida de un rio.* Madrid: Filmoteca española - NO-DO.
Disponible en: http://www.rtve.es/alacarta/videos/documentales-b-n/vida-rio/2847575/
60. Centro de Estudios Hidrográficos, 2012. *Estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua.* 1 ed. Madrid: Centro de Estudios Hidrográficos.
61. Centro de Estudios Hidrográficos, 2017. *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España.* 1 ed. Madrid: Centro de Estudios Hidrográficos.
62. Centro de Estudios Hidrográficos, 2019. *Informe de situación para la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Enero de 2019,* Madrid: Centro de Estudios Hidrográficos.
Disponible en: https://drive.google.com/file/d/15CA-1IUBrv9BetL_UDgLddCHKl07hXvt/view

63. Centro de Estudios Hidrográficos, s.f. *Corte geológico del túnel del Talave.* [En línea]
Disponible en: http://ceh-flumen64.cedex.es/Planificacion/images/ComplejoTajoSegura/Corte_geologico_Tunel_de_Talave.JPG
[Último acceso: 30 7 2018].
64. Cerdá, A., 2013. *Comparecencia del Consejero Antonio Cerdá en la Asamblea Regional de Murcia.* Murcia: Asemblea de la Región de Murcia.
Disponible en: http://hermes.asambleamurcia.es/documentos/pdfs/ds/DS_08/PLENO/130925-2.067.pdf#page=5
65. Chávez Jiménez, A., 2013. *Propuesta metodólogica para la identificación de medidas de adaptación al cambio climatico en sistemas de recursos hídricos.* 1ª ed. Madrid: E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).
66. Chow, V. T., Maidment, D. R. & Mays, L. W., 1994. *Hidrología aplicada (traducido de la primera edición de Applied Hydrology, 1988).* 1 ed. Santafé de Bogotá (Colombia): Mc Graw-Hill Interamericana S.A..
67. Comisión Europea, 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. *«DOCE» núm. 327, de 22 de diciembre de 2000,* p. 1 a 73.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2000-82524
68. Comisión Europea, 2012. *La política agrícola común – La historia continúa,* Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
Disponible en: http://ec.europa.eu/agriculture/50-years-of-cap/files/history/history_book_lr_es.pdf
69. Comisión para la Aplicación y Desarrollo del Convenio de Albufeira, 2014. *Comisión para la Aplicación y Desarrollo del Convenio sobre Cooperación para la Protección y el Aprovechamiento Sostenible de las Aguas de las Cuencas Hidrográficas Hispano - Portuguesas.* [En línea]
Disponible en: http://www.cadc-albufeira.eu/es/
[Último acceso: 19 4 2018].
70. Confederación Hidrográfica del Segura, 2017. *TRASVASE TAJO-SEGURA. VOLUMEN APROBADO EN ORIGEN (BUJEDA).* [En línea]
Disponible en: http://chsegura.es/chs/cuenca/infraestructuras/postrasvaseTajoSegura/historicos.html#tablaDatosMostrada6
[Último acceso: 10 7 2018].
71. Confederación Hidrográfica del Tajo. Oficina de Planificación Hidrológica, 2018. *Gráficos de la evolución de los indicadores de sequía. 1 de febrero de 2018,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: http://www.chtajo.es/LaCuenca/SequiasAvenidas/Documents/Graficos2018/GraficosSequiaWEBFebrero2018.pdf#page=10
72. Confederación Hidrográfica del Tajo, 1992. *Estudio para la cuantificación de excedentes en la cabecera del Tajo,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
73. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2002. *La cuenca del Tajo en cifras.* 2ª ed. Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
74. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2011. *Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas de la cabecera del Tajo y de la evaluación de excedentes.* Madrid(Madrid): Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: https://www.acuademia.com/wp-content/uploads/2016/09/PHT-1B-Memoria-DocAux04.pdf
75. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2013. *Documento de Síntesis de la Propuesta de Proyecto del Plan hidrológico de cuenca de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
76. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2013. *Documentos iniciales de la planificación hidrológica 2015 - 2021.* 2013 ed. Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
77. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2014. *Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo..* Madrid(Madrid): Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: http://www.chtajo.es/LaCuenca/Planes/PlanHidrologico/Planif_2009-2015/Documents/PlanTajo/PHT2014-Memoria-DocAux04.pdf
78. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2014. *Esquema de Temas Importantes de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo de planificación 2016-2021,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
79. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2014. *La Confederación Hidrográfica del Tajo certifica que hoy se ha alcanzado el volumen embalsado conjunto de 900 hm³ en Entrepeñas y Buendía —nota de prensa del 8/3/2014—,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: http://www.chtajo.es/Confederacion/_layouts/SalaPrensa/DetalleNoticia.aspx?ID=206
80. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2016. *Memoria 2015,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: http://www.chtajo.es/Confederacion/Documents/memorias/MEMORIA%202015%20CHT.pdf
81. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2016. *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2016-2021.* 2016 ed. Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.

82. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2017. *Informe de seguimiento del Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2015-2021 de 5 de octubre de 2017,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: http://www.chtajo.es/LaCuenca/Planes/PlanHidrologico/seguimiento/Documents/20171005_Informe%20seguimiento%20PHT2015-2021.pdf
83. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018. *Caudales mínimos y caudales ecológicos (en www.chtajo.es).* [En línea]
Disponible en: http://www.chtajo.es/LaCuenca/Paginas/CaudalEcoMini.aspx
[Último acceso: 5 8 2018].
84. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018. *Gráficos de la evolución de los indicadores de sequía a 1 de marzo de 2018.* [En línea]
Disponible en: http://www.chtajo.es/LaCuenca/SequiasAvenidas/Documents/Graficos2018/GraficosSequiaWEBMarzo2018.pdf#page=10
[Último acceso: 4 6 2018].
85. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018. *informe de la Comisión de Desembalse de la Confederación Hidrográfica del Tajo del 12/12/2018,* Madrid: s.n.
Disponible en: http://www.chtajo.es/Servicios/Publicaciones/Documents/COM_DES_DIC_2018.pdf
86. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018. *Memoria 2017,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: http://www.chtajo.es/Confederacion/Documents/memorias/MEMORIA%202017%20CHT.pdf
87. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018. *Nota de prensa "La Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Tajo propone al Organismo de cuenca que solicite al Gobierno el Real Decreto de Sequía",* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: http://www.chtajo.es/Confederacion/Lists/Noticias%20de%20Prensa/20180226_NP%20Junta%20de%20Gobierno.pdf
88. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018. *Plan Especial de Sequías (PES2018),* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: http://www.chtajo.es/LaCuenca/Planes/Documents/20181128%20PES.pdf
89. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018. *propuesta de Documentos iniciales del tercer ciclo de planificación hidrológica (2021-2027) de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en: http://www.chtajo.es/LaCuenca/Planes/PlanHidrologico/Planif_2021-2027/Paginas/default.aspx
90. Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018. *Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT).* [En línea]
Disponible en: https://saihtajo.chtajo.es
[Último acceso: 19 3 2018].
91. Conrado, A., 2011. *Torrellano - Historia breve. 5- Agua potable y de riego en Torrellano.* [En línea]
Disponible en: http://elkikero.blogspot.com/p/5.html
[Último acceso: 20 7 2018].
92. Consejo de Estado, 2015. *Dictamen sobre el Proyecto de real decreto de aprobación Planes Hidrológicos 2015-2021. Referencia 1151/2015,* Madrid: BOE.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=CE-D-2015-1151
93. Consejo Económico Sindical de la provincia de Murcia, 1953. *Ponencia de aprovechamientos hidráulicos,* Murcia: Cámara Sindical Agraria.
94. Consejo Económico Sindical Interprovincial del Sureste, 1969. *Selección de directrices para abordar el reparto de los nuevos caudales en el sureste,* Murcia: Consejo Económico Sindical Interprovincial del Sureste.
95. Consejo Económico Sindical Interprovincial del Sureste, 1970. *Recursos hídricos,* Murcia: Consejo Económico Sindical Interprovincial del Sureste.
96. Consejo Económico Sindical Interprovincial del Sureste, 1974. *Condicionamiento sobre la Utilización del Agua del Trasvase Tajo-Segura,* Murcia: Consejo Económico Sindical Interprovincial del Sureste.
97. Consejo Económico Sindical Interprovincial del Sureste, 1974. *Recursos hidráulicos y su aprovechamiento a corto y largo plazo,* Murcia: Consejo Económico Sindical Interprovincial del Sureste.
98. Consejo Económico Sindical Nacional ─Gabinete técnico─, 1961. *Perspectivas de la economía murciana.* 1961 ed. Madrid: Consejo Económico Sindical Nacional .
99. Consejo Económico Sindical Nacional. Consejo Económico Sindical de la provincia de Murcia, 1960. *Estructura y posibilidades de desarrollo económico de Murcia.* 1 ed. Madrid: Consejo Económico Sindical Nacional.
100. Coromines, J., 1960. Sobre la etimología de Madrid. *Revista de Filología Española,* XLIII(3-4), pp. 447-450.
101. Corriente Córdoba, F., 1990. El nombre de Madrid. En: C. d. Madrid, ed. *El nombre de Madrid.* Madrid: Comunidad de Madrid, pp. 87-91.

102. Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1899. *Avance de un plan general de pantanos y canales de riego,* Madrid: Imp. y Fundición tip. de los Hijos de J. A. García.
Disponible en:
http://bdh.bne.es/bnesearch/biblioteca/Avance%20de%20un%20plan%20general%20de%20pantanos%20y%20canales%20de%20riego%20%20%20/qls/bdh0000077957;jsessionid=62F1C342344D70630FE3B90270D0D715
103. de Aguinaga, R., 1915. Canal de Isabel II. *Revista de Obras Públicas,* 1915, 63, tomo I (2072) y 1915, 63, tomo I (2074)(2072 y 2074), pp. 287-292 y 311-316.
Disponible en: http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1915/1915_tomoI_2072_02.pdf y http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1915/1915_tomoI_2074_02.pdf
104. de Miguel i Diego, V., 1968. El Trasvase Tajo-Segura. *Cuadernos para el diálogo,* 57-58(57-58), pp. 25-29.
105. de Resende, A., 2009. *As antiguidades da Lusitânia.* 2009 ed. Coimbra: Universidade de Coimbra.
106. de Torres Martínez, M. y otros, 1959 —1ª edición—, 1961 —2ª edición—. *El regadío murciano, problema nacional.* 3ª edición —2007— ed. Murcia: Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones Locales de la Región de Murcia.
107. Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo, 1946. *Memoria correspondiente a los años 1939-1945,* Madrid: Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo.
108. Díaz Guell, C., 1977. El agua del trasvase será cara difícilmente rentable. *El País*, 9 10.
Disponible en: https://elpais.com/diario/1977/10/09/economia/245199612_850215.html
109. Díaz-Marta Pinilla, M., 1969. Reed. 1997. *"Las obras hidráulicas en España".* 1997 ed. Aranjuez: Ediciones Doce Calles, S. L..
110. Díaz-Marta Pinilla, M. & Blázquez Calvo, F., 1995. *El Trasvase Tajo-Segura: una obra insolidaria e ineficiente,* Toledo: s.n.
111. Díaz-Marta, M., 1968. El trasvase del Tajo al Segura o un nuevo intento de despojo a Castilla. *Comunidad Ibérica,* 35(julio-agosto de 1968), pp. 7-11.
Disponible en: http://www.cervantesvirtual.com/obra/ano-vi-num-35-julio-agosto-1968/
112. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, 2001. *Tres casos de Planificación Hidrológica.* Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
113. Dirección General del Agua y Centro de Estudios Hidrográficos, 2018. *Síntesis de los planes hidrológicos españoles. Segundo ciclo de la DMA (2015-2021),* Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica.
114. Ecologistas en Acción, 2003. *25 razones para reconsiderar el trasvase Tajo-Segura,* La Puebla de Montalbán (Toledo): Ecologistas en Acción.
115. EFE, 1971. Trasvase Tajo-Segura. *Documentación Española,* 33(Noviembre de 1971), p. 1 a 35 —completa—.
116. EFE, 2011. La presidenta de la Confederación del Tajo asume su error por publicar borrador de plan de cuenca. *El País*, 24 10.
Disponible en: https://elpais.com/sociedad/2011/10/24/actualidad/1319407214_850215.html
117. EFE, 2018. Del Amor: "Se desembalsa más en el Tajo para 'desangrar' la cabecera". *La Opinión de Murcia*, 29 10.
Disponible en: https://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2018/10/30/amor-desembalsa-tajo-desangrar-cabecera/967498.html
118. Eiroa Rodríguez, J. A., 2017. El trabajo de la seda en Murcia durante la Edad Media. En: R. d. M. Digital, ed. *Seda. Historias pendientes de un hilo. Murcia. Siglos X- XXI..* Murcia: Editum, pp. 22-31.
Disponible en: http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,371,m,3871&r=ReP-30816-DETALLE_REPORTAJESABUELO
119. Equipo defensa del Tajo, 1978. *El Trasvase Tajo-Segura. ¿Qué es? ¿Por qué? ¿Para quién? ¿Para qué?,* Toledo: Equipo defensa del Tajo.
120. Escario Núñez del Pino, J. L., 1931. Proyecto de estación depuradora de las aguas residuarias de Madrid. *Revista de obras Públicas,* 2569, 2560 y 2561(2569, 2560 y 2561), pp. 112-118, 128-132, 145-150.
Disponible en:
http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=15391&anio=1931&numero_revista=2569
121. España, 1953. Decreto de 25 de abril de 1953 por la que se autoriza para ordenar los aprovechamientos de riego en la cuenca del río Segura. *Boletín Oficial del Estado, núm. 126 de 6 de mayo de 1953,* p. 2593 a 2954.
Disponible en: https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1953/126/A02593-02594.pdf
122. España, 1953. Orden de 25 de abril de 1953 por la que se reglamenta la ordenación de los aprovechamientos hidráulicos en la cuenca del río Segura en virtud de lo dispuesto en el Decreto de 25 de abril de 1953. *Boletín Oficial del Estado, núm. 128 de 8 de mayo de 1953,* p. 2654 a 2655.
Disponible en: https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE//1953/128/A02654-02655.pdf
123. España, 1969. Decreto 902/1969, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del II Plan de Desarrollo Económico y Social. *«BOE» núm. 124, de 24 de mayo de 1969,* p. 7991 a 7998.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1969-623
124. España, 1969. Ley 1/1969, de 11 de febrero, por la que se aprueba el II plan de Desarrollo Económico y Social.. *«BOE» núm. 37, de 12 de febrero de 1969,* p. 2137 a 2142.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1969-177

125. España, 1970. Decreto-ley 8/1970, de 16 de julio, sobre autorización al Gobierno español para concertar un préstamo con la República Federal alemana, con destino a la financiación parcial del trasvase Tajo-Segura y obras hidráulicas complementarias en la zona del Segur. *«BOE» núm. 177, de 25 de julio de 1970,* p. 11789 a 11789.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1970-10508
126. España, 1970. Orden por la que se ratifica el convenio, contrato de préstamo y procedimiento de arbitraje firmados en la República Federal de Alemania el 24 y el 25 de junio de 1970, respectivamente, por el señor Embajador de la Nación en Bonn y las autoridades compete. *«BOE» núm. 236, de 2 de octubre de 1970,* p. 16246 a 16249.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1970-1073
127. España, 1971. Ley 21/1971, de 19 de junio, sobre el aprovechamiento conjunto Tajo-Segura. *«BOE» núm. 148, de 22/06/1971,* Issue 148, de 22/06/1971.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1971-778
128. España, 1972. Decreto 3087/1972, de 2 de noviembre, por el que se crea el Servicio de Obras del Acueducto Tajo-Segura. *«BOE» núm. 274, de 15 de noviembre de 1972,* p. 20329 a 20329.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1972-1640
129. España, 1973. Orden por la que se determinan las funciones y se estructura el Servicio de Obras del Acueducto Tajo-Segura. *«BOE» núm. 148, de 21 de junio de 1973,* p. 12645 a 12646.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1973-845
130. España, 1978. Real Decreto 1982/1978, organización de los servicios encargados de gestionar la explotación de la infraestructura hidráulica «Trasvase Tajo-Segura». *«BOE» núm. 200, de 22 de agosto de 1978.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1978-21522
131. España, 1979. Real Decreto 1665/1979, de 29 de junio por el que se adoptan diversas medidas relativas a la organización y funcionamiento de los Servicios del trasvase Tajo-Segura en la Confederación Hidrográfica del Tajo. *«BOE» núm. 163, de 9 de julio de 1979,* p. 15709 a 15709.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1979-16376
132. España, 1980. Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura. *«BOE» núm. 256, de 24/10/1980.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1980-23062
133. España, 1980. Real Decreto 2529/1980, de 14 de noviembre, por el que se incorporan nuevos Vocales a la Comisión de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. *«BOE» núm. 281, de 22 de noviembre de 1980,* p. 26053 a 26053.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1980-25523
134. España, 1980. Real Decreto 3029/1979, de 7 de diciembre, por el que se regula la realización de estudios previos para la planificación hidrológica. *«BOE» núm. 17, de 19 de enero de 1980,* p. 1444 a 1444.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1980-1316
135. España, 1981. Real Decreto 2747/1981, de 30 de octubre, por el que se adoptan diversas medidas relativas a la organización y funcionamiento de los Servicios del trasvase Tajo-Segura en la Confederación Hidrográfica del Segura. *«BOE» núm. 284, de 27 de noviembre de 1981,* p. 27831 a 27831.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1981-27371
136. España, 1982. Orden de 30 de abril de 1982, por la que se aprueba el pliego de condiciones generales para la reserva de dotación y disponibilidad o el aprovechamiento del agua del acueducto Tajo-Segura. Aguas trasvasadas. Uso en riego. Y se establece el texto de los co. *«BOE» núm. 114, de 13 de mayo de 1982,* p. 12490 a 12492.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1982-11185
137. España, 1986. Real Decreto 2530/1985, de 27 de diciembre, sobre régimen de explotación y distribución de funciones en la gestión técnica y económica del acueducto Tajo-Segura. *«BOE» núm. 3, de 3 de enero de 1986,* p. 810 a 810.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1986-97
138. España, 1986. Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. *«BOE» núm. 103, de 30/04/1986.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1986-10638
139. España, 1987. Ley 13/1987, de 17 de julio, de Derivación de Volúmenes de Agua de la Cuenca Alta del Tajo, a través del Acueducto Tajo-Segura, con carácter experimental, con destino al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel.. *«BOE» núm. 171, de 18 de julio de 1987,* p. 22079 a 22079.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1987-16792
140. España, 1990. Real Decreto-ley 6/1990, de 28 de diciembre, por el que se dispone la aplicación, por un nuevo período de tres años, del Régimen de Derivación de Aguas con destino al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, establecido en la Ley 13/1987, de 17 de julio. *«BOE» núm. 312, de 29 de diciembre de 1990,* p. 38769 a 38769.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1990-31261
141. España, 1993. Real Decreto-ley 5/1993, de 16 de abril, por el que se autorizan determinadas actuaciones en relación con las cuencas del Tajo y el Segura. *«BOE» núm. 92, de 17 de abril de 1993,* p. 11443 a 11444.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1993-10085

142. España, 1995. Real Decreto-ley 6/1995, de 14 de julio, por el que se adopta medidas extraordinarias, excepcionales y urgentes en materia de abastecimientos hidráulicos como consecuencia de la persistencia de la sequía. *«BOE» núm. 174, de 22 de julio de 1995.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-17683
143. España, 1995. Real Decreto-ley 7/1995, de 4 de agosto, por el que se autoriza el trasvase de 55 hectómetros cúbicos a la Cuenca del Segura y se conceden suplementos de crédito por importe de 15.000.000.000 de pesetas al Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio. *«BOE» núm. 188, de 8 de agosto de 1995,* p. 24432 a 24433.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-18964
144. España, 1995. Real Decreto-ley 8/1995, de 4 de agosto, por el que se adoptan medidas urgentes de mejora del aprovechamiento del trasvase Tajo-Segura. *«BOE» núm. 188, de 8 de agosto de 1995,* p. 24433 a 24434.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1995-18965
145. España, 1998. Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, por el que se aprueban los Planes Hidrológicos de cuenca. *«BOE» núm. 191, de 11 de agosto de 1998,* p. 27296 a 27298.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1998-19358
146. España, 1999. Orden de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de cuenca del Tajo, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio. *«BOE» núm. 207, de 30 de agosto de 1999,* p. 31958 a 31994.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1999-18236
147. España, 1999. Real Decreto-ley 8/1999, de 7 de mayo, por el que se modifica el artículo 10 de la Ley 52/1980, de 16 de octubre, de regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura. *«BOE» núm. 112, de 11 de mayo de 1999,* p. 17549 a 17549.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1999-10490
148. España, 2000. Convenio sobre cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesas, hecho "ad referendum" en Albufeira el 30 de noviembre de 1998.. *Boletín Oficial del Estado,* > 2, 37(37), p. 6703 a 6712 (10 págs.).
Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2000-2882
149. España, 2001. Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. *«BOE» núm. 161, de 06/07/2001.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-13042
150. España, 2001. Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. *«BOE» núm. 176, de 24/07/2001.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-14276
151. España, 2005. Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. *«BOE» núm. 149, de 23 de junio de 2005,* p. 21846 a 21856.
Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2005-10622
152. España, 2005. Real Decreto 1265/2005, de 21 de octubre, por el que se adoptan medidas administrativas excepcionales para la gestión de los recursos hidráulicos y para corregir los efectos de la sequía en las cuencas hidrográficas de los ríos Júcar, Segura y Tajo. *«BOE» núm. 256, de 26 de octubre de 2005,* p. 35066 a 35070.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2005-17620
153. España, 2005. Real Decreto-ley 15/2005, de 16 de diciembre, de medidas urgentes para la regulación de las transacciones de derechos al aprovechamiento de agua. *«BOE» núm. 301, de 17 de diciembre de 2005,* p. 41337 a 41340.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2005-20785
154. España, 2006. Real Decreto-ley 9/2006, de 15 de septiembre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en las poblaciones y en las explotaciones agrarias de regadío en determinadas cuencas hidrográficas. *«BOE» núm. 222, de 16 de septiembre de 2006,* p. 32645 a 32648.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-16210
155. España, 2007. Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica. *«BOE» núm. 162, de 07/07/2007.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-13182
156. España, 2007. Real Decreto-ley 9/2007, de 5 de octubre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas. *«BOE» núm. 240, de 6 de octubre de 2007,* p. 40646 a 40648.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-17489
157. España, 2008. Inicio BOE BORME Legislación Anuncios TEU Publicaciones Tienda La Agencia Buscar a la Carta. *«BOE» núm. 229, de 22 de septiembre de 2008,* p. 38472 a 38582.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-15340
158. España, 2008. *Instrucción de Planificaicón Hidrológica (IPH) (Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.).* Madrid: BOE.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-15340
159. España, 2008. Real Decreto-ley 8/2008, de 24 de octubre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinados ámbitos de las cuencas hidrográficas. *«BOE» núm. 258, de 25 de octubre de 2008.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-17079

160. España, 2009. Sentencia de 20 de enero de 2009, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la que se anula el Real Decreto 1265/2005, de 21 de octubre, por el que se adoptan medidas administrativas excepcionales para la gestión de los recursos hidráulicos y para corr. *«BOE» núm. 52, de 2 de marzo de 2009,* p. 20995 a 20995.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2009-3501
161. España, 2012. Real Decreto 1241/2012, de 24 de agosto, por el que se adoptan medidas administrativas excepcionales de gestión de los recursos hidráulicos para superar los efectos de la interrupción parcial del suministro mediante la infraestructura del trasvase Tajo-Se. *«BOE» núm. 204, de 25 de agosto de 2012,* p. 60540 a 60542.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2012-11133
162. España, 2013. Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. *«BOE» núm. 296, de 11/12/2013.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913
163. España, 2014. Orden AAA/2367/2014, de 5 de diciembre, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura para el mes de diciembre de 2014. *«BOE» núm. 305, de 18 de diciembre de 2014,* p. 102312 a 102312.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-13139
164. España, 2014. Real Decreto 270/2014, de 11 de abril, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo. *«BOE» núm. 89, de 12 de abril de 2014.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-3957
165. España, 2014. Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura. *«BOE» núm. 223, de 13 de septiembre de 2014,* p. 71634 a 71639.
Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-9336
166. España, 2015. Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. *«BOE» núm. 173, de 21/07/2015.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-8146
167. España, 2015. Orden AAA/1188/2015, de 3 de junio, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de junio de 2015. *«BOE» núm. 147, de 20 de junio de 2015.*
Disponible en: 51557 a 51557
168. España, 2015. Orden AAA/148/2015, de 27 de enero, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de enero de 2015. *«BOE» núm. 32, de 6 de febrero de 2015,* p. 9780 a 9780.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-1110
169. España, 2015. Orden AAA/1566/2015, de 27 de julio, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de julio de 2015. *«BOE» núm. 182, de 31 de julio de 2015,* p. 65966 a 65966.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-8569
170. España, 2015. Orden AAA/1869/2015, de 10 de septiembre, por la que se autoriza un trasvase de 10 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de septiembre de 2015. *«BOE» núm. 223, de 17 de septiembre de 2015,* p. 81460 a 81460.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-9974
171. España, 2015. Orden AAA/2252/2015, de 27 de octubre, por la que se autoriza un trasvase de 8 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de octubre de 2015. *«BOE» núm. 259, de 29 de octubre de 2015,* p. 101675 a 101675.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-11598
172. España, 2015. Orden AAA/2499/2015, de 25 de noviembre, por la que se autoriza un trasvase de 6 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de noviembre de 2015. *«BOE» núm. 283, de 26 de noviembre de 2015,* p. 111741 a 111741.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-12779
173. España, 2015. Orden AAA/2787/2015, de 18 de diciembre, por la que se autoriza un trasvase de 6 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de diciembre de 2015. *«BOE» núm. 306, de 23 de diciembre de 2015,* p. 121479 a 121479.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-14025
174. España, 2015. Orden AAA/311/2015, de 4 de febrero, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de febrero de 2015. *«BOE» núm. 50, de 27 de febrero de 2015,,* p. 18823 a 18823.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-2051
175. España, 2015. Orden AAA/421/2015, de 5 de marzo, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de marzo de 2015. *«BOE» núm. 63, de 14 de marzo de 2015,* p. 23611 a 23611.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-2716
176. España, 2015. Orden AAA/975/2015, de 5 de mayo, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de mayo de 2015. *«BOE» núm. 127, de 28 de mayo de 2015,* p. 45662 a 45662.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-5855

177. España, 2015. Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, por el que se declara la situación de sequía en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura y se adoptan medidas excepcionales para la gestión de los recursos hídricos. *«BOE» núm. 111, de 9 de mayo de 2015,* p. 40704 a 40710.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-5162
178. España, 2015. Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.. *«BOE» núm. 219, de 12 de septiembre de 2015,* p. 80585 a 80677.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-9806
179. España, 2015. Sentencia 13/2015, de 5 de febrero de 2015. Recurso de inconstitucionalidad 1399-2014. Interpuesto por las Cortes de Aragón en relación con diversos preceptos de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.. *«BOE» núm. 52, de 2 de marzo de 2015,,* p. 50 a 66.
Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-2259
180. España, 2016. Orden AAA/1099/2016, de 6 de julio, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para los meses de julio, agosto y septiembre de 2016, a razón de 20 hm³/mes. *«BOE» núm. 164, de 8 de julio de 2016,* p. 48068 a 48068.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2016-6570
181. España, 2016. Orden AAA/145/2016, de 9 de febrero, por la que se autoriza un trasvase de 10 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de febrero de 2016. *«BOE» núm. 37, de 12 de febrero de 2016,* p. 11353 a 11353.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2016-1403
182. España, 2016. Orden AAA/1589/2016, de 3 de octubre, por la que se autoriza un trasvase de 60 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el trimestre de octubre, noviembre y diciembre de 2016. *«BOE» núm. 241, de 5 de octubre de 2016,* p. 71074 a 71074.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2016-9120
183. España, 2016. Orden AAA/289/2016, de 3 de marzo, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para los meses de marzo, abril y mayo de 2016, a razón de 20 hm³/mes. *«BOE» núm. 57, de 7 de marzo de 2016,* p. 18210 a 18210.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2016-2284
184. España, 2016. Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que 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 hidrog. *«BOE» núm. 16, de 19/01/2016.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-439
185. España, 2016. Real Decreto 335/2016, de 23 de septiembre, por el que se prorroga la situación de sequía declarada para el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Júcar por el Real Decreto 355/2015, de 8 de mayo, y para el ámbito territorial de la Confed. *«BOE» núm. 231, de 24 de septiembre de 2016,* p. 68714 a 68716.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2016-8756
186. España, 2017. Orden APM/156/2017, de 24 de febrero, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 20 hm³ para el mes de febrero de 2017. *«BOE» núm. 50, de 28 de febrero de 2017,* p. 13849 a 13849.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-2064
187. España, 2017. Orden APM/18/2017, de 17 de enero, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 20 hm³ para el mes de enero de 2017. *«BOE» núm. 16, de 19 de enero de 2017,* p. 4674 a 4674.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-557
188. España, 2017. Orden APM/222/2017, de 9 de marzo, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 20 hm³ para el mes de marzo de 2017. *«BOE» núm. 62, de 14 de marzo de 2017,* p. 18500 a 18500.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-2744
189. España, 2017. Orden APM/319/2017, de 7 de abril, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 15 hm³ para el mes de abril de 2017. *«BOE» núm. 86, de 11 de abril de 2017,* p. 28811 a 28811.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-3951
190. España, 2017. Orden APM/403/2017, de 8 de mayo, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 7,5 hm³ para abastecimiento para el mes de mayo de 2017. *«BOE» núm. 111, de 10 de mayo de 2017,* p. 37690 a 37690.
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-5082
191. España, 2017. Real Decreto 851/2017, de 22 de septiembre, por el que se prorroga la situación de sequía prolongada declarada para el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Segura por el Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, por el que se declara la situación de seq. *«BOE» núm. 230, de 23 de septiembre de 2017.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-10835
192. España, 2018. Ley 1/2018, de 6 de marzo, por la que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas y se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de. *«BOE» núm. 58, de 07/03/2018.*
Disponible en: https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2018-3171

193. España, 2018. Orden APM/345/2018, de 4 de abril, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, a razón de 20 hm³/mes, para los meses de abril, mayo y junio de 2018. *«BOE» núm. 83, de 5 de abril de 2018,*, p. 35717 a 35717. Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-4628
194. España, 2018. Orden TEC/1097/2018, de 15 de octubre, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 20 hm³ para el mes de octubre de 2018. *«BOE» núm. 254, de 20 de octubre de 2018,* p. 102009 a 102011. Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-14371
195. España, 2018. Orden TEC/1260/2018, de 27 de noviembre, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 7,5 hm³ para el mes de noviembre de 2018. *«BOE» núm. 288, de 29 de noviembre de 2018,* p. 116423 a 116425. Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-16258
196. España, 2018. Orden TEC/886/2018, de 22 de agosto, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 20 hm³ para el mes de agosto de 2018. *«BOE» núm. 205, de 24 de agosto de 2018,* p. páginas 84409 a 84410. Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-11816
197. España, 2018. Orden TEC/931/2018, de 10 de septiembre, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, a razón de 20 hm³ para el mes de septiembre de 2018. *«BOE» núm. 222, de 13 de septiembre de 2018,* p. 88525 a 88526. Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-12463
198. España, 2018. Real Decreto 1210/2018, de 28 de septiembre, por el que se prorroga la situación de sequía declarada para el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura por el Real Decreto 356/2015, de 8 de mayo, por el que se declara la situación de s. *«BOE» núm. 236, de 29 de septiembre de 2018,* p. 93864 a 93867. Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2018-13188
199. España, 76370 a 76370. Orden AAA/1750/2015, de 21 de agosto, por la que se autoriza un trasvase de 15 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de agosto de 2015. *«BOE» núm. 206, de 28 de agosto de 2015.* Disponible en: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-9449
200. Estevan, A., Lacalle, A. & Cubillo, F., 2007. *Cuadernos I+D+i n°1. Transferencias de Derechos de Agua. El caso de la Comunidad de Madrid.* 2007 ed. Madrid: Canal de Isabel II. Disponible en: https://www.canaldeisabelsegunda.es/es/galeria_ficheros/comunicacion/documentacion/publicaciones/Cuaderno01_IDi.pdf
201. Europa Press, 2010. Murcia rechaza un plan de cuenca para el Tajo sin contar con el trasvase. *Europa Press*, 5 11. Disponible en: http://www.europapress.es/sociedad/medio-ambiente-00647/noticia-murcia-rechaza-plan-cuenca-tajo-contar-trasvase-20101105133027.html
202. European Enviroment Agency, 2009. *Average annual precipitation.* [En línea] Disponible en: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/average-annual-precipitation [Último acceso: 2 7 2018].
203. European Enviroment Agency, 2009. *Average annual runoff.* [En línea] Disponible en: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/average-annual-runoff [Último acceso: 19 4 2018].
204. European Enviroment Agency, 2012. *Water exploitation index — towards a regionalised approach.* [En línea] Disponible en: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/water-exploitation-index-2014-towards/water-exploitation-index-2014-towards [Último acceso: 9 11 2018].
205. Eurostat, 2016. *Urban Europe — Statistics on cities, towns and suburbs.* 2016 ed. Luxemburgo: Publications office of the European Union.
206. Excma. Diputación Provincial de Toledo, 1967. El trasvase de las aguas del Tajo a la cuenca del Segura. *Provincia. De la Excma. Diputación Provincial de Toledo, 59*(Septiembre de 1967), pp. 5-37. Disponible en: http://www.diputoledo.es/archivos/archivo/revistas/1967-59.pdf
207. Excma. Diputación Provincial de Toledo, 1972. El trasvase Tajo-Segura y la provincia de Toledo. Preguntas por el Conde de Mayalde al Ministro de Obras Públicas. *Provincia,* 78(unio de 1972), pp. 87-89. Disponible en: http://www.diputoledo.es/archivos/archivo/revistas/1972_78.pdf#page=88
208. Fernández Izquierdo, F., Alloza Aparicio, Á. & Moreno Díaz del Campo, F. J., 2016. *La presa del Vado y el Canal del Jarama.* 2016 ed. Madrid: Fundación Canal. canal de Isabel II. Disponible en: https://www.fundacioncanal.com/publicaciones/presavj2/files/assets/common/downloads/publication.pdf
209. Fernández Tapia, E. J., da Casa Martín, F. & de Bustamante Gutiérrez, I., 2013. Los viajes de agua de Alacalá de Henares: las galerías del centro peninsular. En: D. d. G. Universitat de València, ed. *Las galerías de agua en la región noroccidental de Túnez: patrimonio hidráulico mediterráneo.* Valencia: Universitat de València, Departament de Geografia, pp. 159-174.

210. Franco, L., 2011. Dos municipios de la Sierra de Albarracín se disputan el lugar del nacimiento del río Tajo. *Heraldo*, 23 4.
Disponible en:
https://www.heraldo.es/noticias/teruel/dos_municipios_sierra_albarracin_disputan_lugar_del_nacimiento_del_rio_tajo.html
211. FXTOP, 2018. *fstop.com.* [En línea]
Disponible en: http://fxtop.com/
[Último acceso: 26 7 2018].
212. Gallarza Cebeira, J., 1936. Ni plan, ni nacional. *Revista de Obras Públicas,* Issue 84, tomo I (2689), pp. 109-113.
213. Gallego Bernard, M. S., 2008. *La determinación de excedentes trasvasables. El caso del trasvase Tajo-Segura,* Madrid: Fundación Nueva Cultura del Agua.
214. García Arenal Winter, F., 1933. La politica de obras públicas. *Revista de Obras Públicas,* Issue 81, tomo I (2624), pp. 301-303.
215. García Augustín, J., 1972. *Abastecimiento de agua al área metropolitana de Madrid.* s.l.:Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Disponible en: http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1971/1971_tomoI_3080_06.pdf
216. García Pérez, G., 2009. Toponimia del tejo en la Península Ibérica. *Ecología,* Issue 22, pp. 305-356.
217. Gil López, J., 2013. *El conflicto del agua en la cuenca del Segura. Utilización de la influencia política.* 2013 ed. Albacete: Instituto de Estudios Albacetenses "Don Juan Manuel". Excelentísima Diputación de Albacete.
Disponible en:
http://pandora.dipualba.es/details.vm?o=&w=Segura&f=&g=work&c=0&lang=es&view=mono&t=-creation&s=42
218. Gil Messeguer, E. & Gómez Espín, J. M., 2017. *El trasvase de aguas del embalse del Negratín (Granada) al embalse de Cuevas de Almanzora (Almería). La Conexión Negratín-Almanzora (C N-A).* 1 ed. Murcia: Universidad de MUrcia.
219. Gil Olcina, A., 1985. La propiedad del agua en los grandes regadíos deficitarios del sureste peninsular. *Agricultura y Sociedad,* Issue 35, pp. 203-231.
220. Gil Olcina, A., 2001. Del Plan General de 1902 a la planificación hidrológica. *Investigaciones geográficas,* Issue 25, pp. 5-31.
221. Gómez Mardones, I., 1995. Aranjuez entierra su segundo río. *El País*, 26 7.
Disponible en: https://elpais.com/diario/1995/07/26/madrid/806757864_850215.html
222. González Martín, J. A., Pintado Céspedes, C. & Fidalgo Hijano, C., 2015. Fuentes documentales gráficas para el estudio de los pretéritos paisajes fluviales: los proyectos españoles de presas y embalses. *Agua y Territorio,* 5(5), pp. 68-84.
Disponible en: https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/atma/article/view/2535
223. Google™, 2018. *Google™ Maps.* [En línea]
Disponible en: https://mt1.google.com/vt/lyrs=r&x={x}&y={y}&z={z}
[Último acceso: 8 7 2018].
224. Google™, 2018. *Google™ Satelite.* [En línea]
Disponible en: http://www.google.cn/maps/vt?lyrs=s@189&gl=cn&x={x}&y={y}&z={z}
[Último acceso: 1 7 2018].
225. Grindlay Moreno, A. L. & Lizárraga Mollinedo, C., 2012. Regadío y territorio en la Región de Murcia: evolución y perspectivas de futuro. *Ciudad y territorio: Estudios territoriales,* Issue 172, pp. 281-298.
226. Gutiérrez Pajares, J. m., 1945. La depuración de las aguas residuales de Madrid. *Revista de obras Públicas,* 2757(2757), pp. 74-89.
Disponible en:
http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=16338&anio=1945&numero_revista=2757
227. Hernández-Mora Zapata, N., 2016. *• The Water Framework Directive, paradigm shift or unrealized promises? a critical evaluation of its implementation from a boundary, economic and socio-political perspective,* Sevilla: Universidad de Sevilla.
Disponible en: https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=1292979
228. Hidra, 2017. *¿Cómo estaría Entrepeñas si …?.* [En línea]
Disponible en: https://www.acuademia.com/2017/03/como-estaria-entrepenas-si/
[Último acceso: 13 7 2017].
229. Hidra, 2017. *Del trasvase Tajo-Segura y sus miserias: irrelevancia del maquillaje frente a la sobrexplotación.* [En línea]
Disponible en: https://www.acuademia.com/2017/09/del-trasvase-tajo-segura-y-sus-miserias-irrelevancia-del-maquillaje-frente-a-la-sobrexplotacion/
[Último acceso: 1 8 2018].
230. Hidra, 2018. *Adenda, como aclaración para @chtajo, a la entrada «Otro ejemplo de los engaños del MAPAMA con el Trasvase y la sequía».* [En línea]
Disponible en: https://www.acuademia.com/2018/01/adenda-como-aclaracion-para-chtajo-a-la-entrada-otro-ejemplo-de-los-enganos-del-mapama-con-el-trasvase-y-la-sequia/
[Último acceso: 17 2 2018].
231. Hidra, 2018. *El transitorio del Memorándum del trasvase Tajo-Segura, ¿para qué ha servido?.* [En línea]
Disponible en: https://www.acuademia.com/2018/01/el-transitorio-del-memorandum-del-trasvase-tajo-segura-para-que-ha-servido/
[Último acceso: 1 8 2018].

232. IBM, 2018. *Documentación y ayuda del software IBM SPSS Statistics.* [En línea]
Disponible en:
https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB_25.0.0/statistics_mainhelp_ddita/spss/base/overvw_auto_0.html
[Último acceso: 27 5 2018].
233. Iglesias Martín, J. A., López-Camacho y Camacho, B. & de Bustamante, I., 2005. El viaje de Agua (Qanat) de la fuente Grande de Ocaña (Toledo): pervivencia de una relliquia hidráulica (Toledo). *Revista de Obras Públicas,* Issue 3451, pp. 43-54.
234. Informativos Telecinco, 2017. *Denuncian la crítica situación que atraviesan los embalses de Buendía y Entrepeñas.* [En línea]
Disponible en: https://www.telecinco.es/informativos/sociedad/Trasvase-Tajo-Segura-embalse-Entrepenas_2_2345205110.html
[Último acceso: 19 11 2018].
235. Infraestructuras y Ecología S.L. (Infraeco), 2007. *Plan de fomento de uso público y adecuación medioambiental del entorno de los embalses de Entrepeñas y Buendía (Guadalajara y Cuenca).* 1 ed. Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en:
http://www.chtajo.es/Servicios/InformPub/Documents/UsoPubEmBuen/PLAN_EMBUEN/01_MEMORIA_ANEJOS/01_Memoria.pdf
236. Instituto Geográfico Nacional –IGN–, 2018. *Centro de Descargas. Centro Nacional de Información Geográfica.* [En línea]
Disponible en: http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp
[Último acceso: 16 7 2018].
237. Instituto Geográfico Nacional –IGN–, 2018. *Comparador de ortofotos PNOA.* [En línea]
Disponible en: http://www.ign.es/web/comparador_pnoa/index.html
[Último acceso: 16 7 2018].
238. Instituto Geográfico Nacional –IGN–, 2018. *España a Través de los Mapas.* [En línea]
Disponible en: https://www.ign.es/espmap/mapas_clima_bach.htm
[Último acceso: 19 4 2018].
239. Instituto Geográfico Nacional –IGN–, 2018. *Plan Nacional de Ortofotografía Aérea.* [En línea]
Disponible en: http://pnoa.ign.es/
[Último acceso: 10 7 2018].
240. Instituto Geográfico Nacional –IGN–, 2018. *PNOA Histórico.* [En línea]
Disponible en: http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/linkUnMD
[Último acceso: 16 7 2018].
241. Instituto Goegráfico Nacional –IGN–, 2018. *Atlas Nacional de España. España en mapas. Una síntesis geográfica.* [En línea]
Disponible en: http://www.ign.es/web/ign/portal/espana-en-mapas
[Último acceso: 3 7 2018].
242. Instituto Nacional de Estadística, 2019. *Contabilidad nacional trimestral de España: principales agregados (CNTR).* [En línea]
Disponible en: https://www.ine.es/dynt3/inebase/es/index.htm?padre=4708&capsel=4709
[Último acceso: 2 2 2019].
243. J. C. Burnash, R., Larry Ferra, R. & McGuire, R. A., 1973. *A generalized streamflow simulation system : conceptual modeling for digital computers.* Sacramento (California): U. S. Dept. of Commerce, National Weather Service, 1973..
244. Jiménez Aparicio, B., 1947. Los pantanos de Entrepeñas y Buendía, y su túnel de enlace. *Revista de Obras Públicas,* Issue 95, tomo I (2782, 2783 y 2784), pp. 57-67; 107-121; y 147-160.
245. Jiménez castillo, P., 2013. *Murcia. De la antigüedad al Islam (Tesis Doctoral).* Granada: Universidad de Granada. Facultad de filosofía y letras. Departamento de historia antigua.
246. Juárez Sánchez-Rubio, C., 1991. *Planificación hidrológica y desarrollo económico: el Trasvase Tajo–Segura.* Instituto de cultura «Juan Gil Alert ed. Alicante: s.n.
247. La Verdad, 2013. «Todo el sobrante del Tajo tiene que ser garantizado por ley». *La Verdad*, 29 8.
Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20130829/region/todo-sobrante-tajo-tiene-20130829.html
248. La Verdad, 2013. Cañete confía en un acuerdo entre Murcia, Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha. *La Verdad*, 20 9.
Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/20130919/local/region/conversaciones-comunidades-agua-canete-201309192152.html
249. La Verdad, 2013. El Memorándum del Trasvase puede estar perfilado en un mes. *La Verdad*, 21 6.
Disponible en: https://www.laverdad.es/murcia/v/20130614/volcado/memorandum-trasvase-puede-estar-20130614.html
250. Laurent y Minier, J. B., ca. 1867. *Paso de las entrepeñas del Tajo, carretera de segundo orden de Albaladejito a Guadalajara, provincia de Guadalajara.* [Arte] (n.c.).
251. Llácer Barrachina, J., 2001. Yo fui testigo de excepción. *La Voz del Colegiado. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos,* 239/JUNIO/2001(239), pp. 11-12.
Disponible en: http://www.ciccp.es/webantigua/rop/boletin/151/Voz.pdf#page=3
252. Llamas Zapatero, Á. M., 1943. Consideraciones económicas sobre la Ley de Aguas. *Revista de Obras Públicas,* Issue 91, tomo I (2739), pp. 308-3011.

253. López-Camacho y Camacho, B., 2001. Galerías de captación de agua en la Europa mediterránea. *Revista de Obras Públicas,* 3414(3414. Octubre de 2001), pp. 121-126.
Disponible en: http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/2001/2001_octubre_3414_14.pdf
254. López-Camacho y Camacho, B., 2002. Pasado y presente del abastecimiento de agua a Madrid. En: Fundación Canal de Isabel II, ed. *La ingeniería del agua en España en el siglo XIX.* Madrid: Fundación Canal de Isabel II, pp. 143-212.
255. López-Camacho y Camacho, B., Bascones Alvira, M. & Bustamante Gutiérrez, I. d., 1986. El sistema de abastecimiento [de agua a Madrid] hasta 1858: los viajes de agua. En: C. d. I. II, ed. *Antecedentes del Canal de Isabel II: viajes de agua y proyectos de canales.* Madrid: Canal de Isabel II, pp. 5-71.
256. López-Camacho y Camacho, B. & Iglesias Martín, J. A., 2000. Las aguas subterráneas en los abastecimientos. Un decenio de experiencias del Canal de Isabel II. *Revista de obras Públicas,* 147(3403), pp. 41-56.
257. López-Camacho y Camacho, B., Iglesias Martín, J. A. & Sánchez Sánchez, E., 2006. *El campo de pozos del Guadarrama: un proyecto innovador del Canal de Isabel II para el aprovechamiento de aguas subterráneas.* Zaragoza, III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medioambiente.
Disponible en: http://www.ciccp.es/biblio_digital/Icitema_III/congreso/pdf/010401.pdf
258. López-Gálvez, J. & Losada, A., 1998. Evolución de técnicas de riego en el sudeste de España. *Ingeniería del agua,* 5(3), pp. 41-50.
259. Lorenzo Pardo, M., 1933. *Plan Nacional de Obras Hidráulicas.* Madrid: Sucesores de Rivadeneyra, S.A..
260. Madrid Histórico, 2003. *Madrid Histórico.* [En línea]
Disponible en:
http://www.madridhistorico.com/seccion5_historia/index_crecimiento_medieval.php?idmapa=16
[Último acceso: 31 5 2018].
261. Marcuello, J. R., 1990. *Manuel Lorenzo Pardo.* 1990 ed. Zaragoza: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Aragón) e Ibercaja.
262. Marín Morcillo, J. m., 1993. *La regulación de los ríos y el desarrollo sostenible o siete historias peregrinas y una propuesta de cirugía geográfica.* Octubre de 1993 ed. Madrid: Comité Español de la Comisión Internacional de Grandes Presas.
263. Martín Carrasco, F. J. & Garrote de Marcos, L., 2013. *Dimensión y optimización de obras hidráulicas (4ª edición).* Madrid: Ibergarceta Publicaciones, S. L..
264. Martín Mendiluce, J. M. & Pliego González, J. M., 1967. *Anteproyecto general del Acueducto Tajo-Segura,* Madrid: Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Obras Hidráulicas.
265. Martín Mendiluce, J. M. & Pliego Gutiérrez, J. M., 1967. *Aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del centro y sureste de España. Complejo Tajo-Segura.* 1 ed. Madrid: Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Obras Hidráulicas.
266. Martínez Carrión, J. M., 2002. *Historia económica de la Región de Murcia. Siglos XIX y XX.* 1 ed. Murcia: Editora Regional de Murcia.
267. Martínez Granados, D., 2015. • *Valoración económica del uso del agua en el regadío de la cuenca del Segura. Evaluación de instrumentos económicos para la gestión de acuíferos,* Cartagena (Murcia): Universidad Politécnica de Cartagena.
268. Melgarejo Moreno, J., 2016. Importancia social y económica del trasvase. *ABC. Especial "37 años Trasvase Tajo-Segura. «Agua que nos une»",* 1 4, p. 21.
Disponible en: http://www.scrats.es/ftp/memorias/ESPECIAL%20TTS%20ABC.pdf#page=11
269. Melgarejo Moreno, J. & Montaño Sanz, B., 2009. Eficiencia energética del Trasvase Tajo-Segura. *Cuides,* Issue 3, pp. 173-193.
270. Méndez, R., 2011. El "inadmisible" trasvase Tajo-Segura. *El País*, 22 10.
Disponible en: https://elpais.com/diario/2011/10/22/sociedad/1319234403_850215.html
271. Menéndez Pidal de Navascués, I., 2006. *Interacción de las arenas en Facies Utrillas en las obras de ingeniería civil. Revisión documental y caracterización geológica-geotécnica (Tesis Doctoral).* 2006 ed. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puesrtos. Departamento de Ingeniería y Morfología del Terreno.
272. Mercado Blanco, J., Moya Benito, M. J. & Herrera Casado, A., 2003. *Historia de Sacedón: patrimonio y costumbres.* 1 ed. Guadalajara: AACHE.
273. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2018. *Catálogo Nacional de Reservas Hidrológicas.* [En línea]
Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/Catalogo-Nacional-de-Reservas-Hidrologicas/informacion/default.aspx
[Último acceso: 23 4 2018].
274. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015. *1.7 Transferencias de recursos hídricos. El trasvase Tajo-Segura,* Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
275. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015. *Sistema español de gestión del agua.* [En línea]
Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua/
[Último acceso: 11 12 2018].
276. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Pesca, 2001. *Programa de Vigilancia Ambiental del Plan Nacional de Regadíos,* Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Pesca.
Disponible en: http://aplicaciones.magrama.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/MEMORIA_IV_Guia_EslA(2)_tcm30-149961.pdf

277. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2002. *Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008,* Madrid: Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación.
Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/gestion-sostenible-regadios/plan-nacional-regadios/texto-completo/
278. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017. *Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos. Versión 2 (17 de Mayo de 2017) ,* Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/protocolo_hmf_v2_2017-05-17_tcm30-175291.pdf
279. Ministerio de Industria, Energía y Agenda Digital, 2016. *Estadística de la industria de la energía eléctrica 2016. Ministerio de Industria, Energía y Agenda Digital.* [En línea]
Disponible en:
http://www.minetad.gob.es/energia/balances/Publicaciones/ElectricasAnuales/ElctricasAnuales%2020162018/2016/Producci%C3%B3n%20de%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica/Generacion-electrica-2016.ods
[Último acceso: 16 3 2018].
280. Ministerio de Medio Ambiente, 1997. *Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura,* Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
281. Ministerio de Medio Ambiente, 2000. *Documentación Técnica del Plan Hidrológico Nacional.* 1 ed. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
282. Ministerio de Medio Ambiente, 2000. *Libro Blanco del Agua en España (2000).* Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
283. Monje Ciruelo, L., 1971. Madrid, entre la sierra y el mar. *ABC*, 11 9, p. 11.
284. Morales Gil, A., 1992. Orígenes de los regadíos españoles: estado actual de una vieja polémica. En: A. Gil Orcina & A. Morales Gil, edits. *Hitos históricos de los regadíos españoles.* Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pp. 15-48.
Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/9999.htm
285. Moreno Nieto, L., 1978. *Toledo y el Trasvase Tajo-Segura.* marzo de 1978 ed. Toledo: Publicaciones de la excelentísima Diputación Provincial de Toledo.
286. Musso Valiente, J., 1833. De los riegos de Lorca. En: J. L. Molina Martínez, ed. *José Musso Valiente. Obras. Volumen III.* Lorca (Murcia): Ayuntamiento de Lora - Universidad de Murcia, pp. 201-248.
287. Naciones Unidas ─ONU─, 2010. *Agua y Ciudades. Hechos y Cifras. Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio,* Nueva York: Naciones Unidas ─ONU─.
288. Navarro Alvargonzález, A., Fernández Uría, A. & Doblas Domínguez, J. G., 1993. *Las aguas subterráneas en España.* 1993 ed. Madrid: IGME.
289. Nicolau, J., 1934. El nuevo plan nacional de obras hidráulicas. *Revista de Obras Públicas,* I(82, tomo I (2643)), pp. 147-150.
290. NO-DO, 1952. *Noticiario Nº 478-A (3/3/1952) del NO-DO,* Madrid: Filmoteca española / RTVE.
Disponible en: http://www.rtve.es/filmoteca/no-do/not-478/1469556/?t=05m10s
291. NO-DO, 1958. *Noticiario nº 811-B (21/7/1958) del NO-DO,* Madrid: Dilmoteca española / NO-DO.
292. NO-DO, 1970. *Guadalajara: Tierra de lagos, valle de fortalezas.* Madrid: NO-DO.
Disponible en: http://www.rtve.es/alacarta/videos/documentales-color/guadalajara-tierra-lagos-valle-fortalezas/2900838/
293. Oleksandra, S. y otros, 2018. Global Water Transfer Megaprojects: A Potential Solution for the Water-Food-Energy Nexus?. *Frontiers in Environmental Science,* 6(6), pp. Artículo 150, págs 1 a 11.
Disponible en: https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fenvs.2018.00150
294. Olivares Galván, P., 2005. *Historia de la seda en Murcia.* Murcia: Editorial Regional de Murcia.
295. Oliver Asín, J., 1991. *Historia del nombre "Madrid". 2ª edición.* 2ª ed. Madrid: Agencia Española de Cooperación Internacional, Instituto de Cooperación con el mundo Árabe.
296. Ortega Cantero, N., 1992. El Plan Nacional de Obras Hidráulicas. En: A. Gil Orcina & A. Morales Gil, edits. *Hitos históricos de los regadíos españoles.* Madrid: Ministerio de Agricultura,Pesca y Alimentación, pp. 335-364.
Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/9999.htm
297. Pareja, A., Vázquez, A. & Rubio, V., 1998. *Tajo ·Tejo. Río Ibérico.* 1998 ed. Toledo: Antonio Pareja - EDITOR.
298. Payán Villarrubia, F., 2018. *Diseño de una nueva regla de explotación hiperanual para los embalses de cabecera del Tajo,* s.l.: s.n.
299. Pedrosa, I. y otros, 2014. Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar?. *Universitas Psychologica,* 14(1), pp. 245-254.
300. Pelegrín Garrido, M., 2009. Val de Infierno. Una presa bicentenaria (1806-2006). *Alberca: Revista de la Asociación de Amigos del Museo Arqueológico de Lorca,* Issue 7, p. 131.142.
301. Peña Boeuf, A., 1940. *Plan General de Obras Públicas,* Madrid: Ministerio de Obras Públicas.
Disponible en: http://www.chsegura.es/static/mediateca/Plan-General-de-Obras-Hidraulicas-Tomo-II-Obras-Hidraulicas.pdf
302. PePeEfe, 2012. *Cuencas sedimentarias cenozoicas ibéricas.svg.* [En línea]
Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Cuencas_sedimentarias_cenozoicas_ib%C3%A9ricas.svg
[Último acceso: 14 4 2018].
303. Peralba Sánchez, A., 1942. El nuevo plan de obras hidráulicas. *Revista de Obras Públicas,* Issue 90, tomo I (2726), pp. 283-288.

304. Peralba Sánchez, A. S., 1942. Panorama eléctrico nacional. *Revista de Obras Públicas,* Issue 90, tomo I (2729), pp. 447-451.
305. Peralba Sánchez, A. S., 1943. Panorama eléctrico nacional. *Revista de Obras Públicas,* Issue 91, tomo I (2741), pp. 405-407.
306. Pérez Crespo, A., 2009. *Los orígenes y puesta en marcha del Trasvase Tajo-Segura. Una crónica persona.* 1ª edición: junio de 2009 ed. Murcia: Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua.
307. Pérez PIcazo, M. T., 1998. Musso y Pérez Valiente, un loruino en las puertas del liberalismo moderado. En: J. L. Molina Martínez, ed. *José Musso Valiente (1785-1838). Vida y Obra.* Murcia: Fundación Centro de Estudios Históricos e Investigaciones Locales. Región de Murcia, pp. 103-122.
308. Pérez Picazo, M. T. & Lemeunier, G., 1994. La evolución de los regadíos mediterráneos. El caso de Murcia (s. XVI-XIX). En: *Agriculturas mediterráneas y mundo campesino : cambios históricos y retos actuales : actas de las Jornadas de Historia Agraria : Almería, 19-23 de abril de 1993.* Almería: Instituto de Estudios Almerienses, pp. 47-65.
309. Pinto Crespo, V., Gili Ruiz, R. & Velasco Media, F., 2015. *Historia del saneamiento de Madrid.* 2015 ed. Madrid: Fundación Canal. Canal de Isabel II.
Disponible en: http://www.fundacioncanal.com/libros-electronicos/historia-saneamiento-madrid2/files/assets/common/downloads/publication.pdf
310. Prieto, I. & Lorenzo Pardo, M., 1933. *Las directrices de una nueva política hidráulica y los riegos de Levante. Asamblea celebrada en Alicante el 26 de febrero de 1933, bajo la presidencia del excelentísimo Sr. Ministro de Obras Públicas D. Indalecio Prieto.* Segunda edición: mayo de 1988 ed. Alicante: Consejería de Política Territorial y Obras Públicas. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.
311. Ramos, S., 2018. *La historia vacilante de las aguas subterráneas de Madrid (2). El acuífero calizo de Torrelaguna. Un capítulo frustrante y posiblemente inacabado (de Acuademia.com).* [En línea]
Disponible en: https://www.acuademia.com/2018/04/la-historia-vacilante-de-las-aguas-subterraneas-de-madrid-2/
[Último acceso: 1 5 2018].
312. Real Sociedad Económica de Amigos del País de Murcia, 1978. *Trasvase Tajo-Segura. Un proyecto de interés nacional y regional,* Murcia.: Nogués.
313. Revista Ibérica, 1955. Los pantanos de Entrepeñas y Buendía. *Aprovechamientos hidroeléctricos de la cuenca del Tajo. Tirada aparte dela Revista Ibérica, núms 303, 305 y 308; abril, mayo y julio de 1955,* Tirada aparte dela Revista Ibérica, núms 303, 305 y 308; abril, mayo y julio de 1955(Tirada aparte dela Revista Ibérica, núms 303, 305 y 308; abril, mayo y julio de 1955), pp. 3-13.
314. Revista Provincia. Excma. Diputación Provincial de Toledo, 1967. El trasvase de las aguas del Tajo a la cuenca del Segura. *Provincia. De la Excma. Diputación Provincial de Toledo,* 59(Septiembre de 1967), pp. 5-37.
Disponible en: http://www.diputoledo.es/archivos/archivo/revistas/1967-59.pdf
315. Revista Provincia, 1972. El trasvase Tajo-Segura y la provincia de Toledo. Preguntas por el Conde de Mayalde al Ministro de Obras Públicas. *Provincia,* 78(unio de 1972), pp. 87-89.
Disponible en: http://www.diputoledo.es/archivos/archivo/revistas/1972_78.pdf#page=88
316. Rey Vicario, D., 2014. *Water option contracts for reducing water supply risks: an application to the Tagus-Segura transfer,* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
Disponible en: https://www.fundacionaquae.org/wp-content/uploads/2015/10/candidato08.pdf
317. Rodríguez Arango, L., 1933. La economía española y la hiperemia hidráulica en las obras públicas. *Revista de Obras Públicas,* Issue 91, tomo I (2615), pp. 86-89.
318. Rosenstein-Roden, P., 1943. Problems of industrialization of Eastern and South-Eastern Europe. *Economic Journal,* 53(210/211), pp. 202-211.
Disponible en: https://www.jstor.org/stable/2226317?seq=1#page_scan_tab_contents
319. Ruiz García, J. M., 1999. *Modelo distribuido para la evaluación de recursos hídricos.* 1999 ed. Madrid: Ministerio de Fomento.
320. Sáenz Ridruejo, F., 2012. La gestación del trasvase Tajo-Segura, según los diarios de Clemente Sáenz García y los papeles de Manuel Lorenzo Pardo. *Revista de Obras Públicas,* Issue 159 (3531), pp. 7-18.
321. San Martín González, E., 2011. *Un análisis económico de los trasvases de agua intercuencas: el Trasvase Tajo-Segura (Tesis Doctoral).* 1ª ed. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada e Historia Económica.
Disponible en: http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:CiencEcoEmp-Esanmartin/Documento.pdf
322. San Martín González, E., Larraz Iribas, B. & Hernández-Mora, N., 2018. *Impactos socioeconómicos del trasvase Tajo-Segura en los municipios ribereños de los embalses de cabecera de Entrepeñas y Buendía,* Toledo: Universidad de Castilla La Mancha.
Disponible en: http://blog.uclm.es/grupotajo/files/2018/03/Informe-impactos-socioecon%C3%B3micos-ATS-en-AMREB-7-Marzo-2018_baja-resoluci%C3%B3n.pdf
323. San Millán, R., 2017. *Entrepeñas y Buendía, por debajo del 10%.* [En línea]
Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=VEzzXH4BYAM
[Último acceso: 11 11 2018].
324. Sánchez Butragueño, E., 2008. *http://toledoolvidado.blogspot.com.* [En línea]
Disponible en: http://toledoolvidado.blogspot.com
[Último acceso: 23 7 2017].
325. Sánchez López, E. & Gozalbes Cravioto, E., 2012. Los usos del agua en la Hispania romana. *Vínculos de Historia,* pp. 11-29.

326. Sancho, T. A., 2013. ATS-Acueducto Tajo-Segura: matices para una actuación con lógica hidráulica y económica. *Revista de Obras Públicas,* 160 (3544)(160 (3544)), pp. 21-36.
327. SEPREM, 2018. *Sociedad Española de Presas y Embalses.* [En línea]
Disponible en: http://seprem.es/index.php
[Último acceso: 24 4 2018].
328. Serret Mirete, R. M., 1960. Previsiones y realidades retrospectivas de desembalses con destino a riego y producción de energía eléctrica del hiperembalse de Entrepeñas-Buendía. *Revista de Obras Públicas,* 2948(2948), pp. 875-881.
Disponible en:
http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=13727&anio=1960&numero_revista=2948
329. Sevilla, M. & Torregrosa, T., 2016. De la gestión privada a la gestión colectiva del riego: El caso de Riegos de Levante. *Historia agraria: Revista de agricultura e historia rural,* 69(69), pp. 137-165.
Disponible en: http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/166630
330. Silva Muñoz, F., 1993. *Memorias políticas.* marzo de 1993 ed. Barcelona: Editorial Planeta, S.A..
331. Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura ─SCRATS─, 2017. *Memoria 2016,* Murcia: Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura.
Disponible en: http://www.scrats.es/ftp/memorias/M2016.pdf
332. Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, 2011. *Memoria 2010,* Murcia: Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura.
Disponible en: http://www.scrats.es/ftp/memorias/Memoria-regantes-2010.pdf
333. Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, 2014. *Memoria 2013,* Murcia: Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura.
Disponible en: http://www.scrats.es/ftp/memorias/memoria-regantes%202013.pdf
334. Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, 2015. La reforma normativa del trasvase Tajo-Segura: el Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre. En: S. C. d. R. d. A. Tajo-Segura, ed. *Memoria 2014.* Murcia: Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, pp. 18-32.
Disponible en: http://www.scrats.es/ftp//memorias/Memoria%20SINDREGANTES%202014.pdf#page=18
335. Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, 2015. La reforma normativa del Trasvase Tajo-Segura: el Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre. En: *Memoria 2014.* Murcia: Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, pp. 17-32.
Disponible en: http://www.scrats.es/ftp//memorias/Memoria%20SINDREGANTES%202014.pdf
336. Skertchly Molina, L., 1989. Metodos para calcular capacidades de embalses. *Ingeniería hidráulica en México,* 4(1), pp. 46-52.
Disponible en:
http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1246/RIH_050.pdf?sequence=3&isAllowed=y
337. Soto García, M., 2013. *Estudio de la evolución de los regadíos mediante técnicas de benchmarking. Aplicación en la región de Murcia (Tesis Doctoral),* Cartagena (Murcia): Universidad Politécnica de Cartagena.
Disponible en: https://www.fundacionaquae.org/wp-content/uploads/2017/01/Documento-5.-Tesis-doctoral-Mariano-Soto_comprimido.pdf
338. *STS 7833/2002 - ECLI: ES:TS:2002:7833* (2002) Francisco Trujillo Mamely.
339. Subdirección Genearl de Infraestructura y Tecnología. Dirección General del Agua. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013. *Guía para la elaboración de normas de explotación de presas y embalses,* Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/guianormasexplotacion_tcm30-444632.pdf
340. Témez Peláez, J. R., 2004. El período seco 1980-95. Su rareza y efectos en el sureste español. *Revista de Obras Públicas,* 151 (3448)(151 (3448)), pp. 33-39.
Disponible en:
http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=18084&anio=2004&numero_revista=3448
341. Témez Peláez, J. R., 2005. Fluctuaciones pluviométricas en la Península Ibérica desde el año 1856 y su repercusión en los Planes Hidrológicos. *Revista de Obras Públicas,* 152 (3460)(152 (3460)), pp. 33-40.
Disponible en:
http://ropdigital.ciccp.es/revista_op/detalle_articulo.php?registro=18466&anio=2005&numero_revista=3460
342. Témez Pelaez, J. R., 2016. El papel del Centro de Estudios Hidrográficos en la hidrología española.. En: S. d. P. d. M. d. Fomento, ed. *El Centro de Estudios Hidrográficos (1933-2013). Conferencias conmemorativas.* Madrid: CEDEX. Servicio de Publicaciones, pp. 53-64.
343. Terrero Guerra, Á., 2016. *Análisis de los recursos hídricos disponibles en la planificación hidrológica española. El efecto 80.* Alcalá de Henares(Madrid): Universidad de Alcalá, Universidad Rey Juan Calos.
Disponible en:
http://www3.uah.es/master_universitario_hidrologia/archivos/Proyectos_2016.pdf#page=332
344. Thornthwaite, C. W., 1948. An Approach Toward a Rational Classification of Climate. *Geographical Review,* 38(1), pp. 55-94.
345. Tragasatec, 2018. *Estudio batimétrico de los embalses de Entrepeñas y Buendía,* Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo.
Disponible en:
http://www.chtajo.es/Confederacion/Publicaciones/Documents/Estudio%20Batimetrico%20Entrepe%C3%B1as-Buend%C3%ADa_2018.pdf

346. Trasiego, 2017. *A vueltas con el efecto 80 (2ª parte). El discurso del arado y del butano.* [En línea] Disponible en: https://www.acuademia.com/2017/10/a-vueltas-con-el-efecto-80-2a-parte-el-discurso-del-arado-y-del-butano/
[Último acceso: 13 7 2018].
347. TV Guadalajara Media, 2018. *El Debate ¿Hay excedentes en la cabecera del Tajo?.* [En línea] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=xfHb13wEehg&list=PLhGHDfemaKhvDOgQ-3EQyyMhZpqtFvna5
[Último acceso: 11 11 2018].
348. UNECE, 2012. *Map of the European Inland Waterway Network,* Ginebra: UNECE. Disponible en: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/sc3/European_inland_waterways_-_2012.pdf
349. Urabayen Guingo, F., 1936. *Don Amor volvió a Toledo.* 2015 ed. Toledo: Autor-editor.
350. Urbistondo Echeverría, R., 1963. Centro de estudios hidrográficos. *Revista de Obras Públicas,* 2981(2981), pp. 583-585.
Disponible en:
http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=16716&anio=1963&numero_revista=2981
351. Urbistondo, R., 1983. *Conferencia sobre La ingeniería hidráulica: Manuel Lorenzo Pardo dentro del ciclo La ingenieria española en el siglo XX.* Madrid, Fundación Juan March.
Disponible en: https://www.march.es/conferencias/anteriores/voz.aspx?p1=21467&l=1
352. Uriarte Humarán, E., 1951. Régimen hidroeléctrico español del decenio 1941-50. *Revista de Obras Públicas,* Issue 99, tomo I (2837), pp. 431-436.
353. Uriarte Humarán, E., 1954. Régimen hidráulico nacional desde el punto de vista hidroeléctrico. *Revista de Obras Públicas,* Issue 102, tomo I (2875), pp. 529-537.
354. Valdeolmillos, A. y otros, 1996. Tablas de Daimiel: Presente y futuro de un espacio degradado. *Tecno ambiente: Revista profesional de tecnología y equipamiento de ingeniería ambiental,* Issue 58, pp. 29-32.
355. Vera Nicolás, P. —., 2005. *Murcia y el Agua. Historia de una pasión.* 1 ed. Murcia: Academia Alfonso X el Sabio.
356. *Vida de un rio.* 1954. [Película] Dirigido por Francisco Centol Lahoz. España: Filmoteca española - NO-DO.
Disponible en: http://www.rtve.es/alacarta/videos/documentales-b-n/vida-rio/2847575/
357. Villalba Álvarez, J., 2005. *Silio Itálico. La Guerra Púnica.* 2005 ed. Tres Cantos (Madrid): Ediciones Akal, S.A..
358. Villegas, G., 2018. *El dilema actual de la planificación hidrológica: ¿planes de desarrollo de riegos o de protección del recurso y de su entorno ambiental? (1ª parte) (Acuademia.com).* [En línea] Disponible en: https://www.acuademia.com/2018/03/el-dilema-actual-de-la-planificacion-hidrologica-planes-de-desarrollo-de-riegos-o-de-proteccion-del-recurso-y-de-su-entorno-ambiental-1a-parte/
[Último acceso: 15 3 2018].
359. WWF/ADENA, 2003. *El trasvase Tajo-Segura. Lecciones del pasado,* Madrid: WWF/Adena. Disponible en: http://assets.wwf.es/downloads/trasvase_tajo_segura.pdf
360. Zabalza Arbizu, J. Á., 1998. *El pensamiento económico de Manuel de Torres Martínez.* 1998 ed. Alicante: Universidad de Alicante.
Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/4137/1/Zabalza-Arbizu-Juan-Angel.pdf
361. Zapata Nicolás, M., 1998. La Morera. *Cangilón, Nº 17 . Diciembre de 1998. (Segundo Semestre),* pp. 2-4.
Disponible en: http://cangilon.regmurcia.com/revista/N17/N17-01.pdf

ANEJOS

Anejo 1. Aspectos descriptivos del Acueducto Tajo-Segura (ATS)

An.1A. Infraestructura

Trazado en planta

En la Figura 104 se muestra la situación del ATS en el marco de la península Ibérica. Se señalan también los canales del Post-trasvase, que se integran dentro de la Demarcación Hidrográfica del Segura, pero se encuentran incluidos dentro de la gestión del ATS.

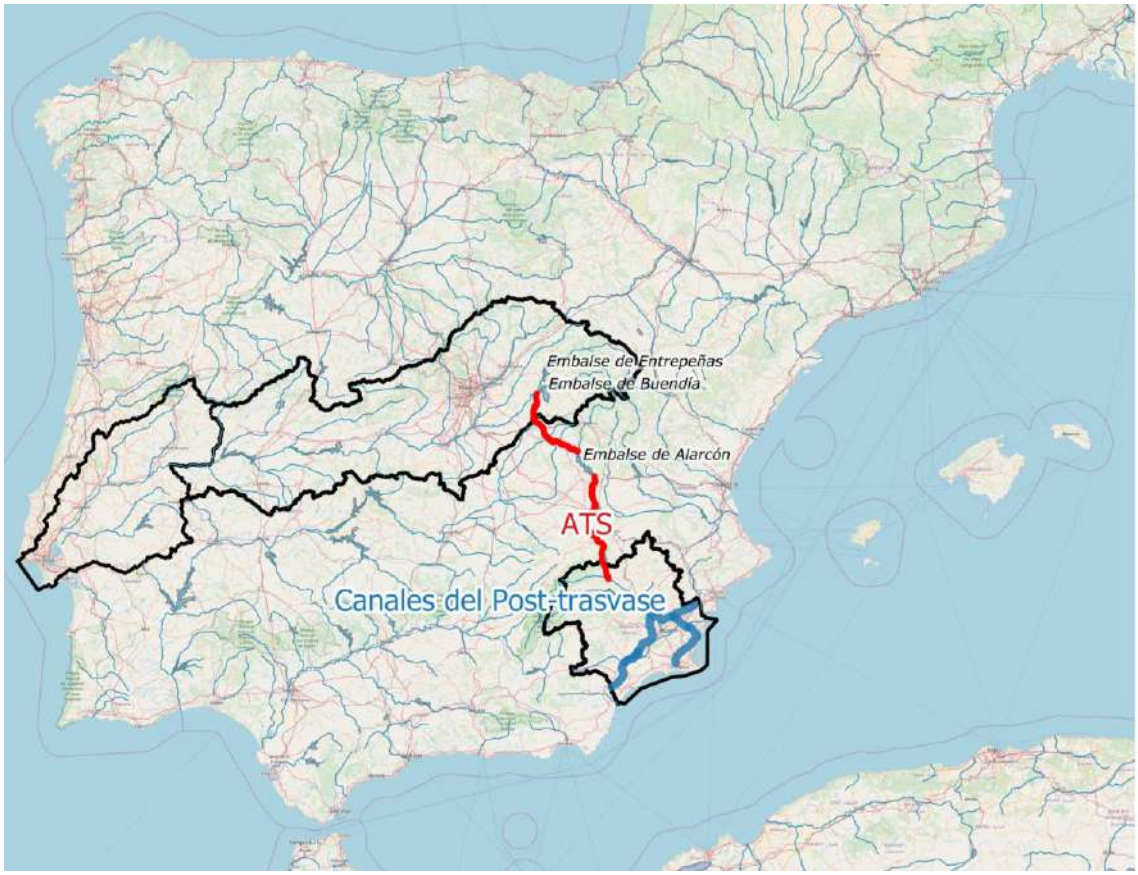


Figura 104. Península ibérica con el trazado del ATS y los canales del Post-trasvase, con los contornos de las demarcaciones del Tajo y del Segura. Cartografía de fondo: OpenStreetMap®.

En la Figura 105 se muestra una ampliación del trazado, en el que se muestran claramente los dos tramos principales del ATS: Bolarque-Alarcón y Alarcón-Talave y el contexto geográfico por donde discurre la infraestructura. En el embalse de Alarcón se produce una mezcla de aguas del Tajo con las del Júcar. Físicamente, a la cuenca del Segura no llegan las aguas del Tajo, sino una mezcla de aguas del Tajo y del Júcar. Posteriormente, en el embalse del Talave se mezclan con las del río Mundo y discurren después por el Segura.

Así, por ejemplo, se observa como el canal pasa cerca de la ciudad de Albacete. De hecho, se utiliza la infraestructura del ATS para transportar agua desde el embalse de Alarcón para el abastecimiento de la ciudad de Albacete, si bien, a efectos contables el agua proviene del Júcar y no del ATS.

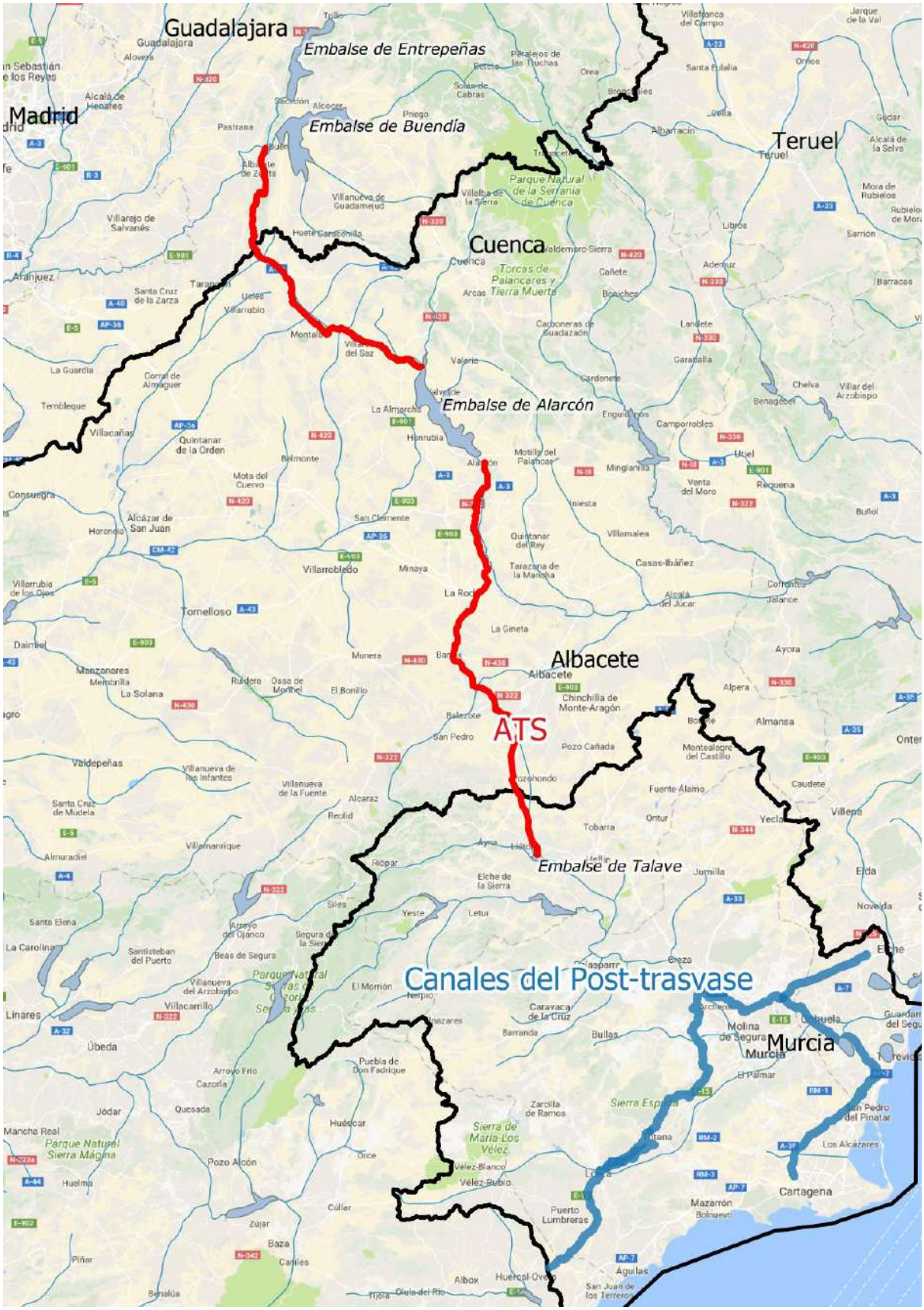


Figura 105. Trazado del ATS y los canales del Post-trasvase, con los contornos de las demarcaciones del Tajo y del Segura. Cartografía de fondo: Google™ Maps (Google™, 2018)

Figura 106. Canales del post-Trasvase Tajo-Segura (regadío). Cartografía de fondo: IGN

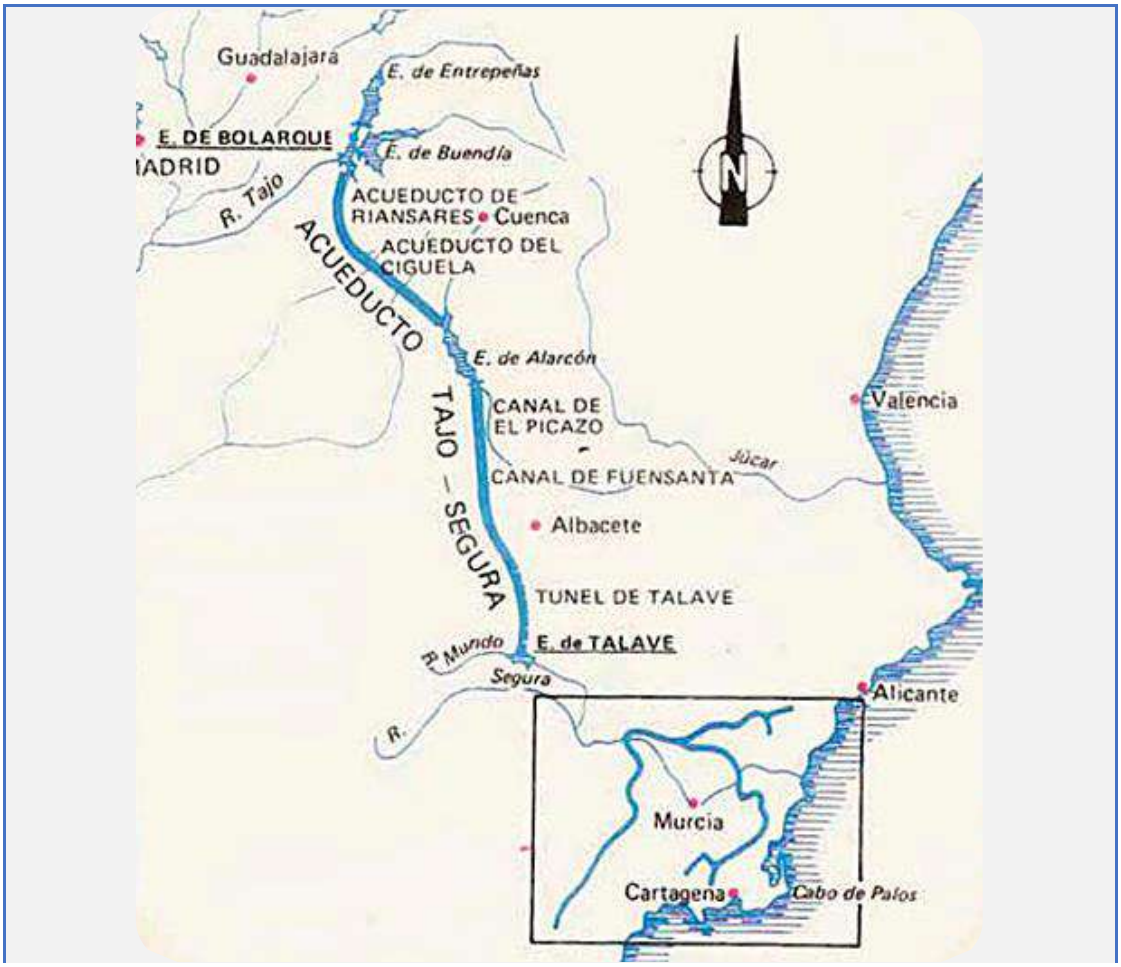


Figura 107. Esquema del trazado del ATS. Fuente: www.chsegura.es

Definición de tramos y perfil longitudinal construido

La Figura 107, tomada de la web de la Confederación Hidrográfica del Segura, representa el trazado esquemático en planta del ATS, con identificación de tramos.

La infraestructura se compone de dos bloques: el acueducto que transporta el agua desde la cuenca del Tajo al Segura (normalmente asociado como ATS) y los canales del post-trasvase.

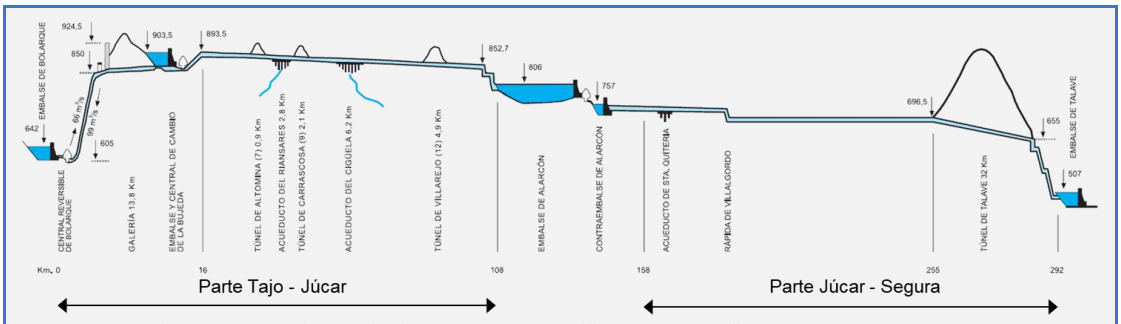


Figura 108. Perfil longitudinal del ATS. Modificado de perfil de www.chsegura.es

Además, cada uno de estos tramos principales se puede dividir en otros dos. Esquemáticamente son:

- Parte Tajo-Júcar
  - Tramo I: junto al embalse de Bolarque, en el río Tajo, se ubica la estación de bombeo de Altomira, que por medio de una impulsión lleva el agua desde el embalse de Bolarque al embalse de la Bujeda. También funciona como central reversible,
  - Tramo II: desde el embalse de la Bujeda, tras un pequeño bombeo de refuerzo, discurre por gravedad hasta el embalse de Alarcón (río Júcar)

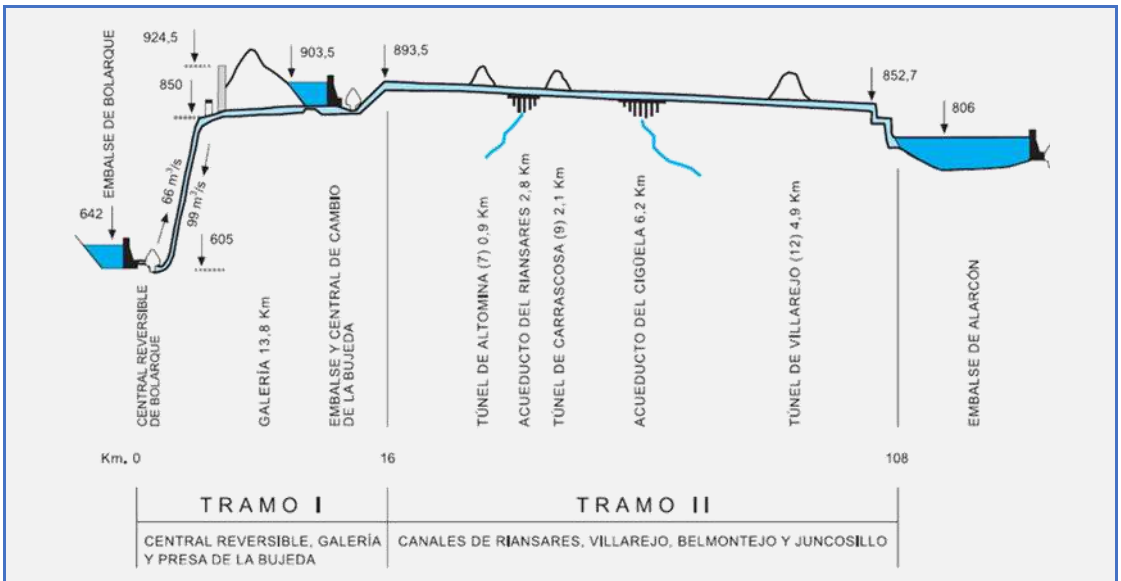


Figura 109. Perfil longitudinal de la parte Tajo-Júcar del ATS. Parte de perfil de www.chsegura.es

- Parte Júcar-Segura
  - Tramo III: Toma del Canal del Picazo (contraembalse de Alarcón) y lleva el agua por gravedad hasta la entrada al túnel de Talave

- Tramo IV: túnel de Talave y rápidas posteriores, hasta llegar al embalse de Talave (río Mundo)

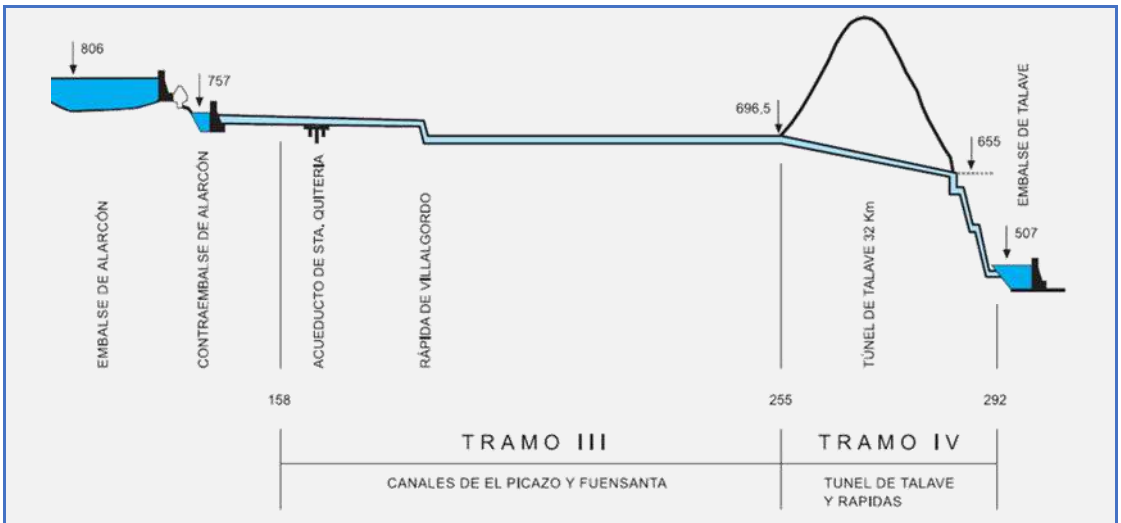


Figura 110. Perfil longitudinal de la parte Júcar-Segura del ATS. Parte de perfil de www.chsegura.es

Post-trasvase

- Margen Derecha: a la vega del Guadalentín (Lorca) y al valle del Almanzora (Almería)
- Margen Izquierda:
    - Ramal Crevillente (Riegos de Levante)
    - Ramal Campo de Cartagena

El número 33 de la revista *Documentación española* (EFE, 1971) se dedicó al ATS. Es un buen resumen y síntesis del anteproyecto y del estudio económico. Por su calidad y precisión se reproduce a continuación la descripción general que realiza del ATS. Su redacción corresponde a 1971, con las obras en ejecución, con varios aspectos que no se corresponden con lo que luego se construyó, advertidos en los pies de página. En esta línea, en el punto siguiente se vuelven a plantear estas diferencias sobre el perfil longitudinal del Anteproyecto.

Descripción general de las obras del acueducto Tajo-Segura copiada del número 33 de la revista "Documentación española"

El Acueducto Tajo-Segura (ATS), en construcción por el Ministerio de Obras Públicas, diseñado para conducir a caudal constante 1000 hm³/año de la cabecera de la cuenca del Tajo a la del río Segura, consta de cuatro tramos principales:

I. Elevación de Altomira
II. Canal Altomira-Alarcón
III. Canal Alarcón-La Mancha
IV. Túnel de Talave

que, conjuntamente, representa una longitud de conducción de unos 240 km.

El tramo llamado Elevación de Altomira toma las aguas del río Tajo al pie de la presa de Bolarque que crea el contraembalse (30 hm³) de los grandes hiperembalses de Entrepeñas (sobre el Tajo, 890 hm³) y de Buendía (sobre el Guadiela, 1520 hm³), los cuales garantizan un caudal regulado de algo más de 38 m³/s.

Una central de bombeo (reversible) eleva las aguas desde la cota de explotación del contraembalse de Bolarque (641) hasta un embalse superior llamado de La Bujeda (5 hm³) cuyos niveles de explotación varían entre las cotas 903 y 890. El embalse de La Bujeda se crea mediante una presa de escollera de 35 m de altura impermeabilizada con pantalla de arcilla.

La conexión entre la central de bombeo y el embalse de La Buje- da se hace en dos tramos: uno de impulsión, constituido por un tramo de 1070 m de longitud en doble tubería metálica[91] (ø medio 3,30 m), y otro, de 13 850 m de longitud en galería forzada de 5,35 m de diámetro útil. Entre ambos tramos, una chimenea de equilibrio cilíndrica de 25 m de diámetro y 70 m de altura, que está constituida por una estructura exenta de hormigón pretensado.

La función primaria del Tramo I es la elevación del caudal de trasvase para alimentar el Tramo II, a partir del cual, siempre ya por gravedad, se conduce la aportación hasta el Segura. Es claro que esta función pudo haberse cumplido con un simple esquema de puro bombeo: sin embargo, una gran estación de bombeo, siguiendo tendencias actuales cada vez más justificadas, puede concebirse de manera general incorporándole una función subsidiaria de central de acumulación, para la producción de energía de puntas más o menos acusadas, equipando la planta con maquinaria reversible. Esto implica evidentemente sobrecostes, procedentes sobre todo del necesario sobredimensionamiento, del acondicionamiento de embalse superior y de las prolongaciones necesarias del circuito en carga. La conveniencia última del esquema reversible depende de numerosos factores particulares en cada caso, que determinan por una parte los costes adicionales y, por otra, los beneficios derivados de la función secundaria.

El caso de la elevación de Altomira es probablemente uno de los más extremos en que el esquema reversible es aplicable, toda vez que la coyuntura topográfica del emplazamiento del embalse superior, a tanto como unos 15 km de la central, no es ciertamente estimulante. A este respecto, el Ministerio de Obras Públicas preparó proyectos para ambas alternativas y, durante el período en que se sometían ambos a difíciles comparaciones económicas de detalle sobre la base de realizar en todo caso las obras con fondos públicos, una empresa privada, que explota importantes aprovechamientos próximos, ofreció hacerse cargo de las considerables inversiones adicionales requeridas por el esquema reversible, a cambio de la energía de acumulación producible[92]. La oferta fue aceptada por la Administración y las obras se encuentran hoy ejecutándose.

Al contrario que la coyuntura topográfica del emplazamiento para el acondicionamiento del embalse superior, la situación de la elevación de Altomira con respecto a mercados y áreas de producción hidroeléctrica es, sin duda, óptima: por una parte, la situación relativamente cercana (~ 75 km) a un centro consumidor y de interconexión como Madrid es una circunstancia de gran interés y, por otra, el núcleo de Entrepeñas-Buendía-Bolarque, con unos 300 MW ya instalados (incluyendo 150 MW de la central nuclear de Zorita a unos 3 km de Altomira) y obvias posibilidades de expansión por ampliación de potencia nuclear, contribuye a conferir a la localización de Altomira unas características excepcionalmente favorables[93].

El régimen de funcionamiento previsto para la central en fase de plena explotación del Acueducto Tajo-Segura (1000 hm³/año) es el siguiente:

- Bombeo a plena carga durante 15 h diarias de lunes a sábado y 24 h en domingo.
- Generación al 75 % de la potencia instalada durante ~ 5 h de lunes a viernes, en horas punta. Circunstancialmente puede utilizarse la totalidad de la potencia disminuyendo horas de servicio.
- Funcionamiento de las máquinas hidráulicas con sus rodetes girando en aire, trabajando las eléctricas como compensadores síncronos en horas disponibles.

La central comprende 4 grupos de las siguientes características principales:

Turbina-bombas[94]

- Caudal medio por grupo en bombeo .....16,5 m³/s
- Caudal medio por grupo en turbinación .....25,0 m³/s
- Altura estática máxima..... 267,0 m
- Potencia media en bombeo ..... 48,7 MW
- Potencia media en turbinación ..... 50,7 MW

[91] [Nota al pie del documento original] La carga máxima de cálculo de estas tuberías, habida cuenta de sobrepresiones accidentales, es de 378 m.

[92] [Nota al pie del documento original] Dichas Inversiones adicionales representan aproximadamente el 40 % de los totales.

[93] [Nota al pie del documento original] Las Instalaciones hidroeléctricas y nucleares mencionadas son propiedad de Unión Eléctrica, S. A., empresa que contribuye a la construcción de la elevación de Altomira.

[94] [Nota al pie del documento original] Construcción Escher-Wyss.

– Velocidad nominal .....600 r.p.m.

Generadores-Motores[95]

– Potencia nominal ..... 60 MVA
– Factor de potencia en bombeo 0,95
– Factor de potencia en turbinación 0,85
– Tensión nominal ..... 10,5 kV

Tornando a caudal constante en el embalse de La Bujeda[96] el Canal Altomira-Alarcón (Tramo II), con un recorrido total de 90 km, conduce la aportación de trasvase hasta el embalse de Alarcón.

La mayor parte de la conducción (68 km) se hace en canal a cielo abierto, revestido de hormigón, con pendiente constante de 3 diezmilésimas. De los 22 km restantes de conducción, 12 km corresponden a 13 tramos en túnel de longitudes comprendidas entre 150 m y 4,5 km. Los túneles son todos en lámina libre con pendiente de 6 diezmilésimas y de idéntica sección transversal circular revestida de hormigón (⌀ 4,75 m).

Comprende, además, el Tramo II dos acueductos elevados de cuba autoportante de hormigón pretensado, cuya longitud conjunta es de aproximadamente 10 km. Estas estructuras están constituidas por una sucesión de pórticos hiperestáticos con una separación uniforme entre pilas de 40 m y una altura media sobre el suelo de 30 m (máxima altura 48 m). La sección cerrada de la cuba permite un régimen hidráulico en lámina libre de pendiente 0,001 y un camino superior de rodadura de 5 m de anchura.

El Tramo II llega a las proximidades del embalse de Alarcón a aproximadamente 55 m por encima del máximo nivel de embalse, lo cual, junto con la posibilidad de ubicar un embalse modulador de unos 5 hm³ (constituido por diques de tierra), permitirá la instalación de una central de puntas en el llamado Salto de Belmontejo[97]. La producción de este salto se estima en 125 Gwh/año.

El Embalse de Alarcón (sobre el río Júcar, 1000 hm³, terminado en 1953 para regulación hiperanual) tiene una cola de unos 40 km de longitud favorablemente orientada según la dirección general del trasvase Tajo-Segura. De esta circunstancia se han obtenido interesantes ventajas para el proyecto. En primer lugar, el ahorro de 35-40 km de canal; en segundo lugar, el obvio aprovechamiento hidroeléctrico de los caudales de trasvase en el salto de pie de presa de Alarcón (salto medio ~ 40 m) sin restricción alguna en cuanto a calidad de la energía.

Es interesante señalar que el paso por el embalse de Alarcón del Trasvase Tajo-Segura[98] constituye un tipo infrecuente de finalidad adicional en el aprovechamiento del embalse, en forma de vía de agua rigurosamente sin pérdidas, pues, naturalmente, no se producen pérdidas adicionales en el embalse ni por evaporación ni por filtración como consecuencia de la incorporación de caudales en cola que, en igual cuantía y simultáneamente, se toman en la presa. Es también curioso cómo este beneficio adicional está desvinculado de todo coste y, en consecuencia, es en rigor gratuito.

Los caudales de trasvase son tomados por el Tramo III del Acueducto Tajo-Segura en el contraembalse del salto de pie de presa de Alarcón por un túnel de 8 km de longitud que alimenta un largo tramo de canal a cielo abierto revestido de hormigón de 100 km de longitud, hasta el principio del Tramo IV. En este trayecto conviene distinguir tres tramos: los 8 km de túnel de toma, los primeros 40 km de canal, y los 60 km restantes de canal.

El primero presenta una nueva ocasión de interesante «multipurpose» hidráulico, toda vez que el túnel está construido y en servicio con la función de ser canal de aducción a un salto de puntas que toma inmediatamente agua abajo de Alarcón y desagua en el propio Júcar[99]. Ahora bien, como quiera que la capacidad del túnel (~ 40 m³/s) corresponde al caudal de puntas y éste es del orden de tres veces mayor que el caudal modular que alimenta al salto, se ofrece obviamente una capacidad de transporte no utilizada por el salto de unos 800 hm³/año, es decir, superior a la aportación de

[95] [Nota al pie del documento original] Construcción Brown-Boveri.
[96] [Nota al pie del documento original] Con auxilio de una pequeña central de bombeo que Independiza la tomo. a caudal permanente de la carrera de embalse.
[97] Este salto no se ha construido. En su lugar hay unas rápidas para la disipación de la energía.
[98] [Nota al pie del documento original] El caudal de trasvase es casi tres veces superior al caudal modular del Júcar en Alarcón.
[Aclaración] En esta comparación se considera como caudal del trasvase el nominal de 1000 hm³/año.
[99] [Nota al pie del documento original] Salto de El Picazo, ~ 45 m de altura, Hidroeléctrica Española, S. A.

trasvase en su primera fase de explotación y próxima a la aportación máxima. Según está planeado, al menos durante la primera fase de explotación del trasvase, el túnel de El Picaza será objeto de una explotación conjunta según la idea indicada.

En sus primeros 40 km, el canal a cielo abierto del Tramo III está trazado bordeando en planta el cauce del Júcar, con una pendiente baja: dos diezmilésimas. Está pendiente, aparte ser obligada por razones de trazado general, hace que, al cabo de los 40 km, la diferencia de cotas entre el canal y el río alcance los 80 m y que, por consiguiente, quede automáticamente brindada una posibilidad hidroeléctrica que, a fin de cuentas, incrementaría en unos 40 m el salto aprovechable del Júcar en el tramo bordeado por el canal. Esta posibilidad de aprovechar nuevo potencial no está establecida en términos de programación de obras por razón de que juegan en ello factores muy diversos que pueden condicionar o aplazar su aprovechamiento: sin embargo, los 40 km del canal de referencia han sido dimensionados, no sólo para el caudal de trasvase, sino, además, para el caudal del Júcar, a fin de no crear una situación irreversible que, con toda probabilidad, equivaldría a renunciar para siempre a incrementar el potencial hidroeléctrico del Júcar en el sentido indicado.

Después de un pequeño salto fluyente[100] (Salto de Villargordo, 20 m) el caudal de trasvase entra en los últimos 60 km del Tramo III para cruzar a la cota 700 una planicie extraordinariamente llana (la Mancha de Albacete). Aquí la pendiente del canal es sólo de una diezmilésima, con la particularidad de que la sección transversal es común con la del tramo precedente, según resulta precisamente de la mayor capacidad de uno y de la menor pendiente del otro.

La llanura del Tramo III termina bruscamente en un reborde montañoso que la separa de la cabecera del Segura (río Mundo): es el macizo de Hellín que supera la cota 1000 y lo que constituye sin duda el accidente más adverso a las obras.

El Tramo IV consiste en un túnel continuo de 32 km de longitud con cobertura media de unos 250 m, en terrenos jurásicos de litología muy varia y estructura particularmente accidentada. Su sección es circular de 4,20 m de diámetro útil y va enteramente revestido de hormigón. Se trata de una obra importantísima en su género, probablemente, «récord» de Europa.

El Túnel de Talave termina en una rambla a unos 6 km del río Mundo, a la cota 655; el nivel del río Mundo que ha de recibir los caudales de trasvase en su embalse de Talave es la cota 507. Esta diferencia de cotas da lugar al salto terminal del Acueducto Tajo- Segura, que se llama Salto del Fontanar[101].

Se trata de un salto de puntas en donde la modulación se consigue mediante un embalse situado en la rambla mencionada que, a través de una galería de 4 km, alimenta el Salto del Fontanar que producirá 400 Gwh/año. Tanto el túnel de Talave como la galería de aducción al Salto del Fontanar funcionarán en carga (máximo 35-40 m).

[100] Este salto tampoco se ha construido. En su lugar se disipa energía por una rápida.

[101] Tampoco se construyó este salto, siendo sustituido por varias rápidas. EN 2005 se inauguraron tres minicentrales construidas en estas rápidas, un aprovechamiento menos ambicioso que el contemplado originalmente.

Perfil longitudinal del proyecto

En la Figura 111 se muestra el perfil del acueducto definido en el *Aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del centro y sureste de España. Complejo Tajo-Segura* (Martín Mendiluce & Pliego Gutiérrez, 1967).

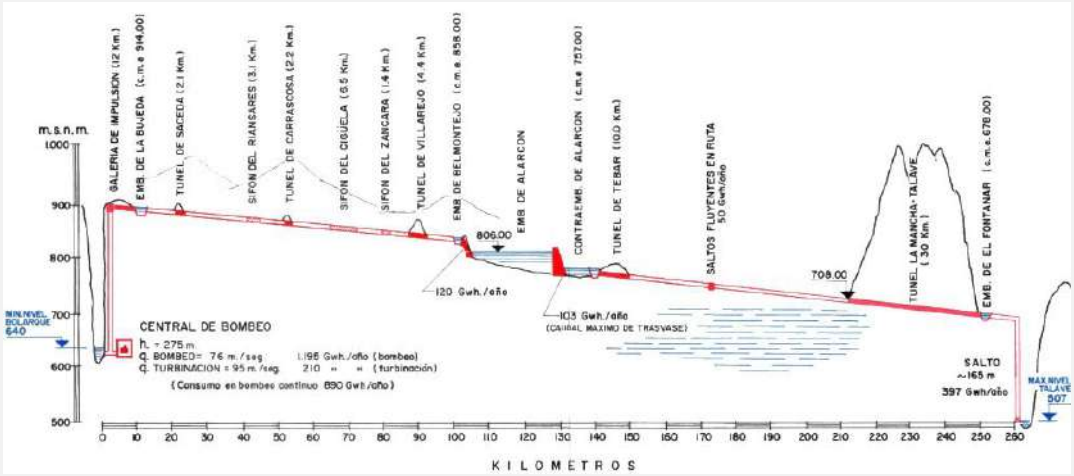


Figura 111. Contenido del "Plano 6-Esquema Tajo-Segura. Perfil longitudinal", del *Aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del centro y sureste de España. Complejo Tajo-Segura* (Martín Mendiluce & Pliego Gutiérrez, 1967)

Comparándolo con el de la Figura 108 (ampliado en la Figura 109 y en la Figura 110) se aprecian varias diferencias. Nada más salir del contraembalse de Alarcón, el proyecto original planteaba un túnel de 10 km (Tébar), pero en una primera fase se decidió aprovechar el canal existente de la central hidroeléctrica del Picazo, si bien su capacidad se encuentra limitada a unos 600 hm³/año. Puesto que se decidió la implementación en dos fases, esta solución provisional era válida para la primera, por lo que se evitaba construir un tramo costoso y complicado de la obra en el inicio.

Otro aspecto que destaca es el diferente tratamiento de los saltos intermedios del acueducto, en los que se proyectó su aprovechamiento hidroeléctrico, con la recuperación del 75% de la energía requerida para la elevación de Altomira. Dentro de los acuerdos con las empresas hidroeléctricas con explotaciones en el Tajo, se les cedió las explotaciones de estos saltos como compensación a la pérdida de capacidad de generación de energía en el Tajo del agua trasvasada. En una primera fase no se construyeron estos saltos (algunos con sus pequeños embalses o depósitos en su cabecera para regulación) y se hicieron en su lugar unas rápidas para la adecuada disipación de energía. Sin embargo, las empresas hidroeléctricas beneficiadas —a excepción de las rápidas de Fontanar[102], entre el túnel y embalse del Talave— no han considerado interesante o rentable la construcción de estos saltos, seguramente por causa del errático comportamiento del ATS, con unos caudales trasportados inferiores a los que fue planteado, lo que condiciona la viabilidad de los aprovechamientos.

[102] En estas rápidas Iberdrola ha construido tres minicentrales, terminadas en 2005, tras un litigio con el SCRATS. Se trata de un aprovechamiento parcial, diferente al gran salto de 165 metros planteado en el anteproyecto.

Consumo de energía para los regadíos del ATS

Los datos de este apartado están tomados de *Eficiencia energética del Trasvase Tajo-Segura* (Melgarejo Moreno & Montaño Sanz, 2009).

El consumo específico de cada central de bombeo medio es:

Tabla 5. Consumo específico en las centrales de bombeo para los regadíos del ATS. A partir de *Eficiencia energética del Trasvase Tajo-Segura* (Melgarejo Moreno & Montaño Sanz, 2009).

Bombeo	Consumo
Altomira	0,870 kWh/m³
Crevillente	0,094 kWh/m³
Fuente Álamo	0,347 kWh/m³
Blanca	0,549 kWh/m³
Ojós	0,515 kWh/m³
Alhama	0,413 kWh/m³
Yéchar	0,556 kWh/m³

Para estimar el consumo medio, se considera el consumo de cada zona ponderado por su dotación:

Tabla 6. Estimación del consumo medio para los regadíos del ATS ponderando por las dotaciones de sus zonas. A partir de *Eficiencia energética del Trasvase Tajo-Segura* (Melgarejo Moreno & Montaño Sanz, 2009)

Zona	Estaciones	Consumo	Dotación (m³)
Zona I (C.R. de Calasparra y Cieza)	Altomira	0,870 kWh/m³	95 234 305
Zona II	Altomira + Blanca	1,419 kWh/m³	8 000 000
Riegos de Levante Margen Izquierda	Altomira + Crevillente	0,964 kWh/m³	77 330 867
Campos de Cartagena	Altomira + Fuente Álamo	1,217 kWh/m³	122 000 000
Lorca, Totana, Alhama y el Valle de Almanzora	Altomira + Ojós + Alhama	1,798 kWh/m³	66 984 000
Yéchar, Pantano de La Cierva, La Puebla.	Altomira + Ojós + Yéchar	1,941 kWh/m³	8 000 000
Margen Derecha (salvo las zonas de la MD citadas anteriormente)	Altomira + Ojós	1,385 kWh/m³	22 450 828
Total			400 000 000
Consumo específico medio		**1,211 kWh/m³**	

An.1B. Datos de explotación: volúmenes en Entrepeñas y Buendía y autorizaciones de trasvase

Volúmenes embalsados en Entrepeñas y Buendía

A continuación, se muestran las gráficas de evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía, conjunta y por separado. A la izquierda se da el valor en hm³ y a la derecha en porcentaje de llenado. Datos del anuario de aforos del CEDEX y de los partes semanales de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

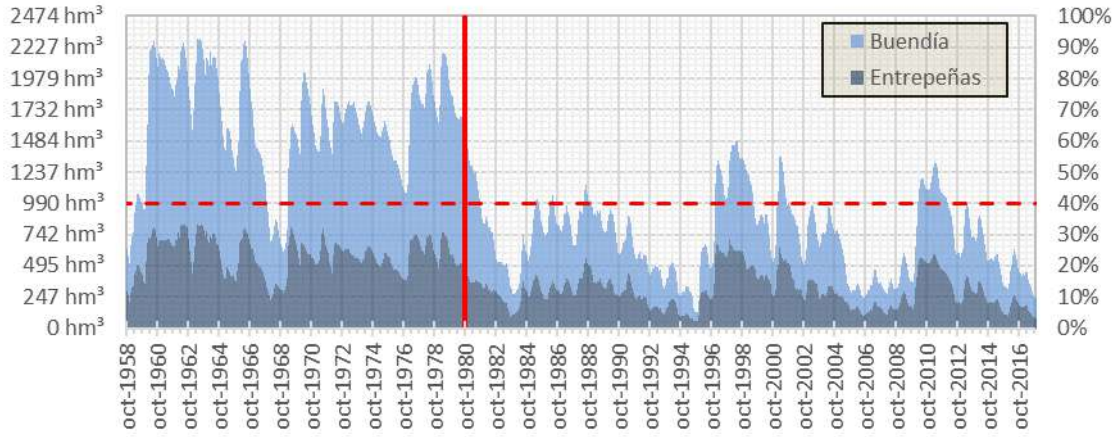


Figura 112. Evolución del volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía

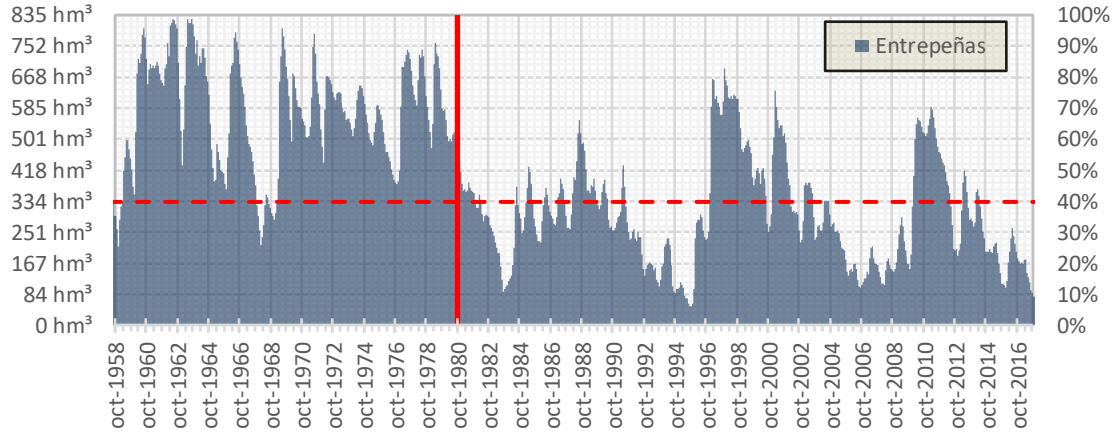


Figura 113. Evolución del volumen embalsado en Entrepeñas

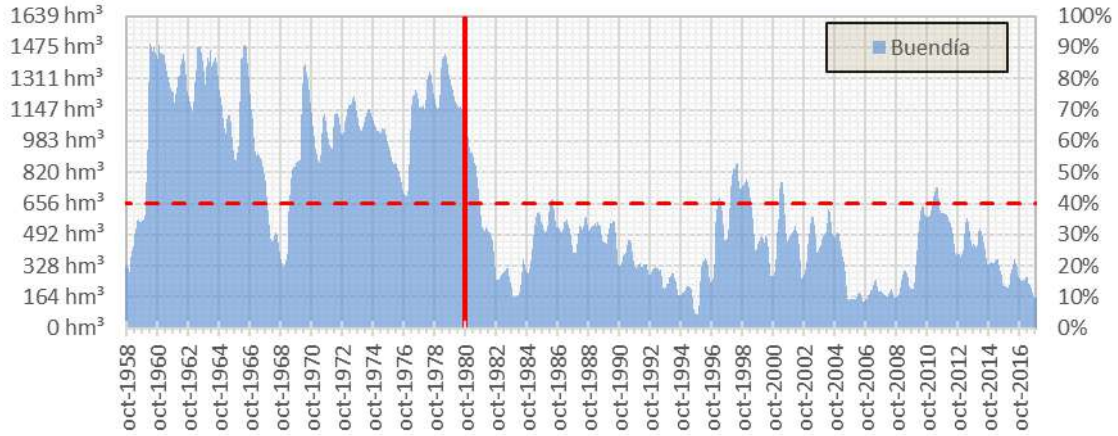


Figura 114. Evolución del volumen embalsado en Buendía

Volúmenes trasvasados

Tabla 7. Volumen de trasvase por el ATS aprobado en origen a la cuenca del Segura (no se contemplan los derivados para auxiliar a las Tablas de Daimiel, en el Guadiana). Copiado de la web de la CHS (Confederación Hidrográfica del Segura, 2017)

AÑO HIDROLÓGICO	ABAST. TAIBILLA	ABAST. ALMERÍA	TOTAL ABASTEC.	RIEGO	TOTAL (hm³)
1978-1979	22,01 hm³		22,01 hm³	41,14 hm³	63,16 hm³
1979-1980	10,25 hm³		10,25 hm³	25,75 hm³	36,00 hm³
1980-1981	88,44 hm³		88,44 hm³	164,62 hm³	253,05 hm³
1981-1982	137,43 hm³		137,43 hm³	207,18 hm³	344,62 hm³
1982-1983	56,86 hm³		56,86 hm³	37,24 hm³	94,10 hm³
1983-1984	70,08 hm³		70,08 hm³	71,03 hm³	141,11 hm³
1984-1985	117,90 hm³		117,90 hm³	231,85 hm³	349,75 hm³
1985-1986	119,23 hm³		119,23 hm³	233,79 hm³	353,02 hm³
1986-1987	132,71 hm³		132,71 hm³	217,29 hm³	350,00 hm³
1987-1988	141,06 hm³		141,06 hm³	234,40 hm³	375,45 hm³
1988-1989	137,55 hm³		137,55 hm³	212,46 hm³	350,01 hm³
1989-1990	124,39 hm³		124,39 hm³	125,62 hm³	250,01 hm³
1990-1991	122,00 hm³		122,00 hm³	178,00 hm³	300,00 hm³
1991-1992	139,00 hm³		139,00 hm³	108,00 hm³	247,00 hm³
1992-1993	135,00 hm³		135,00 hm³	50,00 hm³	185,00 hm³
1993-1994	135,00 hm³		135,00 hm³	115,00 hm³	250,00 hm³
1994-1995	136,57 hm³		136,57 hm³	55,00 hm³	191,57 hm³
1995-1996	129,77 hm³		129,77 hm³	213,00 hm³	342,77 hm³
1996-1997	132,00 hm³	8,00 hm³	140,00 hm³	325,00 hm³	465,00 hm³
1997-1998	130,00 hm³		130,00 hm³	317,00 hm³	447,00 hm³
1998-1999	145,00 hm³	9,00 hm³	154,00 hm³	392,00 hm³	546,00 hm³
1999-2000	145,00 hm³	10,00 hm³	155,00 hm³	416,00 hm³	571,00 hm³
2000-2001	145,50 hm³	10,00 hm³	155,50 hm³	444,50 hm³	600,00 hm³
2001-2002	145,50 hm³	10,00 hm³	155,50 hm³	361,00 hm³	516,50 hm³
2002-2003	145,50 hm³	10,00 hm³	155,50 hm³	333,50 hm³	489,00 hm³
2003-2004	145,50 hm³	10,00 hm³	155,50 hm³	361,50 hm³	517,00 hm³
2004-2005	145,50 hm³	9,00 hm³	154,50 hm³	268,00 hm³	422,50 hm³
2005-2006	138,85 hm³	9,65 hm³	148,50 hm³	38,00 hm³	186,50 hm³
2006-2007	137,00 hm³	10,00 hm³	138,00 hm³	31,00 hm³	178,00 hm³
2007-2008	108,26 hm³	10,00 hm³	118,26 hm³	60,40 hm³	178,66 hm³
2008-2009	106,60 hm³	10,00 hm³	116,60 hm³	128,50 hm³	245,10 hm³
2009-2010	98,10 hm³	9,10 hm³	107,20 hm³	184,35 hm³	291,55 hm³
2010-2011	113,55 hm³	9,94 hm³	123,49 hm³	254,51 hm³	378,00 hm³
2011-2012	118,55 hm³	7,50 hm³	126,05 hm³	271,44 hm³	386,19 hm³
2012-2013	127,66 hm³	6,99 hm³	134,65 hm³	249,32 hm³	383,97 hm³
2013-2014	112,90 hm³	10,00 hm³	122,90 hm³	363,10 hm³	486,00 hm³
2014-2015	91,35 hm³	4,65 hm³	96,00 hm³	183,00 hm³	279,00 hm³
2015-2016	77,90 hm³	3,13 hm³	81,03 hm³	106,97 hm³	188,00 hm³
2016-2017	57,34 hm³	2,64 hm³	60,00 hm³	82,50 hm³	142,50 hm³

Aclaración: en la tabla se recoge el reparto por usos del agua trasvasada en destino, respetando la tabla original de la que están copiados los datos. A efectos de la determinación de excedentes esta información es insignificante.

Tabla 8. Volumen trasvasado por cesión de derechos. Fuentes: hasta 2014-2015 del artículo "La actividad de los mercados formales del agua en la cuenca del Segura" (Calatrava & Martínez-Granados, 2016); Las del año 2015-2016, de la Memoria del SCRATS de 2016 (Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura –SCRATS–, 2017); las del año 2016-2017 estimadas a partir de los aforos del SAIH del Tajo

	Canal de Las Aves - MCT	Estremera-Scrats	Poveda-Scrats	Hecop-SCRATS	Total de cesión
2005-2006	35,52 hm³	31,05 hm³			66,57 hm³
2006-2007	36,03 hm³	31,05 hm³			67,08 hm³
2007-2008	36,94 hm³	31,05 hm³			67,99 hm³
2013-2014		5,57 hm³	1,40 hm³		6,97 hm³
2014-2015		7,70 hm³	1,40 hm³		9,10 hm³
2015-2016		7,18 hm³	1,27 hm³	0,90 hm³	9,35 hm³
2016-2017		2,00 hm³			2,00 hm³

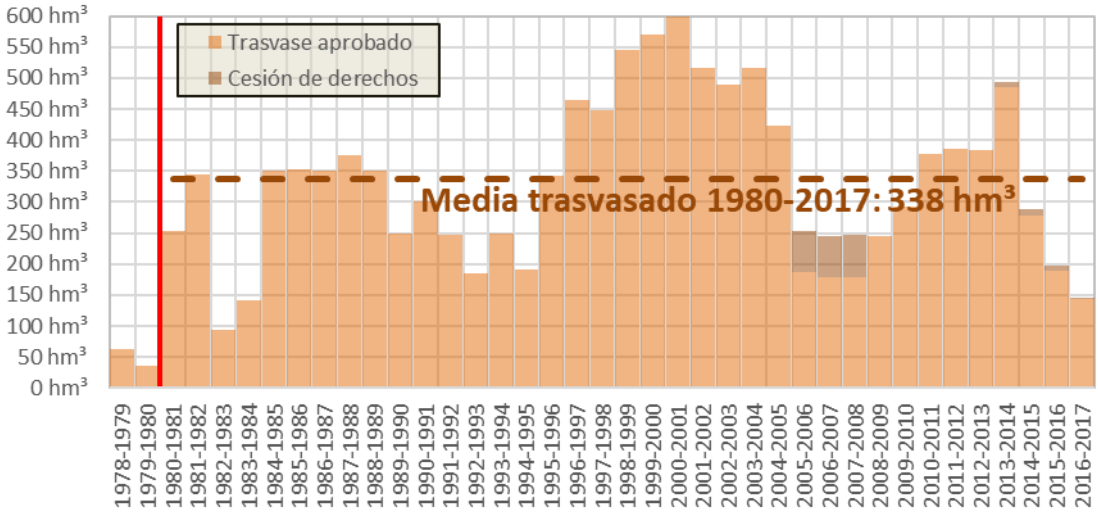


Figura 115. Evolución de los volúmenes trasvasados (medidos en origen), considerando tanto los trasvases aprobados como la cesión de derechos

En este gráfico (Figura 115) se representa el valor medio. Consecuencia de la alta variación interanual de los trasvases realizados, este valor medio no presenta mucha confianza sobre los valores esperables. Esto se aprecia en la Figura 116, en la que sobre los valores de la Figura 115 se añade el valor de la media móvil de 10 años (se computa al año siguiente del periodo). Hay un crecimiento hasta el año 2005-2006 (correspondiente al periodo 1995-2005), y un descenso a partir de ese año.

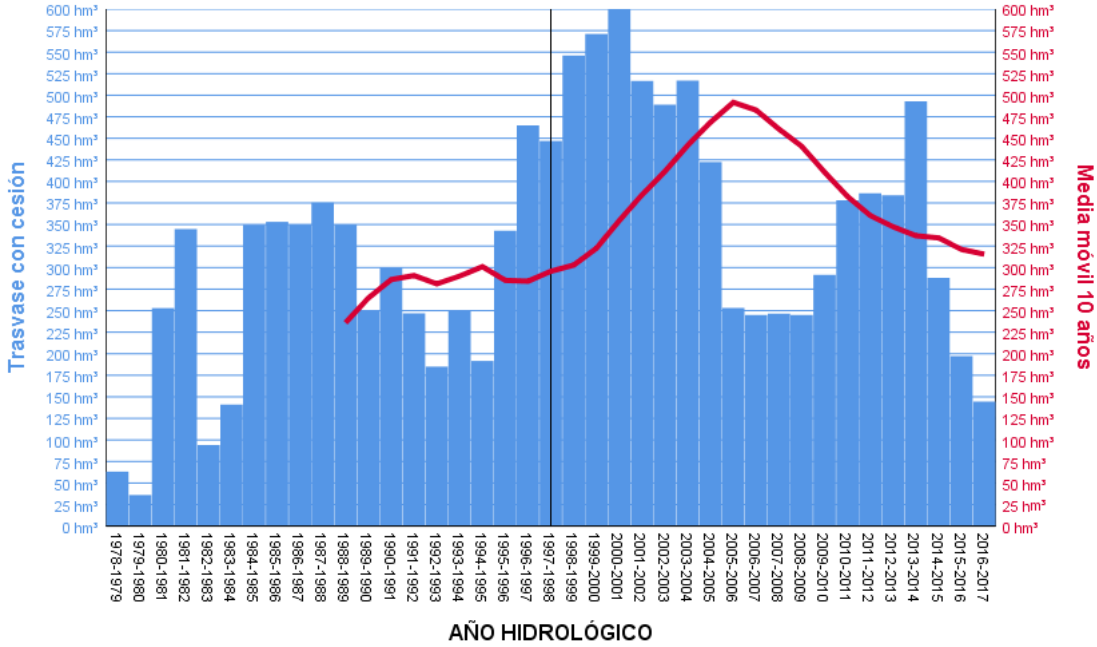


Figura 116. Trasvases realizados a origen incluyendo cesión de derechos (valores de la Figura 115, en columnas azules), con la representación de la media móvil de los 10 años anteriores (línea roja)

Decisiones de trasvase en situación de excepcionalidad hidrológica

Antes de la aprobación del plan del Tajo de 1998 (PHT1998) se tomaron 6 decisiones de trasvase de manera excepcional:

- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 16 de abril de 1993.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 23 de julio de 1993.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 6 de mayo de 1994.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 22 de julio de 1994. Previamente, por el *Real Decreto-ley 6/1995, de 14 de julio, por el que se adopta medidas extraordinarias, excepcionales y urgentes en materia de abastecimientos hidráulicos como consecuencia de la persistencia de la sequía*, se redujo el caudal mínimo del Tajo por Aranjuez a 3 m³/s. El ahorro correspondiente sería asignado "por *el Consejo de Ministros prioritaria y fundamentalmente para el abastecimiento de poblaciones, tomando en consideración las necesidades existentes, sus prioridades y urgencias y las previsiones para el siguiente bienio hidrológico*".
- Por *Real Decreto-ley 7/1995, de 4 de agosto, por el que se autoriza el trasvase de 55 hectómetros cúbicos a la Cuenca del Segura y se conceden suplementos de crédito por importe de 15.000.000.000 de pesetas al Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, al objeto de financiar determinadas obras para hacer frente a la situación de gravísima sequía*. Esta disposición se complementa con otra de misma fecha, el *Real Decreto-ley 8/1995, de 4 de agosto, por el que se adoptan medidas urgentes de mejora del aprovechamiento del trasvase Tajo-Segura*.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 2 de febrero de 1996.

Tras la entrada en vigor del PHT1998, y hasta los cambios legislativos introducidos en 2013, se tomaron 21 decisiones de trasvase por Acuerdo de Consejo de Ministros, al estar la cabecera del Tajo en situación de excepcionalidad hidrológica:

- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de julio de 2005.

- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 30 de septiembre de 2005.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 21 de octubre de 2005.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 30 de diciembre de 2005.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 31 de marzo de 2006.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 19 de mayo de 2006.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 30 de junio de 2006.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 29 de septiembre de 2006.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 27 de octubre de 2006.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de diciembre de 2006.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 29 de diciembre de 2006.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 2 de febrero de 2007.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 2 de marzo de 2007.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 8 de junio de 2007.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 5 de octubre de 2007.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 28 de diciembre de 2007.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 28 de marzo de 2008.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 18 de julio de 2008.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 24 de octubre de 2008.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 16 de enero de 2009.
- Por Acuerdo de Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2009.

Adicionalmente, con el fin de aumentar las aguas transportadas desde el Tajo al Segura por el ATS, se dictó el Real Decreto-ley 15/2005, de 16 de diciembre, de medidas urgentes para la regulación de las transacciones de derechos al aprovechamiento de agua, que habilitó la posibilidad de ceder derechos de agua de la cuenca del Tajo a usuarios del Segura. La vigencia inicial de esta disposición era hasta el 30 de noviembre de 2006, pero se prorrogó por tres veces, hasta el 30 de noviembre de 2009 por medio de tres Reales Decreto-ley adicionales:

- *Real Decreto-ley 9/2006, de 15 de septiembre* (hasta el 30 de noviembre de 2007).
- *Real Decreto-ley 9/2007, de 5 de octubre* (hasta el 30 de noviembre de 2008).
- *Real Decreto-ley 8/2008, de 4 de octubre* (hasta el 30 de noviembre de 2009).

Gracias a estas disposiciones, se pudo trasvasar 202 hm³ adicionales, tras los acuerdos alcanzados con las comunidades de regantes del Canal de las Aves y Estremera, en los años hidrológicos 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008.

Tras los cambios en la legislación de 2013, se han tomado 24 decisiones de trasvase —varias plurimensuales— hasta el 30/9/2018 (año hidrológico 2017-2018) por el ministro competente, mediante el procedimiento de Orden ministerial, publicadas en el BOE:

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 305 de 18/12/2014). Orden AAA/2367/2014, de 5 de diciembre, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura para el mes de diciembre de 2014.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 32 de 06/02/2015). Orden AAA/148/2015, de 27 de enero, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de enero de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 50 de 27/02/2015). Orden AAA/311/2015, de 4 de febrero, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de febrero de 2015.

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 63 de 14/03/2015). Orden AAA/421/2015, de 5 de marzo, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de marzo de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 127 de 28/05/2015). Orden AAA/975/2015, de 5 de mayo, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de mayo de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 147 de 20/06/2015). Orden AAA/1188/2015, de 3 de junio, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de junio de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 182 de 31/07/2015). Orden AAA/1566/2015, de 27 de julio, por la que se autoriza un trasvase de 20 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de julio de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 206 de 28/08/2015). Orden AAA/1750/2015, de 21 de agosto, por la que se autoriza un trasvase de 15 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de agosto de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 223 de 17/09/2015). Orden AAA/1869/2015, de 10 de septiembre, por la que se autoriza un trasvase de 10 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de septiembre de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 259 de 29/10/2015). Orden AAA/2252/2015, de 27 de octubre, por la que se autoriza un trasvase de 8 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de octubre de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 283 de 26/11/2015). Orden AAA/2499/2015, de 25 de noviembre, por la que se autoriza un trasvase de 6 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de noviembre de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 306 de 23/12/2015). Orden AAA/2787/2015, de 18 de diciembre, por la que se autoriza un trasvase de 6 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de diciembre de 2015.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 37 de 12/02/2016). Orden AAA/145/2016, de 9 de febrero, por la que se autoriza un trasvase de 10 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el mes de febrero de 2016.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 57 de 07/03/2016). Orden AAA/289/2016, de 3 de marzo, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para los meses de marzo, abril y mayo de 2016, a razón de 20 hm³/mes.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 164 de 08/07/2016). Orden AAA/1099/2016, de 6 de julio, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para los meses de julio, agosto y septiembre de 2016, a razón de 20 hm³/mes.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 241 de 05/10/2016). Orden AAA/1589/2016, de 3 de octubre, por la que se autoriza un

trasvase de 60 hm³ desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, para el trimestre de octubre, noviembre y diciembre de 2016.

- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 16 de 19/01/2017). Orden APM/18/2017, de 17 de enero, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 20 hm³ para el mes de enero de 2017.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 50 de 28/02/2017). Orden APM/156/2017, de 24 de febrero, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 20 hm³ para el mes de febrero de 2017.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 62 de 14/03/2017). Orden APM/222/2017, de 9 de marzo, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 20 hm³ para el mes de marzo de 2017.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 86 de 11/04/2017). Orden APM/319/2017, de 7 de abril, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 15 hm³ para el mes de abril de 2017.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 111 de 10/05/2017). Orden APM/403/2017, de 8 de mayo, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 7,5 hm³ para abastecimiento para el mes de mayo de 2017.
- Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (BOE 83 de 05/04/2018). Orden APM/345/2018, de 4 de abril, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, a razón de 20 hm³/mes, para los meses de abril, mayo y junio de 2018.
- Ministerio para la Transición Ecológica (BOE 205 de 24/08/2018). Orden TEC/886/2018, de 22 de agosto, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, de 20 hm³ para el mes de agosto de 2018.
- Ministerio para la Transición Ecológica (BOE 222 de 13/09/2018). Orden TEC/931/2018, de 10 de septiembre, por la que se autoriza un trasvase desde los embalses de Entrepeñas-Buendía, a través del acueducto Tajo-Segura, a razón de 20 hm³ para el mes de septiembre de 2018.

Durante 10 meses, entre junio de 2017 y marzo de 2018 —ambos inclusive—, no se realizaron autorizaciones de trasvase, al considerar la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCEATS) que la cabecera del Tajo se encontraba sin excedentes[103]. Aunque en ese periodo, entre el 29 y 30 de septiembre de 2017, el ATS estuvo

[103] Con el criterio aplicado por la CCEATS en la interpretación de la disposición transitoria de elevación del umbral de no trasvase de 240 a 400 hm³, durante 2017 el umbral se situó en 368 hm³, fijándose en 400 hm³ a partir del 1 de enero de 2018.
Este criterio generó controversia, pues la Confederación Hidrográfica del Tajo certificó en su nota de prensa del 8/3/2014 (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2014) que las existencias de Entrepeñas y Buendía subieron por encima de los 900 hm³, condición fijada en la disposición transitoria de 2013 para que la entrada en vigor del umbral mínimo de 400 hm³ fuera inmediata. No obstante, la propia disposición transitoria establecía que, en caso de discrepancia en la interpretación, se seguiría el criterio dado por la CCEATS.

sacando agua desde el Tajo con destino al Segura, si bien la misma no se justificaba como decisión de trasvase, sino como cesión de derechos entre particulares[104].

An.1C. Reglas de explotación. Concepto

La gestión de las grandes presas y embalses se realiza por sus normas de explotación. Si bien en los textos legales o reglamentarios no se encuentra delimitado taxativamente su contenido, en todos se incide en las normas de la seguridad relativa al embalse, que deben ser contenido imperativo. Dentro de esta amplitud en la definición, estas normas contemplan también aspectos de la gestión o explotación de la infraestructura. Al respecto, en la *Guía para la elaboración de normas de explotación de presas y embalses* (Subdirección Genearl de Infraestructura y Tecnología. Dirección General del Agua. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013) se indica:

> **Extraído de la *Guía para la elaboración de normas de explotación de presas y embalses*** (Subdirección Genearl de Infraestructura y Tecnología. Dirección General del Agua. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013)
>
> (…) Las Normas de Explotación deben constituir el instrumento básico para la gestión y el buen funcionamiento de la presa y su embalse, definiendo los criterios básicos de explotación, tanto en condiciones normales como en situaciones extraordinarias y, en su caso, de emergencia. No deben ser entendidas como preceptos de aplicación rígida automática en todos los casos, pues pueden presentarse multitud de circunstancias bajo las cuales el Director de Explotación tendrá que adoptar la decisión pertinente, acorde con ellas.
>
> Las Normas de Explotación, sobre todo, deben ser eminentemente prácticas y operativas, y poder aplicarse y cumplirse en la explotación habitual de la presa y su embalse. (…)

Este concepto de normas de explotación se encuentra asumido en la gestión de las infraestructuras de regulación. Con una doble vertiente: máximo rigor en lo referente a las condiciones de seguridad. Elemento de apoyo y de soporte a la decisión en lo referente a la explotación normal.

Con estos documentos, el explotador tiene una guía de cómo actuar en cada momento en función de los indicadores fijados (volúmenes, aportaciones u otro que se considere adecuado para cada caso), con decisiones que al final están supeditadas a lo expuesto en los órganos competentes; por ejemplo, en las comisiones de desembalse en los embalses gestionados por las confederaciones hidrográficas.

Entrepeñas, Buendía y Bolarque disponen, en su archivo técnico, de sus correspondientes normas de explotación. Las comisiones de desembalse de la Confederación Hidrográfica del Tajo marcan las directrices de cómo se realizan los desembalses hacia el Tajo[105].

Por otra parte, como singularidad del ATS, dependiendo de la Dirección Técnica de la Confederación Hidrográfica del Tajo se encuentra el "Área Acueducto Tajo-Segura", encargada de la explotación del ATS hasta el embalse del Talave. "*siendo mero ejecutor de las instrucciones emanadas de la Comisión Central de Explotación,*

[104] Uno de los cambios introducidos en la legislación fue el de facilitar la cesión de derechos entre usuarios de distintas cuencas a través de las infraestructuras de conexión intercuencas, caso del ATS.

[105] Desde el *Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura* se ha de tener en cuenta la limitación impuesta en su artículo 4, de los desembalses de referencia. Si bien con anterioridad ya se estaban limitando los desembalses al Tajo a lo estrictamente necesario.

presidida y dirigida por la Dirección General del Agua, y ratificadas por el titular del Departamento, según el caso"[106].

Así, la decisión de cuánta agua se trasvasa cada mes compete a la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCEATS), o al ministro competente si se está en situación de excepcionalidad hidrológica. Hasta 1998 no había definición legal de excedentes, las decisiones de trasvase se tomaban conforme al criterio de la CCEATS, en virtud de lo dispuesto en el punto tercero de la disposición adicional novena de la *Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura*.

En 1997, cuando estaba tomando forma la fijación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar, consistente en declarar excedentaria toda la reserva en Entrepeñas y Buendía por encima de 240 hm³, quedaba pendiente cómo se iban a realizar los envíos. La forma más evidente era a la máxima capacidad del canal, mientras hubiera excedentes y no se superar el máximo anual. El problema de esta forma de operar es que daría lugar a trasvases muy irregulares, alcanzándose el mínimo de no trasvase (en ese momento, 240 hm³) con elevada frecuencia.

Es decir, se apreció que no era prudente realizar trasvases al máximo posible. Como guía para aprobar los trasvases cada mes, la CCEATS aprobó en noviembre de 1997 unas Reglas de Explotación, con carácter interno y orientativo. Se trataba de fijar unas tablas de valores de existencias embalsadas y aportaciones de los doce meses anteriores que sirvieran de guía para la toma de decisión.

La estructura de estas reglas consiste en establecer 4 niveles, en función de las existencias embalsadas en Entrepeñas y Buendía y las aportaciones de los 12 meses anteriores, estableciéndose para cada nivel un trasvase mensual a aprobar orientativo:

- Nivel 1: cuando las existencias o aportaciones de los 12 meses anteriores en Entrepeñas y Buendía superan unos umbrales fijados. Se autoriza el máximo trasvase posible[107].
- Nivel 2: cuando no se está en nivel 1 y las existencias embalsadas están por encima de la curva de excepcionalidad hidrológica. Se plantea un trasvase intermedio (38 hm³/mes, tanto en las reglas de 1997 como en las de 2014)
- Nivel 3: cuando las existencias embalsadas están por debajo de la curva de excepcionalidad hidrológica, pero son superiores al mínimo de no trasvases (hay excedentes legales). Se Plantea un trasvase menor que en nivel 2, correspondiendo la decisión a una instancia superior a la CCEATS (por decisión del Consejo de Ministros hasta 2013, que pasa a ser del ministro con competencias en la materia).
- Nivel 4: cuando no hay excedentes legales, con Entrepeñas y Buendía por debajo del umbral fijado (240 hm³ en 1998 y 400 hm³ en 2014[108]). No se aprueban trasvases.

Como se ha comentado, cuando se plantean en 1997 se hace con carácter orientativo, como elemento de apoyo o guía para la CCEATS. Con este criterio, no siempre se aprobó el trasvase máximo que se podía, lo que generó tensiones con los receptores del agua trasvasada, traducidas en litigios judiciales. Uno de los cambios legislativos sobre el ATS introducido en 2013 fue el de dar rango de Ley a las Reglas de Explotación, estando los trasvases en nivel 1 y 2 fijados directamente por las Reglas de Explotación.

[106] Extraído de la *Memoria 2015* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2016)
[107] En las reglas de explotación de 1997 este valor era 68 hm³/mes, pero se bajó en la revisión realizada en 2014, posiblemente para adecuarlo a la capacidad real y segura de transporte del canal.
[108] La subida de 240 a 400 hm³ se realizó por escalones, en un proceso que terminó el 1 de enero de 2018.

En estos niveles, la CCEATS se ha de limitar a constatar que el sistema se encuentra en ellos y aprobar por cada mes el trasvase que se encuentre fijado en las reglas. Para el caso del nivel 3, el valor fijado en las Reglas de Explotación es el máximo para aprobar, teniendo también un mínimo para abastecimientos (7,5 hm³/mes), correspondiendo la decisión al ministro con competencias.

Por tanto, la necesidad de las Reglas de Explotación viene dada porque la determinación legal de excedentes es muy vaga, que si se aplicara con ausencia de cautelas daría resultados insatisfactorios para los usuarios de las aguas trasvasadas. Por eso se complementa con una herramienta al estilo de lo que son las normas de explotación en una infraestructura de regulación —en lo referente a la gestión normal, no a la seguridad—, que se llaman Reglas de Explotación, con la finalidad de programar los trasvases.

An.1D. Tablas de Daimiel

Ante el mal estado que presentaba el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, en 1987 se promulgó la:

- Ley 13/1987, de 17 de julio, de Derivación de Volúmenes de Agua de la Cuenca Alta del Tajo, a través del Acueducto Tajo-Segura, con carácter experimental, con destino al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel.

Fue prorrogada dos veces, por medio de:

- Real Decreto-ley 6/1990, de 28 de diciembre, por el que se dispone la aplicación, por un nuevo período de tres años, del Régimen de Derivación de Aguas con destino al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, establecido en la Ley 13/1987, de 17 de julio.
- Real Decreto-ley 5/1993, de 16 de abril, por el que se autorizan determinadas actuaciones en relación con las cuencas del Tajo y el Segura.

Finalmente, la posibilidad de derivación para socorrer a las Tablas de Daimiel quedo regulada en el:

- Real Decreto-ley 8/1995, de 4 de agosto, por el que se adoptan medidas urgentes de mejora del aprovechamiento del trasvase Tajo-Segura.

En esta disposición se contempla también la derivación para los abastecimientos del Guadiana (Llanura Manchega), que no se encuentra operativa a la fecha de redacción de este trabajo.

Para ilustrar los volúmenes derivados y la situación, se reproducen a continuación unas figuras del *Informe de situación para la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Enero de 2019* (Centro de Estudios Hidrográficos, 2019):

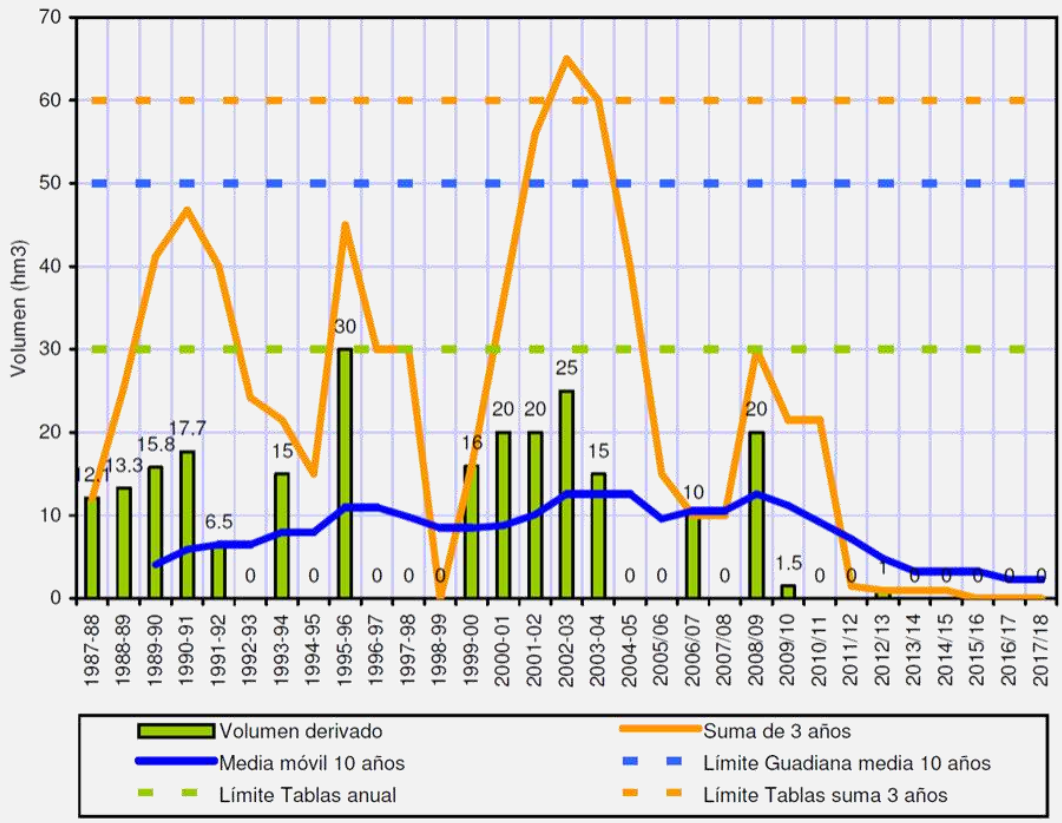


Figura 117. Reproducción de la *Figura 10. Volúmenes trasvasados al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel* del *Informe de situación para la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Enero de 2019* (Centro de Estudios Hidrográficos, 2019)

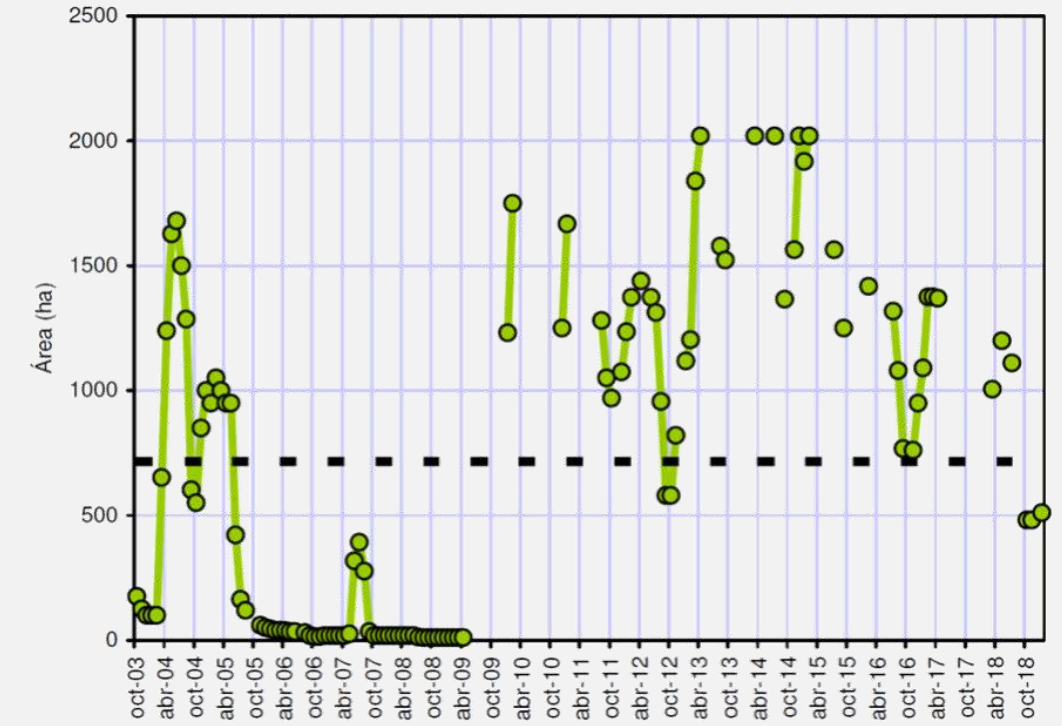


Figura 118. Reproducción de la *Figura 11. Evolución de la superficie encharcada en el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. En línea de trazos se muestra el promedio de los datos disponibles* del *Informe de situación para la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Enero de 2019* (Centro de Estudios Hidrográficos, 2019)

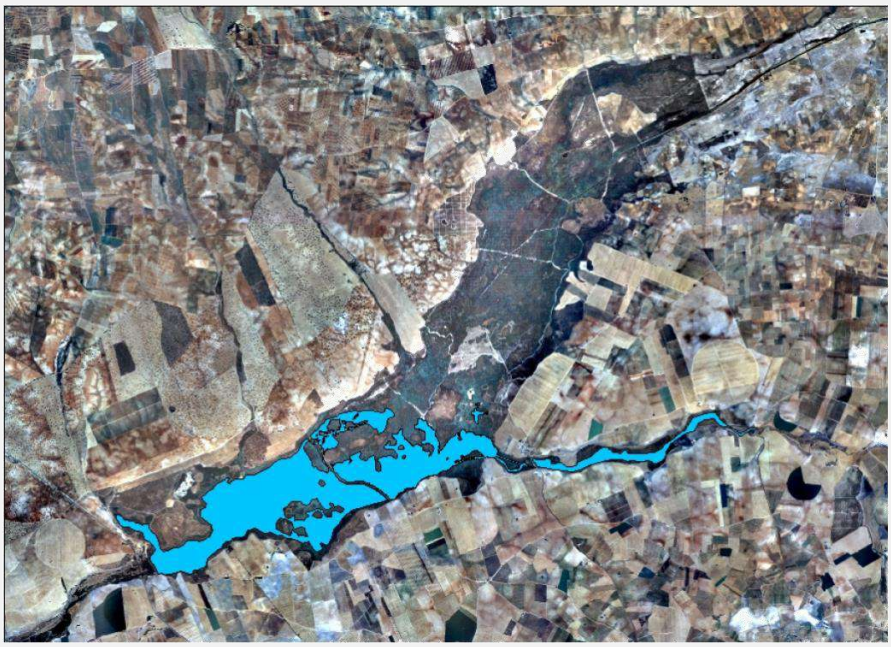


Figura 119. Reproducción de la *Figura 12. Imagen de la zona inundada del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel,* del *Informe de situación para la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Enero de 2019* (Centro de Estudios Hidrográficos, 2019)

Anejo 2. Embalses de Entrepeñas y Buendía

Figura 120. Paso de las Entrepeñas del Tajo, carretera de segundo orden de Albaladejito a Guadalajara. Fotografía de (Laurent y Minier, ca. 1867)

An.2A. Curvas características de Entrepeñas y Buendía

Curvas características consideradas

Como datos de partida se han considerado las siguientes curvas características de Entrepeñas y Buendía, tomadas del *Plan de fomento de uso público y adecuación medioambiental del entorno de los embalses de Entrepeñas y Buendía (Guadalajara y Cuenca)* (Infraestructuras y Ecología S.L. (Infraeco), 2007):

Tabla 9. Curvas características del embale de Entrepeñas

Cota (m)	Volumen (hm³)	Superficie (ha)
644,0 m	0,00 hm³	0,00 ha
654,5 m	1,93 hm³	85,52 ha
661,0 m	12,14 hm³	229,14 ha
669,5 m	40,00 hm³	417,93 ha
678,0 m	84,71 hm³	650,79 ha
687,0 m	161,63 hm³	1100,94 ha
695,5 m	276,57 hm³	1595,36 ha
705,5 m	465,04 hm³	2215,31 ha
714,0 m	680,95 hm³	2874,44 ha
720,5 m	885,70 hm³	3441,46 ha

Tabla 10. Cota, superficie y volumen del embalse de Entrepeñas a máximo nivel normal (MNN)

Cota del NMN (m):	718,0 m
Superficie del embalse a NMN (ha):	3212,88 ha
Capacidad a NMN (hm3):	802,56 hm³

Tabla 11. Curvas características del embale de Buendía

Cota (m)	Volumen (hm³)	Superficie (ha)
647,1 m	0,00 hm³	0,00 ha
654,5 m	2,74 hm³	139,66 ha
661,5 m	24,25 hm³	503,72 ha
669,0 m	76,73 hm³	902,33 ha
676,5 m	163,85 hm³	1438,82 ha
684,0 m	297,31 hm³	2231,74 ha
691,5 m	501,86 hm³	3315,94 ha
699,0 m	805,45 hm³	4808,49 ha
707,0 m	1265,51 hm³	6768,07 ha
714,0 m	1808,76 hm³	8806,62 ha

Tabla 12. Cota, superficie y volumen del embalse de Buendía a máximo nivel normal (MNN)

Superficie del embalse a NMN (ha):	8255,83 ha
Capacidad a NMN (hm3):	1651,00 hm³
Cota del NMN (m):	712,2 m

Relación volumen-superficie de un embalse ficticio definido por la agregación de Entrepeñas y Buendía

Para varios aspectos de la gestión, se consideran los embalses de Entrepeñas y Buendía (EyB) como un embalse ficticio cuyo volumen es la suma de los dos. Esta abstracción es empleada para la determinación de excedentes actual, que se define por el volumen conjunto; también las Reglas de Explotación, donde además de este volumen conjunto se consideran las aportaciones conjuntas recibidas en los doce meses anteriores.

Esta agregación simplifica en la práctica la toma de decisiones. No obstante, se ha de advertir que un mismo volumen conjunto puede corresponder a distintas combinaciones de niveles de llenado en cada uno de los embalses. De hecho, en la práctica se aprecia por lo general una concordancia en cuanto a los ciclos de llenado y vaciado en los dos embalses, si bien la misma no se corresponde con una relación fija en cuanto al porcentaje de llenado, como se aprecia en la siguiente figura:

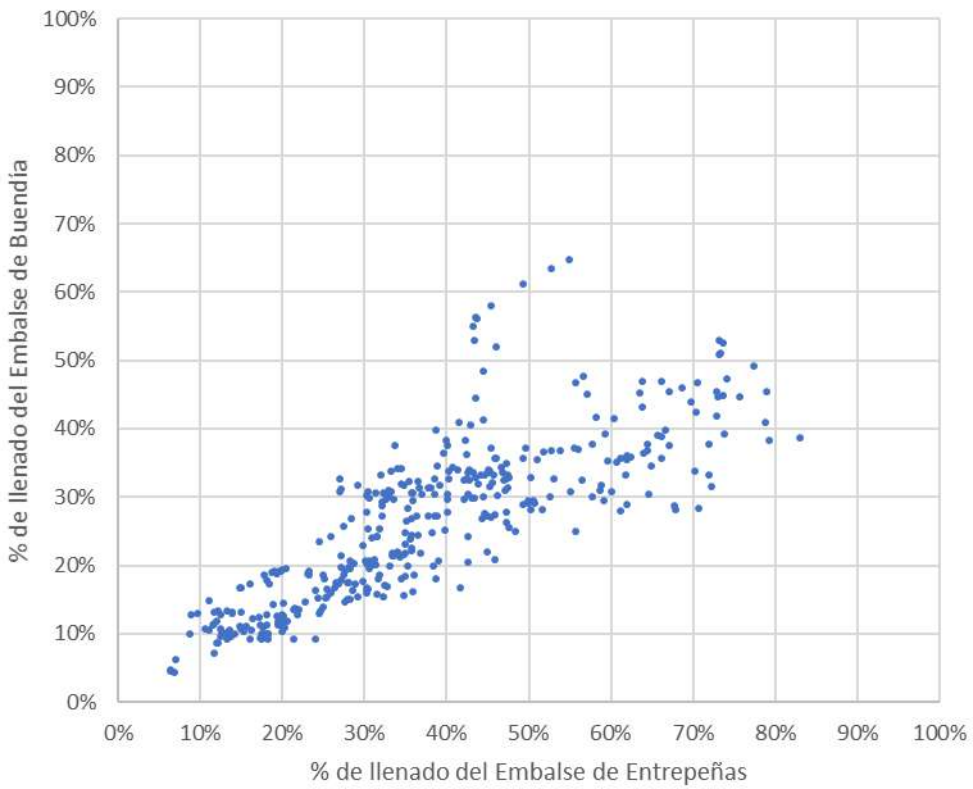


Figura 121. Relación entre el porcentaje de llenado registrado en los embalses de Entrepeñas y Buendía entre octubre de 1980 y septiembre de 2012

Por la distribución de los puntos se aprecia la similitud de tendencia pero no una relación fija entre el llenado de los dos embalses. No obstante, consideremos arbitrariamente dos posibles relaciones: la primera, que el porcentaje de llenado en ambos embalses sea igual (diagonal inferior izquierda-superior derecha del gráfico anterior): la segunda que el volumen en ambos embalses sea igual hasta que se llena Entrepeñas (recta desde la esquina inferior izquierda hasta el punto definido por 100% de llenado en Entrepeñas y el 49% de llenado en Buendía). Si se dibujan estas dos hipótesis arbitrarias sobre la figura anterior, se tiene:

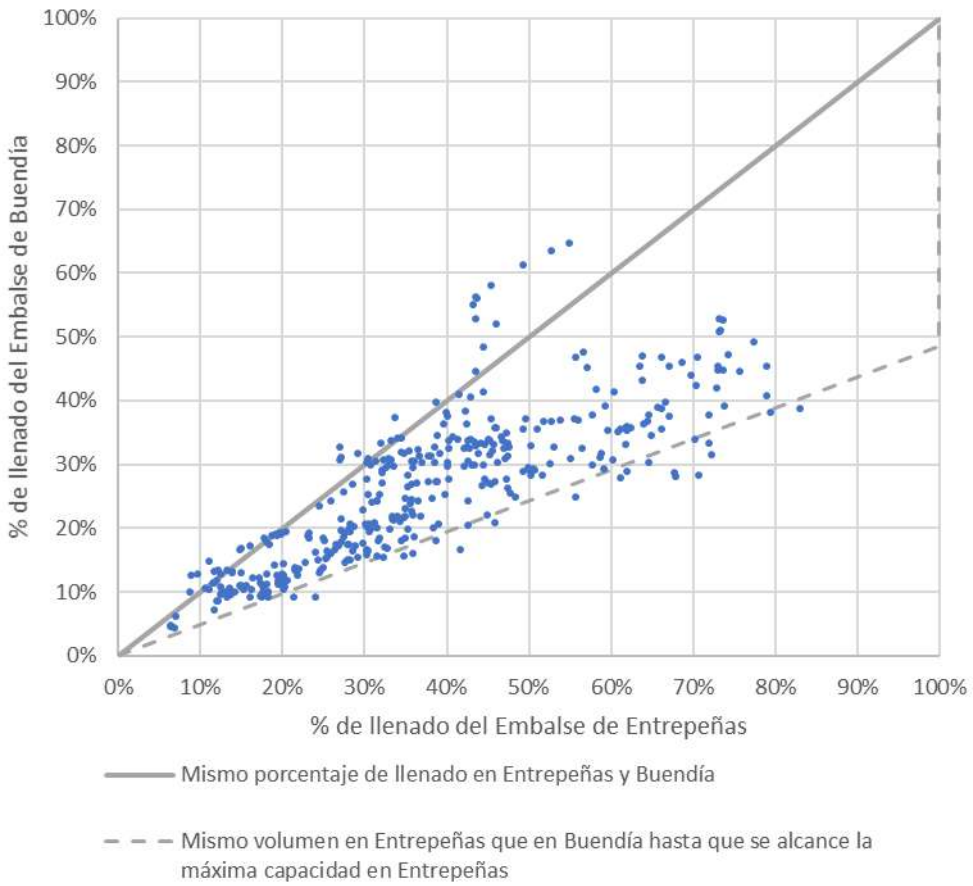


Figura 122. Relación entre el porcentaje de llenado registrado en los embalses de Entrepeñas y Buendía entre octubre de 1980 y septiembre de 2012. En línea continua se dibuja la representación de la hipótesis de que se mantiene el porcentaje de llenado en los dos embalses. En línea a trazos, la hipótesis de un volumen igual en los dos embalses hasta que se llena Entrepeñas.

Se aprecia cómo la mayoría de los casos registrados en la práctica entre octubre de 1980 y septiembre de 2012 se encuentran comprendidos entre las dos hipótesis consideradas (igual porcentaje de llenado e igual volumen de llenado).

No obstante, si la comparación se realiza entre las sumas de volúmenes y superficies registrados en el mismo periodo, la franja de dispersión se estrecha, como se observa en la siguiente figura:

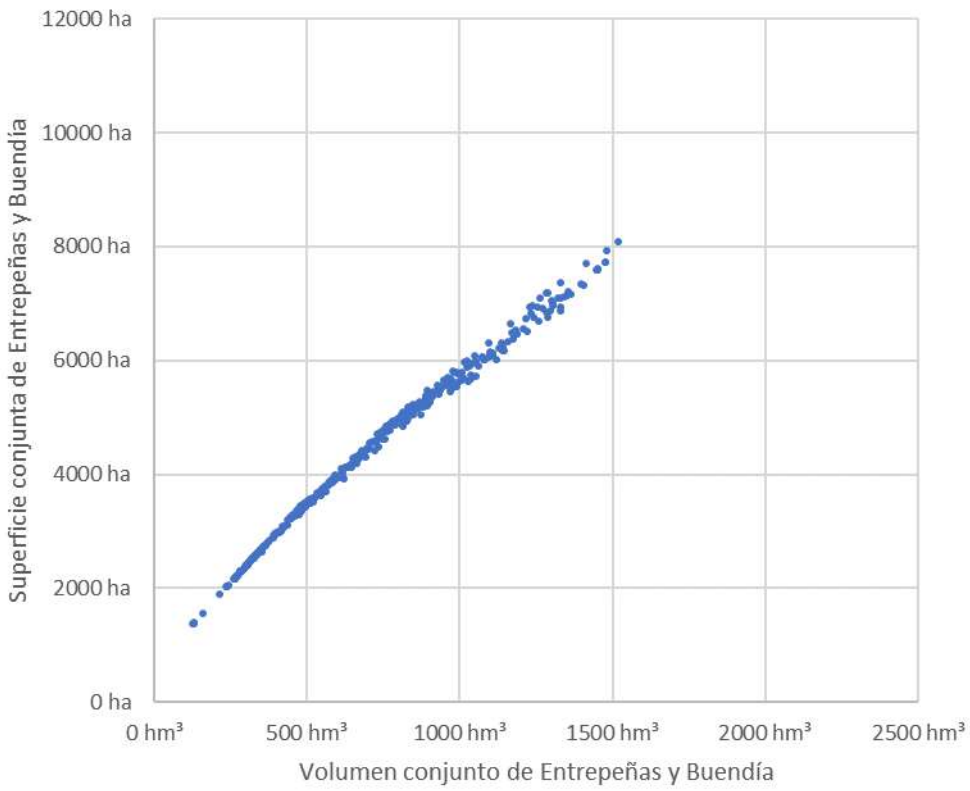


Figura 123. Relación entre la suma de volúmenes y la suma de superficies de los valores registrados en los embalses de Entrepeñas y Buendía entre octubre de 1980 y septiembre de 2012

Se observa que, a pesar de la potencial disparidad de valores, en la práctica se puede establecer una relación entre la superficie y volumen conjuntos con poco error respecto a la no consideración de la situación relativa en cada embalse.

Para encuadrar esta Figura 123 con la Figura 122, se muestra en las tablas siguientes la relación entre superficie y volumen en las hipótesis de igual porcentaje de llenado e igual volumen de llenado:

Tabla 13. Superficie y volumen de Entrepeñas y Buendía (EyB) para un mismo nivel de llenado en cada embalse

%Vol	Volumen Entrepeñas	Superficie Entrepeñas	Volumen Buendía	Superficie Buendía	Volumen de EyB	Superficie EyB
0%	0,00 hm³	0,00 ha	0,00 hm³	0,00 ha	0,00 hm³	0,00 ha
10%	80,26 hm³	627,59 ha	165,10 hm³	1446,25 ha	245,36 hm³	2073,84 ha
20%	160,51 hm³	1094,40 ha	330,20 hm³	2406,07 ha	490,71 hm³	3500,47 ha
30%	240,77 hm³	1441,36 ha	495,30 hm³	3281,17 ha	736,07 hm³	4722,53 ha
40%	321,02 hm³	1741,59 ha	660,40 hm³	4095,38 ha	981,42 hm³	5836,96 ha
50%	401,28 hm³	2005,58 ha	825,50 hm³	4893,89 ha	1226,78 hm³	6899,47 ha
60%	481,54 hm³	2265,67 ha	990,60 hm³	5597,12 ha	1472,14 hm³	7862,79 ha
70%	561,79 hm³	2510,67 ha	1155,70 hm³	6300,35 ha	1717,49 hm³	8811,02 ha
80%	642,05 hm³	2755,68 ha	1320,80 hm³	6975,55 ha	1962,85 hm³	9731,23 ha
90%	722,30 hm³	2988,96 ha	1485,90 hm³	7595,09 ha	2208,20 hm³	10584,05 ha
100%	802,56 hm³	3211,22 ha	1651,00 hm³	8214,62 ha	2453,56 hm³	11425,84 ha

Tabla 14. Superficie y volumen de Entrepeñas y Buendía (EyB) para un mismo volumen en Entrepeñas que en Buendía hasta que se alcance la máxima capacidad en Entrepeñas

%Vol	Volumen Entrepeñas	Superficie Entrepeñas	Volumen Buendía	Superficie Buendía	Volumen de EyB	Superficie de EyB
0%	0,00 hm³	0,00 ha	0,00 hm³	0,00 ha	0,00 hm³	0,00 ha
10%	122,68 hm³	872,99 ha	122,68 hm³	1185,28 ha	245,36 hm³	2058,27 ha
20%	245,36 hm³	1461,09 ha	245,36 hm³	1923,07 ha	490,71 hm³	3384,16 ha
30%	368,03 hm³	1896,22 ha	368,03 hm³	2606,61 ha	736,07 hm³	4502,83 ha
40%	490,71 hm³	2293,68 ha	490,71 hm³	3256,85 ha	981,42 hm³	5550,53 ha
50%	613,39 hm³	2668,19 ha	613,39 hm³	3864,26 ha	1226,78 hm³	6532,45 ha
60%	736,07 hm³	3027,08 ha	736,07 hm³	4467,38 ha	1472,14 hm³	7494,46 ha
70%	802,56 hm³	3211,22 ha	914,93 hm³	5274,82 ha	1717,49 hm³	8486,04 ha
80%	802,56 hm³	3211,22 ha	1160,29 hm³	6319,89 ha	1962,85 hm³	9531,11 ha
90%	802,56 hm³	3211,22 ha	1405,64 hm³	7293,92 ha	2208,20 hm³	10505,14 ha
100%	802,56 hm³	3211,22 ha	1651,00 hm³	8214,62 ha	2453,56 hm³	11425,84 ha

Tomando la relación volumen-superficie de estas tablas, y dibujándola sobre la Figura 123 se tiene la siguiente figura:

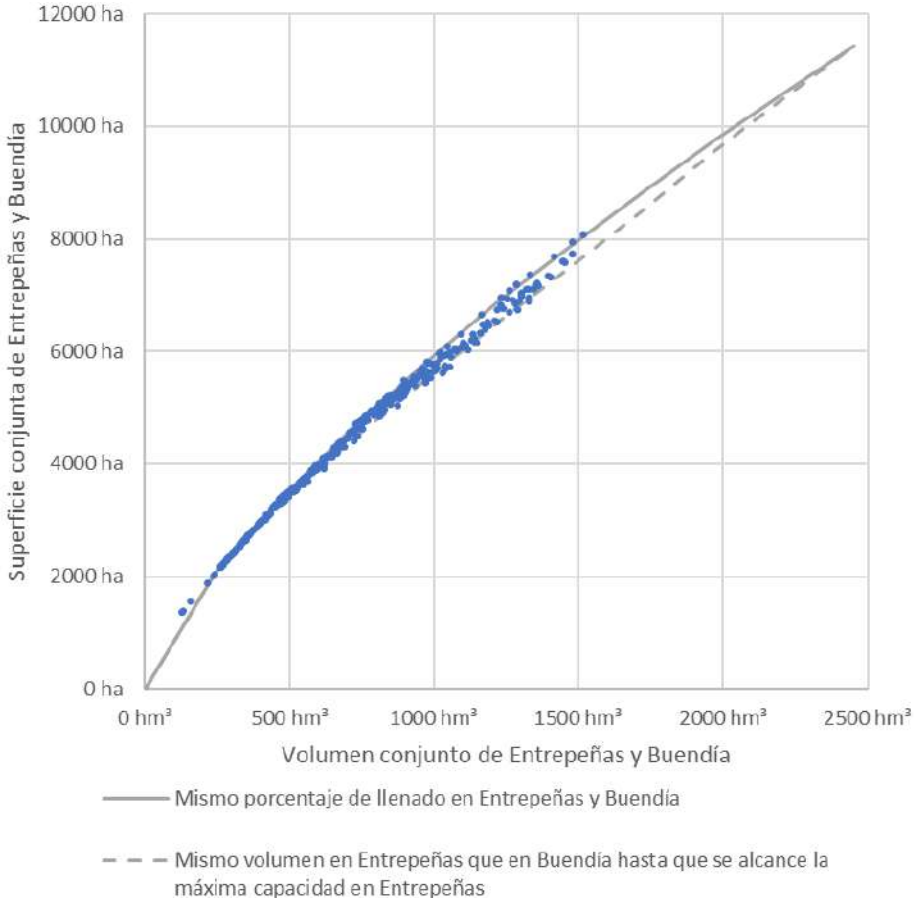


Figura 124 Relación entre la suma de volúmenes y la suma de superficies de los valores registrados en los embalses de Entrepeñas y Buendía entre octubre de 1980 y septiembre de 2012. En línea continua se dibuja la representación de la hipótesis de que se mantiene el porcentaje de llenado en los dos embalses. En línea a trazos, la hipótesis de un volumen igual en los dos embalses hasta que se llena Entrepeñas.

Considerar una u otra curva, o un ajuste de los valores observados, dará en la práctica valores similares. Para los efectos del cálculo de la evaporación se va a considerar la curva correspondiente al mismo porcentaje de llenado en los dos embalses, pues además de su simplicidad conceptual, da unos valores en el rango superior de los registrados.

A su vez, esta curva definida de manera paramétrica tiene un muy buen ajuste por una función potencial. Así, si se denomina:

- S: la superficie conjunta en Entrepeñas y Buendía
- V: el volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía

A partir de los valores de la Tabla 13 se rellena la siguiente tabla para el cálculo de la regresión:

Tabla 15. Logaritmos neperianos con los parámetros de la recta de regresión entre la Superficie y volumen de Entrepeñas y Buendía (EyB) para un mismo nivel de llenado en cada embalse

V	S	ln(V)	ln(S)
245,36 hm³	2073,84 ha	5,50271	7,63716
490,71 hm³	3500,47 ha	6,19586	8,16065
736,07 hm³	4722,53 ha	6,60132	8,46010
981,42 hm³	5836,96 ha	6,88900	8,67197
1226,78 hm³	6899,47 ha	7,11215	8,83920
1472,14 hm³	7862,79 ha	7,29447	8,96990
1717,49 hm³	8811,02 ha	7,44862	9,08376
1962,85 hm³	9731,23 ha	7,58215	9,18310
2208,20 hm³	10584,05 ha	7,69993	9,26710
2453,56 hm³	11425,84 ha	7,80530	9,34363
	Media	7,01315	8,76166
	Varianza	0,48359	0,26496
	Desviación típica	0,69541	0,51474
	Covarianza		0,35795
	Coeficiente de correlación		0,99998
	Pendiente recta		0,740186
	Término independiente		3,57062

Quedando la recta de regresión como:

$$\ln(S) = 3{,}57062 + 0{,}740186 \cdot \ln(V) \qquad (1)$$

Despejando y deshaciendo los logaritmos queda la expresión:

$$S = 35{,}5386 \cdot V^{0{,}740186} \qquad (2)$$

Estudio batimétrico de mayo de 2018

La Confederación Hidrográfica del Tajo colgó en su página en junio de 2018 el *Estudio batimétrico de los embalses de Entrepeñas y Buendía* (Tragasatec, 2018), resultado de unos trabajos realizados por la empresa pública Tragsatec para la reevaluar la capacidad de almacenamiento real de Entrepeñas y Buendía.

En la página 44 del estudio se facilitan las siguientes curvas de relación cota-volumen:

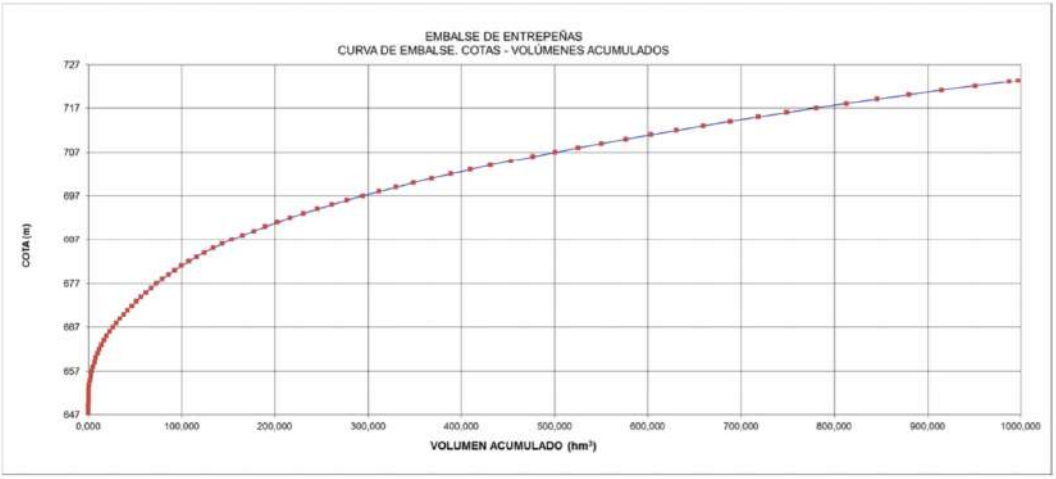


Figura 125. Relación cota-volumen en el embalse de Entrepeñas, copiada del "Estudio batimétrico de los embalses de Entrepeñas y Buendía" (Tragasatec, 2018)

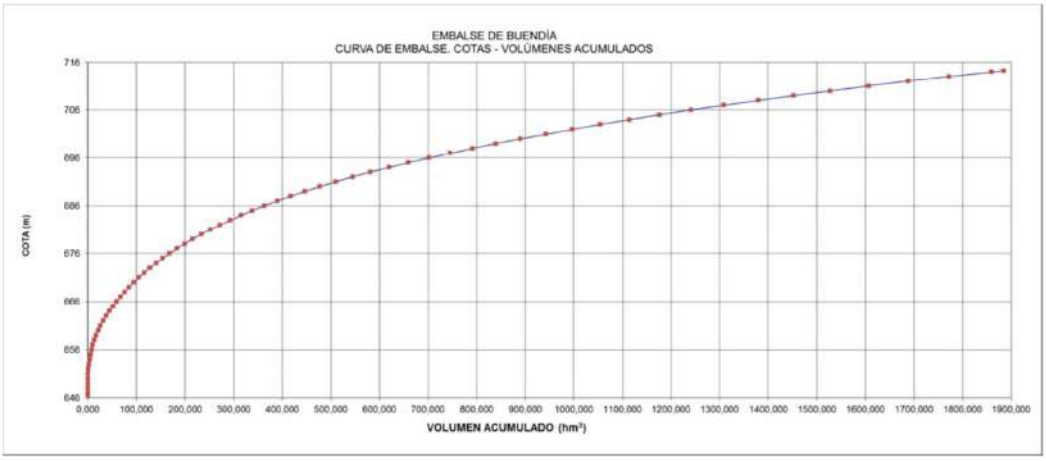


Figura 126. Relación cota-volumen en el embalse de Buendía, copiada del "Estudio batimétrico de los embalses de Entrepeñas y Buendía" (Tragasatec, 2018)

Estas curvas son suministradas únicamente de esta manera gráfica en el documento, lo que dificulta su tratamiento numérico y empleo. Para poder compararlas con las planteadas anteriormente, se recurre a un procedimiento algo rudimentario, consistente en dibujar unas gráficas con las curvas que se disponían antes en la misma escala que estas gráficas, y superponerlas. A continuación, se muestran los resultados:

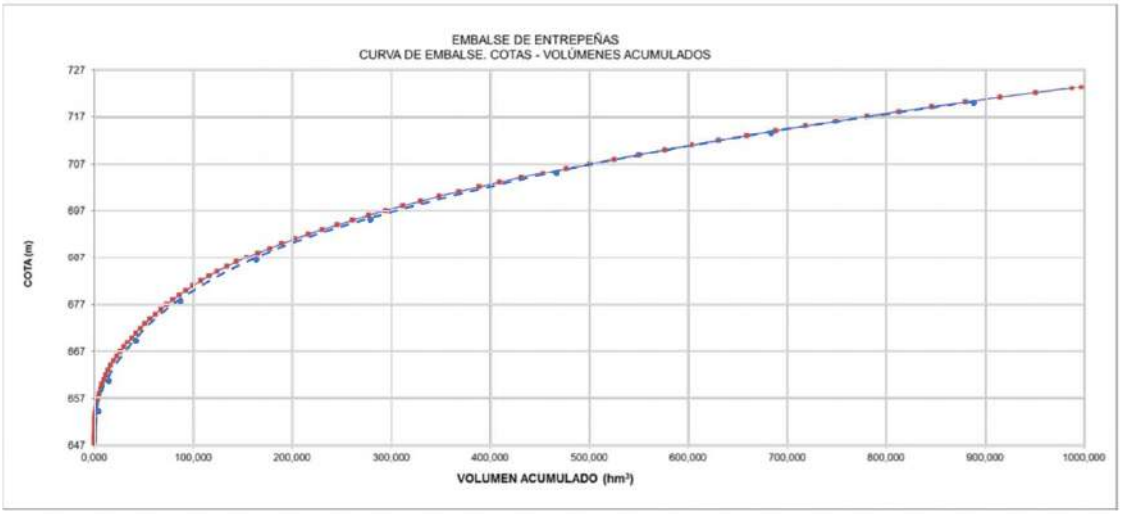


Figura 127. Superposición de la curva característica de Entrepeñas (en azul, a trazos) facilitada en "Plan de fomento de uso público y adecuación medioambiental del entorno de los embalses de Entrepeñas y Buendía (Guadalajara y Cuenca)" (Infraestructuras y Ecología S.L. (Infraeco), 2007) sobre la Figura 125

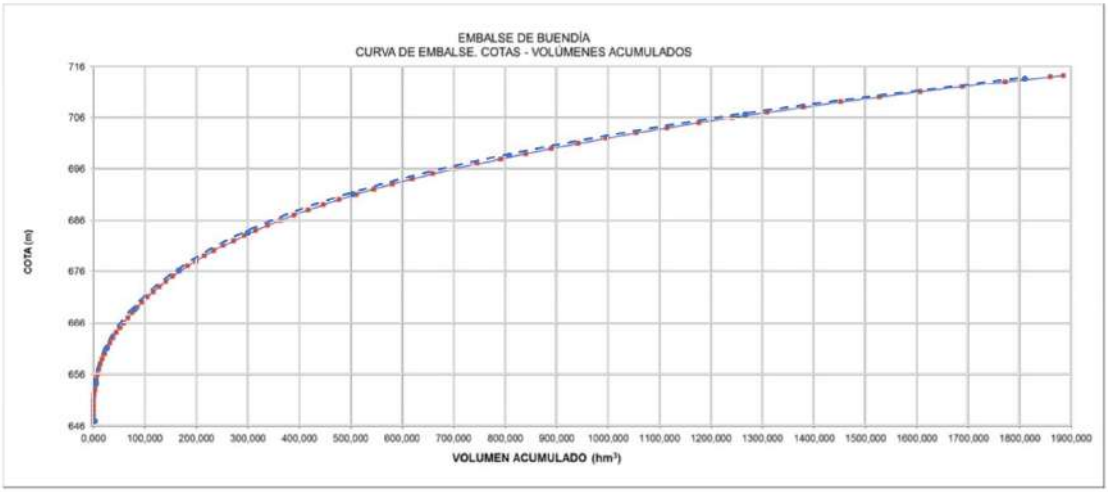


Figura 128. Superposición de la curva característica de Buendía (en azul, a trazos) facilitada en "Plan de fomento de uso público y adecuación medioambiental del entorno de los embalses de Entrepeñas y Buendía (Guadalajara y Cuenca)" (Infraestructuras y Ecología S.L. (Infraeco), 2007) sobre la Figura 126

En estas superposiciones se aprecia como las curvas no son exactamente iguales, si bien, en su escala, no se aprecian grandes diferencias, especialmente en los valores altos de llenado. Sí pueden ser apreciables en la parte baja de las curvas, que puede dar alguna diferencia significativa en alguna cota determinada. Puede tener efecto en la gestión en algún momento determinado, pero a efecto de este trabajo las diferencias son mínimas. Así, aunque estas curvas hayan entrado en servicio el 1/12/2018, ante la falta de definición numérica de las curvas en (Tragasatec, 2018), y que en la práctica parecen muy similares a las de (Infraestructuras y Ecología S.L. (Infraeco), 2007), se consideran estas últimas para este trabajo[109].

[109] Según los datos facilitados por el SAIH del Tajo, el 1/12/2018 a las 0:00 h, momento de la adopción de las nuevas curvas características, el volumen en Entrepeñas pasó de ser 320,79 hm³ (curvas anteriores) a 314,96 hm³ (nuevas curvas), mientras que en el embalse de Buendía pasó de 291,83 hm³ a 310,13 hm³. Entre los dos embalses supone que se incrementó la valoración de las reservas embalsadas en prácticamente 12 hm³. El cambio tuvo una importancia puntual sobre la valoración de la situación del ATS en el mes de diciembre de 2018, pero a efectos globales supone menos del 5 por mil de la capacidad de almacenamiento de los embalses. A efectos de este trabajo, el efecto de considerar unas u otras curvas características es prácticamente inapreciable.

An.2B. Estimación de la evaporación

La evaporación en Entrepeñas y Buendía no es despreciable. Se trata de un fenómeno físico de cierta complejidad, en el que intervienen diversos factores (radiación solar, viento, superficie de lámina de agua). No obstante, a los efectos que nos ocupa, puede estimarse de manera aproximada teniendo en cuenta únicamente el mes en que se calcula y la superficie de lámina de agua a la que se encuentran los embalses.

El apartado "2.7 Evaporación y pérdidas en los embalses" de *JE2013* realiza un análisis de las distintas fuentes para estima la evaporación anual y en cada mes, proponiendo el empleo de la siguiente tabla:

Tabla 16. Distribución mensual de la evaporación en Entrepeñas y Buendía. Tabla 10 de *JE2013*

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Total
Evaporación (%)	5,5	2,7	1,7	2,2	3,5	6,7	9,3	12,2	15,2	17	14,5	9,5	100
Cuantía (mm)	61	30	19	24	39	74	102	134	167	187	160	105	1100

A efectos de cálculo de este trabajo, se asume esta tabla para estimar la evaporación y su distribución mensual. La operativa es, para cada mes en la que se quiera estimar, multiplicar el valor correspondiente a cada mes por la superficie de lámina libre. Esta superficie puede ser estimada a partir del volumen de embalse, como se indica *ut supra*. Como ejemplo, y también como guía de los valores alcanzados, se muestra a continuación el resultado de aplicarlo a volúmenes en Entrepeñas y Buendía con incremento de 100 hm³:

Tabla 17. Estimación de la evaporación mensual por meses y niveles de embalse en Entrepeñas y Buendía. Valores en hm³

Volumen	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**0**
100	0,6	0,3	0,2	0,3	0,4	0,8	1,1	1,4	1,8	2,0	1,7	1,1	**12**
200	1,1	0,5	0,3	0,4	0,7	1,3	1,8	2,4	3,0	3,4	2,9	1,9	**20**
300	1,5	0,7	0,5	0,6	0,9	1,8	2,5	3,3	4,1	4,5	3,9	2,5	**27**
400	1,8	0,9	0,6	0,7	1,2	2,2	3,1	4,0	5,0	5,6	4,8	3,1	**33**
500	2,1	1,1	0,7	0,9	1,4	2,6	3,6	4,7	5,9	6,6	5,6	3,7	**39**
600	2,4	1,2	0,8	1,0	1,6	3,0	4,1	5,4	6,8	7,6	6,5	4,2	**45**
700	2,7	1,3	0,8	1,1	1,7	3,3	4,6	6,1	7,6	8,5	7,2	4,7	**50**
800	3,0	1,5	0,9	1,2	1,9	3,7	5,1	6,7	8,4	9,4	8,0	5,2	**55**
900	3,3	1,6	1,0	1,3	2,1	4,0	5,6	7,3	9,1	10,2	8,7	5,7	**60**
1000	3,6	1,8	1,1	1,4	2,3	4,4	6,0	7,9	9,9	11,0	9,4	6,2	**65**
1100	3,8	1,9	1,2	1,5	2,4	4,7	6,5	8,5	10,6	11,9	10,1	6,6	**70**
1200	4,1	2,0	1,3	1,6	2,6	5,0	6,9	9,1	11,3	12,6	10,8	7,1	**74**
1300	4,3	2,1	1,3	1,7	2,8	5,3	7,3	9,6	12,0	13,4	11,4	7,5	**79**
1400	4,6	2,2	1,4	1,8	2,9	5,6	7,7	10,2	12,7	14,2	12,1	7,9	**83**
1500	4,8	2,4	1,5	1,9	3,1	5,9	8,2	10,7	13,3	14,9	12,7	8,3	**88**
1600	5,1	2,5	1,6	2,0	3,2	6,2	8,6	11,2	14,0	15,6	13,3	8,7	**92**
1700	5,3	2,6	1,6	2,1	3,4	6,4	8,9	11,7	14,6	16,4	14,0	9,1	**96**
1800	5,5	2,7	1,7	2,2	3,5	6,7	9,3	12,2	15,3	17,1	14,6	9,5	**100**
1900	5,7	2,8	1,8	2,3	3,7	7,0	9,7	12,7	15,9	17,8	15,1	9,9	**104**
2000	6,0	2,9	1,8	2,4	3,8	7,3	10,1	13,2	16,5	18,4	15,7	10,3	**109**
2100	6,2	3,0	1,9	2,5	3,9	7,5	10,5	13,7	17,1	19,1	16,3	10,7	**113**
2200	6,4	3,1	2,0	2,6	4,1	7,8	10,8	14,2	17,7	19,8	16,9	11,1	**116**
2300	6,6	3,2	2,0	2,6	4,2	8,1	11,2	14,7	18,3	20,5	17,4	11,4	**120**
2400	6,8	3,4	2,1	2,7	4,3	8,3	11,5	15,2	18,9	21,1	18,0	11,8	**124**
2500	7,0	3,5	2,2	2,8	4,5	8,6	11,9	15,6	19,5	21,8	18,6	12,2	**128**

A modo de ilustración, en la siguiente figura se muestra la evaporación que se tendría en un año si el nivel se mantuviera constante:

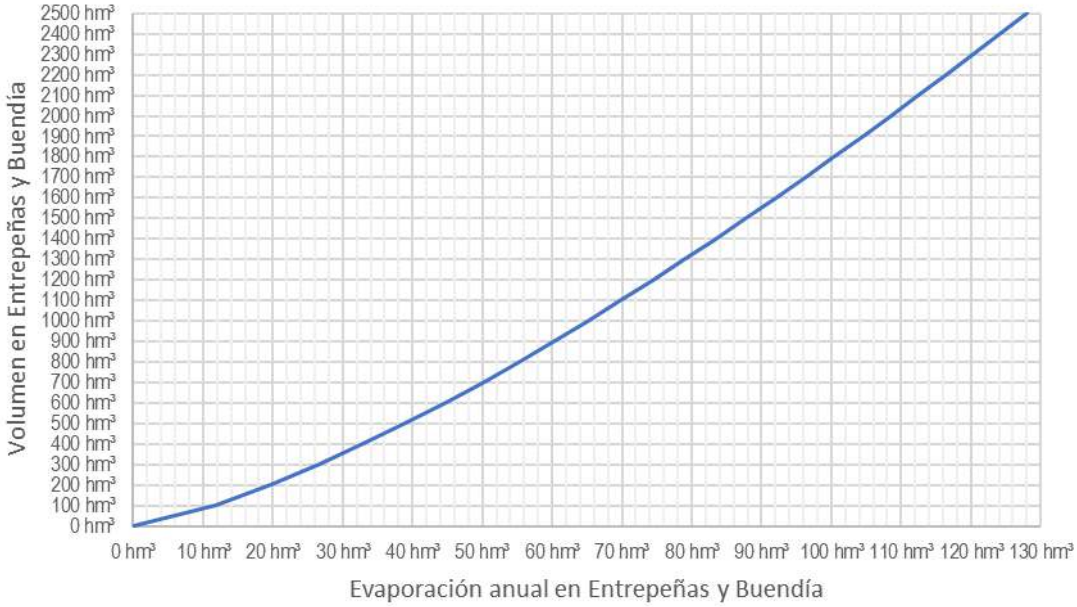


Figura 129. Relación entre la evaporación estimada y el nivel de llenado en Entrepeñas y Buendía, en el supuesto de niveles constantes de embalse a lo largo del año

Esta gráfica tiene poco interés para el cálculo, pues la premisa en la que se basa —nivel constante en Entrepeñas y Buendía durante todo el año— no se da en la práctica. Sin embargo, tiene interés para reflexionar sobre la importancia de la evaporación y su influencia en la modelización. Teniendo en cuenta que se trata de una pérdida, un proceso de optimización tenderá a minimizarla, algo que se consigue manteniendo los niveles de embalse bajos.

An.2C. Aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía

Se dispone de una serie de aportaciones amplia, de más de 100 años, en Entrepeñas y Buendía, si bien su formación es heterogénea, con dos fuentes distintas:

- 1913-1954: aportaciones estimadas en el anteproyecto del ATS, previas al llenado de Entrepeñas y Buendía.
- Desde 1954: aportaciones de entrada a los embalses de Entrepeñas y Buendía. Hasta septiembre de 2015 se han tomado las que figuran en el anuario de aforos del CEDEX. A partir de esa fecha, se han calculado a partir del dato de la aportación acumulada en 12 meses que facilita la Confederación Hidrográfica del Tajo en los informes de sequía. Se han tenido en cuenta los valores aforados en el canal de trasvase de Entrepeñas a Buendía, que se han restado de la suma de la entrada, puesto que computan como entradas al embalse de Buendía pero provienen de dentro del conjunto de los dos embalses.

Aguas arriba de Entrepeñas y Buendía las detracciones de agua son de escaso volumen, sin grandes cambios en el tiempo, salvo la refrigeración de la central nuclear de Trillo, que empezó a funcionar en 1998. Como la finalidad de la serie no es reconstruir lo que ocurrió en el pasado, sino poder realizar simulaciones de comportamiento del sistema ante una serie de aportaciones similar, se ha homogeneizado la serie mediante la sustracción de 20,51 hm³/año a las aportaciones anteriores a 1988, correspondientes al consumo neto estimado (toma menos retorno) de la refrigeración de la central.

Tabla 18. Aportaciones en los embalses de Entrepeñas y Buendía

Año hidrológico	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
1913-1914	110,7	205,8	78,9	62,3	103,4	149,9	94,0	75,8	52,4	40,0	30,6	27,7	**1 031,4**
1914-1915	36,8	35,8	202,2	360,7	301,2	324,0	247,2	233,6	161,6	81,2	62,9	62,9	**2 110,1**
1915-1916	52,4	81,9	240,2	137,2	183,6	626,0	373,0	17,2	96,6	78,6	62,8	51,8	**2 001,2**
1916-1917	38,3	67,4	446,5	203,0	326,7	322,3	266,9	220,3	169,5	85,2	47,7	49,9	**2 243,6**
1917-1918	49,0	46,0	43,9	76,8	51,5	49,4	220,0	95,7	57,4	42,0	31,6	38,0	**801,2**
1918-1919	44,9	43,4	46,6	105,0	422,0	386,4	407,2	105,5	114,0	64,9	50,9	59,8	**1 850,8**
1919-1920	148,1	332,9	158,1	208,6	173,3	275,2	225,1	128,5	98,9	60,9	47,5	40,6	**1 897,8**
1920-1921	52,1	62,5	104,1	91,7	88,5	82,8	55,5	77,5	134,8	53,0	35,8	41,3	**879,5**
1921-1922	43,3	34,2	50,4	88,2	108,9	125,7	191,2	105,9	73,3	45,1	36,3	43,7	**946,0**
1922-1923	55,3	70,6	62,5	86,0	114,9	134,9	209,7	82,2	64,7	62,9	37,9	40,2	**1 021,8**
1923-1924	34,1	111,3	185,8	140,4	249,1	481,3	373,9	125,2	73,1	50,3	41,9	42,8	**1 909,2**
1924-1925	41,2	40,6	82,5	49,6	101,1	132,8	134,9	93,4	92,6	54,3	35,8	30,2	**889,0**
1925-1926	33,3	58,6	266,7	107,8	355,9	151,7	189,8	188,0	72,7	54,7	39,8	39,1	**1 558,0**
1926-1927	53,5	318,6	219,0	95,4	93,1	219,2	126,7	101,0	65,4	50,0	33,5	29,8	**1 405,1**
1927-1928	33,5	59,1	330,0	164,7	93,6	298,5	368,5	268,2	112,0	70,7	51,5	62,2	**1 912,4**
1928-1929	61,9	62,2	50,4	65,4	110,4	106,2	70,3	126,7	76,9	52,8	36,4	40,2	**859,7**
1929-1930	39,5	45,4	90,1	133,4	206,3	257,4	207,1	198,4	254,4	98,4	60,5	45,2	**1 636,2**
1930-1931	47,8	43,7	64,6	111,8	49,2	180,7	101,6	62,2	41,7	30,6	25,4	25,2	**784,6**
1931-1932	39,9	95,9	46,9	41,1	38,7	95,0	119,9	111,6	73,4	55,6	44,7	74,1	**837,0**
1932-1933	44,4	56,2	175,7	171,2	128,2	189,5	112,0	81,6	142,7	54,7	41,1	39,8	**1 237,1**
1933-1934	41,1	65,9	101,8	101,4	80,9	171,5	286,9	172,7	70,2	35,0	41,1	39,8	**1 208,3**
1934-1935	41,1	61,6	238,3	116,0	33,3	238,2	76,5	168,3	129,9	62,8	52,1	43,9	**1 262,0**
1935-1936	38,5	58,4	147,6	311,0	354,2	323,1	279,6	215,7	138,4	121,0	83,9	68,2	**2 139,5**
1936-1937	68,6	66,4	64,9	150,4	301,5	513,7	291,6	131,4	120,8	68,1	55,2	50,8	**1 883,4**
1937-1938	248,5	367,6	255,8	239,3	161,0	142,4	105,3	164,4	108,9	97,8	60,0	36,1	**1 987,1**
1938-1939	28,0	23,8	50,6	130,5	116,3	122,7	146,8	77,9	67,9	54,2	44,7	47,7	**911,1**
1939-1940	107,7	156,4	101,1	210,5	297,6	150,2	107,2	161,4	94,9	75,0	58,5	33,9	**1 554,4**
1940-1941	61,6	140,5	78,8	393,9	281,6	466,2	151,3	149,8	59,8	52,3	73,6	59,9	**1 969,3**
1941-1942	59,8	69,2	73,7	72,3	58,7	132,5	171,1	192,5	75,1	56,3	65,9	61,8	**1 089,0**
1942-1943	64,1	107,0	95,9	180,6	188,5	109,2	105,8	103,1	64,4	61,6	57,8	57,5	**1 195,3**
1943-1944	48,5	46,1	63,0	59,2	51,3	48,1	81,7	89,7	75,6	60,1	52,9	49,9	**726,1**
1944-1945	50,8	48,3	50,2	55,0	51,4	35,2	24,3	31,1	38,8	29,9	21,5	16,0	**452,3**
1945-1946	22,0	26,6	126,4	75,2	52,0	187,8	216,5	394,0	134,5	64,8	48,2	45,9	**1 393,7**
1946-1947	43,9	41,4	43,6	41,9	436,0	745,7	307,0	209,1	107,0	70,5	71,5	62,5	**2 180,1**
1947-1948	74,9	55,5	88,4	366,3	263,3	154,9	112,1	134,1	87,8	51,0	41,8	38,2	**1 468,2**
1948-1949	41,6	39,4	41,6	42,8	31,9	32,6	25,8	34,1	31,0	21,3	12,8	51,0	**406,0**
1949-1950	68,2	57,5	45,7	45,8	49,7	50,0	38,9	33,2	26,6	15,3	18,0	17,6	**466,4**
1950-1951	20,9	23,9	74,0	124,3	306,0	570,1	168,6	248,6	116,6	61,8	10,9	46,3	**1 772,2**
1951-1952	61,2	182,8	97,9	83,0	120,9	132,1	225,9	93,9	90,2	50,6	36,1	39,2	**1 213,8**
1952-1953	55,7	47,4	52,4	93,1	44,8	26,0	22,9	26,3	30,4	33,7	30,0	28,4	**490,9**
1953-1954	42,6	30,2	35,1	33,2	24,7	51,3	24,4	24,7	23,5	20,4	20,1	21,3	**351,5**
1954-1955	26,6	23,6	35,6	129,8	246,1	166,4	71,8	47,2	45,7	25,5	30,6	25,1	**873,9**
1955-1956	37,1	45,9	232,5	148,7	78,1	230,2	253,1	278,0	211,3	73,6	60,0	69,8	**1 718,2**
1956-1957	61,9	48,2	48,0	47,8	71,5	67,4	59,3	115,3	103,9	52,2	37,4	43,8	**756,6**
1957-1958	58,9	54,7	54,7	74,8	95,4	115,0	164,0	72,2	54,6	39,7	39,0	31,5	**854,4**
1958-1959	26,4	30,6	208,7	114,1	69,9	201,9	109,5	123,3	89,5	49,5	46,6	59,5	**1 129,4**
1959-1960	56,6	83,9	410,8	386,8	333,6	163,1	233,6	132,5	135,3	81,0	52,3	54,1	**2 123,5**
1960-1961	267,9	298,0	187,6	265,3	153,9	109,1	97,9	73,1	69,0	50,2	58,5	83,2	**1 713,6**
1961-1962	64,9	196,5	194,7	304,5	132,9	290,4	136,2	139,1	116,2	66,6	58,7	52,1	**1 752,7**
1962-1963	67,3	72,7	75,3	296,8	349,6	289,6	322,5	138,3	97,0	69,6	57,9	68,4	**1 904,9**
1963-1964	67,8	326,9	284,0	151,9	326,5	338,5	229,3	120,3	112,3	86,9	67,4	60,1	**2 171,8**
1964-1965	57,3	58,0	60,4	75,4	83,6	265,7	100,8	62,4	44,1	31,1	34,5	34,1	**907,3**
1965-1966	87,0	227,5	190,9	514,4	410,0	276,3	275,4	142,8	138,3	79,6	60,8	65,8	**2 468,7**
1966-1967	94,0	153,6	98,9	98,4	145,1	160,3	132,8	103,2	65,5	48,2	36,4	36,3	**1 172,6**
1967-1968	50,0	73,3	52,1	52,2	129,8	124,3	148,6	108,3	58,3	44,3	43,5	40,3	**924,9**
1968-1969	33,7	38,2	113,6	133,8	169,8	536,2	227,4	248,2	152,2	84,4	58,8	69,5	**1 865,7**
1969-1970	63,7	104,5	92,8	476,0	175,8	116,7	101,2	100,9	75,2	54,2	51,2	40,6	**1 452,7**

Año hidrológico	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
1970-1971	37,9	46,5	43,0	84,6	69,2	95,1	182,9	338,0	305,9	123,6	75,9	61,6	**1 464,1**
1971-1972	66,0	52,3	59,1	79,7	307,7	212,2	114,0	80,1	62,0	47,4	38,4	76,4	**1 195,2**
1972-1973	73,0	130,4	135,4	165,2	115,4	101,0	70,6	79,5	80,5	57,1	44,8	38,7	**1 091,5**
1973-1974	44,1	47,4	55,8	120,1	136,5	143,7	152,7	129,4	70,9	64,5	51,7	41,4	**1 058,1**
1974-1975	40,0	39,5	42,0	39,8	47,1	63,4	91,6	98,9	131,6	63,9	58,5	42,1	**758,3**
1975-1976	44,0	44,2	37,8	32,3	48,0	43,5	55,7	47,3	47,8	48,4	44,8	33,3	**527,0**
1976-1977	38,0	66,4	108,2	363,8	344,7	215,8	120,9	96,3	96,9	65,8	52,6	42,1	**1 611,4**
1977-1978	49,3	38,9	101,4	95,2	241,9	345,0	164,9	205,0	130,5	76,8	54,7	47,8	**1 551,3**
1978-1979	43,8	40,5	82,7	238,1	406,2	242,4	261,2	130,1	138,8	86,1	61,6	58,8	**1 790,2**
1979-1980	94,4	108,2	77,8	74,7	69,9	98,4	91,7	119,3	88,7	60,9	49,4	37,5	**970,8**
1980-1981	34,8	39,6	34,1	27,1	31,6	40,8	49,3	76,7	48,0	41,4	35,6	24,5	**483,4**
1981-1982	26,6	20,6	59,2	95,8	46,4	56,0	46,0	48,8	85,3	58,6	43,8	29,5	**616,5**
1982-1983	32,7	40,6	42,2	40,4	31,6	34,6	32,5	49,6	49,4	51,0	35,1	33,3	**472,9**
1983-1984	31,5	26,0	43,1	40,8	45,8	68,8	121,9	219,6	188,1	74,4	63,5	42,1	**965,5**
1984-1985	41,4	95,4	98,1	121,8	183,3	136,5	124,5	97,1	72,2	52,7	37,2	39,5	**1 099,6**
1985-1986	35,0	37,4	39,0	51,8	179,8	134,0	105,2	107,8	57,6	42,5	29,7	27,1	**846,8**
1986-1987	30,9	28,7	30,6	59,4	114,6	79,8	139,7	64,8	40,9	47,9	31,2	29,9	**698,3**
1987-1988	42,0	40,2	105,7	135,8	136,3	72,2	102,0	161,6	180,6	144,7	66,0	50,2	**1 237,2**
1988-1989	49,5	35,1	42,1	45,6	41,0	68,3	104,2	100,4	122,5	58,8	59,6	34,3	**761,4**
1989-1990	32,4	37,3	119,6	81,2	68,0	53,8	49,6	39,7	33,3	31,1	26,8	37,5	**610,3**
1990-1991	40,9	63,2	63,5	55,9	56,9	151,8	148,4	77,3	50,8	42,2	34,4	41,8	**827,1**
1991-1992	49,1	44,1	50,7	33,0	32,3	31,9	89,5	50,4	47,1	34,7	26,0	23,9	**512,7**
1992-1993	38,8	47,2	64,9	40,4	28,9	31,7	28,8	56,8	46,7	28,0	25,7	24,5	**462,4**
1993-1994	62,2	78,3	43,0	112,2	65,7	62,3	43,0	37,2	26,1	30,4	22,2	19,3	**601,9**
1994-1995	30,6	46,9	30,8	38,5	52,0	46,5	31,1	34,3	37,6	23,7	19,0	12,7	**403,7**
1995-1996	17,2	21,4	98,6	288,2	167,2	76,5	85,4	115,4	58,6	40,4	35,9	31,1	**1 035,9**
1996-1997	25,0	51,3	221,1	414,1	147,5	94,3	74,9	63,4	64,8	49,0	40,7	32,1	**1 278,2**
1997-1998	29,7	96,0	260,3	209,0	121,4	78,7	81,1	131,0	101,1	50,8	38,0	32,0	**1 229,1**
1998-1999	31,3	34,4	36,9	46,1	33,5	44,9	37,5	37,9	30,2	22,3	19,6	29,2	**403,8**
1999-2000	92,9	56,0	54,1	45,8	37,2	36,3	138,4	100,5	41,3	32,0	27,0	21,4	**682,9**
2000-2001	23,1	48,6	135,5	314,2	174,0	352,0	98,6	85,9	41,1	30,8	26,4	37,0	**1 367,2**
2001-2002	40,7	28,6	33,3	37,3	29,1	58,2	63,1	59,2	39,2	31,8	26,5	24,2	**471,2**
2002-2003	29,3	64,1	110,8	204,7	116,0	141,5	135,2	108,6	64,1	42,6	38,1	36,2	**1 091,2**
2003-2004	52,2	87,4	82,2	51,4	66,6	89,9	136,0	205,8	78,9	52,7	41,3	38,1	**982,5**
2004-2005	40,2	33,9	34,3	33,3	32,1	37,7	35,9	31,2	26,2	22,9	19,4	17,0	**364,1**
2005-2006	23,4	23,0	31,9	31,4	35,9	92,8	51,5	35,9	30,0	25,7	19,4	22,3	**423,2**
2006-2007	34,0	36,1	60,2	31,6	75,9	59,8	109,9	79,2	44,5	32,6	26,8	24,3	**614,9**
2007-2008	22,9	22,0	23,1	27,6	23,1	23,3	109,4	75,6	77,2	36,6	26,3	22,6	**489,7**
2008-2009	27,5	42,2	61,2	92,0	135,8	74,1	79,4	56,9	36,6	27,9	25,9	21,2	**680,7**
2009-2010	21,5	20,4	102,1	235,1	177,7	212,6	168,2	148,7	96,1	66,0	47,4	43,4	**1 339,2**
2010-2011	37,1	38,6	85,4	74,9	80,0	115,3	81,0	80,1	62,1	34,4	31,9	26,6	**747,4**
2011-2012	26,2	33,7	28,1	25,2	28,2	30,6	40,4	47,7	29,4	27,4	24,6	19,2	**360,7**
2012-2013	21,7	38,1	34,9	64,5	67,8	239,3	190,9	90,4	54,6	42,8	35,6	30,7	**911,3**
2013-2014	28,0	21,4	36,1	90,5	196,3	106,8	64,7	51,6	41,2	36,5	29,4	27,2	**729,7**
2014-2015	30,2	40,0	51,3	41,2	80,6	64,8	47,3	38,9	33,6	21,7	20,2	18,5	**488,3**
2015-2016	14,3	20,9	18,4	48,6	117,6	107,2	115,9	100,4	51,1	29,2	26,0	22,6	**672,1**
2016-2017	18,6	30,0	25,9	22,2	42,1	40,1	31,3	28,8	26,1	21,7	19,0	12,7	**318,5**

Anejo 3. Complementos de la justificación de excedentes

An.3A. ECE1992-Estudio de cuantificación de excedentes de 1992

Descripción

El *Estudio para la cuantificación de excedentes en la cabecera del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 1992) tenía como finalidad *"simular la gestión de la cabecera de la Cuenca del Tajo, con objeto de cuantificar el volumen de recursos trasvasables a la del Segura. Se ha efectuado tanto en situación actual como futura, contemplando en ésta última diferentes escenarios, con objeto de analizar la sensibilidad del sistema ante distintas actuaciones que podrían llevarse a cabo en el futuro"*.

Es un estudio anterior a JE1998, con escasa divulgación, presentando una concepción radicalmente distinta. No se limita a considerar los usos hasta Aranjuez, sino que llega algo más lejos, a Toledo, como se aprecia en la Figura 130, para contemplar la atención de la zona regable de La Sagra-Torrijos.

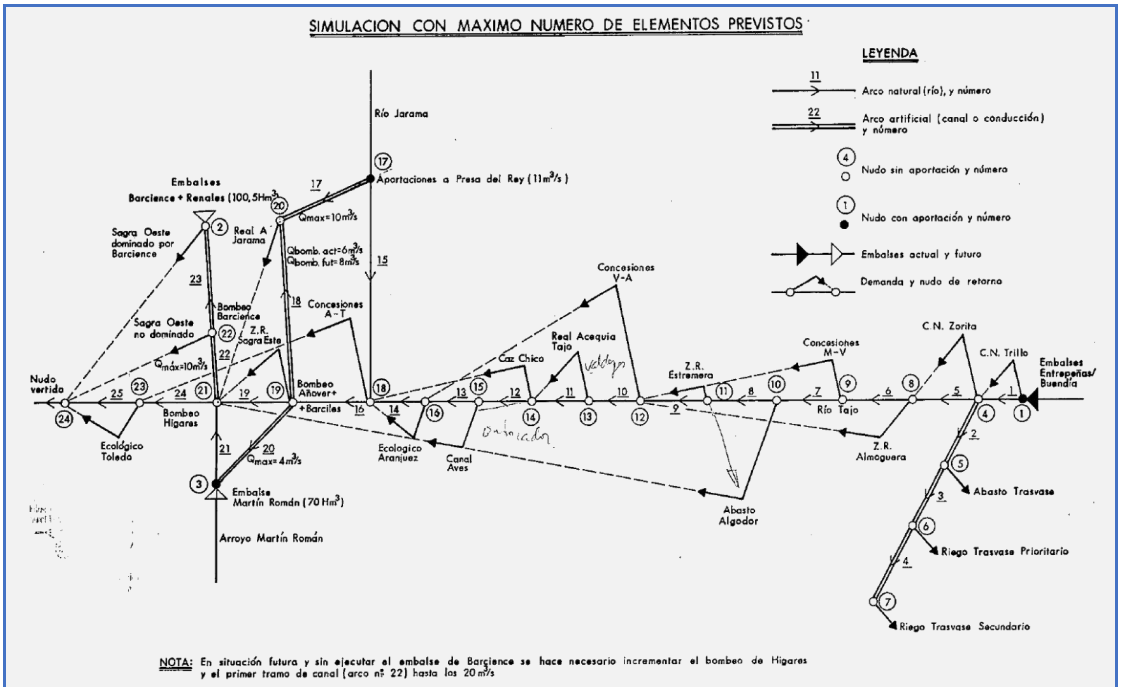


Figura 130. Esquema del modelo de simulación empleado en el *Estudio para la cuantificación de excedentes en la cabecera del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 1992)

En el punto de descripción del sistema analizado se indica:

- Se considera la cuenca propia del Tajo desde su cabecera hasta, aproximadamente, la ciudad de Toledo.
- El Jarama se simplifica a un aporte continuo de 11 m³/s en los meses de verano en el embalse del Rey, arranque de la Real Acequia del Jarama[110]. Este caudal supone 347 hm³/año (11 m³/s x 12 meses).

[110] Justificación del documento: *"Tal caudal proviene de las estaciones depuradoras de la capital. Es obvio que en los meses de invierno y primavera el caudal sobrante del subsistema Jarama —como se analiza en apartados posteriores— es muy superior al considerado, pero en todas las hipótesis analizadas el presente sistema no puede utilizarlos por su carencia de regulación. En cambio en los seis meses restantes Madrid y su entorno consumen todos los recursos del Jarama, y si éstos no reutilizan el caudal mencionado es porque deben dejarlo disponible para el suministro de la Real Acequia del Jarama. Tampoco en el futuro parece posible un incremento de los excedentes de verano del subsistema, debido a la elevada apetencia que Madrid y su entorno tienen sobre los mismos"*.

- Los principales recursos provienen de los ríos Tajo y Guadiela, regulados en Entrepeñas y Buendía, con una media de 1190 hm³/año de la serie de 50 años considerada en el estudio.
- Las aportaciones del arroyo Martín Román se estiman en 38 hm³/año, que podrían ser reguladas con un embalse (una de las alternativas del estudio).
- El resto de las aportaciones intermedias del Tajo aguas abajo de los embalses construidos o previstos no se consideran ante su escasa cuantía en épocas de estiaje y la falta de capacidad de regulación para almacenar las aportaciones del invierno.
- Sólo considera como embalses de regulación existentes a Entrepeñas y Buendía, tratados como uno solo al estar conectados. Considera un volumen de 118 hm³ de embalse muerto.
- Se consideran tres posibles embalses: Barcience (91 hm³), Renales (9,5 hm³) y Martín Román (70 hm³). Los dos primeros estarían en cola del canal de la zona regable de La Sagra-Torrijos, y se alimentarían con aguas bombeadas del Tajo y transportadas por el canal. El embalse de Martín Román se planteaba sobre el arroyo homónimo, cerca de su desembocadura al Tajo.

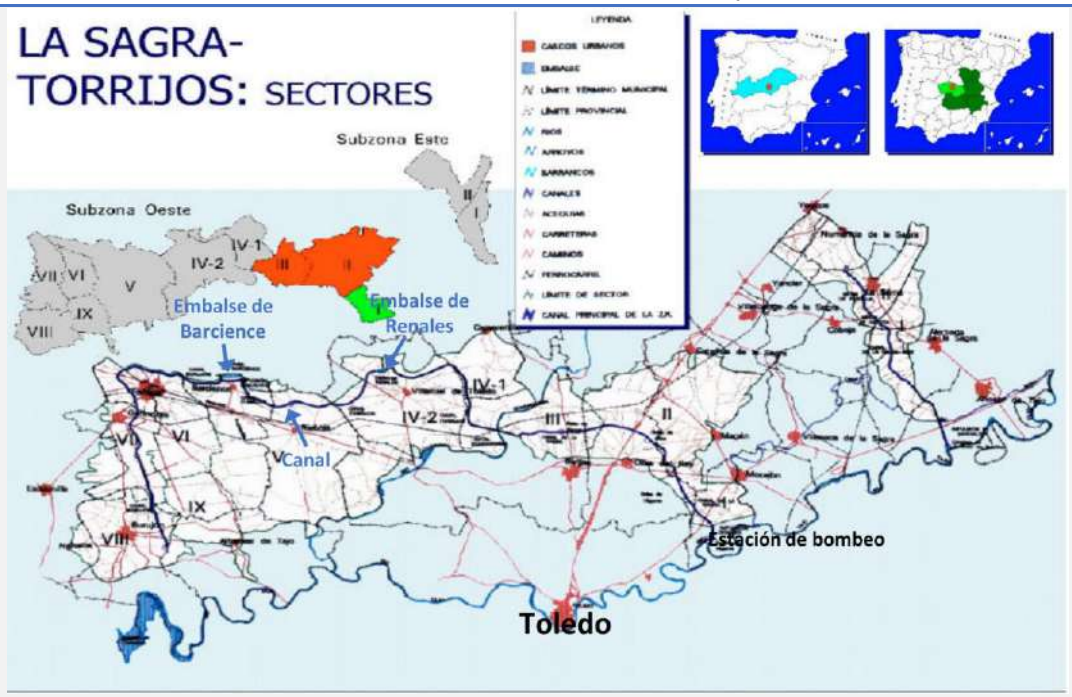


Figura 131. Sectores de la zona regable de La Sagra-Torrijos. Imágenes copiadas del Programa de Vigilancia Ambiental del Plan Nacional de Regadíos (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Pesca, 2001). Para compensar la pobre resolución de la imagen original, se han añadido rótulos de la ciudad de Toledo, la estación de bombeo, el canal y los embalses propuestos de Renales y Barcience.

Demandas consideradas. El regadío de La Sagra-Torrijos

Sustancialmente coincide con lo planteado en JE1998, aunque no coincidan exactamente en cuantía, pero con una demanda importante más: la futura zona regable de La Sagra-Torrijos, de hasta 28 000 ha en el estudio; posteriormente, el Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008 (Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, 2002) —PNR-H2008—, fija la superficie en 24 235 ha[111].

[111] El PNR-H2008 considera la existencia de una superficie regada en el momento de su redacción de 1015 ha. Sobre el estado de la obra civil de transformación indicaba: *"la estación de bombeo y el canal*

Esta demanda se encuentra ubicada aguas abajo de Aranjuez. En el Anteproyecto del ATS estaba contemplada, planteándose como solución la elevación de caudales medios desde el Tajo procedente de los retornos del abastecimiento de Madrid, elevados "en continuo" a embalses reguladores que tendrían que ejecutarse, para independizarlos de Entrepeñas y Buendía. En esta línea, las hipótesis de los nuevos embalses de Barcience y Renales planteados en el estudio van en la línea apuntada en el anteproyecto del ATS.

Hipótesis analizadas

Además de lo que denominaba el estudio como situación actual, contemplaba las siguientes hipótesis:

- Hipótesis FUT1: Contando con el macroembalse actual de Entrepeñas-Buendía (pero no con Barcience/Renales ni Martín Román).
- Hipótesis FUT2: Como la anterior, pero incluyendo Barcience/Renales.
- Hipótesis FUT3: Como la anterior, pero incluyendo también el embalse de Martín Román.
- Hipótesis FUT4: Igual que la hipótesis FUT2, pero disminuyendo la demanda hidrológica en Aranjuez hasta los 6 m³/s, lo que conllevaría explotar el aluvial del Tajo en meses de estiaje).
- Hipótesis FUT5: Como la hipótesis FUT2, pero mejorando la explotación de varias zonas regables: Estremera, acequia del Tajo, Caz Chico y canal de las Aves.
- Hipótesis FUT6: Como la hipótesis FUT3, pero disminuyendo la demanda hidrológica en Aranjuez al nivel de la hipótesis FUT4.
- Hipótesis FUT7: Como la hipótesis FUT3, pero mejorando la explotación de las mismas zonas regables de la hipótesis FUT5.
- Hipótesis FUTB: Construyendo Barcience/Renales pero no Martín Román, y disminuyendo la demanda hidrológica en Aranjuez y las de las zonas regables mencionadas.
- Hipótesis FUT9: Contemplando conjuntamente todas las mejoras introducidas en las hipótesis anteriores: ejecución de las presas de Barcience/Renales, de Martín Román -con 50 hm3 disponibles para regulación general-, disminución de la demanda hidrológica en Aranjuez y las de las zonas regables mencionadas anteriormente.

Como se aprecia, se analizaba un amplio número de hipótesis considerando distintas combinaciones, jugando con la construcción de nuevos embalses, la explotación del aluvial del Tajo y la modernización de los regadíos de Aranjuez.

Resultados

Para todas las alternativas, durante el proceso de cálculo se ha ido variando el volumen anual a trasvasar para riego con objeto de encontrar el máximo compatible con el correcto funcionamiento del resto de demandas. En este sentido, considera el ATS como dos demandas más (regadío y abastecimiento), sobre las que se establecen sus

principal que abastece a los sectores I, II y III están finalizados. Las redes de riego de los sectores I, II y III están en ejecución. El resto de los sectores están sin iniciarse". Sobre las actuaciones al horizonte 2008: "*se propone los sectores II y III para el horizonte 2008*". La superficie para transformar en el horizonte 2008 se estimaba en 5166 ha, quedando pendiente para horizontes posteriores 18 054 ha.

correspondientes garantías. Las demandas de riego garantizadas para el trasvase que se tenían eran las de la siguiente tabla:

Tabla 19. Resumen de resultados del *Estudio para la cuantificación de excedentes en la cabecera del Tajo* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 1992)

Hipótesis analizada	Volumen de riego trasv. Garantizado (hm³/año)	Volumen mínimo macroembalse 30-11-1945 (hm³)	Volumen mínimo macroembalse 30-9-1991 (hm³)
SIA1: Actual. Máxima demanda	230	456	611
FUT1: Fut. Máx dem. Sin Barcience ni Martín R	10	482	571
FUT2: Fut. Máx dem. Con Barc. Sin Martín Román	110	439	585
FUT3: Fut. Máx dem. Con Barc. y Martín Román	155	440	595
FUT4: Fut. Ar=6m3/s. Con Barc. Sin Martín Román	130	457	604
FUT5: Fut. ZR mej. Con Barc. Sin Martín Román	150	453	609
FUT6: Fut. Ar=6m3/s. Con Barc. y Martín Román	170	453	594
FUT7: Fut. ZR mej. Con Barc. y Martín Román	200	445	593
FUT8: Fut. Ar=6m3/s. ZR mej. Con Barc. Sin Mar R	170	464	610
FUT9: Fut. Ar=6m3/s. ZR mej. Con Barc. y Martín	210	456	585

Comentarios

Este estudio ha de enmarcarse en el momento de su realización. Todavía estaba sin definir cómo se determinaban los excedentes, a la par que se estaba preparando el que luego fue PHT1998. Distingue entre las demandas del trasvase para abastecimiento y saneamiento, pues a diferencia de la situación actual en la que el abastecimiento del Segura cuenta con el apoyo de la desalación, en el momento de redacción del estudio no era así. Por tanto, aunque desde la perspectiva de la cuenca cedente pudiera interpretarse que la garantía de un trasvase suficiente para atender los abastecimientos estaba fuera de su alcance y competencia, es lógico que ante la posibilidad de que quedasen abastecimientos a la población sin ser atendidos se contemplaran éstos como una demanda más a garantizar, aunque estuviera fuera del ámbito territorial de la cuenca del Tajo.

Por otra parte, considera la demanda de riego de trasvase que se puede garantizar, concepto que no encaja con la filosofía actual de definición de excedentes. Como se indica en *JE1997*, la finalidad no es tener un desembalse garantizado a largo plazo, sino que se considera toda el agua de Entrepeñas y Buendía excedente por encima de un determinado nivel, regulándose con las Reglas de Explotación el trasvase a realizar únicamente para dar una cierta regularidad a los trasvases, sin tener en consideración el concepto de demanda garantizada.

Además, se ha de tener en cuenta que la serie de aportaciones considerada tienen una media alta, consecuencia del momento de cálculo, en la que de los 50 años considerados apenas hay 10 años posteriores a 1980,

Así, desde el punto de vista cuantitativo el estudio aporta poco en la actualidad. Sin embargo, sí que informa sobre aspectos relevantes del funcionamiento del Trasvase y de la atención de los usos del Tajo.

Tiene en cuenta que en el futuro está prevista una demanda muy importante, la zona regable de La Sagra Torrijos, cuya toma se encuentra en Aranjuez y Toledo, que no podrá atenderse únicamente con los retornos de Madrid sin regular.

A su vez, las opciones que plantea de regulación adicional no se contemplan actualmente, siendo en principio de dudosa viabilidad. Por ejemplo, el embalse más grande que se contempla, Barcience, afecta a una zona de la red Natura 2000; además, la ubicación de la cerrada se encuentra muy cerca de la población de Barcience, que quedaría justo aguas abajo de la presa.

No obstante, este estudio aflora aspectos interesantes de la gestión del sistema, que nos han sido tenidas en cuenta ni en *JE1997* y *JE2013*. Por una parte se encuentra el desarrollo de la zona regable de La Sagra-Torrijos, planteada desde hace décadas, pero que no prospera. Puede que sea por falta de rentabilidad de la zona regable, aunque también puede pesar el hecho de que si se desarrolla se incrementa el problema actual de escasez y merma de los trasvases realizados.

Otro aspecto que saca a la luz el estudio es el incremento de la regulación en el tramo del Tajo medio. Era uno de los planteamientos del anteproyecto del ATS, aprovechar los retornos del abastecimiento de Madrid, previa regulación para almacenar aguas invernales para usarlas en época de riego. Pero la realidad es que no prospera ninguna solución de las planteadas: recrecimiento de Cazalegas con trasvases Castrejón, Cazalegas, Barcience, Renales, Martín-Román, etc. Se trata de soluciones planteadas en algún momento pero que no han cuajado, siempre lejos de poder ser consideradas seriamente.

También quedan en evidencia los problemas de caudales durante el verano en el Tajo Medio. Cierto es que el regadío de La Sagra-Torrijos se encuentra estancado, con expectativa de seguir así, pero en el tramo medio del Tajo hay regadíos públicos y privados, a los que hay que añadir los propios de la Real Acequia del Jarama, que condiciona y compromete el cumplimiento del caudal mínimo en Talavera de la Reina, lo que ha llevado a incrementar los desembalses de Entrepeñas y Buendía (*vid* 2.3.3.2.2) para poder atenderlos, algo no contemplado en *JE2013*. Además, hay que tener en cuenta que está la posibilidad de toma de caudales del Tajo para atender/complementar la zona regable del Canal Bajo del Alberche, que como se pudo ver en verano de 2012 causó una fuerte reducción del caudal del Tajo en Talavera de la Reina, por debajo de los 10 m³/s (que no estaban fijados en eses año como caudal mínimo)[112].

En resumen, este primigenio estudio refleja que es preciso considerar lo que ocurre aguas abajo de Aranjuez, al menos hasta Talavera de la Reina o su cercano embalse de Azután, fin del sistema integrado de la cuenca alta del Tajo.

An.3B. Textos de las definiciones de excedentes en la legislación a lo largo del tiempo

Antes del Plan del Tajo de 1998

Durante casi 20 años, hasta la aprobación del Plan del Tajo en 1998, la determinación del carácter excedentario de las aguas se rigió por el punto 3 de la disposición adicional 9 de la Ley 52/1980. Por el Real Decreto 2530/1985 se encomienda a la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura —constituida por el Real Decreto 1982/1978— la decisión sobre los volúmenes y caudales del Trasvase, salvo en circunstancias hidrológicas excepcionales, que "*tal decisión será adoptada por el Consejo de Ministros, a cuyo efecto la Comisión Central de Explotación procederá a elevar al mismo la correspondiente propuesta*".

[112] Véanse los datos de aforo, representados en la Figura 168

Plan del Tajo de 1998

Contenido de la definición de excedentes

El Plan hidrológico del Tajo de 1998 se aprobó por el *Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, por el que se aprueban los Planes Hidrológicos de cuenca*. Posteriormente, el 30 de agosto de 1999 se publicó en el BOE una Orden Ministerial con el contenido normativo del Plan hidrológico del Tajo aprobado un año antes, a modo de compendio. La definición del carácter excedentario de las aguas se realiza en el artículo 23 (tanto en las Normas del Plan aprobado por RD en 1998 con el de la Orden Ministerial publicada en 1999), que se reproduce a continuación:

Contenido normativo del Plan del Tajo de 1998

Artículo 23. Acueducto Tajo-Segura.

1. La disposición novena uno de la vigente Ley 52/1980 ordena a la Administración adoptar las medidas pertinentes a fin de que, mediante la regulación adecuada, las aguas que se trasvasen sean, en todo momento, excedentarias en la cuenca del Tajo, y encomienda al Plan Hidrológico del Tajo la determinación de tales excedentes.

En cumplimiento de este mandato, y para la determinación de tales volúmenes de aguas excedentarias, se ha tenido en cuenta conforme a la disposición adicional novena dos de la Ley 52/1980, el criterio básico de proporcionar la máxima seguridad técnica al suministro de caudales con destino a los usuarios del Tajo, garantizando su atención, sin restricción alguna, con garantía temporal y volumétrica del 100 por 100, y con la adopción de los criterios de seguridad oportunos.

2. Con estos principios, la regla de explotación que se formula consiste en atender permanentemente las demandas del Tajo, sin limitación alguna, y determinar en cualquier momento el agua excedentaria disponible restando 240 hectómetros cúbicos a las existencias en Entrepeñas y Buendía en ese momento. En consecuencia, no se podrán efectuar trasvases, en ningún caso, cuando las existencias en dichos embalses no superen los 240 hectómetros cúbicos, ni aun en las condiciones hidrológicas excepcionales previstas en el punto siguiente. Tal agua excedentaria puede ser trasvasada, comprobando que en ningún caso se excede el total anual acumulado para las cuencas del Segura y Guadiana de 650 hectómetros cúbicos, y con propuesta de programación a cuenta y riesgo del usuario de aguas trasvasadas.

3. En cuanto a las condiciones hidrológicas excepcionales previstas en el Real Decreto 2530/1985 para la elevación por la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura al Consejo de Ministros de las decisiones de trasvase, se considera que se está en tales condiciones cuando, estando plenamente garantizados los consumos del Tajo sin ninguna restricción, no se pueda garantizar el volumen mínimo necesario para el abastecimiento y riego de socorro en la cuenca del Segura y la derivación para abastecimiento a la cuenca del Guadiana. Técnicamente, esta situación se identificará cuando, a primeros de mes, las existencias embalsadas en el conjunto de la suma de los embalses de Entrepeñas y Buendía (medidas en hectómetros cúbicos) se encuentren por debajo del valor indicado en la tabla adjunta para ese mes.

CUADRO 22

Volúmenes límite en el macroembalse Entrepeñas-Buendía, por debajo de los cuales las decisiones de trasvase corresponden al Consejo de Ministros.

En hectómetros cúbicos

Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
456	467	476	493	495	496	504	541	564	554	514	472

4. Sin perjuicio de lo anterior, la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, conforme a las atribuciones conferidas por los Reales Decretos 2530/1985 y 1972/1988, establecerá las Reglas de Explotación de los embalses con el fin de procurar que no se llegue a las circunstancias hidrológicas excepcionales anteriormente citadas.

5. Los volúmenes de existencias indicados en los apartados 2 y 3 anteriores deberán revisarse al alza, conforme a lo previsto en el artículo 110 del Real Decreto 927/1988, si se observase la aparición de circunstancias que así lo aconsejasen. De forma expresa, deberán revisarse inmediatamente cuando la evolución de las demandas del Tajo y Guadiana así lo requieran, prioritariamente en relación a las obras de abastecimiento de la llanura manchega, Ciudad Real y Puertollano, debiendo en todo caso

contemplarse a estos efectos tanto los aprovechamientos potenciales a que se refieren los artículos 3, 4 y 5 de la Ley 21/1971, como los que resulten por virtud de lo establecido en la disposición adicional novena de la Ley 52/1980, y los que resulten del otorgamiento de las correspondientes concesiones con cargo a las reservas para aprovechamientos futuros que, dependientes de recursos regulados en cabecera, se recogen en este Plan Hidrológico.

Tratamiento en el borrador del Plan del Tajo de 1995

En la versión (borrador) del Plan del Tajo de 1995 (BPHT95) se planteaba una forma diferente al que se aprobó posteriormente de determinar el carácter excedentario de las aguas a trasvasar. Por su interés para entender el problema, se reproduce a continuación el apartado III.2.11 de la Memoria del borrador del Plan del Tajo de 1995:

Punto III.2.11 del borrador Plan del Tajo de 1995

III.2.11.-Determinaciones sobre transferencias de recursos. Acueducto Tajo Segura

El artículo 23 de las NORMAS se refiere a esta importante cuestión, comenzando por destacar el marco legal en que se tiene que desarrollar esta transferencia de recursos, con expresa mención a la vigente Ley 52/80 sobre el régimen económico-financiero del aprovechamiento conjunto Tajo-Segura que ordena al **PLAN** la definición de "**excedentes**" **trasvasables**.

Asimismo, se avanza una definición de los "excedentes", como **los recursos trasvasables para la satisfacción de las demandas externas atendibles desde la cuenca del Tajo sin merma de las garantías de las demandas propias, con el respeto, en todo caso, que establece el art. 58.3 de la Ley de Aguas al abastecimiento de población**.

Se define lo que desde el punto de vista del **PLAN** se entiende por situación **normal**, por situación de **sequía hidrológica** y por situación de **abundancia de recursos**. Puesto que las demandas externas a la cuenca del Tajo que se analizan, dependen de los embalses de Entrepeñas y Buendía, el volumen mensual almacenado en el conjunto de estos dos embalses será el único criterio solvente para determinar cuándo se está en una u otra situación. Dentro del ámbito de la sequía hidrológica, el **PLAN** define, a su vez, cuatro intervalos que se denominan **fases de la sequía hidrológica (I, II y III)** y **situación de alarma**.

El cuadro III.2.34. recoge la síntesis de las determinaciones sobre la materia, proporcionando, para cada mes, los límites inferiores de cada una de las fases. Así, por ejemplo, en el mes de Enero, volúmenes almacenados superiores a 627 hm³ dan lugar a una situación de explotación normal; entre 627 y 396 hm³ se estaría en la Fase I de la sequía hidrológica; entre 396 y 244 hm³, en la Fase II; entre 244 y 223 hm³, en la Fase III y por debajo de 223 hm³ se trataría de una situación de alarma. La figura N-1 de las NORMAS proporciona una imagen gráfica del cuadro III.2.24.

CUADRO III.2.24. LÍMITES INFERIORES DE LAS FASES DE LA SEQUÍA, EXPRESADOS COMO VOLUMEN ALMACENADO EN LOS EMBALSES DE ENTREPEÑAS Y BUENDÍA (hm³)

MES	SITUACIÓN NORMAL	SEQUÍA HIDROLÓGICA		
		FASE I	FASE II	FASE III
Enero	627	396	244	223
Febrero	618	399	255	237
Marzo	557	375	251	218
Abril	618	365	250	219
Mayo	673	407	299	247
Junio	740	443	300	252
Julio	750	466	294	244
Agosto	729	448	261	222
Septiembre	669	422	237	199
Octubre	669	403	227	195
Noviembre	652	398	231	201
Diciembre	639	397	237	212

Naturalmente, las demandas atendibles variarán con las situaciones descritas. El cuadro III.2.35. presenta los volúmenes anuales que podrían ser suministrados en cada caso.

CUADRO III.2.35. DEMANDA EXTERNA GARANTIZADA SEGÚN RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LOS EMBALSES DE ENTREPEÑAS Y BUENDÍA

RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN	DEMANDA GARANTIZADA (hm^3/año)
SITUACIÓN DE ABUNDANCIA	HASTA 600
EXPLOTACION NORMAL	370
SEQUÍA HIDROLÓGICA FASE I	255
SEQUÍA HIDROLÓGICA FASE II	180
SEQUÍA HIDROLÓGICA FASE III	150
SEQUÍA HIDROLÓGICA FASE DE ALARMA	SIN DEFINIR

Hay que destacar la cifra de 370 hm^3 anuales en situación de explotación **normal**, que en el texto del artículo 23 citado, se indica que será distribuida, al menos, a lo largo de 10 meses del año y con un máximo trasvasable mensual del 20% del citado volumen trasvasable anual.

Con relación a la situación de abundancia de recursos, en las NORMAS se establece el límite de 2.000 hm^3 como volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía por encima del cual se caracteriza esta situación, indicándose que se podrán trasferir volúmenes adicionales a los de la situación normal hasta alcanzar los 600 hm^3 que establece la Ley 52/80.

Naturalmente, los valores indicados se refieren al escenario de infraestructuras del **PLAN**. Es posible el desarrollo de otras infraestructuras que no son contempladas, al caer fuera del ámbito del Plan Hidrológico del Tajo y ser competencia del Plan Hidrológico Nacional, y que permitirían el incremento de los volúmenes trasvasables. Es el caso de la conexión Jarama-Bolarque, viable con la tecnología actual, pero que deberá ser analizada teniendo muy presentes los problemas de calidad.

El artículo 23 de las Normas del borrador del Plan del Tajo de 1995 proponía:

Artículo 23 de las Normas del borrador Plan del Tajo de 1995

Artículo 23. - Determinaciones sobre transferencias de recursos. Acueducto Tajo-Segura-

1. La vigente Ley 52/ 80 sobre el reg1men económico-financiero del aprovechamiento conjunto Tajo-Segura ordena al **PLAN** la definición de **"excedentes" trasvasables**, en el marco del Real-Decreto 3029/ 1979, de 7 de diciembre de 1979, sobre planificación hidrológica, que regulaba la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuenca antes de la promulgación de la Ley de Aguas de 1985; ésta establece, en su art.43.c, que uno de los contenidos del Plan Hidrológico Nacional es *la previsión y las condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca*.

Dicha definición se desarrolla en estas NORMAS, de conformidad con los art .38 y 40 de la Ley de Aguas y 72 a 90 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, mediante el análisis, de acuerdo con el art.73.3 de dicho Reglamento, del sistema de explotación "**Macrosistema**" del que depende la infraestructura hidráulica del acueducto Tajo-Segura.

2. Los "excedentes" se definen, de acuerdo con el carácter que les otorga la citada Ley 52 / 80, como los recursos trasvasables para la satisfacción de las demandas externas atendibles desde la cuenca del Tajo sin merma de las garantías de las demandas propias, con el respeto, en todo caso, que establece el art. 58 .3 de la Ley de Aguas al abastecimiento de población.

3. A efectos de la satisfacción de las demandas externas a la cuenca del Tajo que dependen de los embalses de Entrepeñas y Buendía, se considera que la situación de explotación es normal cuando el volumen almacenado en estos embalses es superior, para cada mes, al valor del cuadro 1.19., en hm^3

CUADRO I.19. VOLUMEN EMBALSADO EN LOS EMBALSES DE ENTREPEÑAS Y BUENDÍA QUE DEFINE LA SITUACIÓN DE EXPLOTACIÓN NORMAL

MES	VOLUMEN (hm^3)
Enero	627
Febrero	618
Marzo	557
Abril	618
Mayo	673
Junio	740
Julio	750
Agosto	729
Septiembre	669
Octubre	669
Noviembre	652
Diciembre	639

Estos volúmenes garantizan en todo caso las demandas del Tajo, y son capaces de garantizar los "excedentes" si, partiendo del volumen almacenado en cualquier mes, se produjera a continuación la secuencia de aportaciones más desfavorable -y de cualquier duración- de entre todas las de la serie histórica 1912-1995.

Todo ello, en los escenarios de infraestructuras previstos en el **PLAN**, ya que si en un futuro se dispusiera de nuevas infraestructuras de interconexión entre el Jarama aguas abajo de la Presa del Rey y el subsistema de cabecera, o cualquier otro que aporte recursos suplementarios a dicho subsistema, procedería la correspondiente revisión del cálculo de los "excedentes".

Igualmente habrá de procederse a la revisión de estos valores si durante la explotación se comprobase que se producen secuencias de aportaciones más desfavorables, en relación con cualquiera de los meses del año de la serie histórica citada, o si la evolución de las demandas del Tajo así lo requiriera.

4. Cuando la situación no se considere de explotación **normal**, sino de **sequía hidrológica**, a las demandas externas atendibles con recursos de la cuenca del Tajo les será aplicable un criterio de garantía especial para esa situación de sequía hidrológica, al objeto de reflejar adecuadamente el carácter de "excedentes" que les otorga la Ley 52/ 80, no siendo, por tanto, de aplicación para estas demandas externas, y en esas circunstancias, los criterios que establecen estas NORMAS para las demandas propias de la cuenca del Tajo.

5. En condiciones de explotación normal y para las diferentes hipótesis de demanda del Tajo previstas en el **PLAN** y en los escenarios de infraestructuras de éste, la demanda externa total atendible es de 370 hm^3/año, distribuida al menos a lo largo de 10 meses del año y con un máximo trasvasable mensual del 20% del citado volumen trasvasable anual.

6. Cuando el volumen embalsado en los embalses de Entrepeñas y Buendía supere los 2.000 hm^3, se considerará que la situación es de **abundancia** de recursos, pudiéndose transferir volúmenes adicionales a los indicados en el punto anterior hasta los 600 hm^3/año que establece la Ley 52/ 80.

7. Se considerará que se está en situación de **sequía hidrológica**, en lo que respecta a las demandas externas, cuando el volumen conjunto existente de los embalses de Entrepeñas y Buendía no supere, para cada mes, los valores en hm3 del cuadro I.19., de acuerdo con la definición que sobre este tipo de sequía establece el artículo 58 de las presentes NORMAS. A partir de ese momento, y tal como se define en los apartados siguientes del presente artículo, se comenzarán a aplicar restricciones a dichas demandas externas.

8. Dentro de la situación de **sequía hidrológica**, y, por lo tanto, por debajo del nivel correspondiente al volumen embalsado en Entrepeñas-Buendía del cuadro I.19., se definen, para cada mes, otros tres niveles que limitan entre sí cuatro intervalos que se denominan Fases de la sequía hidrológica y situación de alarma y que se presentan en el cuadro I.20. y en la figura N-1.

CUADRO I.20. LÍMITES INFERIORES DE LAS FASES DE LA SEQUÍA, EXPRESADOS COMO VOLUMEN ALMACENADO EN LOS EMBALSES DE ENTREPEÑAS Y BUENDÍA (hm³)

MES	SITUACIÓN NORMAL	SEQUÍA HIDROLÓGICA		
		FASE I	FASE II	FASE III
Enero	627	396	244	223
Febrero	618	399	255	237
Marzo	557	375	251	218
Abril	618	365	250	219
Mayo	673	407	299	247
Junio	740	443	300	252
Julio	750	466	294	244
Agosto	729	448	261	222
Septiembre	669	422	237	199
Octubre	669	403	227	195
Noviembre	652	398	231	201
Diciembre	639	397	237	212

Cuando los volúmenes embalsados se encuentren por debajo del límite inferior de la Fase III de **sequía hidrológica,** se considerará que se está en **situación de alarma.**

Las demandas externas garantizadas en las distintas situaciones del régimen de explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía, figuran en el cuadro I.21., en el que se incluye la situación normal descrita en el punto 5 del presente artículo.

CUADRO I.21. DEMANDA EXTERNA GARANTIZADA SEGÚN RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN DE LOS EMBALSES DE ENTREPEÑAS Y BUENDÍA

RÉGIMEN DE EXPLOTACIÓN	DEMANDA GARANTIZADA (hm³/año)
SITUACIÓN DE ABUNDANCIA	HASTA 600
EXPLOTACION NORMAL	370
SEQUÍA HIDROLÓGICA FASE I	255
SEQUÍA HIDROLÓGICA FASE II	180
SEQUÍA HIDROLÓGICA FASE III	150
SEQUÍA HIDROLÓGICA FASE DE ALARMA	SIN DEFINIR

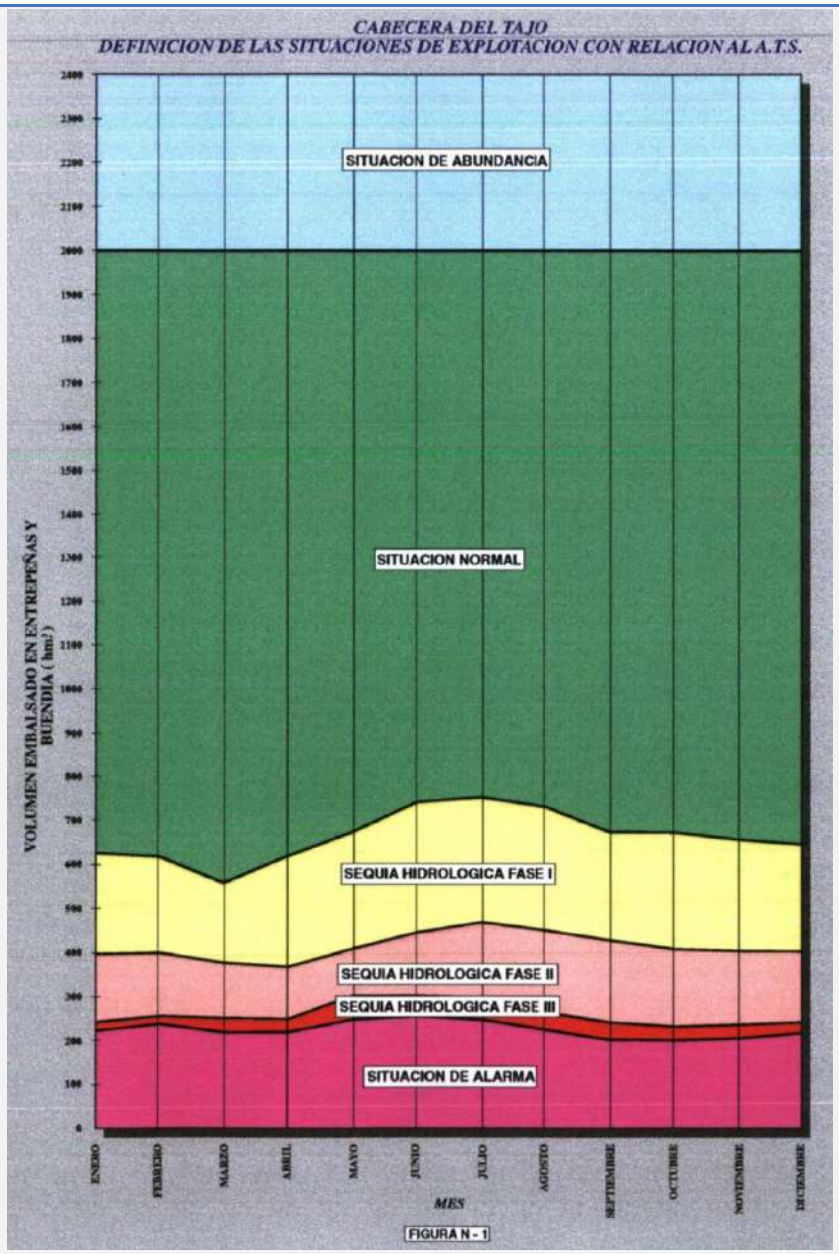


Figura 132. Reproducción de la representación gráfica de la "definición de las situaciones de explotación con relación al ATS" del BPHT1995

Plan Hidrológico Nacional (2001)

La disposición adicional tercera de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, en su redacción original, hacía referencia a la definición de excedentes del Tajo para el ATS:

Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Redacción original

Disposición adicional tercera. Trasvase Tajo-Segura.

En cuanto a las transferencias de agua aprobadas desde la cabecera del Tajo, y conforme a lo dispuesto en el artículo 23 de su Plan Hidrológico de cuenca, se considerarán aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el conjunto de Entrepeñas-Buendía que superen los 240 hm3. Por debajo de esta cifra no se podrán efectuar trasvases en ningún caso.

Este volumen mínimo podrá revisarse en el futuro conforme a las variaciones efectivas que experimenten las demandas de la cuenca del Tajo, de forma que se garantice en todo caso su carácter preferente, y se asegure que las transferencias desde cabecera nunca puedan suponer un límite o impedimento para el desarrollo natural de dicha cuenca.

Plan del Tajo de 2014

Contenido de la definición de excedentes

Aprobado por el Real Decreto 270/2014, de 11 de abril, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, su artículo 26 viene a ser una actualización del 23 del plan de 1998:

Normativa del Plan del Tajo de 2014

Artículo 26. Acueducto Tajo-Segura.

1. La disposición adicional novena uno de la vigente Ley 52/1980, de 16 de octubre, del regulación del régimen económico de la explotación del acueducto Tajo-Segura, ordena a la Administración adoptar las medidas pertinentes a fin de que, mediante la regulación adecuada, las aguas que se trasvasen sean, en todo momento, excedentarias en la cuenca del Tajo, y encomienda al Plan Hidrológico del Tajo la determinación de tales excedentes. En cumplimiento de este mandato, y para la determinación de tales volúmenes de agua excedentarios, se ha tenido en cuenta, conforme a la disposición adicional novena dos de la Ley 52/1980, el criterio básico de proporcionar la máxima seguridad técnica al suministro de caudales requeridos por la cuenca del Tajo garantizando su atención, sin restricción alguna, con garantía temporal y volumétrica del 100 por 100, y con la adopción de criterios de seguridad oportunos.

2. Con estos principios, la norma que se formula consiste en atender permanentemente las necesidades del Tajo, sin limitación alguna, y determinar en cualquier momento el agua excedentaria disponible restando 400 hectómetros cúbicos a las existencias en Entrepeñas y Buendía en ese momento. En consecuencia, no se podrán efectuar trasvases, en ningún caso, cuando las existencias en dichos embalses no superen los 400 hectómetros cúbicos. Tal agua excedentaria puede ser trasvasada, comprobando que en ningún caso se excede el total anual acumulado para las cuencas del Segura y Guadiana de 650 hectómetros cúbicos, y con propuesta de programación a cuenta y riesgo del usuario de aguas trasvasadas.

3. En cuanto a las situaciones hidrológicas excepcionales, para la elevación por la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura al Ministro que tenga atribuidas las competencias en materia de agua, de las decisiones del trasvase, se considera que se está en tales condiciones cuando, estando plenamente garantizadas las necesidades del Tajo sin ninguna restricción, no se pueda garantizar el volumen mínimo necesario para el abastecimiento a las cuencas del Guadiana y del Segura así como a los riegos de socorro en la cuenca del Segura y la derivación a las Tablas de Daimiel. Técnicamente esta situación se identificará cuando, a primeros de mes, las existencias embalsadas en el conjunto de la suma de los embalses de Entrepeñas y Buendía (medidas en hectómetros cúbicos) se encuentren por debajo del valor indicado en la tabla adjunta para ese mes.

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
616	627	636	653	655	656	664	701	724	714	674	632

4. Sin perjuicio de lo anterior, la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, conforme a las atribuciones conferidas por el Real Decreto 1982/1978, de 26 de julio, de organización de los servicios encargados de gestionar la explotación de la infraestructura hidráulica Trasvase Tajo-Segura y por el Real Decreto 2530/1985, de 27 de diciembre, sobre el régimen de explotación y distribución de funciones en la gestión técnica y económica del Acueducto Tajo-Segura, establecerá las Reglas de Explotación de los embalses con el fin de procurar que no se llegue a las situaciones hidrológicas excepcionales anteriormente citadas.

5. Las determinaciones anteriores deberían revisarse, conforme a lo previsto en las disposiciones actualmente vigentes si se observase la aparición de circunstancias que así lo aconsejasen. De forma expresa, deberán revisarse cuando la evolución de las demandas de las cuencas del Tajo y Guadiana así lo requieran, prioritariamente en relación con el abastecimiento de la Llanura Manchega y la derivación a las Tablas de Daimiel, debiendo en todo caso contemplarse a estos efectos tanto los aprovechamientos potenciales a que se refieren los artículos 3, 4 y 5 de la Ley 21/1971, como los que resulten por virtud de lo establecido en la disposición adicional 3 de la Ley 52/1980, y los que resulten del otorgamiento de las correspondientes concesiones con cargo a las reservas para aprovechamientos futuros que, dependientes de recursos regulados en cabecera, se recogen en este Plan hidrológico..

Planteamiento en el borrador del plan del Tajo de 2011

En octubre de 2011 se publicó en la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo un borrador del plan de cuenca, que fue rápidamente retirado. No se trata de un documento oficial, pero recoge un planteamiento de la definición de excedentes diferente al que se aprobó.

Este borrador contenía un documento específico destinado al análisis del comportamiento del eje del Tajo, el "Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas de la cabecera del Tajo y de la evaluación de excedentes" (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2011).

Aunque se trata de un documento "borrador", sin respaldo oficial y que fue retirado, técnicamente ofrece aspectos novedosos. Para estimar las necesidades de la cuenca del Tajo no se limita al tramo Bolarque-Aranjuez, sino que lo amplia a lo que es el sistema de la cuenca alta (hasta el embalse de Azután, aguas abajo de Talavera de la Reina). Por su interés, se reproduce el apartado de conclusiones. Para contextualizarlo plantea dos escenarios: el H, en el que se mantiene los caudales ambientales del plan del Tajo de 1998; y el P, en el que se ha implantado el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. Sobre estos escenarios se plantean diversas formas de definir los excedentes en función de las existencias en Entrepeñas y Buendía.

Extracto del *Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas de la cabecera del Tajo y de la evaluación de excedentes* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2011)**"**

Apartado *3-Conclusiones*

La aplicación del modelo del eje del Tajo que se utiliza en el nuevo plan hidrológico de la cuenca del Tajo a las hipótesis que se consideran en el presente estudio, permite obtener de una manera racional los resultados que se producirían en cuanto a excedentes trasvasables si se volviesen a reproducir las condiciones hidrológicas que se han presentado en el pasado. Se alcanzan los siguientes resultados:

- La serie de aportaciones aforadas en Entrepeñas y Buendía tiene periodos secos y húmedos, con la particularidad que los periodos húmedos abundan antes de 1980 y los secos después de 1980. La regla de explotación fijada en 1997 da buenos resultados para las aportaciones del periodo 1940 1980 en cuanto a mantenimiento del nivel de embalse en Entrepeñas y Buendía y la optimización de excedentes trasvasables. Sin embargo, en la serie 1980 2006 produce déficit en el Tajo en los escenarios considerados, por lo que se considera "no admisible".

- En la regla de explotación de noviembre de 1997 se contempla que se está en nivel 1 (donde se puede trasvasar el máximo) cuando la aportación de los 12 meses anteriores es superior a 1000 hm³. Este valor es del orden de magnitud que la suma del máximo trasvase y los usos propios de la cuenca. Por consiguiente, cuando con un nivel de embalse bajo se inicia un periodo húmedo, la aplicación estricta de la regla no permite recuperar adecuadamente el volumen embalsado. Por tanto se considera más razonable para el establecimiento de las normas de utilización y Reglas de Explotación considerar solamente como variable de estado el volumen almacenado en Entrepeñas y Buendía.
- Planteando una hipótesis de definición de excedentes, basada en la regla de explotación de noviembre de 1997 a la que se elimina la condición de pasar a nivel 1 cuando la aportación en los últimos 12 meses excede 1000 hm³ y se sube el umbral del nivel 4 de 240 a 400 hm³ (hipótesis 10_400), se lograría evitar en el escenario simulado H (antes de la aplicación del régimen de caudales ecológicos recogido en la propuesta del Plan hidrológico de cuenca) la aparición de déficit en la cuenca del Tajo. Sin embargo se mantienen los problemas actuales de bajo nivel de embalse medio en Entrepeñas y Buendía y estiaje en el río Tajo a su paso por Talavera de la Reina.
- Con la hipótesis 20 de determinación de excedentes, se logra para el escenario H una mejora significativa en el volumen de embalse en el periodo 1980-2006. Por la propia definición del escenario no se mejora en el caudal estival en Talavera de la Reina. El escenario H, con la hipótesis 20, soporta bien una condición adicional (escenario Hmod), consistente en fijar un caudal mínimo en Talavera de la Reina equivalente al 50% del caudal ecológico planteado en la propuesta del Plan, consiguiéndose por tanto mantener un volumen de embalse adecuado y un caudal mínimo en Talavera de la Reina. Asimismo, para los periodos húmedos (antes de 1980) se tiene una determinación de excedentes similar a la que se tendría con la aplicación de la regla de explotación de noviembre de 1997.
- En el escenario P (posterior a la aplicación del régimen de caudales ecológicos recogido en la propuesta del Plan hidrológico de cuenca de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo) la única hipótesis viable de las planteadas es la 30. Esto pone de manifiesto que para conseguir unos volúmenes trasvasados similares a la serie histórica es necesario analizar actuaciones alternativas en el siguiente ciclo de planificación.

Revisión del Plan Hidrológico Nacional en 2013. Cambios en la gestión del Trasvase introducidos por la Ley 21/2013

La disposición final 3.1 de la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*, cambió la redacción de la disposición adicional tercera de la Ley 10/2001. Posteriormente, por el Fundamento Jurídico 5 de la *Sentencia TC 13/2015, de 5 de febrero*, se declara la inconstitucionalidad y nulidad de eta disposición (entre otras), diferida por el plazo de un año. Antes de cumplirse ese año, se da cumplimiento a esta sentencia reintroduciendo la modificación en la disposición final 2.1 de la *Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes*, quedando el texto:

Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Redacción final

Disposición adicional tercera. Trasvase Tajo-Segura.

En cuanto a las transferencias de agua aprobadas desde la cabecera del Tajo, se considerarán aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el conjunto de Entrepeñas-Buendía que superen los 400 hectómetros cúbicos. Por debajo de esta cifra no se podrán efectuar trasvases en ningún caso.

Este volumen mínimo podrá revisarse en el futuro conforme a las variaciones efectivas que experimenten las demandas de la cuenca del Tajo, de acuerdo con los principios de eficiencia y sostenibilidad, de forma que se garantice en todo caso su carácter preferente, y se asegure que las transferencias desde cabecera nunca puedan suponer un límite o impedimento para el desarrollo natural de dicha cuenca.

Además, la Ley 21/2013 introdujo otros cambios normativos relacionados con el trasvase Tajo-Segura:

- **Preámbulo IV**: se enumeran y explican los cambios introducidos relativos al trasvase Tajo-Segura. Además propone cambios a futuro en la legislación en lo referente a un nuevo régimen de cesión de derechos y marca la necesidad que *«en el futuro*

próximo, la regulación de los trasvases entre ámbitos territoriales de distintos planes hidrológicos de cuenca se incorpore al Plan Hidrológico Nacional».

- **Disposición adicional decimoquinta. Reglas de explotación del Trasvase Tajo-Segura**. Si bien el contenido de las reglas expresadas es muy similar al adoptado en 1997 (cambia la definición del umbral en el nivel 4), dejan de ser una decisión interna, de carácter orientativo, de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura, y pasan a tener rango de Ley, con determinación automática del volumen a trasvasar en nivel 1 y 2. Da la opción de que estas reglas puedan ser modificadas mediante Real Decreto, algo que se hizo en el *Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura*, en el que se modificaron ligeramente algunos umbrales y volúmenes mensuales a trasvasar.
  Además establece un cambio en el reparto del agua trasvasada entre abastecimiento y regadío.
- **Disposición derogatoria única. Derogación normativa**. Deroga la Disposición adicional primera de la *Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio de 2001, del Plan Hidrológico Nacional*.
- **Disposición final segunda. Modificación de la Ley 52/1980, de 16 de octubre, de régimen económico de la explotación del acueducto Tajo-Segura**. Cambia el reparto en destino entre abastecimiento y regadío de las menores pérdidas de agua trasvasada.
- **Disposición final tercera. Modificación de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional**. Tiene dos partes. La primera modifica la disposición adicional tercera de la Ley 10/2001(Plan Hidrológico Nacional), tratada al inicio de este apartado. La segunda consiste en la reintroducción del segundo párrafo de la derogada disposición adicional primera de la Ley 11/2005.
- **Disposición transitoria segunda. Régimen transitorio de la modificación de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional**. Establece un periodo transitorio en cinco escalones para elevar el umbral mínimo de no trasvase desde 240 a 400 hm^3 (modificación de disposición adicional tercera de la Ley 10/2001(Plan Hidrológico Nacional).
- **Disposición final cuarta. Modificación del Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas**. Modifica el artículo 72 del Texto Refundido de la Ley de Aguas para permitir el uso de las infraestructuras de trasvase intercuencas para transportar caudales de la cesión de derechos.
- **Disposición final quinta. Modificación de la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional**. Modifica la disposición adicional sexta de la Ley 11/2015 para introducir el concepto de "desembalses de referencia", fijados posteriormente en el RD 773/2014.

La "Sentencia 13/2015, de 5 de febrero de 2015. Recurso de inconstitucionalidad 1399-2014. Interpuesto por las Cortes de Aragón en relación con diversos preceptos de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental" del Tribunal Constitucional declaró la inconstitucionalidad "diferida por el plazo de un año" de varias disposiciones de la Ley 21/2013 relativas al trasvase Tajo-Segura por omisión del "preceptivo trámite de audiencia a la Comunidad Autónoma de Aragón" (artículo 72.3 del Estatuto de Autonomía de Aragón). Para corregirlo, dentro del plazo estipulado en la sentencia, se reintrodujeron las disposiciones derogadas en la *Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes*.

Plan del Tajo de 2016

La normativa del Plan hidrológico del Tajo de 2016 (aprobado por el Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que 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, Guadiana y Ebro) no incluye ningún artículo específico del ATS. El motivo se encuentra explicado en su Memoria:

De la Memoria del Plan del Tajo de 2016

5.4 Conclusiones

Las disposiciones sobre el Trasvase Tajo Segura introducidas en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (LEA) y en la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, suponen un cambio del escenario de la cuenca del Tajo respecto a anteriores procesos de planificación. Así, aun estando vigente la disposición adicional novena de la Ley 52/1980, en la práctica la disposición adicional quinta de la Ley 21/2015 limita la capacidad del Plan de cuenca del Tajo para fijar el carácter excedentario de las aguas a trasvasar.

En consecuencia, el Plan hidrológico de la cuenca del Tajo debe asumir este condicionante y no puede sino limitarse a considerar el Trasvase Tajo Segura como una presión de extracción de agua caracterizada por lo establecido en las normas reguladoras del mismo, en particular el Real Decreto 773/2014.

An.3C. *JE1997* – Justificación de excedentes de 1997

El 28 de noviembre de 1997, la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (CCEATS) acordó la aprobación de las Reglas de Explotación, con carácter interno y orientativo, definida en el documento "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" [113] (Ministerio de Medio Ambiente, 1997).

Reglas de explotación adoptadas por la CCEATS en 1997

A continuación, se reproducen dos fragmentos del documento que exponen su motivación y sus conclusiones:

Extractos del documento *Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura* (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

2. REGLAS DE EXPLOTACIÓN

El objetivo de las reglas de explotación es, como se ha indicado, procurar minimizar la presentación de situaciones críticas en las que se requiera la remisión al Consejo de Ministros de las decisiones de trasvase. Esto supone, en definitiva, la formulación de un, mecanismo técnico de prudencia que perfeccione la mera regla de trasvasar todos los excedentes existentes, es decir, todo volumen sobre los 240 hm^3 embalsados. Es obvio que tales volúmenes sobre los 240 tendrán siempre la naturaleza de excedentarios, pero eso no implica necesariamente que sea aconsejable su trasvase de forma inmediata y sin limitación alguna. Bien al contrario, puede demostrarse, y se hará con toda claridad en este Informe, que la mera aplicación de tal criterio conduce a situaciones indeseables para los propios beneficiarios del trasvase, pues, al no preverse cautelas para posibles situaciones adversas en el futuro, se producirían fallos catastróficos en su suministro.

Estos fallos podrían moderarse con una cierta autocontención en las demandas de envío, dependiente *de* la coyuntura hidrológica.

En concordancia con lo expuesto, y comenzando el tratamiento formal del problema, definiremos una regla de explotación como cualquier procedimiento que, a comienzos de cualquier mes, y a partir de datos

[113] El contenido de este documento es la base del "caso 2" de la publicación *Tres casos de planificación hidrológica* (Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, 2001), abreviada en este documento como 3CPH.

hidrológicos ya disponibles. (existencias embalsadas, aportaciones observadas, etc.), proporcione un valor del volumen máximo recomendado susceptible de ser trasvasado en ese mes, dando cumplimiento a los requerimientos legales establecidos

El procedimiento material puede ser de cualquier tipo (tablas, fórmulas, programas informáticos, …). Aunque se intuye que una mayor complejidad en su estructura y formulación dará lugar previsiblemente a una mayor finura en los resultados obtenidos, esta mayor complejidad presentará también el inconveniente de una mayor dificultad de compresión y posible sensación de opacidad por los diferentes interesados, por lo que en principio, y sin perjuicio de futuros perfeccionamientos, se ha optado por formular reglas de sencilla aplicación manual, que puedan ser ejecutadas por cualquiera sin necesidad de recursos computacionales.

Dentro de estas reglas simples, se han distinguido dos tipos básicos: reglas tabulares, en las que el volumen mensual trasvasable se obtiene como resultado de interpolar en una tabla, y reglas analíticas, en las que se obtiene como resultado de operaciones matemáticas.

Con objeto de no interrumpir la exposición con detalles formales de cálculo, en un Anejo se exponen los datos básicos necesarios, la formulación detallada de ambos tipos de reglas, su procedimiento de aplicación paso a paso, y los indicadores básicos de comportamiento.

Es importante subrayar que, como se indica en el Anejo, el criterio básico para evaluar el comportamiento de una regla ha de ser el de proporcionar la máxima estabilidad y seguridad en los suministros de trasvase, procurando eliminar la aparición de situaciones críticas en las que éstos se vean notablemente reducidos durante varios años seguidos. Asegurar un cierto volumen mínimo estable anual, evitando las crisis del sistema, ha de tener prioridad sobre cualquier otra consideración.

(…)

6. CONCLUSIONES

El presente Informe se elabora en cumplimiento del mandato de la propuesta de Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo, que, una vez determinados los excedentes trasvasables, encomienda a la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura el establecimiento de unas reglas de explotación de los embalses con el fin de procurar el mejor funcionamiento de este trasvase, manteniendo en todo momento la completa preferencia de suministro por los usuarios de la cuenca del Tajo.

Tras repasar los conceptos técnicos subyacentes a estas reglas de explotación, y revisar minuciosamente las prácticas usuales al respecto, se concluye proponiendo una regla simple que, a nuestro juicio, ofrece resultados adecuados, y consigue alcanzar los objetivos fijados de forma satisfactoria.

Debe subrayarse que la propuesta que se formula no tiene sino un carácter indicativo, y los resultados concretos de su aplicación han de considerarse como una orientación objetiva y técnicamente fundada para la decisión de la Comisión. Es evidente que los envíos de cantidades inferiores a las que resulten no ocasionan en principio ningún perjuicio a nadie, pues los recursos no transferidos quedarán embalsados para el futuro, y, análogamente, la superación puntual de estas cantidades tampoco resultaría inadmisible, pues los controles que aseguran la atención prioritaria de las demandas del Tajo ya están establecidos en el propio concepto básico de aguas excedentarias. Caben pues, desviaciones coyunturales, que por supuesto han de estar debidamente justificadas, pero tendiendo siempre al cumplimiento de los objetivos enunciados tanto en los desembalses para usuarios del Tajo como en las programaciones de transferencias para usuarios de aguas trasvasadas. La mayor disciplina en este empeño tiene desde luego mucha más importancia que posibles mejoras marginales de las reglas.

Por último, debe señalarse que el campo de investigación que se ha indagado está completamente abierto, y esta propuesta no excluye, en modo alguno, la posibilidad futura de investigar otras reglas o perfeccionar la que se ofrece. Nos parece, no obstante, poco probable que se consigan mejoras sustanciales, ya que la verdadera dificultad no está en la formulación de mecanismos matemáticos que alcancen los objetivos prescritos, sino en la propia especificación formal de estos objetivos, siempre inciertos y tensionados por el sutil equilibrio entre seguridad y eficiencia de los sistemas hidráulicos, clave última de nuestra reflexión sobre estos sistemas

Las Reglas de Explotación adoptadas en 1997 fueron:

Tabla 20. Reglas de explotación aprobadas por la Comisión Central de Explotación, en su reunión de 28 de noviembre de 1997

Situación	Condiciones	Volumen trasvasable
Nivel 1 **Situación ordinaria**	Aportación acumulada en los últimos 12 meses mayor de 1000 hm³ o existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía superiores a 1500 hm³.	68 hm³/mes
Nivel 2	Aportación acumulada en los últimos 12 meses menor de 1000 hm³ y existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía inferiores a 1500 hm³, simultáneamente. Existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía superiores a los valores indicados en la Tabla 21	38 hm³/mes
Nivel 3 **Circunstancias hidrológicas excepcionales (remisión a Consejo de Ministros)**	Existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía inferiores a los valores indicados en la Tabla 21	23 hm³/mes
Nivel 4 **Ausencia de excedentes**	Existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía inferiores a 240 hm³.	0 hm³/mes

Tabla 21. Niveles de agua embalsada en Entrepeñas y Buendía por debajo de los cuales se está en circunstancia hidrológica excepcional

Mes	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
hm³	456	467	476	493	495	496	504	541	564	554	514	472

A continuación, se muestra de manera gráfica estas Reglas de Explotación

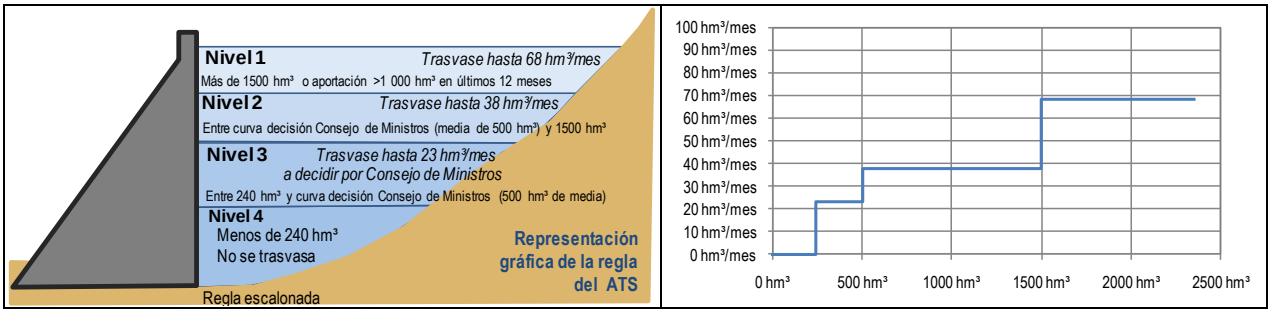


Figura 133. Representación gráfica de las Reglas de Explotación adoptadas internamente y con carácter orientativo por la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura en noviembre de 1997. El valor de 500 hm³ es la media aproximada del valor de la curva de excepcionalidad hidrológica, que cambia cada mes. Adicionalmente, como se indica en el croquis de la izquierda, se estaría en nivel 1 (con un posible trasvase de 68 hm³) si en los 12 meses anteriores se hubiera tenido una aportación superior a los 1000 hm³, aunque las existencias embalsadas fueran inferiores a 1500 hm³.

Curvas de reservas estratégicas

Por los razonamientos que se realizan, se transcribe a continuación el apartado 3.2 del informe.

Extractos del documento "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

3.2. REGLAS TABULARES. LAS CURVAS DE RESERVAS ESTRATÉGICAS

Uno de los procedimientos de decisión o regla de explotación que se ha venido empleando tradicionalmente en el trasvase Tajo-Segura es el de las llamadas “curvas de reservas estratégicas”. El concepto subyacente a estas curvas es muy simple: se prefija el número de años para el que se establece la reserva estratégica (usualmente 2 ó 3), y se determina qué existencias embalsadas se requiere disponer en cada mes de cada año de la serie para satisfacer un nivel de demanda dado durante estos próximos años futuros a partir de ese mes. Recorriendo toda la serie de aportaciones mensuales con esta rutina, los 12 mayores valores correspondientes a los distintos meses definen la “curva de reserva estratégica”.

Nótese que, aunque tal método constituye una razonable aproximación al problema, estas curvas no garantizan en modo alguno la ausencia de fallos, pues para que así fuese, el número de años para el que se establece la reserva debiera ser extendido a la longitud total del registro hidrológico disponible (suponiendo, por supuesto, que la hidrología del futuro será como la del pasado). De hecho, se ha realizado un pequeño experimento consistente en determinar estas “curvas de reserva” pero para plena garantía, es decir, los 84 años del registro foronómico actual, pudiendo comprobarse que valores de trasvase total de 500 hm3 1 año situarían la curva de reserva entre los 2.600 y 2.900 lun3 de existencias, valor imposible de alcanzar al superar ampliamente la capacidad total de embalse disponible.

El gráfico adjunto muestra la relación entre los volúmenes que podrían trasvasarse y el embalse necesario (“reserva estratégica”) para garantizar su completa satisfacción, sin considerar las pérdidas por evaporación.

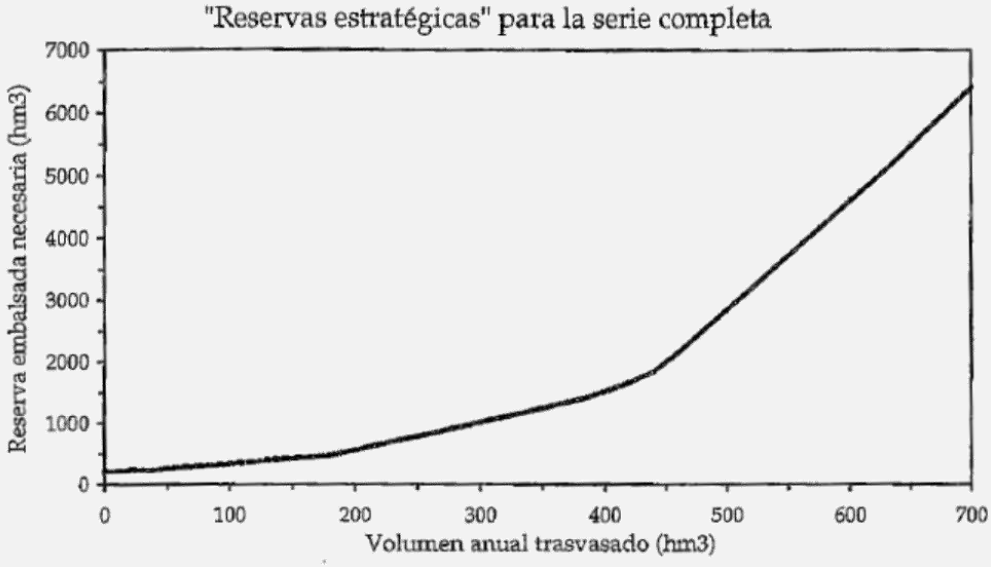


Figura 134. Reproducción de la figura “Reservas estratégicas para la serie completa” de “Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura” (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

Como se observa, por encima de unos 460 hm³/año de trasvase (que se reducen a unos 450 si se considera la evaporación) no existe capacidad de embalse suficiente para la reserva, por lo que este es el entorno de los máximos valores absolutos que podrían “asegurarse”.

La reflexión técnica sobre esta cuestión, las confusiones a que ha dado lugar, y sus importantes implicaciones en la planificación hidrológica de las cuencas del Tajo, Segura y Guadiana, han sido minuciosamente expuestas en el Informe previo de abril de 1997, y allí nos remitimos. Es sin embargo pertinente retomar estas reflexiones en el contexto en que nos encontramos del análisis de las reglas tabulares o curvas de reserva estratégica.

En efecto, debe subrayarse que una posición extremadamente conservadora, de asegurar al máximo la reserva para el futuro (lo que equivale a elegir para el análisis un futuro asegurado de todos los meses de la serie), conduce a curvas muy altas, con existencias necesarias iguales al embalse total disponible (unos 2400 hm³) para valores de trasvase del orden de 450 hm³/año. En el extremo opuesto, una posición extremadamente arriesgada, de no considerar sino el momento presente (lo que equivale a elegir para el análisis un futuro asegurado de cero meses de la serie), alcanzaría el

valor máximo trasvasable de 650 hm³/año cuando las existencias embalsadas sean de 890 hm³, es decir, este valor más 240.

El brutal contraste entre ambos conjuntos de curvas se ilustra en el gráfico adjunto, en el que se representan las curvas de reservas estratégicas para O años, 2 años, 3 años y 84 años (toda la serie), necesarias para trasvasar 500 hm³/año.

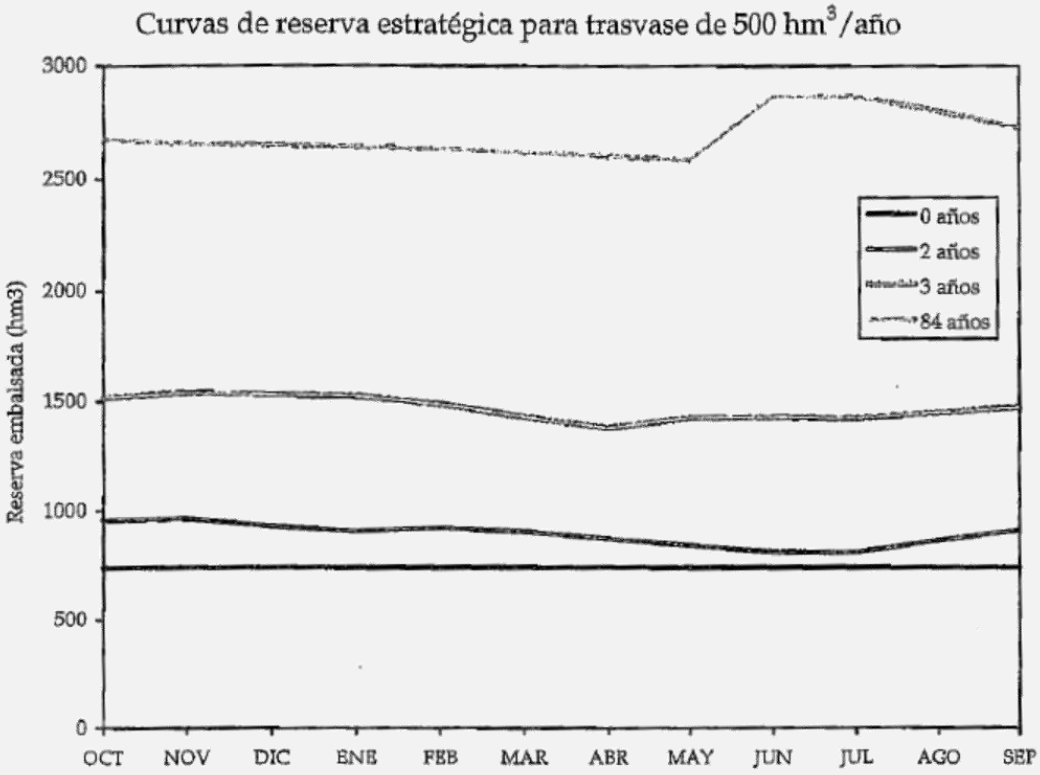


Figura 135. Reproducción de la figura "Curvas de reserva estratégica para trasvase de 500 hm³/año" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

Como se aprecia, existe una amplísima franja entre los extremos de máximo riesgo (O años de reserva) y máxima seguridad (84 años de reserva). La posición intermedia entre ambos· consiste en, como se ha hecho con frecuencia, adoptar para el análisis un periodo futuro asegurado de 2 ó 3 años, lo que en principio parece razonable. La debilidad de este planteamiento reside, dejando a salvo la cuestión de la arbitrariedad para el elegir el periodo de aseguramiento futuro (con una diferencia de 2 a 3 años del orden de 500 hm³), en la ignorancia inicial sobre los resultados que la aplicación sistemática y práctica de la regla puede producir.

En efecto, piénsese que asegurar la satisfacción de un· cierto nivel de demanda para algunos años futuros no cubre el evento de presentación de rachas de mayor longitud, y superados estos años, si la aportación de los siguientes continúa siendo inferior al nivel de demanda establecido, se podrían generar graves déficits acumulados de suministro. Esto es exactamente lo que sucede en nuestro caso, como se comprobará seguidamente.

3.2.1. LA SITUACIÓN DE AUSENCIA DE CAUTELAS

En una situación de ausencia de cautelas, y trasvase todos los meses del máximo posible (es decir, reservas estratégicas de cero años) es previsible que se produzcan situaciones absolutamente indeseables y perjudiciales para los intereses de los usuarios del trasvase. Los usuarios de la propia cuenca del Tajo no se verían afectados por esta mala gestión ya que su suministro estaría garantizado en todo caso, pero es claro que los intereses de una buena administración de la cabecera son conjuntos, y cualquier desviación de esta buena administración, tanto por trasvasar sin prudencia como por desembalsar para el Tajo más de lo necesario, crea una tensión perjudicial para todos.

En el gráfico adjunto puede verse el resultado que hubiera tenido la aplicación, en la situación ordinaria, de esta política de trasvasar en cada momento todo lo excedentario (es decir, todo lo que

está por encima de 240 hm³ embalsados) sin contención alguna, suponiendo el canal siempre disponible, y con el único límite del máximo anual de 620 hm³.

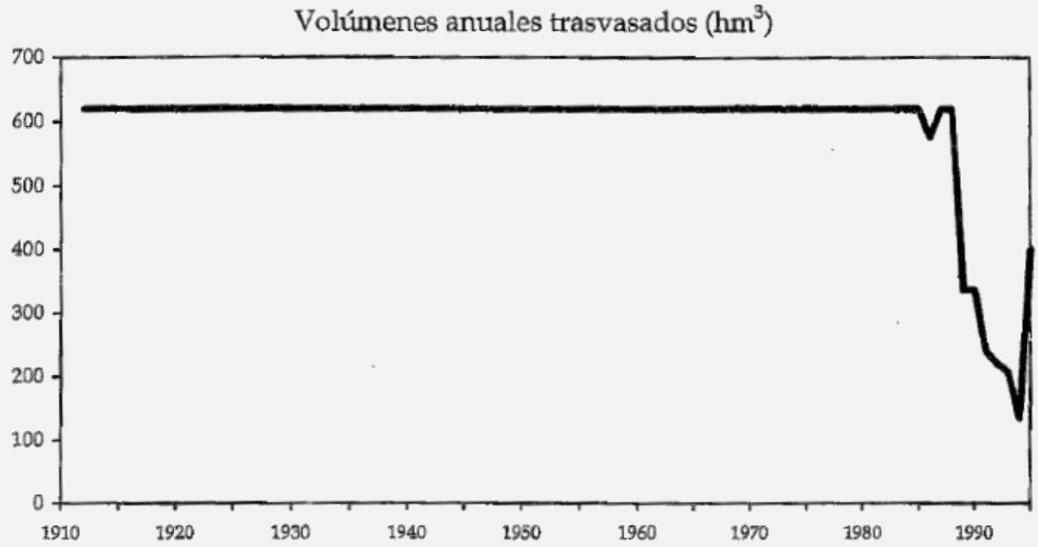


Figura 136. Reproducción de la figura "Volúmenes anuales trasvasados (hm³) — sin cautelas" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

Como se observa, hubiese podido trasvasarse el máximo de 620 hm³/año sin la menor dificultad durante toda la serie hasta el año 1985, en que comienzan a acusarse, con 5 años de retraso, los efectos de la gran crisis de sequía que comenzó en 1980. En esta crisis, se produce un fallo catastrófico el año hidrológico 1994-95, en el que el volumen total trasvasado hubiese sido de 134 hm³, es decir, escasamente el necesario para abastecimientos, pero, además, los tres años inmediatamente anteriores a éste se hubiesen trasvasado en total 240, 220 y 207 hm³ respectivamente. Después de un largo periodo de consolidación a plena satisfacción de las demandas, una racha de cuatro años con este régimen de transferencias hubiese supuesto el completo desmantelamiento de toda la actividad agrícola vinculada al trasvase, y un absoluto fracaso de las funciones de utilidad pública para las que fue concebido.

Además, se aprecia también una situación muy variable de unos años a otros, con envíos gradualmente descendentes en pocos años desde 620 hasta 134, que resultan también indeseables en una buena administración de los riegos, uno de cuyos requerimientos es el de la mayor continuidad en sus aportes hídricos. La evaporación media resulta ser del 7% de la aportación media, y los vertidos medios (desembalses necesarios para respetar resguardos, al margen de las necesidades de la cuenca) del 21% de esta aportación. El déficit anual máximo hubiese sido del 78%, hubiese sido necesaria la remisión al Consejo de Ministros el 8.5% de los meses de la serie, y los embalses hubiesen llegado a tener un total embalsado de 143 hm³, es decir, 25 por encima de los 118 mínimos.

Estos resultados son, además, independientes de pequeñas variaciones coyunturales como que se disponga del canal operativo sin interrupción durante todos los meses del año o durante 11, 10 o incluso 9 meses, de que se considere un eventual supuesto de mayor demanda propia de la cuenca del Tajo y evaporación mayor, o de que se mayoreo minore ligeramente la serie de aportaciones. El gráfico adjunto muestra los resultados que se obtendrían bajo distintas de estas circunstancias, pudiendo comprobarse que, salvo que las cuantías trasvasadas pueden ser aún inferiores, los indeseables efectos comentados son persistentes y, cualitativamente, siempre los mismos, al margen de la coyuntura concreta.

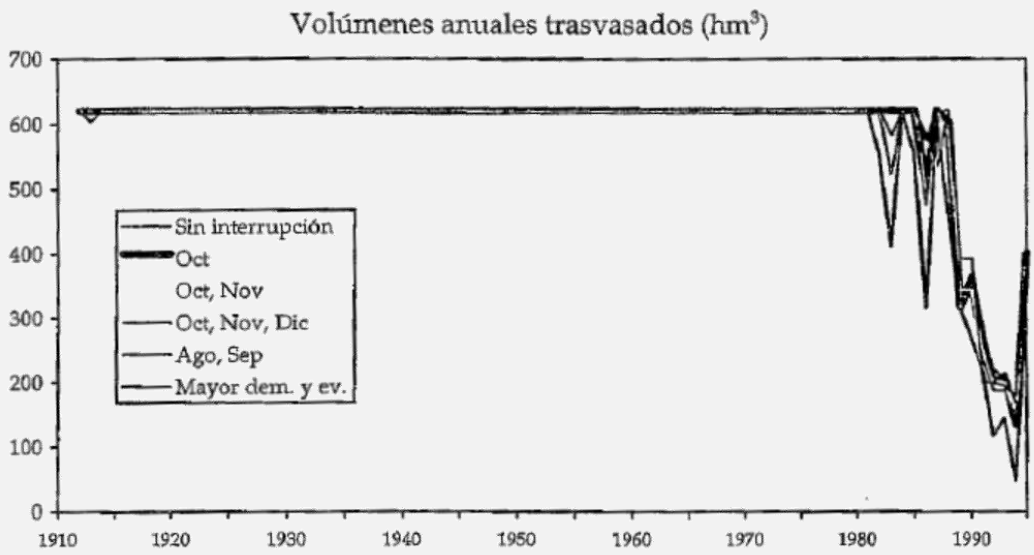


Figura 137. Reproducción de la figura "Volúmenes anuales trasvasados (hm³) — sin cautelas, ante distintas circunstancias de operación" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

Queda demostrado, en definitiva, que, como era lógico esperar, el régimen de trasvases de excedentes, sin autolimitación alguna, resulta desaconsejable para los usuarios del trasvase, lo que no hace sino ratificar explícitamente la necesidad de una regla de explotación que modere los envíos e impida la presentación de graves crisis.

3.2.2. LAS CURVAS DE RESERVA ESTRATÉGICA DE 2 AÑOS

Con el criterio de la ·reserva estratégica para 2 años, se ha elaborado por la Confederación Hidrográfica del Tajo un conjunto de curvas expresado por la regla tabular adjunta, en la que, entrando en la columna correspondiente con las existencias embalsadas a comienzos de cada ·mes, se obtiene mediante interpolación en la última columna el volumen anual trasvasable garantizado por 2 años. Con ello, una recomendación razonable de trasvase en este mes sería tal valor anual dividido por el número de meses en que el acueducto se encuentra operativo.

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Trasvase
1553	1558	1495	1489	1429	1368	1317	1375	1396	1405	1460	1507	650
1435	1440	1376	1371	1311	1259	1199	1257	1278	1278	1342	1389	600
1197	1204	1153	1133	1117	1083	1034	1019	1041	1050	1105	1152	500
955	963	928	906	922	904	870	839	808	809	863	910	400
706	716	698	693	729	727	710	692	674	624	616	661	300
538	551	550	52	610	617	610	595	588	546	514	495	235
415	425	449	453	514	524	521	513	505	469	444	428	185
368	371	372	363	411	420	429	432	426	403	392	377	135
240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	0

Si aplicamos este criterio a la serie hidrológica histórica, y en el supuesto de situación ordinaria, los trasvases anuales que se hubiesen producido serían los representados en el gráfico, en el que se incluye también, a efectos comparativos, la situación resultante de trasvase máximo sin limitaciones.

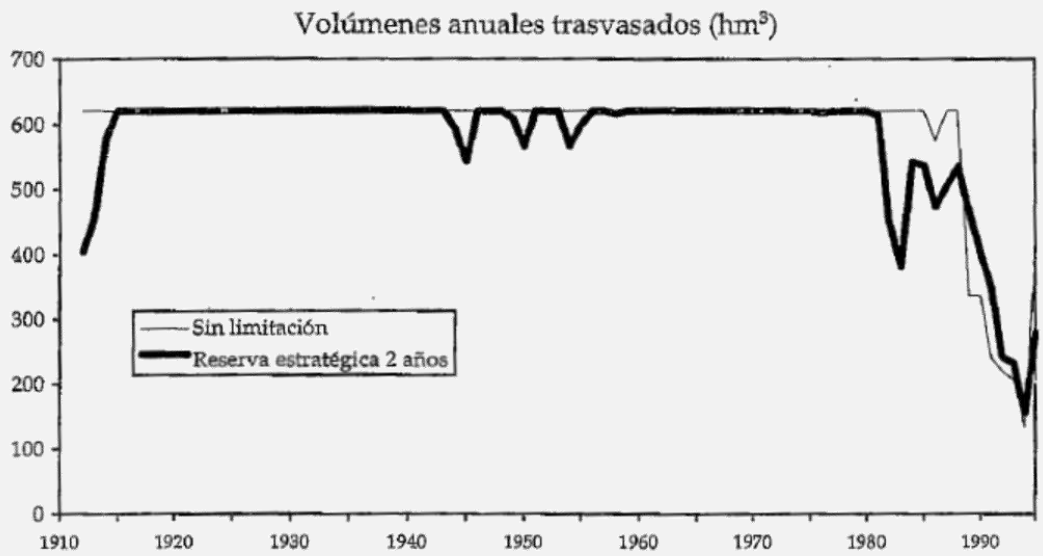


Figura 138. Reproducción de la figura "Volúmenes anuales trasvasados (hm³) – sin cautelas y reserva estratégica de 2 años" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

Puede verse que el efecto más significativo en relación al supuesto de trasvase sin limitación es que, dejando a salvo el periodo transitorio inicial, en los años 40 y 50 se producen algunas restricciones puntuales, sin bajar nunca de los 550 hm³/año trasvasados, y a comienzos de la década de los 80 comienzan a producirse restricciones con cuyo ahorro es posible afrontar la situación desde el año 1988 en condiciones algo mejores. Esto es lógicamente así debido a que la limitación de la reserva estratégica reduce los trasvases casi en el momento en que comienza el periodo seco, mientras que la regla sin limitación ignora este hecho y solo acusa la merma al final de la década, encontrándose entonces con menos existencias embalsadas para atender el futuro.

El año 1994-95 se produce un grave fallo puntual (trasvase total de 154 hm³/año), y en los años anteriores se hubiese podido disponer de 348, 241 y 232 hm³ respectivamente, cantidades mejores que las de la actuación sin limitación, pero también inaceptables. Por otra parte, hay también fuertes caídas entre años sucesivos, lo que, como se indicó, resulta indeseable. La evaporación resulta ser el 7% de la aportación media, y los vertidos el21% de esta aportación, como en el caso anterior.

En definitiva, la aplicación de esta regla mejora la situación con respecto a la inicial sin limitaciones, pero ésta mejora no puede considerarse sustancial, y sigue dando lugar a una situación inadmisible.

3.2.3. LAS CURVAS DE RESERVA ESTRATÉGICA DE 3 AÑOS

Como en el caso anterior, pero empleando ahora el criterio de la reserva estratégica para 3 años en lugar de para 2, el conjunto de curvas obtenido por la Confederación es el expresado mediante la regla tabular adjunta.

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Trasvase
2011	2034	2018	2018	1983	1925	1873	1919	1922	1916	1940	1966	650
1850	1873	1856	1856	1822	1763	1711	1757	1760	1753	1778	1805	600
1516	1539	1529	1522	1487	1429	1377	1425	1427	1421	1447	1471	500
1164	1190	1196	1193	1154	1099	1035	1070	1077	1075	1107	1134	400
821	847	854	869	847	807	759	772	786	746	756	788	300
616	643	650	672	658	626	610	598	605	576	548	581	235
462	490	498	523	514	524	521	513	505	468	444	428	185
368	371	372	370	411	420	429	432	426	403	392	377	135
240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	0

Aplicando este criterio a la serie hidrológica histórica, y en el supuesto de situación ordinaria, los trasvases anuales que se hubiesen producido serían los representados en el gráfico, en el que, como

antes, se incluye también, a. efectos comparativos, la situación resultante de trasvase máximo sin limitaciones y la correspondiente a reserva de2 años.

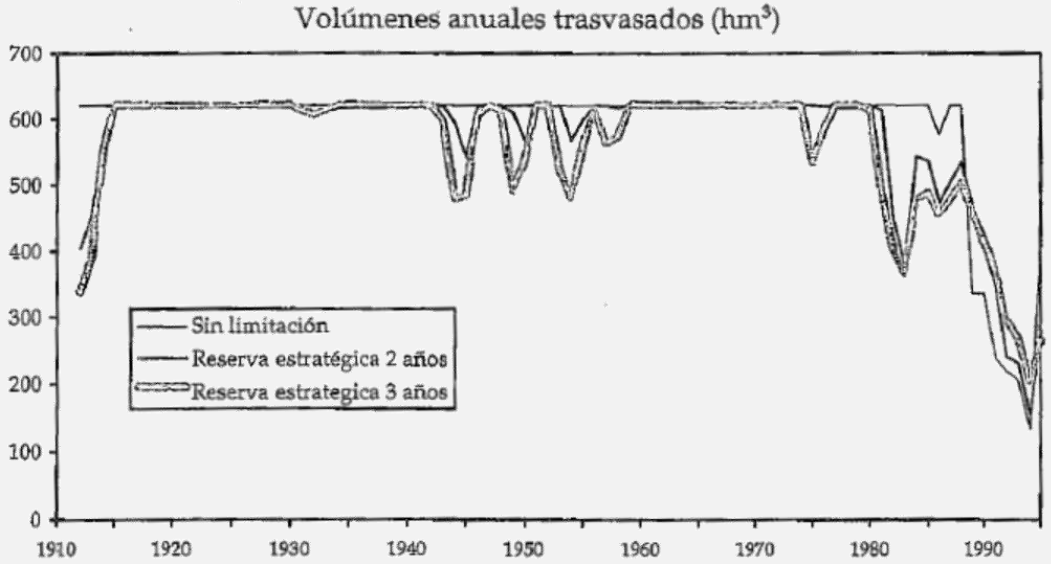


Figura 139. Figura 140. Reproducción de la figura "Volúmenes anuales trasvasados (hm³) — sin cautelas y reservas estratégicas de 2 y 3 años" de "Una regla de explotación para la programación de trasvases del Acueducto Tajo-Segura" (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

Con relación a la regla de 2 años, ésta de 3 años presenta un mejor comportamiento pues, aun cuando la restricción en los· años 40 y 50 hubiese sido ligeramente mayor (trasvases del orden de 500 hm³/año), el comportamiento en la década de los 80 es mejor al suavizarse las oscilaciones y mejorar el suministro en los años peores. El año 1994-95 se hubiesen trasvasado 204 hm³ cantidad muy reducida pero mejor que en los otros casos, y en los años anteriores se hubiese dispuesto .de 374, 297 y 269 hm³ respectivamente, cantidades también mejores que las de los supuestos previos. Persiste el indeseable efecto de caída escalonada durante 6 años seguidos, la evaporación resulta ser el 7% de la aportación media, y los vertidos el 22%.

En definitiva, la aplicación de esta regla supondría una cierta mejora con respecto a la situación sin limitación y con respecto a la de reserva de 2 años, pero como antes, no parece que esta mejora pueda considerarse sustancial.

(…)

3.2.7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Ante todo lo expuesto, el primer resultado que llama poderosamente la atención es la sorprendente similaridad (con los matices apuntados) entre los comportamientos observados para todo el gran número de diferentes curvas e hipótesis que se han estudiado. Las diferencias relativas entre unas y otras desde luego existen, pero no pueden calificarse de determinantes, mientras que, por contra, el patrón global de comportamiento para todas las reglas (buen comportamiento hasta el año 80, y caída continuada durante 6 ó 7 años hasta suministros totales entre 130 y 200 hm³) parece repetirse siempre. Esto nos lleva a pensar sobre una posible limitación intrínseca, o rasgo estructural profundo, de las reglas de explotación de tipo tabular.

(…)

En general, y como resumen, cabe resaltar que todas las reglas tabulares presentan una notoria incapacidad para minimizar fallos catastróficos. Sería admisible un cierto fallo bajo los umbrales mínimos siempre y cuando existiesen mecanismos alternativos que pudiesen complementar los recursos necesarios hasta tales umbrales, pero este mecanismo (p.e.: pozos de sequía, intercambios o préstamos, desalación, etc.) habría de funcionar de forma puntual, y en ningún caso con carácter permanente. La situación deseable, en la que al entrar en periodos críticos se asegure un cierto volumen estable de trasvase anual, con suficiente garantía, y los fallos de este suministro estable se suplan en su caso con mecanismos de emergencia, no puede conseguirse con reglas tabulares. Tales reglas necesariamente introducen, además de los fallos puntuales, grandes oscilaciones interanuales.

Buscando la posible mejora de estos resultados, se procede a ensayar otras aproximaciones de naturaleza analítica, tal y como se expone seguidamente.

Justificación del umbral mínimo de 240 hm³

Concepción

Aunque en el PHT1998 se definiera como excedentaria toda el agua embalsada en Entrepeñas y Buendía, no se encuentra justificado en su Memoria. Es de suponer la existencia de algún documento técnico de la fecha de toma de la decisión (1997) que lo sustente, al igual que ocurre con la justificación de las Reglas de Explotación mencionado en puntos anteriores, pero no hemos podido tener acceso. No obstante, unos años más tarde se incluye esta justificación en 3CPH[114].

La metodología para la definición del umbral mínimo se basa en:

- Limitar las necesidades a atender desde Entrepeñas y Buendía a los usos consuntivos desde su cabecera hasta Aranjuez, cumpliendo con el caudal mínimo de 6 m³/s establecido en la Ley 52/1980, considerando que con la incorporación de los caudales del Jarama y los 6 m³/s que lleve el Tajo en Aranjuez es suficiente para cubrir las necesidades del Tajo aguas abajo de Aranjuez.
- Esta demanda se cuantifica en unas necesidades de desembalse variable de año en año, según la bondad del año hidrológico, con un valor máximo de 341 hm³/año
- Como seguridad, ante crecimientos futuros de la demanda, se plantea incrementarla aproximadamente en un 10%, dejando en 370 hm³ la necesidad de desembalse de Entrepeñas y Buendía que tiene la cuenca del Tajo para satisfacer sus usos.
- El menor año de la serie aforada tiene unas aportaciones de 404,6 hm³. Como seguridad considera una minoración de un 10% de las aportaciones, por lo que este mínimo será 364 hm³ (404,5 x 0,9).
- Como la demanda mayorada es muy similar a la mínima aportación anual minorada, se considera suficiente hacer un cálculo de regulación de ese año.
- Un volumen mínimo de explotación de 118 hm³.

Haciendo el cálculo de la necesidad de regulación intra-anual de las aportaciones minoradas del peor año, justifica una necesidad de almacenamiento de 117 hm³, que sumados a los 118 hm³ de volumen mínimo y redondeando, se justifican los 240 hm³.

El valor dado al umbral, 240 hm³ coincide aproximadamente con el 10% de la capacidad de embalse. Se trata de un número redondo, significativo, que al parecer ya se tenía en cuenta anteriormente como referencia. Por ejemplo, entre junio y diciembre de 1995, antes del PHT1998, había sido el único momento en el que Entrepeñas y Buendía estuvieron por debajo[115] del umbral de 240 hm³, con una situación crítica para atender los abastecimientos del Sureste; en esta situación se adoptan dos decisiones relativas al trasvase, que se hacen con rango de Ley (con la figura del Real Decreto-Ley): reducir el caudal mínimo en Aranjuez a 3 m³/s (*Real Decreto-ley 6/1995,*

[114] Se abrevia con 3CPH la publicación *Tres casos de Planificación hidrológica* (Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, 2001). El segundo caso se dedica al ATS, e incluye la justificación del umbral de 240 hm³ y la definición de las reglas de explotación —una transcripción de (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)—.

[115] Posteriormente, entre septiembre de 2017 y febrero de 2018, también han estado Entrepeñas y Buendía por debajo de 240 hm³.

de 14 de julio) y autorizar un trasvase de 55 hm³ (*Real Decreto-ley 7/1995, de 4 de agosto*).

En este sentido puede que el origen de la declaración como excedentaria de toda el agua embalsada en Entrepeñas y Buendía por encima de 240 hm³ fuera un criterio arbitrario basado en la experiencia de la gestión de la sequía de los años 90 del siglo XX, en línea con una leyenda circulante que atribuye su gestación a un coloquio realizado en bar documentado en una servilleta de papel. Si fuera cierto, la justificación que figura en 3CPH estaría realizada *ex post* de la toma de decisión, con la intención de mostrar sobre el papel una concepción garantista del cumplimiento de las necesidades de la cuenca del Tajo, con una seguridad adicional dada por la mayoración de las demandas y la disminución de las aportaciones. Eso sí, considerando como necesidades del Tajo únicamente la atención de unos usos consuntivos aguas arriba de Aranjuez y el mantenimiento del caudal mínimo de 6 m³/s en el Real Sitio fijado en la Ley 52/1980.

Análisis

Como se indica anteriormente, se considera menores aportaciones (hasta ese momento) fue el año hidrológico1994-1995, con unas entradas registradas de 404,6 hm³. Sobre este valor, a efectos de cálculo, se decidió considerar una aportación minorada en un 10%, resultando 364 hm³, muy similar al desembalse considerado (370 hm³/año). De esta manera, se justifica que en la práctica la atención de las demandas de la cuenca del Tajo no requiere un embalse interanual, sino que basta con una reserva que permita la modulación intraanual de la demanda.

En la siguiente gráfica se muestran las aportaciones (en azul) y las demandas (en naranja) consideradas en 3CPH para el cálculo del umbral de 240 hm³:

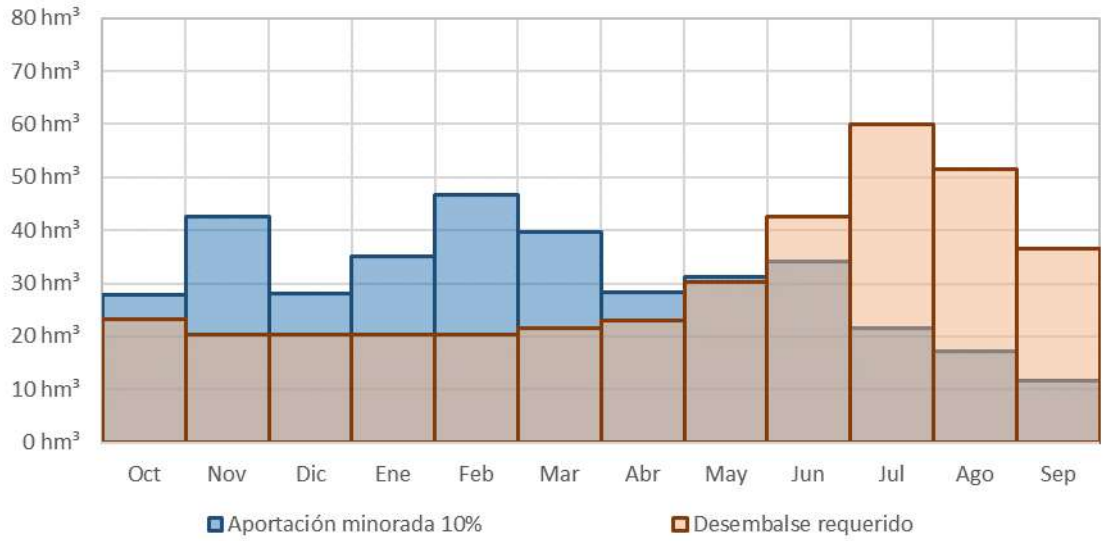


Figura 141. Comparación entre las aportaciones y desembalses considerados en *Tres casos de planificación hidrológica* (3CPH) para la determinación del umbral de 240 hm³

Entre octubre y mayo las aportaciones superarían a los desembalses (se guardaría agua), mientras que entre junio y septiembre los desembalses superan a las aportaciones (se necesitaría desembalsar agua guardada anteriormente). Visualmente se aprecia que las áreas puramente azules de la figura (que representan el agua que se podría guardar) es equivalente al área puramente naranja (que se representan los desembalses adicionales a las aportaciones del mes que se tendrían que realizar para atender las demandas). En valores numéricos, el agua que se podría guardar serían

100 hm³ y el desembalse adicional requerido de 106 hm³. Hay una diferencia de 6 hm³, igual a la existente entre el valor del desembalse mayorado (370 hm³) y las aportaciones minoradas (364 hm³), que se consideró aceptable. Si el desembalse adicional requerido (106 hm³) se le suma el volumen mínimo de explotación (118 hm³) se tendrían 224 hm³.

En este cálculo falta por considerar la evaporación, en el que se aprecia cierta incongruencia. Se estima la evaporación, por exceso, en 68 hm³/año, con su correspondiente distribución mensual. Pero si realmente se considerara ese valor, la diferencia entre las aportaciones minoradas (364 hm³) y la suma de los desembalses mayorados y la evaporación máxima considerada (438 hm³) es lo suficientemente grande (74 hm³, el 20% de la aportación) para justificar la incorrección de la asunción de un balance intra-anual en la que se basa la justificación de 3CPH. En la siguiente figura (Figura 141, con el añadido de la evaporación sobre el desembalse), se aprecia claramente la existencia de una diferencia entre el agua que se podría embalsar (área puramente azul, 71 hm³) y las reservas que se tendrían que desembalsar (área puramente naranja, 145 hm³):

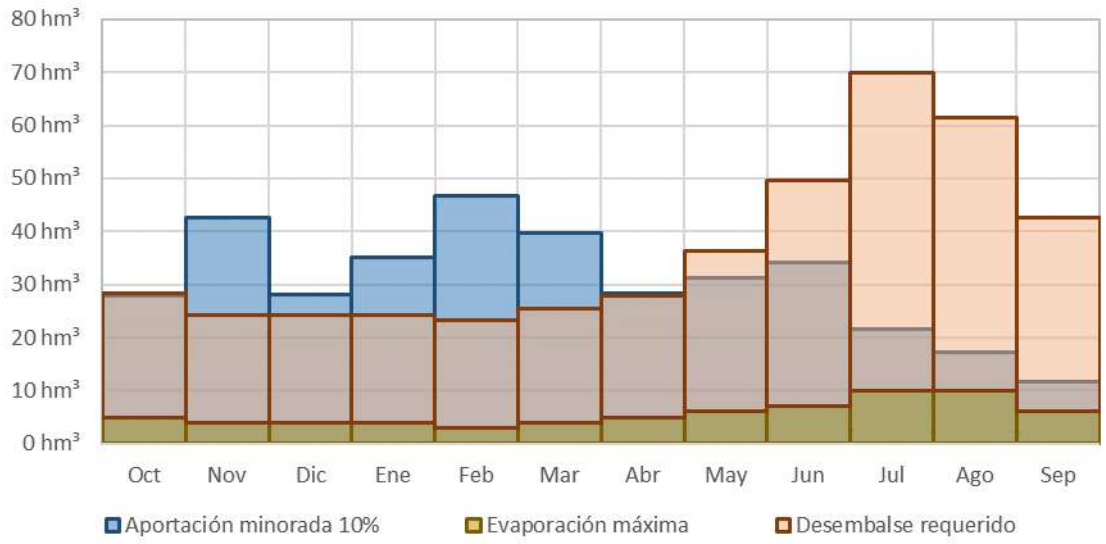


Figura 142. Comparación entre las aportaciones y suma de desembalses y evaporación considerados en *Tres casos de planificación hidrológica* (3CPH) para la determinación del umbral de 240 hm³

Si el mes de mayo se iniciara con 240 hm³, en este supuesto de aportaciones, desembalses y evaporación, no se hubieran podido atender todos los desembalses, estimados en 145 hm³, pues se habría llegado antes al mínimo de explotación (118 hm³). En esas condiciones, sólo se podrían haber desembalsado 122 hm³ (240 hm³ - 118 hm³), existiendo un déficit de 23 hm³de atención de las demandas del Tajo. No obstante, este valor máximo de la evaporación considerado es exagerado si las existencias embalsadas fueran de 240 hm³. Con la metodología descrita en el Anejo 2 (punto An.2B), para una evaporación unitaria anual de 1300 mm (la considerada en 3CPH), podría estimarse una evaporación anual de 26,7 hm³/año si todo el año las existencias fueran de 240 hm³. Sustituyendo en la Figura 142 la evaporación máxima por esta evaporación corregida se tendría:

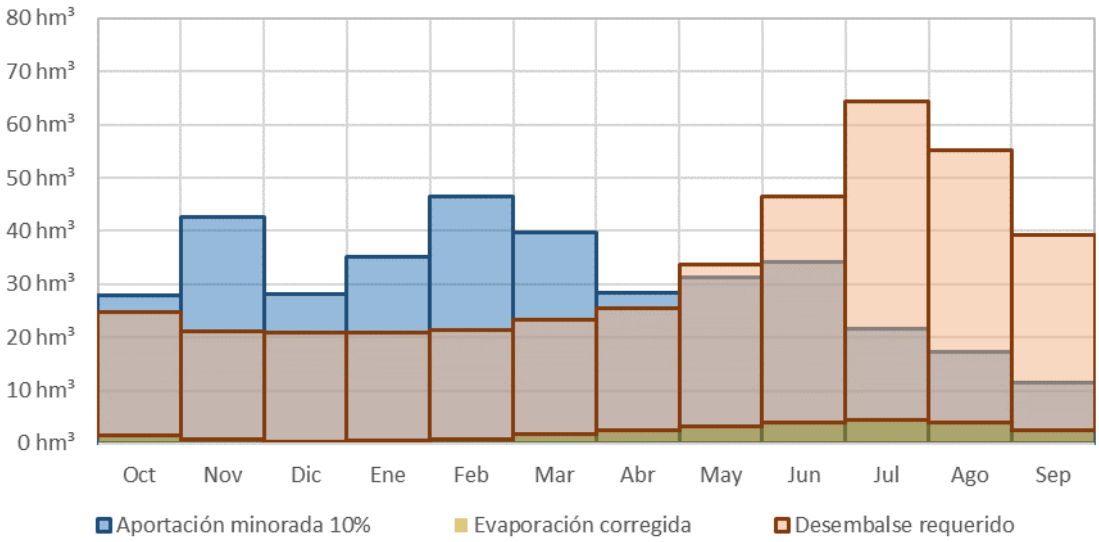


Figura 143. Comparación entre las aportaciones y suma de desembalses considerados en *Tres casos de planificación hidrológica* (3CPH), con una evaporación corregida calculada para una superficie de lámina de agua que se tendría con Entrepeñas y Buendía en 240 hm³, para la determinación del umbral de 240 hm³

En este caso, la movilización de reservas que se tendrían que hacer entre mayo y septiembre serían 123 hm³, por lo que si mayo se iniciara con unas reservas de 240 hm³, se terminaría septiembre con el mínimo de operación (118 hm³), con 1 hm³ de déficit. Además, supuesto que el siguiente año hidrológico siguiera el mismo patrón de aportaciones, entre octubre y abril podría embalsar 91 hm³, iniciándose mayo con 209 hm³, lejos del mínimo de 240 hm³ fijado como garantía para la atención de las demandas del Tajo.

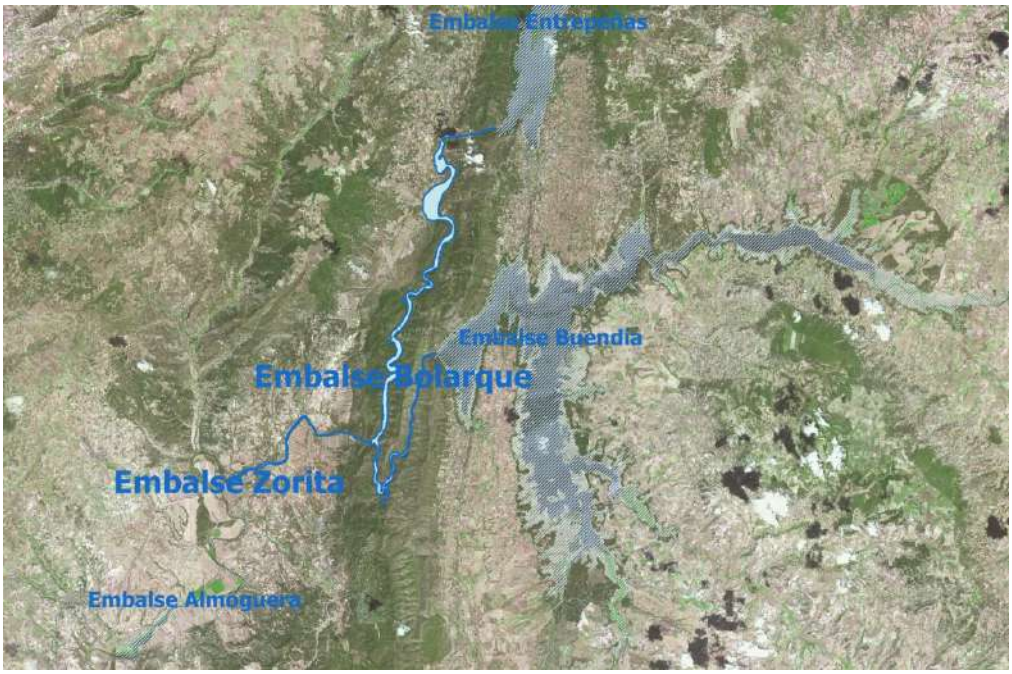


Figura 144. Ubicación de los embalses de Bolarque, Zorita, Almoguera, Entrepeñas y Buendía sobre ortofoto. Elaborado a partir de la Ortofoto del PNOA (IGN) y de la capa de masas de agua superficial de la Confederación Hidrográfica del Tajo

Por tanto, basándose en los propios argumentos que se dan en *JE1997*, puede afirmarse que el umbral de 240 hm³ no garantiza los usos de la cuenca del Tajo en los supuestos de mayoración de demandas y minoración de aportaciones que se indican. Cabe la posibilidad de que los cálculos que se reflejan no se hicieran para determinar cuál

debiera ser el umbral que garantizara los usos consuntivos de la cuenca del Tajo, sino para justificar una decisión ya tomada con anterioridad. A favor de eta hipótesis juega que el valor de 240 hm³ sea, en números redondos, el 10% de la capacidad de Entrepeñas y Buendía.

Aguas abajo del embalse de Bolarque, muy próximo, se encuentra el embalse de Zorita, por lo que se pueden asimilar las entradas en el embalse de Zorita a los desembalses realizados desde Bolarque[116]. En el Anuario de aforos (CEDEX, 2016) se facilitan las entradas en distintos embalses, entre los que se encuentran Entrepeñas, Buendía y Zorita. A pesar de los números del lado de la seguridad que se exponen en 3CPH, lo cierto es que en los años siguientes, y anteriores a la aprobación del PHT2014, se dio un caso con desembalses y aportaciones similares (año hidrológico 2004-2005), con aportación de 364 hm³/año y desembalses de 368 hm³/año. O significativamente peores, como el año hidrológico 2011-2012, con aportaciones de 361 hm³/año y desembalses de 401 hm³/año. En la siguiente figura se representa este último caso, con la estimación de la evaporación corregida comentada anteriormente:

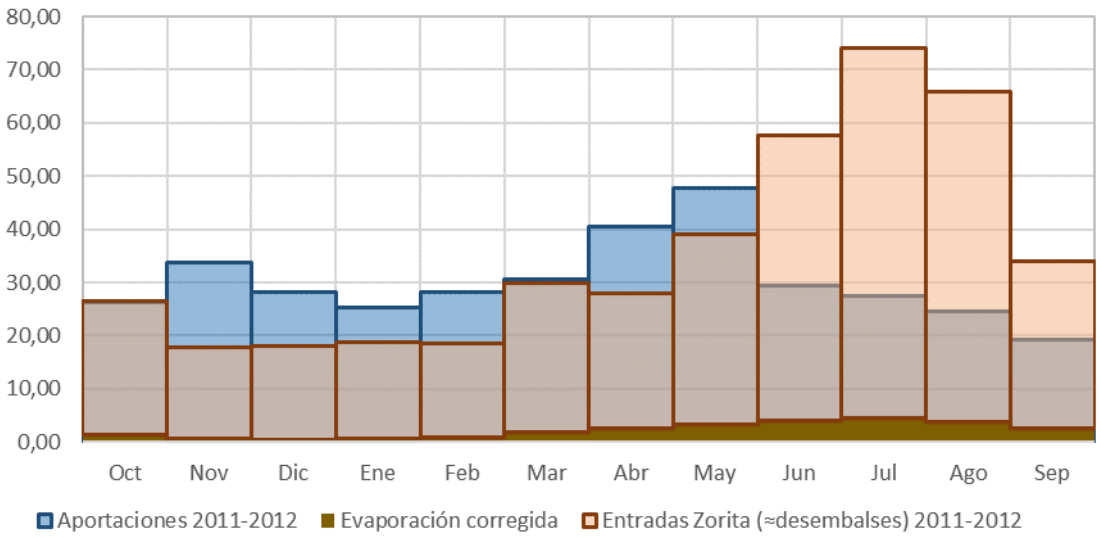


Figura 145. Comparación entre las aportaciones registradas con los desembalses realizados (entradas en el embalse de Zorita) en el año hidrológico 2011-2012, considerando la estimación de la evaporación corregida calculada para una superficie de lámina de agua que se tendría con Entrepeñas y Buendía en 240 hm³, para la determinación del umbral de 240 hm³

Comparando esta gráfica con la Figura 143 se aprecia que es una situación más desfavorable, con un desembalse de existencias previas (área naranja) mayor. En concreto este desembalse sería de 131 hm³, de manera que si en el inicio de junio las reservas se hubieran situado en 240 hm³, en septiembre se habría alcanzado el mínimo de explotación y no se hubieran podido realizar el mismo desembalse. Así, a pesar de las cautelas de 3CPH con las minoraciones de aportaciones y mayoración de las demandas, en la realidad se produjo un potencialmente peor que el considerado. No se concretó la amenaza porque junio de 2012 se inició con unas reservas de 819 hm³.

La causa por la que en el verano de 2012 se incrementó el desembalse desde la cabecera del Tajo fue porque, ante la escasez de reservas en el Alberche en ese momento, fue preciso bombear desde el río Tajo caudales al Canal Bajo del Alberche. El Canal Bajo del Alberche parte del embalse de Cazalegas (en el río Alberche) y

[116] De una manera similar, el Libro Blanco del Agua (Ministerio de Medio Ambiente, 2000), en la figura 291 (pág. 375) asocia las entradas en el embalse de Almoguera (aguas abajo de Zorita) a las salidas de Bolarque hacia el Tajo. El Anuario de aforos del CEDEX no da directamente el desembalse hacia el Tajo, sino que da el valor agregado de todas las salidas (Central reversible, Acueducto-Tajo Segura y río Tajo).

termina cerca del embalse de Azután (en el río Tajo), discurriendo por la margen derecha del río Tajo. Desde este canal se riega la Zona Regable del Canal Bajo del Alberche, con una demanda bruta de 83 hm³/año conforme el PHT2016. En situaciones de normalidad esta demanda se atiende, por gravedad, con recursos del Alberche. Pero cuando los recursos del Alberche escaseen o estén comprometidos para el abastecimiento de Madrid, se contempla la opción de bombear agua desde el río Tajo hasta el Canal Bajo del Alberche. Esta alternativa, puesta en funcionamiento en 1991 como obra de emergencia constituida por una toma de agua desde el Tajo en la desembocadura del arroyo de las Parras, con una serie de bombas en serie que remontaban el cauce del arroyo hasta el Canal Bajo del Alberche. Se trataba de una infraestructura provisional, que se ha tenido que montar y desmontar en cada temporada que se ha usado. En PHT2014 y PHT2016 se contempla como medida incluida en la modernización de los regadíos del Canal Bajo del Alberche la realización de una infraestructura permanente de bombeo, cuyas obras fueron adjudicas el 31/8/2017 y el contrato se formalizó el 27/10/2017[117].

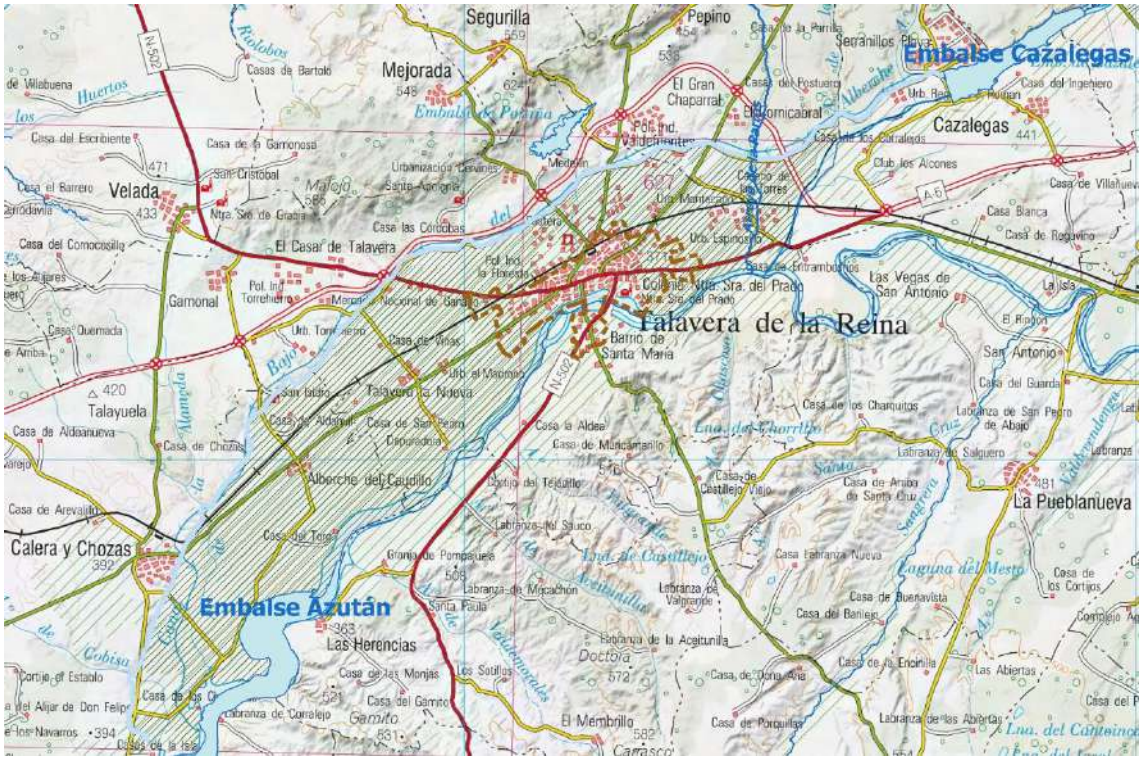


Figura 146. Situación de Talavera de la Reina a orillas del Tajo, los embalses de Cazalegas (en el río Alberche) y Azután (en el río Tajo), Canal bajo del Alberche y su zona regable comprendida entre el canal y el río Tajo. Elaborado con el mapa 1:200 000 del IGN de fondo con información geográfica facilitada por la Confederación Hidrográfica del Tajo.

[117] En Boletín Oficial del Estado del viernes 3 de noviembre de 2017, Núm. 267

An.3D. Cálculo del umbral mínimo

Concepto

Con una demanda determinada se requiere conocer cuál es la capacidad de embalse necesaria para regular el recurso y poder atender la demanda.

Es el planteamiento que se realizó para las determinaciones de excedentes en 1998 y 2014. Como diferencia, en este caso no se va a plantear una única demanda, sino un rango, de forma que con los resultados se obtenga un conjunto de puntos (demanda, volumen mínimo) que se pueda representar en una curva demanda-volumen mínimo.

Este planteamiento permite poder analizar la curva demanda-volumen mínimo y sacar conclusiones sobre el comportamiento de esta.

Metodología

La metodología usada se basa en el clásico diagrama o método de Rippl (también llamado balance de masas o volúmenes acumulados), desarrollado a finales del siglo XIX. Se trata de un procedimiento gráfico en el que se comparan las aportaciones acumuladas con las demandas acumuladas (para facilitar el gráfico, se suele restar a cada valor mensual de demanda y aportación la aportación media mensual), trasladándose la curva de demandas a lo largo de la serie, determinándose la capacidad de regulación necesaria como la mayor diferencia entre la curva de aportaciones acumuladas y la de la demanda trasladada en la posición más desfavorable[118].

Este procedimiento está concebido para su realización gráfica de una manera abordable sin la ayuda de ordenadores, teniendo a su vez su componente didáctica. Con el apoyo de los ordenadores, es preferible un procedimiento numérico. Para los cálculos, se ha adaptado la filosofía del diagrama de Rippl, trasladando el procedimiento gráfico a una hoja de cálculo, en la que se calcula, para cada mes de la simulación[119]:

- Mes
- A: aportación
- Aac-Amedia: aportación acumulada menos aportación media
- D-Amedia: demanda menos aportación media
- Nec sin Ev: necesidades sin evaporación
- U0 (sin Ev): umbral o volumen mínimo necesario sin contar la evaporación
- D+Ev-Amedia: demanda más evaporación menos aportación media
- Nec con Ev: necesidades con evaporación
- U (con Ev): umbral o volumen mínimo necesario considerando la evaporación

Las demandas consideradas para el cálculo se descomponen en una parte fija para atender el caudal mínimo del Tajo por Aranjuez (uniforme de 6 m³/s) y una parte variable distribuida mensualmente según los siguientes porcentajes[120]:

[118] Una descripción del procedimiento se puede encontrar, entre otras publicaciones, en (Martín Carrasco & Garrote de Marcos, 2013)

[119] Esta adaptación del método de Rippl a la hoja de cálculo puede abordarse de diversas maneras, habiendo recibido distintos nombres como "Algoritmo de sucesión de picos" o "método de balance de masas a la inversa" (Skertchly Molina, 1989).

[120] Calculados para que con una demanda de 365 hm³, descontando 189 hm³/año del caudal mínimo en Aranjuez, quede una distribución igual a la fijada en el punto 1 del artículo 4 del RD 773/2014, donde se fijan los desembalses de referencia.

Figura 147. Distribución mensual considerada para la parte variable de las demandas consideradas en los cálculos.

Quedando la siguiente distribución de demandas:

Tabla 22. Distribución mensual de las demandas (en hm³) consideradas para los cálculos de la curva del volumen mínimo necesario en Entrepeñas y Buendía

Total	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
200	16,62	15,70	16,25	16,25	14,73	16,50	16,01	16,99	17,17	18,77	18,21	16,81
225	17,89	16,05	16,67	16,67	15,22	17,48	17,07	19,11	20,94	25,01	23,18	19,71
250	19,16	16,40	17,08	17,08	15,72	18,47	18,13	21,23	24,70	31,26	28,15	22,62
275	20,43	16,75	17,50	17,50	16,22	19,45	19,19	23,36	28,46	37,51	33,12	25,53
300	21,70	17,09	17,92	17,92	16,71	20,44	20,25	25,48	32,22	43,76	38,08	28,44
325	22,97	17,44	18,33	18,33	17,21	21,42	21,31	27,60	35,98	50,00	43,05	31,35
350	24,24	17,79	18,75	18,75	17,70	22,41	22,36	29,73	39,74	56,25	48,02	34,26
375	25,51	18,14	19,17	19,17	18,20	23,39	23,42	31,85	43,50	62,50	52,99	37,16
400	26,78	18,49	19,58	19,58	18,69	24,38	24,48	33,97	47,27	68,75	57,95	40,07
425	28,05	18,84	20,00	20,00	19,19	25,37	25,54	36,10	51,03	74,99	62,92	42,98
450	29,32	19,18	20,42	20,42	19,69	26,35	26,60	38,22	54,79	81,24	67,89	45,89
475	30,59	19,53	20,83	20,83	20,18	27,34	27,66	40,34	58,55	87,49	72,86	48,80
500	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70
525	33,13	20,23	21,67	21,67	21,17	29,31	29,78	44,59	66,07	99,99	82,79	54,61
550	34,40	20,58	22,08	22,08	21,67	30,29	30,84	46,71	69,83	106,23	87,76	57,52
575	35,67	20,92	22,50	22,50	22,16	31,28	31,90	48,84	73,60	112,48	92,73	60,43
600	36,94	21,27	22,92	22,92	22,66	32,26	32,96	50,96	77,36	118,73	97,70	63,34

Resumen de los cálculos

Tabla relación demanda-umbral

Como resultado del cálculo, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 23. Resultados de los cálculos de umbrales o volúmenes de embalse mínimos necesarios para regular los recursos de Entrepeñas y Buendía y poder atender unas demandas especificadas

Demanda cálculo	Umbral sin evaporación	Umbral con evaporación
200 hm³/año	154 hm³	155 hm³
225 hm³/año	155 hm³	155 hm³
250 hm³/año	155 hm³	156 hm³
275 hm³/año	165 hm³	175 hm³
300 hm³/año	184 hm³	195 hm³
325 hm³/año	203 hm³	215 hm³
350 hm³/año	222 hm³	235 hm³
375 hm³/año	241 hm³	262 hm³
400 hm³/año	268 hm³	313 hm³
425 hm³/año	315 hm³	367 hm³
450 hm³/año	363 hm³	421 hm³
475 hm³/año	411 hm³	475 hm³
500 hm³/año	459 hm³	529 hm³
525 hm³/año	508 hm³	613 hm³
550 hm³/año	556 hm³	740 hm³
575 hm³/año	668 hm³	885 hm³
600 hm³/año	783 hm³	1032 hm³

La representación de esta tabla (los valores contando con la evaporación) se tiene en la Figura 15 (punto 2.2.4).

En el siguiente apartado se muestran las tablas que justifican estos valores.

Tablas de cálculos del umbral mínimo

Los cálculos se realizan sobre la serie completa (104 años) a nivel mensual, lo que da lugar a 1248 registros por cada cálculo. A continuación se muestra únicamente los registros o filas correspondientes al periodo crítico, que define el umbral:

Tabla 24. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 200 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
ene-1965	42	10424	-79	10424	118	-79	10424	118
feb-1965	-22	10307	-81	10343	154	-80	10344	155
mar-1965	257	10468	-79	10468	118	-78	10468	118

Tabla 25. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 225 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
ene-1965	42	10424	-79	10424	118	-78	10424	118
feb-1965	-22	10307	-80	10344	155	-80	10344	155
mar-1965	257	10468	-78	10468	118	-77	10468	118

Tabla 26. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 250 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
ene-1965	42	10424	-78	10424	118	-78	10424	118
feb-1965	-22	10307	-80	10344	155	-79	10345	156
mar-1965	257	10468	-77	10468	118	-76	10468	118
may-1950	33	8080	-74	8080	118	-72	8080	118
jun-1950	27	8011	-71	8011	118	-68	8012	119
jul-1950	15	7931	-64	7947	134	-61	7951	137
ago-1950	18	7854	-67	7880	144	-65	7886	150
sep-1950	18	7776	-73	7807	149	-71	7815	156
oct-1950	21	7702	-76	7731	147	-75	7739	156
nov-1950	24	7630	-79	7652	140	-78	7661	149
dic-1950	74	7609	-78	7609	118	-78	7609	118

Tabla 27. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 275 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
may-1950	33	8080	-72	8080	118	-70	8080	118
jun-1950	27	8011	-67	8013	120	-64	8016	122
jul-1950	15	7931	-58	7955	142	-55	7961	148
ago-1950	18	7854	-62	7893	157	-60	7901	165
sep-1950	18	7776	-70	7823	165	-68	7833	175
oct-1950	21	7702	-75	7748	165	-74	7759	175
nov-1950	24	7630	-79	7670	157	-78	7681	169
dic-1950	74	7609	-78	7609	118	-78	7609	118

Tabla 28. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 300 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
may-1950	33	8080	-70	8080	118	-68	8080	118
jun-1950	27	8011	-63	8017	124	-60	8020	126
jul-1950	15	7931	-52	7965	152	-48	7971	158
ago-1950	18	7854	-57	7908	172	-55	7917	181
sep-1950	18	7776	-67	7841	183	-65	7852	193
oct-1950	21	7702	-74	7768	184	-73	7779	195
nov-1950	24	7630	-78	7689	177	-78	7701	189
dic-1950	74	7609	-77	7612	121	-77	7624	133
ene-1951	124	7638	-77	7638	118	-77	7638	118

Tabla 29. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 325 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
may-1950	33	8080	-68	8080	118	-65	8080	118
jun-1950	27	8011	-59	8021	127	-56	8024	130
jul-1950	15	7931	-45	7975	162	-42	7982	169
ago-1950	18	7854	-52	7923	187	-49	7932	196
sep-1950	18	7776	-64	7859	201	-62	7870	212
oct-1950	21	7702	-72	7787	203	-71	7799	215
nov-1950	24	7630	-78	7709	196	-77	7722	209
dic-1950	74	7609	-77	7632	141	-77	7645	154
ene-1951	124	7638	-77	7638	118	-77	7638	118

Tabla 30. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 350 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
may-1950	33	8080	-66	8080	118	-63	8080	118
jun-1950	27	8011	-56	8025	131	-52	8028	134
jul-1950	15	7931	-39	7985	172	-35	7992	179
ago-1950	18	7854	-47	7938	202	-44	7948	212
sep-1950	18	7776	-61	7877	219	-59	7889	231
oct-1950	21	7702	-71	7806	222	-70	7819	235
nov-1950	24	7630	-78	7728	216	-77	7742	230
dic-1950	74	7609	-77	7652	161	-76	7666	175
ene-1951	124	7638	-77	7638	118	-76	7638	118

Tabla 31. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 375 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
may-1950	33	8080	-63	8080	118	-61	8082	119
jun-1950	27	8011	-52	8028	135	-48	8033	140
jul-1950	15	7931	-33	7995	182	-29	8004	191
ago-1950	18	7854	-42	7953	217	-39	7965	229
sep-1950	18	7776	-58	7895	237	-56	7909	251
oct-1950	21	7702	-70	7825	241	-69	7841	257
nov-1950	24	7630	-77	7748	235	-77	7764	252
dic-1950	74	7609	-76	7672	181	-76	7688	197
ene-1951	124	7638	-76	7638	118	-76	7638	118
mar-1953	26	8222	-72	8222	118	-70	8222	118
abr-1953	23	8149	-72	8150	119	-70	8152	121
may-1953	26	8080	-63	8086	124	-61	8091	129
jun-1953	30	8015	-52	8034	137	-48	8043	146
jul-1953	34	7954	-33	8002	166	-29	8014	178
ago-1953	30	7888	-42	7959	189	-39	7975	205
sep-1953	28	7821	-58	7901	198	-56	7919	216
oct-1953	43	7768	-70	7831	181	-69	7850	200

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
nov-1953	30	7703	-77	7754	169	-77	7774	188
dic-1953	35	7643	-76	7678	153	-76	7698	173
ene-1954	33	7581	-76	7602	139	-76	7622	159
feb-1954	25	7510	-77	7525	132	-76	7546	153
mar-1954	51	7466	-72	7466	118	-70	7475	127
abr-1954	24	7395	-72	7395	118	-70	7406	128
may-1954	25	7325	-63	7332	125	-61	7345	138
jun-1954	23	7253	-52	7280	145	-48	7296	162
jul-1954	20	7178	-33	7247	187	-29	7267	208
ago-1954	20	7103	-42	7205	220	-39	7228	244
sep-1954	21	7029	-58	7147	236	-56	7172	262
oct-1954	27	6960	-70	7077	235	-69	7104	262
nov-1954	24	6888	-77	7000	229	-77	7027	257
dic-1954	36	6828	-76	6923	213	-76	6951	241
ene-1955	130	6863	-76	6863	118	-76	6876	131
feb-1955	246	7014	-77	7014	118	-76	7014	118

Tabla 32. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 400 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
feb-1953	45	8291	-77	8291	118	-76	8291	118
mar-1953	26	8222	-71	8222	118	-69	8222	118
abr-1953	23	8149	-71	8151	120	-69	8153	122
may-1953	26	8080	-61	8089	127	-58	8095	133
jun-1953	30	8015	-48	8041	144	-44	8050	153
jul-1953	34	7954	-27	8015	179	-22	8028	192
ago-1953	30	7888	-37	7977	207	-34	7994	224
sep-1953	28	7821	-55	7922	219	-53	7941	238
oct-1953	43	7768	-69	7854	203	-67	7874	224
nov-1953	30	7703	-77	7777	191	-76	7798	213
dic-1953	35	7643	-76	7701	176	-75	7722	197
ene-1954	33	7581	-76	7625	162	-75	7647	184
feb-1954	25	7510	-77	7549	156	-76	7571	179
mar-1954	51	7466	-71	7478	129	-69	7502	154
abr-1954	24	7395	-71	7407	129	-69	7434	156
may-1954	25	7325	-61	7345	139	-58	7375	169
jun-1954	23	7253	-48	7297	163	-44	7331	196
jul-1954	20	7178	-27	7271	211	-22	7308	249
ago-1954	20	7103	-37	7233	249	-34	7275	290
sep-1954	21	7029	-55	7178	267	-53	7222	311
oct-1954	27	6960	-69	7110	268	-67	7154	313
nov-1954	24	6888	-77	7033	263	-76	7078	308
dic-1954	36	6828	-76	6957	247	-75	7003	293
ene-1955	130	6863	-76	6881	136	-75	6928	183
feb-1955	246	7014	-77	7014	118	-76	7014	118

Tabla 33. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 425 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
feb-1953	45	8291	-76	8291	118	-75	8291	118
mar-1953	26	8222	-70	8222	118	-68	8223	119
abr-1953	23	8149	-70	8152	121	-67	8156	124
may-1953	26	8080	-59	8093	130	-56	8100	138
jun-1953	30	8015	-44	8048	151	-40	8060	162
jul-1953	34	7954	-20	8028	192	-16	8044	208
ago-1953	30	7888	-32	7996	225	-28	8016	245
sep-1953	28	7821	-52	7943	240	-50	7966	263
oct-1953	43	7768	-67	7876	225	-66	7900	250
nov-1953	30	7703	-76	7799	214	-76	7824	239
dic-1953	35	7643	-75	7724	199	-75	7749	224
ene-1954	33	7581	-75	7649	186	-75	7675	212
feb-1954	25	7510	-76	7573	180	-75	7600	207
mar-1954	51	7466	-70	7503	154	-68	7531	183
abr-1954	24	7395	-70	7433	156	-67	7464	187
may-1954	25	7325	-59	7374	167	-56	7408	202
jun-1954	23	7253	-44	7329	194	-40	7368	233
jul-1954	20	7178	-20	7309	249	-16	7353	293
ago-1954	20	7103	-32	7277	292	-28	7324	340
sep-1954	21	7029	-52	7224	314	-50	7275	364
oct-1954	27	6960	-67	7157	315	-66	7209	367
nov-1954	24	6888	-76	7080	310	-76	7133	363
dic-1954	36	6828	-75	7005	295	-75	7058	348

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
ene-1955	130	6863	-75	6930	185	-75	6983	239
feb-1955	246	7014	-76	7014	118	-75	7014	118

Tabla 34. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 450 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
feb-1953	45	8291	-76	8291	118	-75	8291	118
mar-1953	26	8222	-69	8222	118	-67	8224	120
abr-1953	23	8149	-69	8153	122	-66	8158	127
may-1953	26	8080	-57	8096	134	-53	8105	143
jun-1953	30	8015	-41	8056	158	-36	8069	172
jul-1953	34	7954	-14	8042	206	-9	8060	224
ago-1953	30	7888	-27	8014	244	-23	8037	267
sep-1953	28	7821	-49	7965	261	-47	7990	287
oct-1953	43	7768	-66	7899	248	-64	7926	276
nov-1953	30	7703	-76	7822	237	-75	7851	266
dic-1953	35	7643	-75	7748	223	-74	7776	251
ene-1954	33	7581	-75	7673	210	-74	7702	239
feb-1954	25	7510	-76	7597	205	-75	7628	235
mar-1954	51	7466	-69	7528	180	-67	7561	212
abr-1954	24	7395	-69	7459	182	-66	7495	218
may-1954	25	7325	-57	7402	195	-53	7441	235
jun-1954	23	7253	-41	7362	227	-36	7406	271
jul-1954	20	7178	-14	7348	288	-9	7397	337
ago-1954	20	7103	-27	7320	335	-23	7374	389
sep-1954	21	7029	-49	7271	360	-47	7327	416
oct-1954	27	6960	-66	7205	363	-64	7263	421
nov-1954	24	6888	-76	7128	358	-75	7188	417
dic-1954	36	6828	-75	7054	343	-74	7113	403
ene-1955	130	6863	-75	6979	234	-74	7039	294
feb-1955	246	7014	-76	7014	118	-75	7014	118

Tabla 35. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 475 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
feb-1953	45	8291	-75	8291	118	-74	8291	118
mar-1953	26	8222	-68	8223	119	-66	8225	122
abr-1953	23	8149	-68	8155	124	-65	8161	130
may-1953	26	8080	-55	8100	138	-51	8110	148
jun-1953	30	8015	-37	8064	166	-32	8078	181
jul-1953	34	7954	-8	8056	220	-2	8076	240
ago-1953	30	7888	-22	8033	263	-18	8058	288
sep-1953	28	7821	-47	7987	283	-43	8015	312
oct-1953	43	7768	-65	7922	272	-63	7952	302
nov-1953	30	7703	-76	7846	261	-75	7877	292
dic-1953	35	7643	-74	7772	247	-74	7803	278
ene-1954	33	7581	-74	7697	234	-74	7730	267
feb-1954	25	7510	-75	7622	230	-74	7656	263
mar-1954	51	7466	-68	7554	206	-66	7590	242
abr-1954	24	7395	-68	7486	209	-65	7525	248
may-1954	25	7325	-55	7431	225	-51	7474	268
jun-1954	23	7253	-37	7395	260	-32	7443	308
jul-1954	20	7178	-8	7387	327	-2	7441	381
ago-1954	20	7103	-22	7364	380	-18	7423	438
sep-1954	21	7029	-47	7318	407	-43	7380	469
oct-1954	27	6960	-65	7253	411	-63	7317	475
nov-1954	24	6888	-76	7177	407	-75	7242	472
dic-1954	36	6828	-74	7103	392	-74	7168	458
ene-1955	130	6863	-74	7028	283	-74	7094	349
feb-1955	246	7014	-75	7014	118	-74	7020	125
mar-1955	166	7085	-68	7085	118	-66	7085	118

Tabla 36. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 500 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
feb-1953	45	8291	-75	8291	118	-73	8291	118
mar-1953	26	8222	-67	8224	120	-65	8226	123
abr-1953	23	8149	-67	8157	126	-63	8163	132
may-1953	26	8080	-53	8104	142	-48	8115	153
jun-1953	30	8015	-33	8071	174	-27	8087	190
jul-1953	34	7954	-2	8070	234	5	8092	256

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
ago-1953	30	7888	-18	8052	282	-12	8080	310
sep-1953	28	7821	-44	8009	306	-40	8040	336
oct-1953	43	7768	-63	7945	295	-61	7978	328
nov-1953	30	7703	-75	7870	285	-74	7904	318
dic-1953	35	7643	-74	7796	271	-73	7830	305
ene-1954	33	7581	-74	7722	259	-73	7757	294
feb-1954	25	7510	-75	7647	255	-73	7683	291
mar-1954	51	7466	-67	7580	232	-65	7619	271
abr-1954	24	7395	-67	7513	236	-63	7556	278
may-1954	25	7325	-53	7460	254	-48	7507	301
jun-1954	23	7253	-33	7427	293	-27	7480	345
jul-1954	20	7178	-2	7426	366	5	7484	425
ago-1954	20	7103	-18	7408	424	-12	7472	488
sep-1954	21	7029	-44	7365	454	-40	7432	521
oct-1954	27	6960	-63	7301	459	-61	7371	529
nov-1954	24	6888	-75	7226	456	-74	7296	526
dic-1954	36	6828	-74	7152	441	-73	7223	512
ene-1955	130	6863	-74	7078	333	-73	7149	404
feb-1955	246	7014	-75	7014	118	-73	7076	180
mar-1955	166	7085	-67	7085	118	-65	7085	118

Tabla 37. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 525 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
feb-1953	45	8291	-74	8291	118	-73	8291	118
mar-1953	26	8222	-66	8225	121	-63	8228	124
abr-1953	23	8149	-66	8159	128	-62	8166	135
may-1953	26	8080	-51	8109	147	-46	8120	158
jun-1953	30	8015	-29	8079	182	-23	8096	199
jul-1953	34	7954	5	8084	249	11	8108	272
ago-1953	30	7888	-13	8071	301	-7	8101	331
sep-1953	28	7821	-41	8031	328	-37	8064	361
oct-1953	43	7768	-62	7969	318	-60	8004	354
nov-1953	30	7703	-75	7893	308	-74	7930	345
dic-1953	35	7643	-74	7820	295	-73	7857	332
ene-1954	33	7581	-74	7746	283	-73	7784	321
feb-1954	25	7510	-74	7672	280	-73	7711	319
mar-1954	51	7466	-66	7606	258	-63	7648	300
abr-1954	24	7395	-66	7540	263	-62	7586	309
may-1954	25	7325	-51	7490	283	-46	7540	333
jun-1954	23	7253	-29	7460	326	-23	7517	382
jul-1954	20	7178	5	7465	405	11	7528	468
ago-1954	20	7103	-13	7452	468	-7	7521	537
sep-1954	21	7029	-41	7412	501	-37	7484	574
oct-1954	27	6960	-62	7350	508	-60	7424	582
nov-1954	24	6888	-75	7274	504	-74	7350	580
dic-1954	36	6828	-74	7201	490	-73	7277	567
ene-1955	130	6863	-74	7127	382	-73	7204	460
feb-1955	246	7014	-74	7053	157	-73	7132	236
mar-1955	166	7085	-66	7085	118	-63	7085	118
jun-2004	79	4933	-29	4933	118	-23	4933	118
jul-2004	53	4890	5	4938	165	11	4944	172
ago-2004	41	4836	-13	4925	207	-7	4937	219
sep-2004	38	4779	-41	4884	223	-37	4900	239
oct-2004	40	4724	-62	4822	216	-60	4840	235
nov-2004	34	4662	-75	4747	203	-74	4766	222
dic-2004	34	4601	-74	4673	190	-73	4693	210
ene-2005	33	4539	-74	4600	178	-73	4621	199
feb-2005	32	4476	-74	4526	167	-73	4548	190
mar-2005	38	4419	-66	4460	159	-63	4484	184
abr-2005	36	4359	-66	4394	153	-62	4423	181
may-2005	31	4295	-51	4343	166	-46	4377	200
jun-2005	26	4226	-29	4314	206	-23	4353	245
jul-2005	23	4153	5	4319	283	11	4365	329
ago-2005	19	4077	-13	4306	347	-7	4358	398
sep-2005	17	3999	-41	4265	384	-37	4321	440
oct-2005	23	3927	-62	4203	394	-60	4261	452
nov-2005	23	3855	-75	4128	391	-74	4187	450
dic-2005	32	3791	-74	4054	381	-73	4114	440
ene-2006	31	3728	-74	3981	371	-73	4041	431
feb-2006	36	3668	-74	3907	356	-73	3968	418
mar-2006	93	3666	-66	3841	293	-63	3905	357
abr-2006	52	3622	-66	3775	271	-62	3843	339
may-2006	36	3562	-51	3724	280	-46	3797	353

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
jun-2006	30	3497	-29	3695	316	-23	3774	395
jul-2006	26	3427	5	3700	390	11	3785	476
ago-2006	19	3351	-13	3687	454	-7	3778	545
sep-2006	22	3278	-41	3646	486	-37	3741	581
oct-2006	34	3217	-62	3584	485	-60	3681	582
nov-2006	36	3158	-75	3509	469	-74	3607	567
dic-2006	60	3123	-74	3435	431	-73	3534	529
ene-2007	32	3059	-74	3362	421	-73	3461	520
feb-2007	76	3040	-74	3288	366	-73	3388	467
mar-2007	60	3004	-66	3222	336	-63	3325	439
abr-2007	110	3019	-66	3156	255	-62	3263	363
may-2007	79	3002	-51	3105	221	-46	3217	333
jun-2007	45	2952	-29	3076	242	-23	3194	360
jul-2007	33	2889	5	3081	310	11	3205	434
ago-2007	27	2820	-13	3068	366	-7	3198	496
sep-2007	24	2749	-41	3027	396	-37	3161	530
oct-2007	23	2677	-62	2965	406	-60	3101	543
nov-2007	22	2604	-75	2890	405	-74	3027	542
dic-2007	23	2531	-74	2816	403	-73	2954	541
ene-2008	28	2464	-74	2743	397	-73	2882	536
feb-2008	23	2391	-74	2669	395	-73	2809	535
mar-2008	23	2319	-66	2603	401	-63	2745	544
abr-2008	109	2333	-66	2537	322	-62	2684	468
may-2008	76	2314	-51	2486	291	-46	2638	442
jun-2008	77	2295	-29	2457	280	-23	2614	437
jul-2008	37	2237	5	2462	343	11	2626	507
ago-2008	26	2168	-13	2449	399	-7	2619	569
sep-2008	23	2095	-41	2408	431	-37	2582	605
oct-2008	28	2027	-62	2346	437	-60	2522	613
nov-2008	42	1974	-75	2271	415	-74	2448	592
dic-2008	61	1940	-74	2197	376	-73	2375	553
ene-2009	92	1937	-74	2124	305	-73	2302	483
feb-2009	136	1977	-74	2050	191	-73	2229	370
mar-2009	74	1956	-66	1984	146	-63	2166	328
abr-2009	79	1940	-66	1940	118	-62	2104	282
may-2009	57	1901	-51	1901	118	-46	2058	274
jun-2009	37	1843	-29	1872	147	-23	2035	310
jul-2009	28	1775	5	1877	220	11	2046	389
ago-2009	26	1706	-13	1864	276	-7	2039	451
sep-2009	21	1632	-41	1824	310	-37	2002	488
oct-2009	22	1558	-62	1761	321	-60	1942	502
nov-2009	20	1483	-75	1686	321	-74	1868	503
dic-2009	102	1490	-74	1613	241	-73	1795	423
ene-2010	235	1629	-74	1629	118	-73	1722	211
feb-2010	178	1712	-74	1712	118	-73	1712	118

Tabla 38. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 550 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
feb-1953	45	8291	-74	8291	118	-72	8291	118
mar-1953	26	8222	-65	8226	122	-62	8229	125
abr-1953	23	8149	-64	8161	130	-61	8168	137
may-1953	26	8080	-49	8113	151	-43	8125	163
jun-1953	30	8015	-25	8087	190	-19	8106	208
jul-1953	34	7954	11	8098	263	18	8124	288
ago-1953	30	7888	-8	8091	320	-1	8122	352
sep-1953	28	7821	-38	8053	350	-34	8088	385
oct-1953	43	7768	-61	7992	341	-59	8030	379
nov-1953	30	7703	-75	7917	332	-74	7956	371
dic-1953	35	7643	-73	7844	319	-73	7884	359
ene-1954	33	7581	-73	7771	308	-72	7811	348
feb-1954	25	7510	-74	7697	305	-72	7739	347
mar-1954	51	7466	-65	7632	284	-62	7677	329
abr-1954	24	7395	-64	7567	290	-61	7616	339
may-1954	25	7325	-49	7519	312	-43	7573	366
jun-1954	23	7253	-25	7493	358	-19	7554	419
jul-1954	20	7178	11	7504	444	18	7572	512
ago-1954	20	7103	-8	7497	512	-1	7570	586
sep-1954	21	7029	-38	7459	548	-34	7536	626
oct-1954	27	6960	-61	7398	556	-59	7478	636
nov-1954	24	6888	-75	7323	553	-74	7404	634
dic-1954	36	6828	-73	7250	539	-73	7332	621
ene-1955	130	6863	-73	7177	432	-72	7259	514
feb-1955	246	7014	-74	7103	207	-72	7187	291

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
mar-1955	166	7085	-65	7085	118	-62	7125	158
jun-2004	79	4933	-25	4933	118	-19	4933	118
jul-2004	53	4890	11	4944	172	18	4951	179
ago-2004	41	4836	-8	4936	218	-1	4950	231
sep-2004	38	4779	-38	4898	237	-34	4916	255
oct-2004	40	4724	-61	4838	232	-59	4857	251
nov-2004	34	4662	-75	4763	218	-74	4783	239
dic-2004	34	4601	-73	4690	206	-73	4711	227
ene-2005	33	4539	-73	4616	195	-72	4639	217
feb-2005	32	4476	-74	4543	184	-72	4566	208
mar-2005	38	4419	-65	4478	177	-62	4504	204
abr-2005	36	4359	-64	4413	172	-61	4444	202
may-2005	31	4295	-49	4364	187	-43	4400	223
jun-2005	26	4226	-25	4339	231	-19	4381	273
jul-2005	23	4153	11	4350	314	18	4399	364
ago-2005	19	4077	-8	4342	383	-1	4398	438
sep-2005	17	3999	-38	4304	423	-34	4364	483
oct-2005	23	3927	-61	4244	434	-59	4305	496
nov-2005	23	3855	-75	4169	432	-74	4232	495
dic-2005	32	3791	-73	4096	422	-73	4159	486
ene-2006	31	3728	-73	4022	413	-72	4087	477
feb-2006	36	3668	-74	3949	399	-72	4014	464
mar-2006	93	3666	-65	3884	336	-62	3952	405
abr-2006	52	3622	-64	3819	315	-61	3892	388
may-2006	36	3562	-49	3770	326	-43	3848	404
jun-2006	30	3497	-25	3745	366	-19	3829	450
jul-2006	26	3427	11	3756	447	18	3847	538
ago-2006	19	3351	-8	3748	515	-1	3846	612
sep-2006	22	3278	-38	3710	550	-34	3812	651
oct-2006	34	3217	-61	3650	551	-59	3753	654
nov-2006	36	3158	-75	3575	535	-74	3680	640
dic-2006	60	3123	-73	3502	497	-73	3607	602
ene-2007	32	3059	-73	3428	487	-72	3535	594
feb-2007	76	3040	-74	3355	433	-72	3463	541
mar-2007	60	3004	-65	3290	404	-62	3400	514
abr-2007	110	3019	-64	3225	325	-61	3340	439
may-2007	79	3002	-49	3176	292	-43	3296	412
jun-2007	45	2952	-25	3151	317	-19	3277	444
jul-2007	33	2889	11	3162	391	18	3295	524
ago-2007	27	2820	-8	3154	452	-1	3294	591
sep-2007	24	2749	-38	3116	485	-34	3260	629
oct-2007	23	2677	-61	3056	497	-59	3201	642
nov-2007	22	2604	-75	2981	495	-74	3128	642
dic-2007	23	2531	-73	2908	494	-73	3055	642
ene-2008	28	2464	-73	2834	489	-72	2983	637
feb-2008	23	2391	-74	2761	487	-72	2911	637
mar-2008	23	2319	-65	2696	494	-62	2848	647
abr-2008	109	2333	-64	2631	416	-61	2788	572
may-2008	76	2314	-49	2582	387	-43	2744	549
jun-2008	77	2295	-25	2557	379	-19	2725	548
jul-2008	37	2237	11	2568	449	18	2743	625
ago-2008	26	2168	-8	2560	511	-1	2742	692
sep-2008	23	2095	-38	2522	546	-34	2708	731
oct-2008	28	2027	-61	2462	552	-59	2649	740
nov-2008	42	1974	-75	2387	531	-74	2576	720
dic-2008	61	1940	-73	2314	492	-73	2503	681
ene-2009	92	1937	-73	2240	422	-72	2431	612
feb-2009	136	1977	-74	2167	308	-72	2359	500
mar-2009	74	1956	-65	2102	264	-62	2296	459
abr-2009	79	1940	-64	2037	215	-61	2236	414
may-2009	57	1901	-49	1988	205	-43	2192	409
jun-2009	37	1843	-25	1963	238	-19	2173	449
jul-2009	28	1775	11	1974	317	18	2191	534
ago-2009	26	1706	-8	1966	378	-1	2190	602
sep-2009	21	1632	-38	1928	415	-34	2156	642
oct-2009	22	1558	-61	1868	428	-59	2097	658
nov-2009	20	1483	-75	1793	428	-74	2024	659
dic-2009	102	1490	-73	1720	348	-73	1951	580
ene-2010	235	1629	-73	1646	135	-72	1879	368
feb-2010	178	1712	-74	1712	118	-72	1807	213
mar-2010	213	1829	-65	1829	118	-62	1829	118

Tabla 39. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 575 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
may-2004	206	4949	-46	4949	118	-41	4949	118
jun-2004	79	4933	-22	4933	118	-14	4935	120
jul-2004	53	4890	17	4950	178	25	4960	188
ago-2004	41	4836	-3	4948	229	4	4965	246
sep-2004	38	4779	-35	4913	252	-30	4934	273
oct-2004	40	4724	-60	4853	247	-57	4877	271
nov-2004	34	4662	-74	4779	234	-73	4804	260
dic-2004	34	4601	-73	4706	222	-72	4732	249
ene-2005	33	4539	-73	4633	211	-72	4660	239
feb-2005	32	4476	-73	4560	201	-71	4589	231
mar-2005	38	4419	-64	4496	195	-61	4528	228
abr-2005	36	4359	-63	4432	191	-59	4469	228
may-2005	31	4295	-46	4386	209	-41	4429	252
jun-2005	26	4226	-22	4364	256	-14	4414	306
jul-2005	23	4153	17	4381	346	25	4440	404
ago-2005	19	4077	-3	4379	419	4	4444	484
sep-2005	17	3999	-35	4344	462	-30	4414	532
oct-2005	23	3927	-60	4284	475	-57	4357	547
nov-2005	23	3855	-74	4210	473	-73	4283	547
dic-2005	32	3791	-73	4137	463	-72	4211	538
ene-2006	31	3728	-73	4064	454	-72	4140	530
feb-2006	36	3668	-73	3991	441	-71	4068	518
mar-2006	93	3666	-64	3927	379	-61	4007	460
abr-2006	52	3622	-63	3863	359	-59	3948	445
may-2006	36	3562	-46	3817	372	-41	3908	463
jun-2006	30	3497	-22	3795	416	-14	3893	514
jul-2006	26	3427	17	3812	503	25	3919	609
ago-2006	19	3351	-3	3810	576	4	3923	690
sep-2006	22	3278	-35	3775	614	-30	3893	732
oct-2006	34	3217	-60	3715	616	-57	3836	737
nov-2006	36	3158	-74	3641	601	-73	3763	723
dic-2006	60	3123	-73	3568	563	-72	3691	686
ene-2007	32	3059	-73	3495	554	-72	3619	678
feb-2007	76	3040	-73	3422	500	-71	3547	626
mar-2007	60	3004	-64	3358	472	-61	3487	601
abr-2007	110	3019	-63	3294	394	-59	3428	527
may-2007	79	3002	-46	3248	363	-41	3387	503
jun-2007	45	2952	-22	3226	392	-14	3373	539
jul-2007	33	2889	17	3243	472	25	3398	627
ago-2007	27	2820	-3	3241	538	4	3402	700
sep-2007	24	2749	-35	3206	574	-30	3372	741
oct-2007	23	2677	-60	3146	587	-57	3315	756
nov-2007	22	2604	-74	3072	586	-73	3242	756
dic-2007	23	2531	-73	2999	585	-72	3170	757
ene-2008	28	2464	-73	2926	580	-72	3098	752
feb-2008	23	2391	-73	2853	579	-71	3027	753
mar-2008	23	2319	-64	2789	587	-61	2966	764
abr-2008	109	2333	-63	2725	510	-59	2907	691
may-2008	76	2314	-46	2679	483	-41	2866	671
jun-2008	77	2295	-22	2657	480	-14	2852	674
jul-2008	37	2237	17	2674	555	25	2877	758
ago-2008	26	2168	-3	2672	622	4	2881	832
sep-2008	23	2095	-35	2637	660	-30	2851	874
oct-2008	28	2027	-60	2577	668	-57	2794	885
nov-2008	42	1974	-74	2503	647	-73	2721	865
dic-2008	61	1940	-73	2430	608	-72	2649	827
ene-2009	92	1937	-73	2357	538	-72	2577	759
feb-2009	136	1977	-73	2284	425	-71	2506	647
mar-2009	74	1956	-64	2220	382	-61	2445	607
abr-2009	79	1940	-63	2156	334	-59	2386	564
may-2009	57	1901	-46	2110	326	-41	2345	562
jun-2009	37	1843	-22	2088	363	-14	2331	606
jul-2009	28	1775	17	2105	448	25	2356	699
ago-2009	26	1706	-3	2103	515	4	2361	773
sep-2009	21	1632	-35	2068	554	-30	2330	817
oct-2009	22	1558	-60	2008	568	-57	2273	833
nov-2009	20	1483	-74	1934	569	-73	2200	835
dic-2009	102	1490	-73	1861	489	-72	2128	756
ene-2010	235	1629	-73	1788	276	-72	2056	545
feb-2010	178	1712	-73	1715	121	-71	1985	391
mar-2010	213	1829	-64	1829	118	-61	1924	213
abr-2010	168	1902	-63	1902	118	-59	1902	118

Tabla 40. Cálculo del umbral mínimo para una demanda de 600 hm³/año

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
may-2004	206	4949	-44	4949	118	-38	4949	118
jun-2004	79	4933	-18	4933	118	-10	4940	125
jul-2004	53	4890	23	4956	184	33	4972	200
ago-2004	41	4836	2	4959	240	10	4982	264
sep-2004	38	4779	-32	4927	266	-27	4956	295
oct-2004	40	4724	-58	4868	262	-55	4900	294
nov-2004	34	4662	-74	4794	250	-73	4828	283
dic-2004	34	4601	-72	4722	238	-71	4756	273
ene-2005	33	4539	-72	4649	228	-71	4685	263
feb-2005	32	4476	-73	4577	219	-71	4614	256
mar-2005	38	4419	-63	4514	213	-59	4555	254
abr-2005	36	4359	-62	4451	210	-57	4497	256
may-2005	31	4295	-44	4407	230	-38	4460	283
jun-2005	26	4226	-18	4389	281	-10	4450	342
jul-2005	23	4153	23	4412	377	33	4482	447
ago-2005	19	4077	2	4415	455	10	4493	533
sep-2005	17	3999	-32	4383	502	-27	4466	585
oct-2005	23	3927	-58	4324	515	-55	4410	601
nov-2005	23	3855	-74	4250	513	-73	4338	601
dic-2005	32	3791	-72	4178	504	-71	4266	593
ene-2006	31	3728	-72	4105	496	-71	4195	586
feb-2006	36	3668	-73	4033	483	-71	4124	574
mar-2006	93	3666	-63	3970	422	-59	4065	517
abr-2006	52	3622	-62	3907	404	-57	4008	504
may-2006	36	3562	-44	3863	419	-38	3970	526
jun-2006	30	3497	-18	3845	466	-10	3960	581
jul-2006	26	3427	23	3868	559	33	3993	683
ago-2006	19	3351	2	3871	637	10	4003	770
sep-2006	22	3278	-32	3839	678	-27	3976	816
oct-2006	34	3217	-58	3780	681	-55	3921	822
nov-2006	36	3158	-74	3706	666	-73	3848	808
dic-2006	60	3123	-72	3634	629	-71	3777	772
ene-2007	32	3059	-72	3561	621	-71	3705	764
feb-2007	76	3040	-73	3489	567	-71	3635	713
mar-2007	60	3004	-63	3426	540	-59	3575	689
abr-2007	110	3019	-62	3363	463	-57	3518	617
may-2007	79	3002	-44	3319	435	-38	3480	596
jun-2007	45	2952	-18	3301	467	-10	3470	637
jul-2007	33	2889	23	3324	554	33	3503	732
ago-2007	27	2820	2	3327	624	10	3513	811
sep-2007	24	2749	-32	3295	663	-27	3486	855
oct-2007	23	2677	-58	3236	677	-55	3431	872
nov-2007	22	2604	-74	3162	677	-73	3358	873
dic-2007	23	2531	-72	3090	677	-71	3287	874
ene-2008	28	2464	-72	3017	672	-71	3216	870
feb-2008	23	2391	-73	2945	671	-71	3145	871
mar-2008	23	2319	-63	2882	680	-59	3085	884
abr-2008	109	2333	-62	2819	604	-57	3028	813
may-2008	76	2314	-44	2775	579	-38	2990	795
jun-2008	77	2295	-18	2757	579	-10	2981	803
jul-2008	37	2237	23	2780	662	33	3013	894
ago-2008	26	2168	2	2783	733	10	3023	974
sep-2008	23	2095	-32	2751	774	-27	2997	1020
oct-2008	28	2027	-58	2692	783	-55	2941	1032
nov-2008	42	1974	-74	2618	762	-73	2869	1012
dic-2008	61	1940	-72	2546	724	-71	2797	975
ene-2009	92	1937	-72	2473	655	-71	2726	907
feb-2009	136	1977	-73	2401	542	-71	2655	796
mar-2009	74	1956	-63	2338	500	-59	2596	758
abr-2009	79	1940	-62	2275	453	-57	2538	716
may-2009	57	1901	-44	2231	448	-38	2500	717
jun-2009	37	1843	-18	2213	488	-10	2491	766
jul-2009	28	1775	23	2236	579	33	2523	866
ago-2009	26	1706	2	2239	651	10	2534	946
sep-2009	21	1632	-32	2207	693	-27	2507	993
oct-2009	22	1558	-58	2148	708	-55	2451	1011
nov-2009	20	1483	-74	2074	709	-73	2379	1014
dic-2009	102	1490	-72	2002	630	-71	2307	936
ene-2010	235	1629	-72	1929	418	-71	2236	725
feb-2010	178	1712	-73	1857	263	-71	2165	571
mar-2010	213	1829	-63	1829	118	-59	2106	395
abr-2010	168	1902	-62	1902	118	-57	2048	264
may-2010	149	1955	-44	1955	118	-38	2011	173
jun-2010	96	1956	-18	1956	118	-10	2001	163

Mes	A	Aac-Amedia	D-Amedia	Nec sin Ev	U0 (sin Ev)	D+Ev-Amedia	Nec con Ev	U (con Ev)
jul-2010	66	1927	23	1979	171	33	2034	225
ago-2010	47	1879	2	1982	221	10	2044	283
sep-2010	43	1827	-32	1950	241	-27	2017	308
oct-2010	37	1769	-58	1891	241	-55	1962	311
nov-2010	39	1712	-74	1817	223	-73	1889	295
dic-2010	85	1702	-72	1745	161	-71	1817	233
ene-2011	75	1682	-72	1682	118	-71	1746	183
feb-2011	80	1666	-73	1666	118	-71	1675	127
mar-2011	115	1686	-63	1686	118	-59	1686	118

An.3E. Gestación del cambio de la legislación de 2013. Selección de prensa

Contexto de la elaboración del PHT

La elaboración de los planes del primer ciclo de planificación (2009-2015) tras la Directiva Marco del Agua (DMA) estaba siendo complicada. A su propia complejidad, que por sí misma ya justificaría un retraso, se añadieron otras de carácter político-administrativas, con especial relevancia en el caso del Tajo.

Un hito importante fue la salida a consulta pública del Esquema provisional de Temas Importantes (EpTI) en varias demarcaciones hidrográficas[121], anunciada en el BOE de 30 de julio de 2008, con algún mes de retraso respecto al calendario previsto. Pero pasado el periodo de consulta pública, tardó en aprobarse la versión definitiva del Esquema de Temas Importantes (ETI), debido principalmente a que no estaban constituidos los Consejos del Agua de la Demarcación, órganos de participación y planificación de las confederaciones hidrográficas encargados de aprobarlos. La situación se desatascó con el *Real Decreto 1161/2010, de 17 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica*, que añadió una disposición transitoria al Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH) que facultaba a que el informe sobre el ETI fuera emitido por "*los actuales Consejos del Agua de la cuenca o, en su defecto, por la Junta de Gobierno del organismo de cuenca y, además, se requerirá la conformidad del Comité de Autoridades Competentes*". Gracias a esta disposición, en noviembre de 2010 se aprobó el ETI del Tajo, acumulando ya años de retraso sobre la fecha prevista.

En el caso del Tajo, el ETI incluía una propuesta de caudales ecológicos mínimos en el río Tajo (copiada en la Tabla 3, página 71), que levantó recelos en el entorno de los usuarios del agua trasvasada.

Unos meses antes, en mayo de 2010, se produjo la retirada definitiva de la tramitación la reforma del Estatuto de Autonomía de Castilla-La Mancha (CLM), que se había iniciado el 29 de enero de 2007 con la aprobación por unanimidad en el Pleno de las Cortes regionales de Castilla-La Mancha, tras la que se inició su tramitación en el Congreso el 1 de febrero de 2007. Con el antecedente de la reforma del Estatuto de Autonomía Aragón, que introdujo disposiciones sobre la gestión del agua y en especial de los trasvases, la reforma del Estatuto de CLM incluía la extinción del trasvase Tajo-Segura en 2015. Fue un asunto muy polémico, con duros cruces de declaraciones, enconamiento y crispación. También con grandes manifestaciones en Murcia y

[121] Guadalquivir, Segura y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro

Talavera de la Reina a favor y en contra del ATS, en contra y a favor de la reforma del Estatuto de CLM. En el Congreso la tramitación fue larga, entre la VIII y IX legislatura, con el ATS como escollo principal, al final insalvable, lo que provocó la retirada de la propuesta de reforma del Estatuto.

Así, a efectos legales, este intento de reforma quedó en nada, pero además de distorsionar el entorno de la gestión del agua en esos años, especialmente en la cuenca del Tajo, había creado un clima de tensión sobre el ATS. Como muestra, se reproduce un artículo publicado en La Verdad de Murcia:

Noticia "**Primer mazazo al Trasvase**" (Buitrago, 2010), publicada en La Verdad, 4/11/2010

Primer mazazo al Trasvase

La Confederación del Tajo da luz verde a un informe que propone reducir los envíos de agua al Segura y cambiar las reglas del acueducto

M. BUITRAGO. MURCIA. Jueves, 4 noviembre 2010, 02:47

La advertencia de que después del frustrado Estatuto de Castilla-La Mancha le llegaba el turno al inevitable plan de cuenca del Tajo se ha hecho realidad. El Ministerio de Medio Ambiente ha puesto las cartas boca arriba y ayer se dio el visto bueno al documento base para el nuevo plan hidrológico de la cuenca del Tajo, que limita el Trasvase Tajo-Segura y propone abiertamente que se revisen las reglas actuales que fijan los desembalses a Murcia, Alicante y Almería.

Los regantes del Segura denuncian que se ha entrado en una «senda muy peligrosa» y que el acueducto «puede quedar invalidado» si se aumenta el caudal ambiental en el Alto Tajo, hasta en 10 metros cúbicos por segundo, y se incrementan las reservas no trasvasables en los pantanos de Entrepeñas y Buendía. Los destinatarios del Trasvase temen que lo que no se ha conseguido con el Estatuto de Autonomía de Castilla-La Mancha se logre mucho antes con el nuevo plan del Tajo.

«El objetivo está claro»

El presidente del Sindicato de Regantes del Trasvase, José Manuel Claver, se reunió ayer en Madrid con la directora general del Agua, Marta Morén, quien le comunicó que en los planes del Gobierno central no está alterar dicho Trasvase. Pero Claver hace otra lectura. «Puede que formalmente no toquen el Trasvase, pero las propuestas del plan del Tajo dicen otra cosa y el acueducto puede salir muy tocado. La situación es muy preocupante».

A su juicio, el trámite que está siguiendo la Confederación del Tajo es ilegal porque el documento base del Esquema de Temas Importantes –donde se identifican todos los problemas de la cuenca– no ha sido aprobado por el consejo del agua de esta demarcación, sino por la junta de gobierno. También se queja de que los receptores del Trasvase no han tenido voz ni parte en este proceso, pese al compromiso del Ministerio de que iban a participar. «Los objetivos están claros, sólo falta que pongan los números», añadió Claver, para quien el informe aprobado ayer puede eliminar el acueducto aumentando la reserva de 240 hectómetros y el caudal ecológico del Tajo, así como las futuras demandas de Madrid y la lámina de agua en los embalses para las necesidades de los municipios ribereños. Advierte de que la ley obliga a justificar las nuevas demandas.

El Ministerio informó ayer de que la Junta del Gobierno de la Confederación del Tajo ha dado el visto bueno al Esquema de Temas Importantes (ETI), sin que se haya convocado al consejo del agua. Un portavoz de la Confederación del Tajo indicó que el documento colgado a mediodía en la web no era el definitivo, sino que se trata del último borrador. No pudo precisar si la ficha para fijar los umbrales de agua embalsada en Entrepeñas y Buendía se ha modificado.

La presidenta de la Confederación del Segura, Charo Quesada, pide tranquilidad y propone esperar a ver cómo queda la redacción final. Comentó que los planes del Segura y del Tajo «deben ir a la par».

Subir la reserva

El último borrador contiene una docena de modificaciones tendentes a recortar el Trasvase. Señala que la reserva de 240 hm3 debe «revisarse al alza» cuando aparezcan circunstancias que lo aconsejen, y alude directamente al suministro para la llanura manchega, Ciudad Real y Puertollano, cuyas obras ya están en marcha. Incide en que «hay que proporcionar la máxima seguridad técnica

al suministro de caudales con destino a los usuarios del Tajo». Sobre el caudal ambiental, explica que el Trasvase puede producir perjuicios, como cambios en la morfología del cauce, desaparición de flora y fauna autóctonas y degradación de la calidad del agua.

El objetivo es «adaptar la explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía al mantenimiento del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo», que se establecerá en el nuevo plan de cuenca. La única medida propuesta consiste en «revisar las reglas de explotación del Acueducto Tajo-Segura en base a las necesidades de abastecimiento de la cuenca del Tajo que se determinen en el nuevo plan de cuenca». Los sectores y actividades que se verán afectados son los receptores de agua en el Segura y las actividades recreativas en los municipios ribereños de Entrepeñas y Buendía.

La portavoz del Gobierno murciano del momento, María Pedro Reverte, afirmó que el PHT "*no se puede realizar de ningún modo de espaldas al Trasvase Tajo-Segura, por lo que el trabajo que se está realizando de replanificación de cuenca a cuenca es una pérdida de tiempo*" (Europa Press, 2010), expresión en sí misma contradictoria con la legislación de aguas, pues el funcionamiento del ATS no es objeto del PHT y los usuarios de las aguas trasvasadas no son usuarios del Tajo. Así, el ATS no debe ser tenido en cuenta como condicionante en la planificación del Tajo, salvo la determinación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar conforme a la Ley 52/1980. Pero la frase puede considerarse premonitoria de lo que aconteció después.

Era un ambiente enrarecido, en la que incluso aparecían noticias de desconfianza y control por parte de la Dirección General del Agua (DGA) de lo que se estaba planteando en la planificación del Tajo, como la siguiente:

Noticia **"El Ministerio dice que corregirá la reserva para no castigar al Trasvase"** (Buitrago, 2011), publicada en La Verdad el 5/2/2011

El Ministerio dice que corregirá la reserva para no castigar al Trasvase

Marta Morén explica que hay que afinar los cálculos y sugiere que la Confederación del Tajo se ha precipitado

M. B. B. MURCIA. Sábado, 5 febrero 2011, 03:07

El Ministerio de Medio Ambiente piensa echar el freno a las medidas propuestas por la Confederación Hidrográfica del Tajo. Apunta que no hay que precipitarse. La directora general del Agua, Marta Morén, manifestó ayer, a preguntas de La Verdad, que las reservas estratégicas que se quieren incluir en los pantanos de cabecera «se corregirán», así como las nuevas demandas impuestas por los responsables del Tajo. Morén admitió incluso que puede «haber un error» en algunos planteamientos cuando este diario le solicitó la versión del Ministerio sobre dichas reservas. No ve con agrado que se disfracen los cambios aludiendo a una «corrección de errores». Sí adelanta que las demandas futuras de Madrid y Castilla-La Mancha pueden crecer en 100 hectómetros, aunque precisa que el esfuerzo habrá que repartirlo entre los pantanos de cabecera y todos los afluentes del Tajo, así como con otras cuencas que bañan esta región, en contra de lo que se dice en el documento.

«El plan del Tajo no está cerrado. Ni siquiera se puede hablar de una aproximación. El plan debe garantizar las demandas futuras de las comunidades autónomas (Madrid lo pidió en diciembre de 2009) y al mismo tiempo cumplir la ley del Trasvase», manifestó la responsable estatal de agua. «Las demandas aumentarán los próximos años y pueden pasar de 300 a 400 hectómetros. Vamos a analizar si esa prognosis es cierta para conocer la foto real. De momento, se plantean hipótesis holgadas. En una segunda fase hay que averiguar de dónde se saca esa agua: de Entrepeñas y Buendía, del Alberche o del Jarama. Ese análisis aún no se ha hecho».

Ante la pregunta de por qué se intentan satisfacer las necesidades genéricas de Castilla-La Mancha a costa de la cabecera del Tajo, Marta Morén contestó que es «un error» que se haya planteado de esa forma en el Esquema de Temas Importantes. «Vamos a ver si puede haber otros orígenes. Lo que interesa es preservar la cabecera y mantener la garantía para el Trasvase Tajo-Segura». A juicio de Morén, las propuestas están muy verdes y hay que trabajarlas más. Propone esperar a la redacción final del plan del Tajo. «Aquí nadie se quiere cargar nada», insistió.

Sobre las nuevas demandas incorporadas para este año por la Confederación del Tajo, que reducen los sobrantes de agua para el Trasvase, incidió en la misma idea de que hay que estudiarlo, pese a que este organismo lo presentó detalladamente en la última reunión de la Comisión de Explotación que preside la propia directora del agua. «Son cálculos muy holgados y hay que afinarlos». Entre las nuevas demandas figuran unos regadíos en el río Alberche, cerca de Talavera, que está a casi 300 kilómetros de la cabecera. «Se han puesto demandas que ahora hay que repasar», concluyó.

Malestar de los regantes

Los regantes del Trasvase se sienten igual de molestos por el intento de la Confederación del Tajo de aumentar los consumos. Para este año hidrológico, los desembalses para usos propios aumentarán 53 hectómetros cúbicos, ya que pasarán de los 370 que se destinaban habitualmente a los 423. Esto representa, según José Manuel Claver, que habrá menos agua disponible para derivar al Segura. Según éste, la previsión se presentó sin previo aviso. Entre las nuevas demandas que hay que satisfacer están los nuevos suministros para La Sagra (Toledo) y el Canal de Isabel II (Madrid). Lo que más le preocupa es que una parte se destine a los regadíos del Canal Bajo del Alberche, en Talavera de la Reina.

El Sindicato de Regantes apunta que los 370 hectómetros fijados hasta ahora no se consumían en su totalidad en la zona del Alto Tajo, ya que a partir de Aranjuez hay nuevas aportaciones al Tajo procedentes del Jarama y otros afluentes importantes de la margen derecha. Además, se sienten engañados por la Confederación del Tajo, puesto que las nuevas demandas para abastecimientos de Madrid y Toledo se acordaron de forma irregular en diciembre de 2009. Tal es así que el anterior presidente de este organismo comentó que se trataba de una medida provisional que debía ser tramitada de nuevo porque no se habían cumplido los requisitos. Según Claver, los nuevos responsables del Tajo dijeron que no se iban a volver atrás y que esas demandas ya estaban consolidadas.

Otro ejemplo de intervención de la DGA sobre el proceso de Planificación del Tajo fue la cancelación de unas jornadas de divulgación de la metodología de los caudales ecológicos. A continuación, se reproducen dos noticias, publicada en días consecutivos. La primera criticando la convocatoria de las jornadas y la segunda anunciando su cancelación:

Noticia "**El Ministerio apadrina una jornada en Madrid contraria al Trasvase del Tajo**" (Buitrago, 2011), publicada en La Verdad el 13/4/2101

El Ministerio apadrina una jornada en Madrid contraria al Trasvase del Tajo

Claver considera una «provocación» que se realice en plena campaña electoral con ponentes mayoritariamente anti trasvasistas

M. BUITRAGOMURCIA. Miércoles, 13 abril 2011, 10:27

Unas jornadas nacionales sobre caudales ecológicos convocadas por la Confederación Hidrográfica del Tajo ha levantado las suspicacias de los regantes del Trasvase. Tendrán lugar los días 4 y 5 de mayo en Madrid y serán inauguradas por la directora general del Agua, Marta Morén. El primer día se hablará sobre los caudales ecológicos en general, con la participación, entre otros, de Andrés del Campo, presidente de la Federación Nacional de Comunidades de Regantes.

El día siguiente se abordarán específicamente los caudales ecológicos en el nuevo plan de cuenca del Tajo, que está en proceso de aprobación. Entre los ponentes figuran el director del Centro de Estudios del Agua de Castilla-La Mancha, José Tarjuelo, que ha impulsado informes contra el Trasvase del Tajo al Segura; Alberto Fernández, responsable de aguas continentales de WWF-España; y Nuria Hernández-Mora, presidenta de la Fundación Nueva Cultura del Agua. Asimismo participan el jefe del departamento de medio ambiente de Iberdrola y la consejera técnica de la Subdirección General de Evaluación Ambiental del Ministerio, María Ángeles Jiménez. La presentación estará a cargo de la presidenta de la Confederación del Tajo, Mercedes Gómez, y del jefe de la oficina de planificación, Bernardo López-Camacho.

El presidente del Sindicato de Regantes, José Manuel Claver, considera «una provocación» que la Confederación del Tajo y el Ministerio auspicien estas jornadas de participación pública en la cual no

intervienen los usuarios del Trasvase. El Sindicato, no obstante, ha decidido inscribir a varios de sus miembros para acudir a Madrid ese día y conocer qué planteamientos hay sobre los caudales ambientales del Tajo, que se prevén aumentar en el nuevo plan de cuenca, lo cual disminuiría la disponibilidad de agua para trasvasar al Segura. Claver señala que su organización solicitó la dimisión de Mercedes Gómez y Bernardo López por haber intentado modificar el Esquema de Temas Importantes fijando unas reservas ecológicas en los embalses de cabecera. Claver también considera «tendencioso» que la mesa redonda de esa jornada esté dominada por ponentes «claramente contrarios al Trasvase Tajo-Segura». Estima inusual que el Ministerio y la Confederación del Tajo empleen este procedimiento en plena campaña electoral.

Noticia "**Otro torpedo contra el Trasvase**" (Buitrago, 2011), publicada en La Verdad el 14/4/2011

Otro torpedo contra el Trasvase

La directora del Agua ordenó ayer suspender unas jornadas sobre caudales ecológicos de sesgo antitrasvasista

La Confederación del Tajo sigue con su estrategia de cercenar el acueducto

MANUEL BUITRAGO. MURCIA. Jueves, 14 abril 2011, 04:23

La directora general del Agua del Ministerio, Marta Morén, ordenó ayer suspender las jornadas nacionales sobre caudales ecológicos después de la noticia publicada por 'La Verdad' que recogía la protesta de los regantes del Trasvase Tajo-Segura. Estos calificaron de provocación la iniciativa auspiciada por el Ministerio y la Confederación Hidrográfica del Tajo, ya que una de las jornadas estaba dedicada a los caudales ambientales del Tajo en el nuevo plan de cuenca y la mayoría de participantes exigen el cierre del canal. José Manuel Claver, presidente del Sindicato de Regantes, subrayó que estas jornadas se iban a celebrar en plena campaña electoral (los días 4 y 5 de mayo en Madrid). Claver recibió ayer una llamada de la presidenta de la Confederación Hidrográfica del Segura, Charo Quesada, informándole de que las jornadas se habían suspendido. La demarcación del Tajo no dio información.

Marta Morén, por su parte, confirmó la suspensión explicando que cualquier jornada de estas características debe ir en paralelo al proceso de información pública de los planes de cuenca. Morén estaba entre los participantes y debía inaugurar el acto. Como publicó ayer este diario, el debate sobre el caudal ecológico del Tajo estaba monopolizado por ponentes opuestos al Trasvase. Además de la presidenta y del jefe de la oficina de planificación de esta cuenca, figuraban el director del Centro Regional de Estudios del Agua de Castilla-La Mancha, que ha realizado varios informes en contra del acueducto, así como un representante de WWF-España y la presidenta de la Fundación Nueva Cultura del Agua.

Éste es el último intento por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo para poner en tela de juicio el acueducto. Es la segunda vez, al menos, que el Ministerio de Medio Ambiente corrige iniciativas de este organismo que preside Mercedes Gómez, que fue consejera de José María Barreda. En la ocasión anterior hizo una «corrección de errores» del Esquema de Temas Importantes del plan del Tajo introduciendo reservas genéricas en los pantanos de cabecera, de donde parte del Trasvase. Marta Morén señaló entonces que iba a dejar sin efecto esos cambios de calado que se habían hecho al margen del proceso de planificación y sin contar con los órganos de gobierno. El Sindicato de Regantes exigió las dimisiones de Gómez y del jefe de la oficina de planificación, Bernardo López-Camacho. Paralelamente, esta Confederación promovió otros actos en Talavera de la Reina contrarios al Trasvase.

Una larga lista

La directora general del Agua comentó que su última visita a Murcia que su departamento iba a controlar el nuevo plan de cuenca del Tajo por todo lo que hay en juego.

Mercedes Gómez asumió la presidencia del Tajo el verano pasado sustituyendo a José María Macías. Barreda lo consideró un triunfo, dando por hecho que se imponían los criterios de Castilla-La Mancha para la regulación de esta cuenca. Previamente, dicha confederación autorizó nuevas concesiones para Madrid y Toledo con cargo a la cabecera del Tajo con un trámite irregular. Asimismo, expulsó al director general del Agua de Murcia, Miguel Ángel Ródenas, de una reunión sobre el plan de cuenca.

Los regantes del Trasvase fueron convocados a otra mesa de trabajo con el mismo fin, que después se suprimió sin dar explicaciones.

BPHT2011 (borrador del PHT de 2011)

Como se ha mostrado en el apartado anterior, la situación respecto a los trabajos de planificación del Tajo era tensa, siempre enfocado bajo la perspectiva del ATS. La siguiente noticia es un ejemplo, tanto de las presiones que había sobre la planificación del Tajo, como de la indefensión, e incluso ataque, desde la Dirección General del Agua, que anteponía quedar bien con el sindicato de regantes de trasvase a permitir que se realizara una planificación del Tajo en los parámetros establecidos en la legislación de aguas:

Noticia "**El Ministerio apuesta por mantener el Trasvase del Tajo «bajo criterios racionales»**" (Buitrago, 2011), publicada en La Verdad el 4/7/2011

El Ministerio apuesta por mantener el Trasvase del Tajo «bajo criterios racionales»

La directora general del Agua niega que el nuevo plan del Tajo amenace el acueducto y garantiza las demandas de las regiones implicadas

M. BUITRAGO. MURCIA. Lunes, 4 julio 2011, 09:49

El Ministerio de Medio Ambiente no suelta prenda sobre las condiciones que puede imponer el plan de cuenca del Tajo sobre el Trasvase. La nueva regulación de este río sí afectará de un sentido u otro al acueducto y en los documentos de trabajo abundan las propuestas encaminadas a reducir los caudales trasvasables: desde el cierre gradual del canal hasta multiplicar por cuatro los volúmenes intocables. Sin entrar en detalles, la directora general del Agua, Marta Morén, asegura que el Trasvase Tajo-Segura seguirá funcionando «bajo criterios de racionalidad». Morén añade que el objetivo es hacer compatibles los usos medioambientales de la cuenca cedente y los socioeconómicos de los regadíos del Sureste. Afirma que se terminarán las desalinizadoras que hay en obras y rechaza hablar de fracaso del Plan Agua.

La responsable de agua del Ministerio no da fechas para aprobar los nuevos planes, pese a la reprimenda de la Comisión Europea por los retrasos. Con el actual escenario político, es más que probable que no se aprueben en lo que queda de legislatura. Estos planes estarán en vigor hasta el 2015. «Hemos elaborado muchos informes técnicos, científicos y socioeconómicos con un alto nivel de calidad. Están casi terminados y saldrán pronto a información pública. Tratamos de conjuntar muchas cosas: hay mantener el buen estado ecológico de las aguas porque no podemos cargarnos nuestros recursos, y por otro lado atender las necesidades socioeconómicas de una forma sostenible».

Ante las propuestas que piden duplicar el caudal ecológico en Aranjuez, lo cual reduciría los 'sobrantes' para trasvasar, Morén apunta que «no se trata de supeditarlo todo a los objetivos ecológicos. Debemos atender los puntos de vista de los usuarios de todos los territorios. También hemos trabajado con los ecologistas, y tenemos voluntad de cuadrar el círculo. Si hablamos del Trasvase Tajo-Segura, debemos garantizar al máximo los usos sostenibles para las dos cuencas, la que da y la que recibe. Ese equilibrio ha sido posible en estos años».

Para Morén, no se trata de que el Trasvase peligre o no, sino de racionalizar los usos. Admite que algunas cosas van a cambiar, pero prefiere no revelarlo ahora. «Estamos en esa tesitura y no quiero que se politice un tema tan sensible porque en definitiva nos jugamos los cuartos. Hay que procurar la supervivencia ambiental y socioeconómica. Si hablamos de caudales circulantes, debemos ser cuidadosos con los cálculos», añade. La directora general del Agua comenta que no sólo deben ponerse sobre la mesa las aportaciones de la cabecera del Tajo, sino también todos los recursos de los afluentes que se incorporan a lo largo de la cuenca y la reutilización de aguas, como las del Jarama. Morén recalca que no se va a tocar ninguna de las leyes del Trasvase y rechaza que el Gobierno de la nación se esté moviendo por influencias políticas, partidista e interesadas, en referencia al PSOE y

al expresidente castellano manchego José María Barreda. La Confederación Hidrográfica del Tajo está presidida por una exconsejera de Castilla-La Mancha, Mercedes Gómez, y sus técnicos introdujeron reservas genéricas en los pantanos de cabecera bajo la excusa de que se trataba de unas correcciones. Marta Morén apunta que no se acuerda de aquella corrección de errores, pese a que la descalificó públicamente.

Opina que el acueducto «se está gestionando de una forma bastante racional y existe una gran coordinación. Estamos ahorrando agua y además ha descendido la demanda, lo cual nos da holgura».

La propuesta de construir otro acueducto desde el Tajo Medio, en Valdecañas (Cáceres), debe esperar. «Ahora estamos en la fase de los planes de cuenca; después habrá que ver si hace falta otro análisis o medidas», señala.

Seguir desalinizando

Rechaza que el plan de desalinización masiva haya sido un fracaso, toda vez que tres de las cinco desalinizadoras construidas están paradas y hay otras dos -las más grandes, en Águilas y Torrevieja- en construcción. «Falta por poner en marcha las plantas más importantes, que vamos a terminar lo antes posible. Es un recurso potencialmente utilizable y hay que buscar la forma para que su uso sea lo más racional posible, por lo que pido el compromiso de todos», comenta en referencia al precio y a la prevención de los regantes para emplear esa agua. «Que no estén funcionando todas es un problema, pero es un agua disponible para cualquier circunstancia. Por vez primera en muchos años tenemos agua suficiente. Puede haber soluciones mejores o peores, pero esa está hecha», concluye en alusión a las desalinizadoras.

Tras varios meses sin noticias relevantes, el sábado 22 de octubre de 2011 sorprendió la que se muestra a continuación, publicada en el País, relatando la publicación y rápida retirada —por orden de la DGA— de un borrador del plan de cuenca del Tajo (BPHT2011):

Reportaje **El "inadmisible" trasvase Tajo-Segura** (Méndez, 2011), publicado en El País el 22/10/2011

El "inadmisible" trasvase Tajo-Segura

Un borrador de Medio Ambiente reduce a la mitad el caudal al Levante

RAFAEL MÉNDEZ. Madrid 22 OCT 2011

El trasvase Tajo-Segura no se vio realmente amenazado por el fallido Estatuto de Castilla-La Mancha, que pretendía acabar con él. La amenaza real para la obra radicaba en el Plan de la Cuenca del Tajo, el documento que bajo llaves prepara Medio Ambiente que reparte el agua. La Confederación Hidrográfica del Tajo ha publicado en su web un borrador del plan según el cual habría que reducir a la mitad el caudal máximo que se puede trasvasar a Murcia y Alicante. El ministerio desautorizó el texto y ordenó retirarlo. Fuentes del departamento apuntaron que la publicación parecía una jugarreta. A un mes de las elecciones, el texto era una bomba electoral para los socialistas en Valencia y Murcia.

El borrador del plan de cuenca destaca que la entrada de agua en los pantanos de los que nace el trasvase ha caído un 47% en el periodo 1980-2006 respecto al 1959-1979, cuando se diseñó la obra. El texto señala que desde 1980 la cabecera del Tajo sufre un déficit "no admisible". Para evitarlo, plantea ampliar de 240 hectómetros cúbicos a 400 la reserva no trasvasable de los embalses. Además, aumenta el caudal ecológico del Tajo en Aranjuez (que sube de seis metros cúbicos por segundo a 10) y se prepara para el crecimiento de la demanda en Madrid y Castilla-La Mancha. Con todo eso, dice que lo único admisible sería un trasvase en años normales de entre 91 y 134 hectómetros cúbicos al año. El máximo en años húmedos quedaría en 324 hectómetros cúbicos. Esto supone recortar a la mitad los caudales actuales. El máximo trasvasable es de 600 hectómetros cúbicos (solo se llegó en 2000). El máximo previsto sería menor que el trasvase del último año hidrológico, cuando el acueducto envió 364 hectómetros.

La directora general del Agua, Marta Morén, consideró que alguien había cometido un error al publicar este "documento de trabajo". Según Morén, que conoció por este diario la publicación del texto, el trasvase se reduce ahí tanto "porque no tiene en cuenta las posibilidades de la reutilización en Madrid y Castilla-La Mancha". "Hemos pedido informes al Cedex [un centro de estudios de Fomento] y sin esos el plan no está completo". Morén negó que su intención sea rebajar a la mitad el trasvase. El secretario de Estado de Agua, Josep Puxeu, también desautorizó el borrador. El

Gobierno lleva años de retraso en la elaboración de los planes de cuenca pero ya ha avisado de que no terminará esta legislatura los más polémicos, Tajo, Júcar y Segura. Después del 20-N, si hay una mayoría popular, será Rajoy quien tenga que cuadrar el rompecabezas entre sus barones. El trasvase abastece a 2,5 millones de Murcia, Alicante y Almería y da agua a 70.000 regantes. Abierto en 1979, la polémica sobre él no ha hecho más que crecer.

Castilla-La Mancha ve cómo en algunos meses el trasvase lleva más agua que la que discurre hacia Portugal (ocurrió este verano). Miguel Ángel Sánchez, de la plataforma en Defensa del Tajo, mostró su satisfacción por el contenido: "Dice claramente que se abusa del Tajo y que hay que cambiar las reglas de explotación". Aunque el ministerio niegue validez al texto, es relevante porque son los cálculos de los técnicos de la confederación. Cualquier rebaja generará polémica.

Esta noticia tuvo gran impacto, llegando a eclipsar la reversión de la gestión del Guadalquivir al Estado por sentencia del Tribunal Constitucional que compartía página. Es significativo los esfuerzo por desprestigiar el borrador desde la DGA, que lo supedita a un informe pedido al CEDEX —por el CEH, que de él depende—. A continuación se muestra la reacción a esta noticia publicada al día siguiente en La Verdad:

Noticia **El Trasvase es cosa de ellas** (Buitrago, 2011), publicada en La Verdad el 23/10/2011

El Trasvase es cosa de ellas

La presidenta del Tajo vuelve a colgar en la web el borrador de su plan de cuenca que reduce los envíos de agua al Sureste

M. BUITRAGO. MURCIA. Domingo, 23 octubre 2011, 13:09

Al final se ha producido el choque de trenes entre los planes hidrológicos del Tajo y del Segura. El Ministerio de Medio Ambiente intentó cerrar en agosto un acuerdo sobre el Trasvase Tajo-Segura que contentara a ambas demarcaciones pero no fue posible: la Confederación Hidrográfica del Segura reclama la dotación completa del Tajo (600 hectómetros máximos anuales); mientras que la del Tajo mantiene su objetivo de reducir notablemente los envíos al Sureste subiendo el volumen mínimo no trasvasable. Así lo puso negro sobre blanco hace un año, cuando su Junta de Gobierno aprobó el Esquema de Temas Importantes (un documento preliminar que es la base del nuevo plan de cuenca) ante el enfado de los regantes del Segura, contrarios a que se incremente el caudal ecológico en Aranjuez de 6 a 10 metros cúbicos por segundo a costa de las reservas almacenadas en la cabecera. El Sindicato de Regantes del Tajo-Segura y el Ejecutivo regional creen que será el próximo Gobierno central del PP el que tendrá que lidiar con este conflicto y aprobar los planes de cuenca contentado, si puede, a la Región de Murcia, Comunidad Valenciana, Castilla-La Mancha, Madrid y Extremadura.

Ahora, la presidenta del Tajo, Mercedes Gómez, que fue consejera de Agricultura de Castilla-La Mancha con José María Barrera, ha vuelto a colgar en la web aquel documento, con algunos datos más concretos, casi a modo de despedida, siendo desautorizada por el Ministerio de Medio Ambiente, que la ha obligado a retirar ese borrador, según informó ayer el diario El País.

No es la primera vez que el Ministerio desautoriza a Gómez por tratar de favorecer a Castilla-La Mancha. Sus técnicos cambiaron varias propuestas del plan de cuenca para introducir las reservas genéricas en el Tajo, argumentando que se trataba de una corrección de errores. La directora general del Agua, Marta Morén, tuvo que asumir el control para evitar los excesos de los responsables de la Confederación del Tajo, toda vez que su jefe de planeamiento perteneció a Canales de Isabel II de Madrid y tiende también a favorecer a la Comunidad que preside Esperanza Aguirre.

Apremiado por la Unión Europea, el Ministerio quiso llegar a un acuerdo hace dos meses para armonizar las demandas del Tajo y del Segura, pero Confederación del Segura, que preside Charo Quesada, no estuvo de acuerdo con los planteamientos del organismo del Tajo. Éste quiere que el aumento del caudal ambiental se haga a costa de los pantanos de Entrepeñas y Buendía, que abastecen al Trasvase, lo cual supondría reducir casi a la mitad los excedentes disponibles. Los responsables del Tajo no quieren contar con los retornos de los regadíos ni la reutilización de las aguas depuradas, práctica habitual en otras cuentas, como la del Segura. Asimismo, todavía hay que establecer si se toman las series históricas largas o cortas para hacer la planificación de ambas

cuencas. El Ministerio ha recurrido al CEDEX para que realice un estudio sobre los excedentes del Tajo.

La UE conoce el conflicto

Marta Morén manifestó ayer a 'La Verdad' que este borrador del plan del Tajo es el mismo que el del año pasado y no tiene validez. No lo asume su departamento porque es un documento de trabajo preliminar. «No hay nada nuevo a lo que ya se conocía. Todos tenemos que llegar a la misma conclusión», dijo refiriéndose al Tajo y al Segura y al plazo para cerrar ambos planes. Morén dio la orden de retirar ese borrador «para no confundir a la gente». Señala que el plan del Tajo debe tener en cuenta los retornos de los regadíos y los caudales reutilizados, como se hace en el resto de cuencas. «Si se usa el tema del agua para hacer política, al final la liamos», declaró la directora general

Añadió que la Comisión Europa conoce al detalle las dificultades que existen para encajar los planes del Tajo y del Segura, lo cual no evitaría una sanción a España por el retraso. «Tienen información continua y creen, como nosotros, que lo importante es que se cierre bien».

La presidenta de la Confederación del Segura, Charo Quesada, señaló ayer que no se pueden generar dudas sobre el Trasvase. «Nadie se lo va a cargar. Al contrario, el Ministerio va a garantizar su continuidad». Quesada ha mantenido «reuniones técnicas muy intensas» con sus colegas del Tajo y con la directora general para encajar la planificación, pero sin éxito hasta ahora. «Debe haber convergencia entre el Tajo y el Segura porque sus planes están enlazados», comentó ayer.

De cara a la galería, el asunto se zanjó, más bien tapó, al día siguiente, lunes, con la asunción del error por parte de la presidenta de la CHT:

Noticia **"La presidenta de la Confederación del Tajo asume su error por publicar borrador de plan de cuenca"** (EFE, 2011), publicada en la web de El País el 24/10/2011

La presidenta de la Confederación del Tajo asume su error por publicar borrador de plan de cuenca

La web colgó el viernes "un documento inacabado y parcial" que reducía a la mitad las aportaciones al Segura. El texto fue retirado poco después pero generó un nuevo enfrentamiento por el agua.

EFE. Murcia 24 OCT 2011 - 21:09 CEST

La presidenta de la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT), Mercedes Gómez, "ha asumido su error por publicar" en la página web de ese organismo el borrador del plan de cuenca de ese río, "un documento inacabado y parcial", informa en una nota el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM).

La CHT colgó y retiró de su página web el pasado viernes un texto que propone aumentar la reserva de la cabecera del río y reducir los trasvases al Segura, lo que ha motivado polémica en Castilla-La Mancha y en Murcia.

El comunicado del MARM indica que el plan de cuenca del Tajo "está pendiente del resultado de los trabajos conjuntos que se están llevando a cabo desde la Dirección General del Agua, con el apoyo técnico del Centro de Estudios Hidrográficos".

La nota se ha hecho pública después de que el secretario de Estado de Medio Rural y Agua, Josep Puxeu, y la directora general del Agua, Marta Moren, se hayan reunido con Gómez y con la presidenta de la Confederación Hidrográfica del Segura, Charo Quesada, para analizar la marcha de los planes de cuenca de ambos ríos, coordinados por el departamento que dirige Moren.

El proceso de elaboración de los planes es participativo, tanto en su fase preliminar (esquema de temas importantes) como en la de consulta pública del borrador del plan, señalan desde el ministerio, que precisa que "para iniciar la consulta pública de este es necesario que los documentos del mismo estén completos, lo que supone que responden a un análisis técnico y científico adecuado".

En el caso de los planes de cuenca del Tajo y del Segura, "que están relacionados por un trasvase entre cuencas, el Tajo-Segura, se requiere un esfuerzo adicional de coordinación entre los dos", matiza el comunicado

Esta salida, consistente en pararlo todo y dejar las cosas como estaban, hay que entenderla también en el momento político en que se produce, al final de una legislatura.

El Memorándum

Con el cambio de Gobierno en 2012 se entró en una tensa calma, sin apenas noticias sobre la evolución de la planificación del Tajo. En septiembre se produjo un cambio al frente de la DGA, con la siguiente información en La Verdad:

Noticia "**Cañete destituye al director general del Agua, partidario de otro trasvase del Tajo**" (Buitrago, 2012)

Cañete destituye al director general del Agua, partidario de otro trasvase del Tajo

Juan Urbano será relevado por Liana Ardiles, ex directora técnica de la Confederación Hidrográfica del Duero

MANUEL BUITRAGO. MURCIA. Viernes, 14 septiembre 2012, 19:01

Los planes de cuenca del Segura y del Tajo siguen sin casar cinco años después de que se iniciara el proceso para revisarlos y adaptarlos a la directiva europea. A nivel técnico aún no existe un acuerdo que está cada vez más complicado, ya que las reuniones que tuvieron lugar el año pasado mostraron las posturas distantes entre los representantes de las dos demarcaciones.

El ministro de Medio Ambiente, Miguel Arias Cañete, reunió este miércoles a los presidentes de las confederaciones hidrográficas para recordarles que la nueva planificación debe estar terminada antes de diciembre de 2013. El escaso avance para sacar adelante los planes que faltan se interpreta como una de las causas que han motivado el cese del director general del Agua, Juan Urbano, partidario del nuevo acueducto del Tajo Medio.

La salida del máximo responsable del agua fue conocida anteayer y puede obedecer igualmente a discrepancias internas para afrontar el nuevo mapa hidrológico. Urbano será sustituido por Liana Ardiles López, ingeniera de Caminos adscrita a la Oficina del Cambio Climático, según informó ayer 'El País'. Fue directora técnica de la Confederación Hidrográfica del Duero. Dentro del Ministerio se la considera más conocedora de la gestión del agua, aunque procede de una cuenca excedentaria donde los problemas de la sequía no se perciben igual que en el sur y en el Levante.

Los planteamientos de Juan Urbano para recomponer el puzle hidrológico pasaban por mantener operativo del acueducto Tajo-Segura, garantizando al menos un mínimo anual de 350 hectómetros para derivar al Sureste, basándose en la media histórica de desembalses. También reveló, en declaraciones a 'La Verdad' en julio, que el Ministerio tiene en estudio la construcción de un nuevo acueducto desde el Tajo Medio, con el objetivo de cubrir primero las necesidades de Castilla-La Mancha.

Estas manifestaciones ocasionaron el consiguiente revuelo en la región gobernada por María Dolores Cospedal. Urbano reconoció abiertamente que el proyecto está sobre la mesa, a diferencia de la cautela que mostró el anterior Gobierno socialista, que nunca reconoció oficialmente que dicho canal estuviera en estudio.

Sobre el Trasvase del Ebro, Urbano apostilló que nunca sería una imposición, y que el proyecto no se recuperará por el Gobierno central a menos que exista consenso entre las comunidades. Recordó que en estos momentos «la postura de Cataluña y Aragón no es favorable».

Sobre los nuevos planes de cuenca del Segura y del Tajo, vinculados por el Trasvase Tajo-Segura, explicó que hay que conocer con exactitud la disponibilidad futura de excedentes, cuya cifra es difícil de conocer en estos momentos. «Se ha producido una disminución de aportaciones en la cabecera del Tajo y, al mismo tiempo, un aumento de los consumos propios de dicha cuenca. Yo no hablaría de oposición entre planes de cuenca, si no de procurar que casen», manifestó.

Los usuarios y representantes de Murcia seguirán teniendo mayoría en el nuevo Consejo del Agua de la Demarcación del Segura, que se constituirá en breve. Murcia tendrá doce representantes,

mientras que Castilla-La Mancha y la Comunidad Valenciana dispondrán de cuatro. Andalucía contará con dos, explicó ayer Miguel Ángel Ródenas, presidente de la Confederación.

El consejero de Agricultura y Agua, Antonio Cerdá, dijo ayer desconocer los motivos del cese de Juan Urbano, aunque descarta que responda al estudio del Tajo Medio.

Esta noticia incluye referencias a que se estaba planteando en la DGA una posible salida consistente en plantear un trasvase desde el Tajo medio para rebajar el ATS, si bien son aspectos que quedan en la mera especulación.

Con el nuevo cambio al frente de la DGA, empezaron a surgir rumores de la salida a consulta pública del borrador del PHT, con distinto alcance sobre la relación con el ATS según el mes. Por un lado, la sombra de la sanción por parte de la UE se acrecentaba ante el retraso de unos planes que tenían que haber estado aprobados antes de 2009, pero el ATS era el gran obstáculo para los planes del Tajo y del Segura. La forma de desatascarlos fue mediante el conocido como "Memorándum", un acuerdo entre el ministerio y las comunidades autónomas de Valencia y Murcia. A continuación se reproduce el contenido del acta de la reunión en que se decide firmarlo y el texto del mismo, obtenido a través de una filtración realizada por el PSOE de Castilla-La Mancha:

Acta de la reunión celebrada en el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente el 28 de febrero de 2013

DÍA: jueves, 28 de febrero de 2013

Lugar: Plaza de san Juan de la Cruz, s/n

Asistentes:

- D. Federico Ramos de Armas, Secretario de Estado de Medio Ambiente.
- Da Liana S. Ardiles López, Directora General del Agua.
- D. Adolfo Díaz-Ambrona Medrano, Secretario General Técnico.
- D. Antonio Cerdá Cerdá, Consejero de Agricultura y Agua de la Región de Murcia.
- D. José Ciscar Bolufer, Consejero de Presidencia, Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua de la Generalitat Valenciana.
- D. Daniel Sanz Jiménez, Director General Adjunto de la Dirección General del Agua.
- D. Víctor M. Arqued Esquía, Subdirector General de Planificación y uso sostenible del Agua, de la Dirección General del Agua.

Invitados: (Regantes)

- D. Manuel Serrano Richarte, Presidente de la Comunidad de Regantes Riegos del Levante Margen Izquierda.
- D. José Antonio Andújar Alonso, Presidente de la Comunidad de Regantes Riegos del Levante Margen Derecha.
- D. Francisco Sáez, Presidente de la Comunidad de Regantes Campo de Cartagena.
- D. Julio Zapata Conesa, Presidente de la Comunidad de Regantes Campotéjar.
- D. José Manuel Claver Valderas, Presidente del Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura.
- D. Francisco Cabezas Calvo-Rubio. Asesor externo.

Siendo las 12.15 horas del día 28 de febrero de 2013, comienza la reunión con la intervención del Sr. Secretario de Estado, que da la bienvenida a todos los asistentes y solicita la máxima colaboración de todos ellos para la mejora de la regulación actual del trasvase Tajo-Segura.

A continuación interviene el Sr. Consejero de Presidencia, Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua de la Generalitat Valenciana que plantea la necesidad de dotar de seguridad jurídica a las actuaciones que se desarrollan en el normal funcionamiento del trasvase de agua del Tajo al Segura. Pone de manifiesto que la futura regulación del Plan Hidrológico del Tajo puede suponer un perjuicio para el Trasvase Tajo-Segura, concretamente en lo que afecta a los volúmenes trasvasables lo que provocará un daño importante en los regadíos de la afectados por la cuenca del Segura Para ello, considera

oportuno que en la regulación del trasvase Tajo- Segura deban ser tenidos en cuenta una serie de extremos que posteriormente expondrá conjuntamente con el Consejero de Murcia.

Seguidamente, el Sr. Consejero de Agricultura y Agua de la Región de Murcia, al igual que su homólogo valenciano, pone especial énfasis en dotar de seguridad jurídica a las actuaciones a que se refiere D. José Ciscar. Asimismo señala que el eventual menoscabo de los volúmenes trasvasables provocará un perjuicio importante en los regadíos vinculados a la cuenca del Segura agravando la situación de precariedad de los aprovechamientos para riego con suministros reales muy inferiores a los legalmente asignados.

Por ello, los Consejeros de Murcia y Valencia, teniendo en cuenta la necesidad de impulsar sin reservas ni dilaciones la planificación hidrológica del Tajo y reducir en lo posible sus efectos adversos sobre los riegos asociados en sureste, plantean al Secretario de Estado analizar los siguientes puntos:

Revisión de la legislación actual con la finalidad de mejorar los procedimientos de cesión derechos.

Adaptación de la Ley 52/1980 a la legislación vigente en cada momento. Revisión de la cuestión de las menores pérdidas y de su regulación jurídica, considerando su posible asignación parcial o total a los regadíos ante las nuevas circunstancias de abastecimiento urbano

Revisión y, en su caso, actualización de la naturaleza y funciones de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura.

Análisis de la posibilidad de participación de los usuarios del trasvase en los órganos colegiados procedentes de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura.

Estudio de criterios de actualización de las reglas de explotación del trasvase conforme a las nuevas determinaciones de la planificación hidrológica del Tajo, teniendo en cuenta tanto posibles cesiones de derechos como previsiones sobre la vigencia y caducidad de las decisiones adoptadas.

Clarificación tanto del volumen máximo anual trasvasable como del orden de prelación de los distintos trasvases autorizados desde la cabecera del Tajo (al Segura y al Almanzora, para abastecimiento y Riego; al Guadiana, para abastecimiento de la llanura manchega y para fines ambientales en las Tablas de Daimiel; abastecimiento de municipios de la traza del Acueducto Tajo-Segura).

Asimismo, los Sres. Consejeros convienen en la necesidad de constituir un Grupo de trabajo coordinado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente e integrado por representantes del departamento y de las Comunidades Autónomas afectadas.

Este Grupo de trabajo analizará y estudiará las cuestiones recogidas en la presente acta, proponiendo, para cada una de ellas, una o varias soluciones, debidamente motivadas y fundamentadas, con detalle de la acción o acciones a ejecutar y, en su caso, del instrumento normativo que fuere necesario, así como los posibles responsables de su ejecución y los plazos exigibles.

Posteriormente, el Sr. D. José Manuel Claver, en representación del sindicato SCRATS, manifiesta que las cuestiones que plantean los Sres. Consejeros deben ser tenidas en cuenta en la regulación del Trasvase Tajo-Segura

En este sentido, los Sres. Presidentes de las Comunidades de Regantes ponen de manifiesto el gran esfuerzo que supone para éstas la reducción que van a experimentar los volúmenes trasvasables.

En contestación a las intervenciones anteriores, el Sr. Secretario de Estado de Medio Ambiente expone la conveniencia de analizar las propuestas planteadas por los anteriores intervinientes para alcanzar una correcta y segura regulación del trasvase Tajo-Segura así como la constitución del grupo de trabajo y manifiesta la clara voluntad del gobierno de la nación de asegurar la existencia del trasvase.

Y sin más asuntos que tratar se levanta la sesión a las 14:00 del día 28 de febrero de 2013

MEMORÁNDUM DE ENTENDIMIENTO ENTRE EL MAGRAMA Y LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS DE LA REGIÓN DE MURCIA Y COMUNIDAD VALENCIANA SOBRE LAS AGUAS EXCEDENTARIAS DEL TRASVASE TAJO-SEGURA

La entrada en vigor del Plan Hidrológico del Tajo supondrá una nueva determinación de excedentes que podría alterar el actual régimen de trasvase a través del Acueducto Tajo-Segura.

El regadío con aguas trasvasadas sustenta una actividad socioeconómica fundamental en amplios territorios del sureste peninsular y contribuye al desarrollo y empleo en las zonas rurales, a una agricultura muy tecnificada y productiva, y a un sector agroalimentario asociado de gran interés. Por estas razones, el mantenimiento del trasvase Tajo-Segura y de una actividad agraria segura y sostenible constituye un objetivo estratégico y socioeconómico de primer orden para el Estado, cuya permanencia debe quedar garantizada.

La potencial variación de volúmenes trasvasados se superpone a una situación ya de por sí desfavorable, caracterizada por la precariedad de los aprovechamientos para riego, y por las incertidumbres que como consecuencia del aumento natural de las demandas del Tajo, de la reducción de aportaciones de cabecera y de los posibles efectos del cambio climático, se generaran tanto a corto como a largo plazo.

Se hace necesario, en consecuencia, impulsar, sin reservas ni dilaciones, la planificación hidrológica del Tajo y de las demarcaciones del Júcar y Segura, y proporcionar la mayor seguridad y estabilidad posible al funcionamiento de los regadíos, siempre teniendo en cuenta la indiscutida preeminencia de la satisfacción de las demandas en la cuenca cedente.

Conscientes de esta situación, y tras distintas reuniones y aproximaciones previas, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y las Comunidades Autónomas de Murcia y Valencia estiman oportuno estudiar posibles acciones, principalmente en los ámbitos normativo y técnico, mitigando, si hubiere lugar, las limitaciones que la nueva planificación hidrológica del Tajo tendría sobre los aprovechamientos dependientes del Acueducto Tajo-Segura. Por ello, las partes ACUERDAN firmar el presente memorándum de entendimiento, con las siguientes cláusulas:

Primera. Se constituirá un Grupo de trabajo coordinado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente e integrado por representantes del departamento y de las Comunidades Autónomas firmantes. Se invitará a formar parte del Grupo de Trabajo a la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Este Grupo de Trabajo analizará y estudiará las cuestiones recogidas en la cláusula segunda, proponiendo, para cada una de ellas, la solución que estime pertinente, debidamente motivada y fundamentada, con detalle de la acción o acciones a ejecutar y, en su caso, del instrumento normativo que fuere necesario, así como los posibles responsables de su ejecución y los plazos exigibles.

El Grupo de trabajo se constituirá tras la firma del memorándum y deberá entregar sus propuestas a la Administración General del Estado en un plazo máximo de tres meses a contar desde su constitución. En el plazo de los tres meses siguientes la Administración General del Estado iniciará la tramitación de las actuaciones que corresponda a la vista de las propuestas que se realicen.

Segunda. - Las cuestiones que el Grupo de trabajo analizará y sobre las que se pronunciará serán, al menos, las siguientes:

Revisión de la legislación actual con la finalidad de mejorar los procedimientos de cesión de derechos, buscando la satisfacción de todos los intereses y ámbitos competenciales afectados.

Adaptación de la Ley 52/1980 a las fuentes y principios informadores del Ordenamiento Jurídico, singularmente en lo relativo a las determinaciones de la Ley de Aguas sobre transferencias intercuencas y sus condiciones hidrológicas.

Revisión de la cuestión de las menores pérdidas y de su regulación jurídica, considerando su posible asignación parcial o total a los regadíos ante las nuevas circunstancias de abastecimiento urbano, y la posible proporcionalidad en la asignación a los usos.

Revisión y, en su caso, actualización de la naturaleza y funciones de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura.

Estudio y análisis de los desembalses y demandas de la cuenca de cabecera del Tajo, así como de las necesidades de agua de las cuencas receptoras.

Estudio de criterios de actualización de las reglas de explotación del trasvase conforme a las nuevas determinaciones de la planificación hidrológica del Tajo, incluyendo la vigencia y caducidad anual de las decisiones adoptadas y procurando un mecanismo de aplicación automática en situaciones ordinarias y de alerta (niveles 1 y 2).

Estudio de la posible derogación de la disposición adicional primera de la Ley 11/2005.

Tercera. - El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y las Comunidades Autónomas firmantes tendrán en cuenta las propuestas del Grupo de trabajo y pondrán en marcha las actuaciones mejores de entre las que se sugieran, procurando su eficacia simultánea con la del futuro Plan Hidrológico del Tajo.

Y, en prueba de conformidad, las partes firman el presente memorándum

en Madrid, el xxx de marzo de 2013.

- El Secretario de Estado Medio Ambiente
- El Conseller de Presidencia y Agricultura, Pesca, Alimentación y Agua, Vicepresidente del Consell de la Generalitat Valenciana
- El Consejero de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

Una información de la gestación de este memorándum se encuentra en la *Memoria 2013* (Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, 2014), en la que se indica la firma del Memorándum acordado se realizó el 19/3/2013. Al día siguiente, en el BOE del día 20 de marzo de 2013, se inicia la consulta pública del que luego fue el PHT2014, ya sin la propuesta de caudales ecológicos en el río Tajo que figuraba en el ETI aprobado en 2010, ni la propuesta de determinación de excedentes que se proponía en el BPHT2011. La proximidad de las fechas, y estos cambios, muestran la clara relación entre el Memorándum y la salida a consulta pública de la propuesta de PHT.

Grupo de trabajo del Memorándum

Tras la firma del Memorándum, se puso en marcha el grupo de trabajo, que se realizó con la máxima discreción, tal como reconoció el consejero del Gobierno de Murcia, Antonio Cerdá, en la Asamblea de Murcia (Cerdá, 2013): "*En conclusión, aquí no hay misterios respecto al memorándum, aquí lo que hay es discreción. Aquí, el ministerio, cuando se empezó a trabajar, nos pidió discreción en el proceso, necesaria para que hubiera diálogo y acuerdo. Se ha trabajado sin intervenciones públicas, de una forma discreta para poder avanzar*".

En este clima de discreción, sólo quedaban las filtraciones que se realizaban desde el diario La Verdad para seguir la evolución de los trabajos:

Noticia **"El Memorándum del Trasvase puede estar perfilado en un mes"** (La Verdad, 2013), publicado en La Verdad el 21/6/2013

El Memorándum del Trasvase puede estar perfilado en un mes

Viernes, 21 junio 2013, 14:00

La comisión técnica encargada de elaborar el Memorándum para la garantizar el Trasvase Tajo-Segura espera terminar en un mes el acuerdo, que tendrá que ser refrendado por el Gobierno central para mitigar los efectos de la reserva de 400 hectómetros en la cabecera. Mientras tanto, el secretario general del PSOE en Castilla-La Mancha, Emiliano García-Page, sigue centrando sus críticas en María Dolores de Cospedal -que se reunió en Cuenca con el ministro Arias Cañete- declarando que ésta y Valcárcel se han puesto de acuerdo «en no arreglar» los problemas del agua en España. García-Page aludió al acuerdo del Ayuntamiento de Aranjuez de que el Trasvase se cierre en un plazo de diez años, informa Efe.

Noticia **"Los negociadores cierran el acuerdo que debe garantizar el Trasvase del Tajo"** (Buitrago, 2013), publicada en La Verdad el 5/8/2013

Los negociadores cierran el acuerdo que debe garantizar el Trasvase del Tajo

El Ministerio y los gobiernos de Murcia y Valencia esperan sellar el Memorándum el miércoles, que necesita tener forma jurídica para ser eficaz

M. BUITRAGO. MURCIA. Lunes, 5 agosto 2013, 13:42

¿Será un acuerdo vinculante o papel mojado? Los gobiernos de Murcia y de la Comunidad Valenciana han culminado con el Ministerio de Medio Ambiente los trabajos del Memorándum de Entendimiento para garantizar la continuidad del Trasvase Tajo-Segura y contrarrestar los efectos que tenga para los futuros desembalses la reserva de 400 hectómetros cúbicos en la cabecera del Tajo. Está previsto que el documento quede sellado el próximo miércoles. El presidente del Sindicato de Regantes del Acueducto, José Manuel Claver, que también ha participado en las negociaciones, considera que la pelota quedará en el tejado del departamento de Arias Cañete y confía en que asuma las medidas pactadas a través de las modificaciones legales necesarias. Precisó que el Memorándum debe tener mayor rango legal que el plan de cuenca del Tajo.

Claver mostró su satisfacción por el hecho de que la directora general del Agua, Liliana Ardiles, haya recogido todas las medidas planteadas en el borrador, que consisten en liberalizar los bancos de agua para permitir la compraventa entre cuencas hidrográficas distintas, así como derogar la 'disposición Narbona' que permitía cambiar agua del Tajo por recursos de las desalinizadoras. También se pretende ejercer un mayor control de los desembalses en el Sistema de Entrepeñas-Buendía, al igual que beneficiar a los regadíos del Segura en el reparto de las pérdidas por evaporación y transporte. También se revisarán las funciones de la Comisión de Explotación.

El representante de los regantes apuntó que el Ministerio ha cumplido hasta ahora con el pacto que dio origen al Memorándum el pasado mes de marzo, y que a partir de ahora deberá demostrar su voluntad de materializar los acuerdos con las modificaciones legales que sean precisas. Comentó que el documento debe tener mayor fuerza legal que el plan de cuenca del Tajo, que se aprobará mediante un real decreto.

El consejero de Agricultura y Agua, Antonio Cerdá, declaró ayer que hay que darle forma jurídica al Memorándum. El secretario de Estado de Medio Ambiente, Federico Ramos, manifestó días atrás a 'La Verdad' que el documento tendrá eficacia. «No impulsamos un Memorándum para que no sirva de nada», dijo. La incógnita está en el Gobierno de Castilla-La Mancha, que ha rechazado participar en las reuniones técnicas y que advirtió de que lo pactado entre el Ministerio y las comunidades de Murcia y Valencia no tendría valor porque primará el plan del Tajo.

En varias respuestas al líder de IU, Cayo Lara, y al diputado socialista Gabriel Echávarri, el Gobierno central ha informado de que el Memorándum «no es excluyente, sino que asienta las bases de un foro de diálogo y análisis sobre la gestión del agua al que, en este caso concreto, están invitadas todas las comunidades autónomas del Tajo y del Segura». El Ministerio reitera en este sentido lo que ya anunció en marzo, de que el pacto es una muestra de voluntad «para alcanzar acuerdos en materia de agua desde el diálogo, la colaboración y la cooperación».

El PSOE manchego, sin embargo, cree que el objetivo es «perpetuar» Trasvase en las condiciones más favorables para los regantes del Levante. La Plataforma en Defensa de los Ríos Tajo y Alberche de Talavera dijo ayer que la actuación del Gobierno de España en materia hídrica es «un auténtico golpe de estado a la política hidrológica porque se salta a la torera la Directiva Marco del Agua. Apuntó que los bancos de agua permitirán derivar trasvasar más recursos del Tajo al Segura.

Noticia: **"«Todo el sobrante del Tajo tiene que ser garantizado por ley»"** (La Verdad, 2013), publicada en La Verdad, 29/8/2013

«Todo el sobrante del Tajo tiene que ser garantizado por ley»

Jueves, 29 agosto 2013, 02:57

Los regantes exigieron el martes que el Memorándum del trasvase Tajo-Segura, el documento suscrito por el Ministerio y los gobiernos de Murcia y Valencia para minimizar el impacto del aumento

de la reserva estratégica del Tajo, adquiera rango de ley. Valcárcel trasladó ayer la demanda a Rajoy, quien no se pronunció sobre la cuestión. «Hay que garantizarlo por ley. Le he pedido al presidente celeridad para que cerremos cuanto antes el Plan del Agua. Todo el sobrante del Tajo tiene que ser garantizado por ley», exigió el presidente murciano. El jefe del Ejecutivo regional respondió a los periodistas que durante el encuentro «solo hemos tratado cuestiones de interés general» para los españoles y para la Región, sin abordar el 'caso Bárcenas' ni cómo éste está afectando al PP.

«No hemos hablado de eso, por respeto a la institución y a mí mismo. Esta es una casa para plantear asuntos de interés general para los ciudadanos. No es el momento de quebrar ese principio», dijo Valcárcel, quien recordó posteriormente en una conversación informal con periodistas que no podrá asistir el lunes al Comité Ejecutivo Nacional del PP, y confirmó su interés por integrar las listas del PP para las próximas elecciones europeas.

Noticia "Un Memorándum para blindar el Trasvase", publicado en La Verdad, 9/9/2013

Un Memorándum para blindar el Trasvase

Los entresijos del pacto: a los regantes no les inquieta tanto la reserva como una ley para el acueducto

Canales del Taibilla solicitará menos agua del Tajo para beber en épocas de sequía para que los regadíos puedan recibir más recursos

MANUEL BUITRAGO. MBUITRAGO@LAVERDAD.ES. MURCIA. Lunes, 9 septiembre 2013, 18:22

El futuro del Trasvase Tajo-Segura atraviesa otro de sus momentos decisivos. El acueducto carece de una ley específica que garantice su continuidad, los desembalses están contaminados por el conflicto político y territorial, y cada reforma legislativa le ha dado un bocado para debilitarlo. El Memorándum de Entendimiento pactado entre el Ministerio de Medio Ambiente, los gobiernos de Murcia y la Comunidad Valenciana y los regantes se presenta, a juicio de estos últimos, como una oportunidad para consolidar la mayor infraestructura hidráulica de España y alcanzar la paz del agua entre las regiones cedentes y receptoras. Las conclusiones técnicas del documento están guardadas bajo siete llaves hasta que el Ministerio y el Gobierno central muevan ficha, y según los usuarios tienen que hacerlo este año a través de una ley, y antes de que se apruebe el plan de cuenca del Tajo con el rango inferior de un decreto.

Con el respaldo y la participación del Ministerio, los negociadores han desarrollado los siete puntos del Memorándum para compensar los efectos que tendrá en los futuros desembalses el incremento hasta los 400 hectómetros cúbicos de la reserva no trasvasable de Entrepeñas y Buendía. El presidente del Sindicato Central de Regantes del Trasvase, José Manuel Claver, confía en que estas medidas contrarresten el peligro de una menor disponibilidad de agua en los años de sequía, aunque considera más importante que el acueducto quede blindado legalmente de cara al futuro.

Cómo actuar en sequía

¿Cómo se afrontará la situación ante un nuevo ciclo de sequía y con una línea roja de 400 hectómetros? Las novedades que aporta el Memorándum, según ha podido saber este diario, se basan en un cambio en el reparto de los esfuerzos entre los usuarios finales: los caudales que haya disponibles en momentos de escasez beneficiarán en mayor proporción a los regadíos. La población 'se sacrificará' pidiendo menos de la cabecera del Tajo (los abastecimientos tienen una asignación máxima anual de 150 hectómetros en destino) y completará sus dotaciones con agua desalinizada. En lugar de solicitar la dotación completa por mes, la Mancomunidad de Canales del Taibilla tendría que rebajar el volumen. Este mecanismo operaría cuando los embalses de cabecera estén en el Nivel 2, en situación de alerta, cuando solo se puede derivar un máximo de 38 hectómetros por mes.

La segunda novedad que se quiere introducir es que los desembalses en Nivel 2 sean automáticos y no queden a expensas de los debates en el seno de la Comisión Central de Explotación y del Consejo de Ministros, en los que se interfieren las presiones de los gobiernos de Toledo, Murcia y Valencia.

Otra de las medidas afecta al control de los desembalses en el Sistema de Entrepeñas y Buendía, y que guarda relación con las demandas de las poblaciones del Alto Tajo y con las nuevas necesidades de los regadíos de La Sagra de Castilla-La Mancha y los abastecimientos de la Comunidad de Madrid, evaluadas en 80 hectómetros cúbicos anuales. Los regantes y los gobiernos de Valcárcel y Fabra

esperan que esos consumos sean reales y que no se desembalse más de lo que se necesite en cada momento.

Las necesidades de Madrid

Los 60 hectómetro asignados a Madrid tienen el inconveniente de que los caudales se cargan de sal en un tramo del río, por lo que hay que tratarlos y potabilizarlos antes de que lleguen a la población, aumentando los precios del suministro. Los gobiernos de Murcia y la Comunidad Valenciana, así como los regantes, dudan de que compensen los costes y que esas asignaciones se materialicen. El Sindicato presentará alegaciones al Plan del Tajo sobre esos nuevos consumos.

La 'disposición Narbona' que se introdujo en la ley del Plan Hidrológico Nacional (PHN) para permitir el cambio de agua del Tajo por desalinizadoras también se quiere eliminar. Asimismo, el Ministerio se ha comprometido en el Memorándum a liberalizar la compraventa de agua entre las confederaciones hidrográficas, que será un complemento al Trasvase en los años de sequía. Fue el Gobierno de Rodríguez Zapatero el que abrió esta puerta facilitando la cesión temporal de derechos de los agricultores de Estremera y Aranjuez con los del Segura.

La oportunidad legislativa

La nueva reserva de los 400 hectómetros necesitará una modificación de la ley del PHN, señalan varios negociadores, al margen del plan de cuenca del Tajo. De no ser así, no tendría fuerza legal. En este trámite que debe pasar por el Congreso se quiere encajar el contenido del Memorándum. Sería la oportunidad legislativa para englobar el nuevo marco de funcionamiento del Trasvase y sacarlo del plan del Tajo, que es otro de los objetivos.

En paralelo, el Sindicato Central de Regantes mantiene su pulso contra la planificación del Tajo y mañana se reunirá para aprobar su paquete de alegaciones, la primera dirigida contra la reserva de los 400 hectómetros que considera forzada e innecesaria. José Manuel Claver sostiene que es una cifra política que no responde a las necesidades de Castilla-La Mancha y de Madrid. Los 160 hectómetros que se añaden a la reserva anterior son el resultado de multiplicar por dos años las nuevas demandas de estas dos regiones, pero duda de que se necesiten realmente estos recursos, sobre todo Madrid.

Los regantes también presentarán un informe elaborado por dos miembros del Colegio de Ingenieros para tratar de demostrar que el caudal ecológico en varios tramos del Tajo es suficiente. No se niegan de plano a que se incrementen, pero argumentan que no debe hacerse a costa de reducir los envíos al Segura.

La legislación del Memorándum

El grupo de trabajo del Memorándum redactó un borrador de Real Decreto-Ley, con todo preparado para que el Gobierno sólo tuviera que fechar, firmar y publicar. Pero el Gobierno no aceptó esta fórmula, sino que se plantaba la forma de hacer el encaje normativo, como se aprecia en la siguiente noticia. Como alternativa se apunta la posibilidad "*de que se aproveche alguna norma en tramitación para 'colgarle' el Memorándum*":

Noticia: **"El Memorándum cambiará la regulación del Trasvase para dar más agua a los regantes"** (Buitrago, 2013), publicada en La Verdad el 2/10/2013

El Memorándum cambiará la regulación del Trasvase para dar más agua a los regantes

Modificará la regla que marca los desembalses del Tajo, reducirá las pérdidas en el transporte y restará recursos a la población en caso de extrema sequía

M. BUITRAGO. MURCIA. Miércoles, 19 septiembre 2013

Las nuevas reglas de explotación del Tajo-Segura, las pérdidas ocasionadas por el transporte de caudales, la liberalización de los bancos de agua, la eliminación de la 'disposición Narbona' que potencia las desalinizadoras y la cesión de los abastecimientos a los regadíos de parte de sus asignaciones en épocas de sequía, son los principales elementos del Memorándum del Trasvase que

tendrán cobertura legal, según se contiene en el documento negociado por el Ministerio de Medio Ambiente y los gobiernos de Murcia y la Comunidad Valenciana junto con los regantes. El ministro Arias Cañete afirmó el martes en Lorca que los factores que más preocupan a los usuarios tendrán un marco legal, y que otra parte contará con un desarrollo reglamentario de menor rango. Los regantes consideran que habrá cobertura legal prácticamente para la totalidad del Memorándum.

Hasta ahora, el Sindicato Central de Regantes del Trasvase está satisfecho con los pasos que va dando el Ministerio, aunque desconoce cuándo empezará el trámite legislativo. Su presidente, José Manuel Claver, que se reunió con el ministro en Ulea, quiere que sea antes de que se apruebe el Plan del Tajo. Arias Cañete apuntó que los servicios jurídicos de su departamento ya están trabajando para ver el encaje legal y avanzó que no habrá un decreto ley específico aprobado por el Gobierno para su posterior convalidación en las Cortes porque no lo considera urgente. Si no es así, tendrá que emplearse un proyecto de ley o una proposición de ley que requieren un trámite más largo, sobre todo la segunda. Otra opción, la más probable, es que se aproveche alguna norma en tramitación para 'colgarle' el Memorándum.

En este sentido, para que la nueva reserva de 400 hectómetro tenga validez, debe reformarse la ley del Plan Hidrológico Nacional. Lo mismo sucede con la 'disposición Narbona'; y otro tanto con los bancos de agua, cuya regulación está recogida en la ley de Aguas.

Las prisas que tiene el Sindicato de Regantes chocan con la aparente tranquilidad del ministro, quien no quiso mostrar todas las cartas y dejó algunas incógnitas en el aire.

El Memorándum empieza reconociendo la elevación de la reserva no trasvasable de 240 a 400 hectómetros en el Sistema Entrepeñas-Buendía. Aporta una serie de medidas para mitigar los efectos en los futuros desembalses al Segura que, en principio, no interfieren en el Plan del Tajo ni en las mejoras conseguidas por Castilla-La Mancha, Madrid y Extremadura, como son la propia reserva, más de 100 hectómetros de nuevas concesiones y el incremento de los caudales ambientales en Toledo y Talavera.

Además de buscar una garantía legal que consolide el Trasvase, los regantes y los gobiernos de Valcárcel y Fabra quieren que el acueducto deje de depender de la Confederación Hidrográfica del Tajo y que la Comisión Central de Explotación quede difuminada y ejerza un mero papel técnico, sin interferencias políticas y territoriales. Por este motivo, también se pretende regular por ley la futura regla de explotación para que funcione de una forma automática. Se mantendrán los cuatro niveles de desembalses (de 0 hasta un máximo de 68 hectómetros por mes), variando los volúmenes en algunos tramos.

Los regadíos también se beneficiarán de las mejores pérdidas por filtraciones durante el transporte de agua, que han sido recalculadas para bajar del 15% al 10%. Asimismo, en los periodos de sequía los abastecimientos tomarán menos caudales del Tajo para dárselos a los regadíos. La proporción puede ser de 75 a 25 en situaciones de extrema escasez. La población consumirá más agua desalinizada.

Además de buscar el encaje normativo, se estaba trabajando en sumar a Castilla-La Mancha —que hasta entonces se había mantenido al margen del Memorándum y su grupo de trabajo— al acuerdo, como se indica en la siguiente noticia:

Noticia: **"Cañete confía en un acuerdo entre Murcia, Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha"** (La Verdad, 2013), publicada en La Verdad, 20/9/2013

Cañete confía en un acuerdo entre Murcia, Comunidad Valenciana y Castilla-La Mancha

El ministro subraya que «este proceso no es fácil, exige mucho diálogo y mucho consenso»

MURCIA. Viernes, 20 septiembre 2013, 00:00

El ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Miguel Arias Cañete, se ha mostrado "absolutamente seguro" de que la Comunitat Valenciana, Castilla-La Mancha y Murcia alcanzarán "un acuerdo fundamental" sobre el Plan de Cuenca del Tajo, aunque ha reconocido que "no es fácil".

Arias Cañete ha realizado estas declaraciones a los medios de comunicación al ser preguntado por el Plan de Cuenca del Tajo, antes de presidir en Valencia, junto al presidente de la Generalitat, Alberto Fabra, la inauguración de la Asamblea anual de la Asociación Interprofesional de la Avicultura de Carne de Pollo (Propollo).

El titular de Agricultura ha explicado que el Ejecutivo de Mariano Rajoy ha empezado un proceso de planificación hidrológica "muy complejo" y, al respecto, ha indicado que una prueba de ello es que "el PSOE fue incapaz de aprobar los planes en los plazos establecidos por la Unión Europea".

Así, ha señalado que la planificación tenía que haber estado cerrada en España en 2009, pero "cuando llegamos nosotros al Gobierno no estaba cerrada la planificación de ninguno de los grandes ríos españoles, y singularmente de los tres ríos más complejos" como son el Tajo, el Júcar y el Segura.

"Este proceso no es fácil, exige mucho diálogo y mucho consenso", ha subrayado el ministro, quien ha destacado que el Gobierno "ha avanzado mucho en el diálogo" con las tres comunidades autónomas afectadas. En esta línea, ha señalado, "se ha aprobado un memorándum, hay un grupo de trabajo" y, en este momento, se está analizando con la Comunitat Valenciana, Murcia y Castilla-La Mancha "qué aspectos podemos introducir en una norma con rango legal que objetivice el trasvase".

No obstante, Cañete ha indicado que aunque se ha "avanzado en muchos de los puntos", todavía quedan "dos o tres extremos que tenemos que dilucidar". Ha comentado que el lunes y martes de la próxima semana se reanudarán las conversaciones con las comunidades afectadas, con el objeto de lograr "el máximo consenso posible".

A su juicio, "tenemos tiempo y tranquilidad para llegar a un acuerdo fundamental", dado que el Plan del Tajo no irá al Consejo Nacional del Agua hasta diciembre. "No hay que ponerse nervioso, hay que buscar los máximos acuerdos, teniendo en cuenta que todos tenemos el mismo interés", como es "garantizar agua suficiente a todos los territorios, buscar equilibrios, acuerdos y consensos", ha apostillado.

"No puede haber ganadores ni perdedores"

En esta línea, ha indicado que en este proceso "no puede haber ni ganadores ni perdedores, y ese el espíritu del Gobierno". "Hemos trabajado mucho tiempo, hay momentos de las negociaciones más tensos, hay algunas dificultades a veces porque alguna comunidad autónoma no comprende los planteamientos de otra, pero el Gobierno va a actuar como árbitro, como impulso del dialogo y del consenso", ha resaltado el ministro.

De este modo, se ha mostrado "absolutamente seguro" de que se encontrará "un acuerdo fundamental" entre Castilla-La Mancha, Murcia y la Comunitat Valenciana, aunque considera que "no es fácil", ya que "no lo logró el PSOE".

También ha dicho estar "completamente seguro" de que "habrá una norma con rango de ley, que va a objetivar algunos términos del trasvase", de manera que "se garantice más seguridad jurídica que en el período anterior". Sin embargo, "como nunca llueve a gusto de todos, hay que buscar un acuerdo equilibrado para todas las partes", ha resaltado el ministro.

Por su parte, el presidente de la Generalitat ha señalado que "lo importante es el espíritu de diálogo", y ha asegurado que Arias Cañete "es consciente de la transformación que ha habido en la Comunitat Valenciana y en la necesidad de agua", pero ha asegurado que "algo que se tenía que haber regulado hace cuatro años no se ha hecho, precisamente porque nadie quería meterse en este charco".

"Pero ahora lo estamos haciendo y de forma dialogante, consensuada y, sobre todo, con mucho sentido común", entre la Comunitat Valenciana, Castilla-La Mancha y Murcia y las comunidades de regantes, para garantizar que "va a haber un trasvase y fijar las condiciones para que todo el mundo pueda estar satisfecho con las negociaciones".

Este acuerdo que incluía a Castilla-La Mancha se materializó el 15 de octubre de 2013 con el registro en el Congreso de los diputados de unas enmiendas a la Ley de Evaluación Ambiental, en ese momento en tramitación. Ese mismo día, por la mañana, La Verdad ya adelantaba el acuerdo:

Noticia **"Un inminente acuerdo sobre el Memorándum pone en tensión a los regantes del Trasvase"** (Buitrago, 2013), publicada en La Verdad 15/10/2013

Un inminente acuerdo sobre el Memorándum pone en tensión a los regantes del Trasvase

El documento ha tenido que hacer frente a numerosos reparos de Cospedal en las últimas semanas, y varios puntos seguían ayer en el aire

M. BUITRAGO. MURCIA. Martes, 15 octubre 2013, 22:04

El Memorándum del Trasvase Tajo-Segura se estaba decantando ayer entre lo positivo o lo negativo para la Región de Murcia y Alicante. El futuro del acueducto vive unos momentos cruciales sorteando los reparos del Ejecutivo de Castilla-La Mancha al borrador que pactó el Ministerio con los gobiernos de la Región de Murcia y la Comunidad Valenciana, según ha podido saber este diario. Los negociadores (que ayer por la tarde volvieron a reunirse en Madrid) piensan sellar de forma inminente un acuerdo para tratar de satisfacer a todas las partes, en especial las reivindicaciones planteadas por Sindicato Central de Regantes del Trasvase para minimizar los efectos que tendrá la futura reserva de 400 hectómetros.

El Ministerio quiere cerrar el texto esta semana, y es probable que el documento se presente estos días en el Congreso de los Diputados, en medio de una máxima tensión entre los regantes porque había dudas sobre algunos puntos. La situación llegó ayer al extremo de que la decisión se encontraba en lo más alto. Los regantes del Trasvase ya advirtieron de que no piensan comulgar con ruedas de molino. Desde que se dio a conocer el Memorándum, el Gobierno de Castilla-La Mancha se ha mantenido al margen de las negociaciones. Alberto Fabra manifestó en junio en Lorca que habría un acuerdo con Cospedal sobre dicho documento. El PP murciano señaló la semana pasada que las conversaciones iban por buen camino.

Controles en la cabecera

La materialización del borrador del Memorándum ha tenido muchos problemas en los últimos días debido a la postura del gobierno de María Dolores de Cospedal, y en concreto su consejera de Fomento, Marta García. La Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha ha puesto reparos a varios puntos del documento, sobre todo los referidos a la explotación de la cabecera. Una de las propuestas consiste en un control exhaustivo de los desembalses, una especie de auditoría para conocer el agua que se destinará a los usos propios de la cuenca del Tajo, con el fin de que se saque solo la que se necesita. El Memorándum también prevé cambios en las reglas de explotación, las cuales se guían por tres niveles que determinan los volúmenes que se puedan derivar en cada momento según las existencias almacenadas en la cabecera.

Asimismo, el Memorándum apuesta por la liberalización de los bancos de agua, para que se puedan comprar caudales a cualquier usuario de Castilla-La Mancha. El objetivo es que estas propuestas tengan garantías legales por medio de cambios normativos en varias leyes, lo cual afectará también a la reserva de 400 hectómetros.

El Sindicato Central de Regantes se ha mostrado firme en las dos últimas semanas para que el Gobierno central ratifique lo pactado y le otorgue cobertura legal al documento antes de que se apruebe el Plan del Tajo.

Al día siguiente, La verdad informa sobre el acuerdo:

Noticia **"«Satisfacción moderada» de los regantes por el pacto para garantizar el Tajo-Segura"** (Buitrago, 2013), publicada en La Verdad el 16/10/2013

«Satisfacción moderada» de los regantes por el pacto para garantizar el Tajo-Segura

Cerdá sostiene que el Memorándum cerrado ayer es «muy positivo»; y Claver advierte de que no todas las medidas tienen la misma fuerza legal

MANUEL BUITRAGO. MURCIA. Miércoles, 16 octubre 2013, 12:22

Los regantes del Trasvase Tajo-Segura están satisfechos a medias con el texto del Memorándum que entró ayer en el Congreso de los Diputados para su tramitación. El documento tendrá cobertura legal

a través de una enmienda a la ley de Evaluación Ambiental y se espera que esté aprobado antes de fin de año. Después de varias semanas de negociaciones, el Ministerio de Medio Ambiente ha logrado que el Gobierno de Castilla-La Mancha acepte los principales puntos del documento que a partir de ahora se tramitará en la Cámara Baja. El consejero de Agricultura y Agua, Antonio Cerdá, manifestó que «se ha conseguido un acuerdo muy positivo para la Región de Murcia», porque garantizará el mantenimiento del acueducto a pesar del aumento hasta los 400 hectómetros cúbicos de la reserva no trasvasable en los embalses de Entrepeñas y Buendía.

Cautela del Sindicato

La otra parte a la que había que convencer es el Sindicato de Regantes del Trasvase, cuyo presidente, José Manuel Claver, expresó ayer tarde su «moderada satisfacción» si la redacción final va en la línea de lo que el Ministerio les había comunicado hasta ese momento. Mostró su cautela a la espera de conocer qué texto definitivo se ha presentado en el Congreso debido a que ha habido varios borradores. Claver explicó que todos los puntos planteados en el Memorándum están recogidos en la ley, pero que unos tienen más fuerza legal que otros. Comentó, asimismo, que, hasta donde él conocía, algunas partes del documento eran «difíciles de entender».

Los miembros de la Junta de Gobierno del Sindicato se reunieron ayer para analizar el texto antes de que venciera el plazo para que el Grupo Parlamentario del PP lo presentara en el Congreso. El Memorándum se ha desarrollado en secreto por exigencia del Ministerio de Medio Ambiente, y tal reserva se ha mantenido hasta última hora, sembrando la inquietud en numerosos sectores socioeconómicos de la cuenca del Segura debido a la trascendencia de lo que había en juego. El ministro Miguel Arias Cañete le dio el visto bueno tras su regreso de Luxemburgo.

El Memorándum prevé la liberalización de los bancos de agua, una auditoría de los desembalses en la cabecera del Tajo, y cambios en las reglas de explotación y en el sistema de funcionamiento de la comisión técnica que propone las transferencias periódicamente. También se eliminará la 'disposición Narbona' que favorecía el cambio progresivo de agua del Tajo por desalinizadoras.

A juicio de Cerdá, la cautela mostrada por el Sindicato Central de Regantes del Trasvase sobre algunos puntos no afectaba al fondo. «Toda la molla está dentro» del acuerdo, recalcó a este diario. En los últimos días aumentó la preocupación entre los regantes del Trasvase debido a los reparos que estaba poniendo Castilla-La Mancha. El Ejecutivo de María Dolores de Cospedal se mantuvo desde el principio al margen de la elaboración del documento, pero su apoyo político ha sido necesario para que el Memorándum llegue al Congreso, al igual que la posición de los regantes.

El consejero Cerdá declaró que la Administración de Castilla-La Mancha ha colaborado en la recta final para alcanzar un acuerdo. En este sentido opinó que no habrá obstáculos en la tramitación parlamentaria de la enmienda dentro de las filas del Partido Popular, ante la eventualidad de que algunos diputados castellano manchegos se rebelen y no acepten las propuestas.

Tramitación de urgencia

«Todo lo que venía en el borrador del Memorándum está dentro», insistió. «Hemos cedido todos para que todos estemos contentos», añadió. Dijo que las conversaciones de los últimos días han estado centradas en la redacción del texto. Aseguró que los puntos principales están dentro y que el texto se ha configurado como una enmienda, una disposición, a la ley de Evaluación Ambiental que está en marcha en el Congreso. Esto permitirá que la tramitación sea rápida porque se trata de una norma que va por el procedimiento de urgencia.

El consejero explicó que este procedimiento es una práctica habitual en el Congreso y que el tratamiento es parecido a una ley de Acompañamiento. En una fase posterior, el contenido del Memorándum quedará acogido en la ley del Plan Hidrológico Nacional, que será revisada, y en la ley de Aguas. El nuevo PHN dará soporte a todos los trasvases, donde estará incluido el del Tajo-Segura. En este sentido, no habrá una ley específica para el Memorándum, ya que la tramitación parlamentaria habría sido más larga y no habría dado tiempo a que se aprobara antes de que lo haga el Plan de Cuenca del Tajo, que era una de las peticiones del Sindicato de Regantes.

José Manuel Claver manifestó que los siete puntos del Memorándum están dentro de la enmienda, aunque con distinto grado de fuerza normativa, por lo que la satisfacción de los regantes no es total. El ministro Arias Cañete declaró el mes pasado durante su visita a Murcia que habría parte del Memorándum con rango legal y otra parte con un marco reglamentario de menor rango sujeto a un posterior desarrollo normativo.

de agua de las cuencas receptoras. Control de los desembalses del Tajo para usos propios, para que no se saque más de la necesaria.

A partir de aquí, la tramitación de la Ley se hizo sin incidentes, aprobándose finalmente la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental* con la "mochila" de las disposiciones sobre el ATS. Posteriormente, por *Sentencia 53/2017, de 11 de mayo* del Tribunal Constitucional, se declara la inconstitucional de varios preceptos relacionados con el ATS, pero diferida un año. Antes de que se cumpliera el año se reintrodujeron literalmente estas disposiciones en la *Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes*.

An.3F. *JE2013* – Justificación de excedentes de 2013

Previo – planteamiento en el borrador del plan del Tajo de 2011 (BPHT2011)

En la memoria del PHT2014 se da, como de pasada, una justificación para elevar el umbral 160 hm³ (de 240 a 400): tener reservas con las que atender 2 años el consumo de los abastecimientos de Madrid y Toledo dependientes de Entrepeñas y Buendía. Sin negar la veracidad de esta frase, se trata más de vestir una decisión tomada o impuesta que una muestra de las verdaderas razones en las que se basaba la propuesta de la subida. La justificación real se encuentra en las simulaciones reflejadas en el documento auxiliar 4 de la memoria del BPHT2011, que contempla además una definición de excedentes en función de las reservas existentes en Entrepeñas y Buendía.

En BPHT2011 se realizaba una simulación del comportamiento del sistema con las Reglas de Explotación de 1997 y el umbral de no trasvase en 240 hm³, que daba la siguiente estimación de la evolución de las reservas embalsadas en Entrepeñas y Buendía:

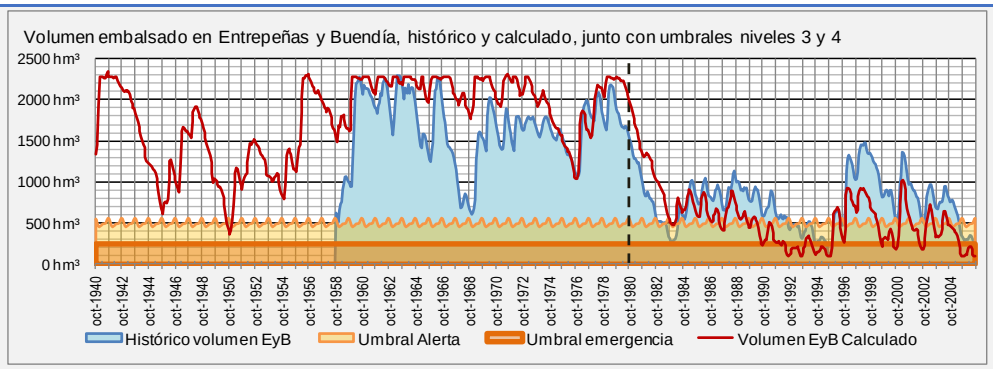


Figura 148. Evolución de volumen embalsado en escenario H, hipótesis 10_240 del documento auxiliar 4 de la Memoria del BPHT2011, con las Reglas de Explotación de 1997 (umbral mínimo de 240 hm³)

Esta simulación originaba múltiples momentos en los que se alcanzaba el mínimo de explotación en Entrepeñas y Buendía, quedando demandas del Tajo sin atender, una situación no admisible. Para corregirla, como primer tanteo, se plantea elevar el umbral mínimo a 400 hm³, a la vez que se hace un mínimo retoque en las Reglas de Explotación de 1997, en las que se elimina la posibilidad de entrar en nivel 1 cuando las aportaciones de los 12 meses anteriores superen los 1000 hm³. Esta simulación dio el siguiente resultado de la evolución del volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía:

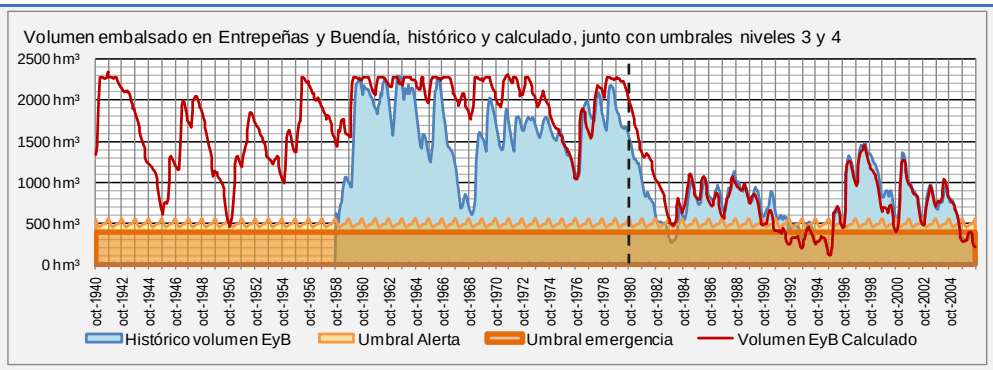


Figura 149. Evolución de volumen embalsado en escenario H, hipótesis 10_400 del documento auxiliar 4 de la Memoria del BPHT2011, con las Reglas de Explotación de 1997, cambiando el umbral mínimo a 400 hm³ y eliminado la posibilidad de estar en nivel 1 sólo con que las aportaciones de los 12 meses anteriores fueran superiores a 1000 hm³

Desaparecían los fallos de atención a las demandas, pero aún no era una situación satisfactoria, con una evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía similar a la histórica, caudales muy bajos del Tajo a su paso por Talavera de la Reina, etc. Se continuaron ensayando distintas soluciones para distintos escenarios, que consistían en no trasvasar por debajo de 400 hm³ y definir unos excedentes trasvasables en función de las existencias de Entrepeñas y Buendía, con parámetros más restrictivos para definir trasvases de los que estaban definidos en las Reglas de Explotación de 1997. Los resultados reflejaban niveles más altos en Entrepeñas y Buendía, que permitían iniciar los periodos secos con unas reservas altas en Entrepeñas y Buendía.

En resumen, en los trabajos de planificación del PHT2014 se planteó una manera diferente de definir los excedentes, reflejada en el BPHT2011, que fue retirada por la Dirección General del Agua. De esta propuesta, por cuestiones políticas, en el PHT2014 definitivo quedó la subida del umbral, pero no la definición de excedentes en función del volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía, quitándose además de la memoria los resultados de las simulaciones realizadas. De esta manera, puede entenderse que lo que aparece en la Memoria del PHT2014 es más una excusa que una justificación, no reflejando fidedignamente el motivo real de la subida del umbral.

Justificación oficial: anejo técnico del RD 773/2014[122]

Contexto

En el punto anterior se ofrece una explicación, documentada con un borrador del plan del Tajo que estuvo accesible en la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo durante un periodo breve de tiempo en octubre de 2011, del origen del planteamiento de elevar el umbral de 240 a 400 hm³, que era sólo parte de una distinta concepción de la definición de excedentes. Esta propuesta no prosperó, siendo retirada por orden de la Dirección General del Agua.

Realmente, elevar el umbral de 240 a 400 hm³ obedece a un acuerdo político fraguado entre finales de 2012 y principios de 2013, por el cual se desatascaba la planificación del Tajo aceptando esta subida de umbral en cabecera y la fijación de un caudal mínimo en Talavera de la Reina igual al de Toledo, a cambio de promover una serie de

[122] En el proceso de información pública del que luego fue el RD 773/2014, se facilitó, a modo de anejo técnico el documento El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo-Segura (Cabezas Calvo-Rubio, 2013). A este documento —o anejo técnico del RD 773/2014— se le nombra en este documento abreviadamente como *JE2013*.

reformas legales de la gestión del ATS (firma de un Memorándum que llevo a las reformas legales introducidas en la *Ley 21/2013*).

Se trata por tanto de una concepción diferente a la definición de excedentes incluida en el plan definitivo, que no incorpora los resultados de las simulaciones que se reflejaron en BPHT2011.

Umbral mínimo

En *JE2013* —al igual que en *JE1997*— se identifica la definición de excedentes con el cálculo de un umbral mínimo de embalse para atender unas necesidades del Tajo delimitadas[123]. La principal novedad es que a estas necesidades se las denomina "desembalses de referencia" —se tratan más adelante —, quedando definidos en el artículo 4 del *Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura.* Si bien en el punto 1 del citado artículo se limitan los desembalses de Bolarque hacia el Tajo a estos desembalses de referencia, en el punto 2 establece unos supuestos en los que pueden ser superados. En eses sentido, el Anejo 6 (Asignación de Recursos) de la memoria del PHT2016 indica expresamente que "*no se han considerado los desembalses de referencia establecidos en el artículo 4 del* RD 773/2014 *como un factor limitativo, toda vez que, tal y como además se establece en el apartado 2 del citado artículo podrán superarse, con la debida justificación, en particular por requerimientos ambientales*". Teniendo en cuenta que la justificación del umbral de 400 hm³ se basa en la limitación a los desembalses de referencia, parece haber una contradicción con la asignación de recursos a usos realizada en el PHT2016.

El valor anual del desembalse de referencia es 365 hm³/año (similar al desembalse mayorado de *JE1997*), que podrá ser aumentado en 60 hm³/año para el abastecimiento de Madrid, totalizando 425 hm³. Para el cálculo de este desembalse, se consideran parcialmente las aportaciones intermedias entre Bolarque y Aranjuez; de no hacerlo se estima que estos desembalses podrían subir unos 10 hm³/año.

En cuanto a la metodología para el cálculo del umbral mínimo ya no se está en el caso supuesto de *JE1997*, en el que se argumentaba que los desembalses requeridos para el Tajo se encontraban en el orden de magnitud del año de menor aportaciones considerado, lo que significaba que no se requería regulación de un año para otro, sino meramente intra-anual. Para el cálculo plantea tres alternativas, todas a escala mensual, que denomina: análisis clásico de regulación mediante el algoritmo del pico siguiente extendido (APSx); análisis de regulación mediante técnicas de programación lineal (PL), y análisis de garantías de servicio mediante simulaciones sucesivas con el modelo de explotación de cabecera (SIMS). Los resultados obtenidos son similares, con una reserva estricta necesaria de 303 hm³; si se consideraran "*hipótesis extremas y poco realistas*" (sic) podrían requerirse hasta 320 hm³. Concluye el documento que el umbral fijado de 400 hm³ "*suponen un margen de seguridad adicional muy importante y que no se justifica por meras condiciones hidrológicas de aseguramiento de las demandas de cabecera del Tajo*".

[123] Incluso se afirma (en su página 93), que la "*Ley 52/1980 atribuyó al Plan Hidrológico del Tajo la determinación del umbral de definición de excedentes trasvasables*". Esta afirmación, que en el fondo es la base de la sustentación de la determinación de excedentes realizada, es errónea, pues La Ley 52/1980 no dice nada de la determinación del umbral de excedentes trasvasables, sino que encomienda al Plan del Tajo la determinación del carácter excedentario de las aguas a trasvasar. Lo del umbral mínimo es una interpretación posterior, realizada por el autor de ese documento, que limita la definición del carácter excedentario de las aguas.

En la práctica, este margen de seguridad es cuestionable, por no decir que inexistente. Porque además de la posibilidad de que los embalses sean superiores a los de referencia, contemplada incluso en el PHT2016 para cuadrar la asignación de recursos, se junta la posibilidad de que las aportaciones sean menores que las consideradas. Esto último ocurrió en el año 2016-2017, en el que se registró el mínimo histórico de la serie. Con una reducción importante respecto al anterior mínimo. Pero con el añadido que las aportaciones registradas en los 12 meses desde marzo de 2017 a febrero de 2018 (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018) fueron de 251 hm³, 110 hm³ por debajo del mínimo considerado para los cálculos.

Para corroborar la falta de seguridad que tiene la determinación del umbral mínimo de 400 hm³, se puede tomar la situación registrada en los primeros cinco meses del año hidrológico 2017-2018 (Figura 150), en la que los volúmenes almacenados en Entrepeñas y Buendía se encontraban por debajo de la curva que define la reserva mínima necesaria para garantizar los usos consuntivos del Tajo (nivel 5 de las Reglas de Explotación). Así, a pesar de la supuesta seguridad, durante la explotación se han alcanzado momentos críticos, salvados ante las aportaciones altas registradas en marzo y abril de 2018.

Figura 150. Comparación entre los valores de la *Tabla 18. Existencias a comienzos de mes definitorias de la reserva mínima* de *JE2013* (no cuadra con la figura 15 del mismo documento —reproducida en la Figura 152—, por un mes de retraso) y las existencias embalsadas en Entrepeñas y Buendía en el año hidrológico 2017-2018

Por otra parte, para la implantación de este umbral se estableció un régimen transitorio, que difirió su entrada hasta enero de 2018. En la práctica, lo único para lo que sirvió fue para generar controversia, tanto por si se habían cumplido las condiciones o no para que fuera definitivo el 8 de marzo de 2014 —se superaron los 900 hm³ en Entrepeñas y Buendía—, como para determinar cuáles eran las curvas de excepcionalidad hidrológica —separación entre niveles 2 y 3 de las Reglas de Explotación— vigentes en cada escalón de la subida. Al final, se puede demostrar que apenas habría habido diferencia respecto al volumen trasvasado y las existencias actuales en Entrepeñas y Buendía[124].

[124] Un ejemplo de estos cálculos en "Del trasvase Tajo-Segura y sus miserias: irrelevancia del maquillaje frente a la sobrexplotación" (Hidra, 2017) y "El transitorio del Memorándum del trasvase Tajo-Segura, ¿para qué ha servido?" (Hidra, 2018)

Desembalses de referencia

Básicamente, mantiene la estructura de *JE1997* para definir las demandas del Tajo que se abastecen desde Entrepeñas y Buendía, actualizando sus valores. Es decir, contempla solamente los usos aguas arriba de Aranjuez.

Entre estos usos se encuentra la toma del Canal de Isabel II en Colmenar de Oreja, de hasta 60 hm³/año, que es considerada diferenciadamente. Es decir. El valor fijado, 365 hm³/año, no contempla esta demanda, pero podrá superarse hasta 2 m³/s según el uso de la toma.

Lo más conflictivo es que no considera necesario incrementar los desembalses desde cabecera para atender usos aguas abajo de Aranjuez y mantener los caudales mínimos legales establecidos. A continuación se analizan tres aspectos concretos: la forma de considerar el cumplimiento del caudal mínimo del Tajo por Aranjuez, y la posibilidad de refuerzo de los regadíos del Canal Bajo del Alberche con caudales del río Tajo y el mantenimiento del caudal mínimo en Talavera de la Reina.

Consideración del caudal mínimo en Aranjuez

En la determinación de los desembalses de referencia se considera que por Aranjuez han de pasar estrictamente 6 m³/s. No tiene en cuenta un margen de seguridad o incremento del caudal objetivo para compensar las oscilaciones que se tiene en el río, tanto diarias como horarias. Adviértase que un caudal medio de 6 m³/s, o bien responde a un flujo continuo en el río —imposible en Aranjuez, alejado del embalse regulador— o bien implica que parte del tiempo está por encima y otra por debajo. Y La Ley 52/1980 establece un caudal mínimo, no un caudal medio.

En la práctica, la gestión que realiza la Confederación Hidrográfica del Tajo, apunta a que por Aranjuez pase, en circunstancias normales, un caudal superior a los 6 m³/s —entre 7 y 8 m³/s— para poder asumir las oscilaciones. A este respecto, en el Documento Auxiliar 4 de la Memoria del Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, ciclo 2009-2015 (PHT2014) incluye, como nota de pie al definir las demandas consideradas: *"La Ley 52/1980 establece (Disposición adicional 1ª) que se garantizará un caudal no inferior a 6 m³/s en el río Tajo antes de su confluencia con el Jarama (Aranjuez). Dicho caudal procede de los embalses de cabecera, efectuándose los correspondientes desembalses desde Bolarque, distante unos 140 km. Desde el punto de desembalse hasta el control en Aranjuez el agua tarda unas 48 horas. En el tramo intermedio existen varios azudes de aprovechamientos hidroeléctricos y de derivaciones para riego, que producen una desregularización de los caudales fluyentes. En esas circunstancias, el caudal que discurre por el punto de control de Aranjuez presenta oscilaciones, por lo que para cumplir el mandato legal el caudal desembalsado en Bolarque tiene que situarse en unos 2 m³/s por encima del mínimo legal en Aranjuez"*.

Refuerzo a los regadíos del Canal Bajo del Alberche

Otro aspecto controvertido es que no considera necesario realizar ningún desembalse adicional para garantizar que se cumple el caudal mínimo de 10 m³/s del Tajo en Talavera de la Reina. Para justificarlo, dedica un abstruso capítulo, tan difícil de seguir como de asumir, cuando la realidad ha puesto en evidencia lo contrario. Esa necesidad será mayor en los años en los que sea necesario recurrir a la elevación de caudales del Tajo hacia el Canal Bajo del Alberche

Con la infraestructura fija construida, es previsible que en el futuro se repita el bombeo desde el Tajo hasta el Canal Bajo del Alberche. Pero además hay que tener en cuenta un nuevo condicionante que se da desde el PHT2014, pero que no se tuvo en cuenta en la operación realizada en verano de 2012: la obligación de mantener un caudal mínimo de 10 m³/s en el río Tajo a su paso por Talavera de la Reina. Como se aprecia en la Figura 168. Caudales en el río Tajo en la "Estación 3015. Rio Tajo en Talavera". Años hidrológicos 2010-2011 y 2011-2012. Elaborado a partir de datos del Anuario de aforos del CEDEX los fatos de caudal aforados en el verano de 2012 fueron inferiores a los 10 m³/s que se fijaron posteriormente como caudal mínimo. A su vez, el caudal medio de entrada en Azután estuvo entre 5,0 y 5,7 m³/s, inferior a los 10 m³/s fijados de caudal mínimo en Talavera de la Reina. Pero además hay que considerar que entre las entradas a Azután se incorporan los retornos de la zona regable y el vertido de la EDAR de Talavera de la Reina. Lo que significa que si se repite la situación del verano de 2012, el desembalse adicional requerido desde Entrepeñas y Buendía sería mayor que el que se hizo en 2012.

Cumplimiento del caudal mínimo en Talavera de la Reina

El río Tajo a su paso por Talavera de la Reina se encuentra lejos de grandes infraestructuras de regulación. Este caudal tiene múltiples orígenes, pero tres principales:

- Cabecera del Tajo. Con unos desembalses calculados para que circulen 6 m³/s a piñón fijo durante todo el año.
- Retornos del abastecimiento de Madrid —más de dos veces lo que llega desde Cabecera—, a través de los ríos Guadarrama y Jarama. Se incluye también lo que llega del Henares y Tajuña, de menor caudal que los retornos de Madrid.
- Alberche.

Fuera de la temporada de riego, se cumple con mucha holgura el mínimo establecido de 10 m³/s. Con momentos adicionales en los que llegan caudales de avenidas o deshielo que no han podido ser retenidos (principalmente del Jarama, Guadarrama y Alberche). Pero estas holguras desaparecen durante la época de riego, en la que los caudales del Jarama se reducen —detracciones de la Real Acequia del Jarama— y los del Alberche, por lo general, se limitan a cumplir el mínimo ecológico aguas abajo del embalse de Cazalegas. A esto se unen los regadíos que captan del Tajo entre Aranjuez y Talavera de la Reina y las desregulaciones horarias que se producen —tanto por las tomas de los riegos como por la turbinación de las centrales hidroeléctricas—.

Son muchos factores, que según coincidan o no pueden ocasionar más o menos detracciones en el río. Primaveras húmedas, como la de 2018, reducen la demanda de riego, produciéndose menos detracciones. Pero con primaveras calurosas y secas, como la de 2017, la necesidad de agua de los campos aumenta, los agricultores solicitan adelantar la campaña de riego, se aumenta el caudal derivado, etc. El resultado es que se compromete el cumplimiento de que el caudal del Tajo por Talavera de la Reina sea superior a 10 m³/s.

Este hecho se encuentra contemplado en el PHT2014, como se refleja en el Anejo 4 (punto An.4D), que a su vez muestra datos de los últimos años del seguimiento del caudal de Talavera, en el que se aprecia cómo ha habido que aumentar los desembalses de la cabecera en la época de riego, haciendo circular por Aranjuez más de 6 m³/s, para poder cumplir el mínimo en Talavera de la Reina.

Desprecio de los usos recreativos de la cuenca del Tajo

Al igual que en *JE1997*, en *JE2013* no son tenidos en cuenta los usos recreativos en Entrepeñas y Buendía, ni la afección causada a sus municipios ribereños. Lo argumenta de la siguiente manera:

> **De *JE2013*, 7.4 Efecto de la reserva sobre los volúmenes trasvasables**, página 117
>
> (…) La voluntad de incrementar el valor de la reserva, comprensible desde la perspectiva del área de origen, no se fundamenta en proporcionar seguridad a las demandas del Tajo, ya plenamente garantizadas incluso con menos de 400, sino en alcanzar un mayor valor escénico o recreativo de los embalses, objetivo entendible pero que debe en todo caso ponderarse, desde una perspectiva del interés general, con el importante perjuicio socioeconómico inducido en las áreas receptoras por un menor trasvase de agua, y en unos volúmenes que no se aplican ni benefician a ningún uso del Tajo, sino que se entregan a la atmósfera mediante la evaporación. (…)

Este párrafo denota un desprecio a lo que denomina "*valor escénico o recreativo*". Sin embargo, este valor escénico o recreativo es básico para la industria del turismo. Por lo que al "*ponderarlo*" —empleado como eufemismo de ignorarlo o despreciarlo— lo que se está negando es la posibilidad del desarrollo del turismo en la zona de los municipios ribereños. Pues contrariamente a lo que se afirma en este párrafo, tener los niveles altos en Entrepeñas y Buendía sí beneficia a unos usos del Tajo: los usos turísticos y recreativos.

Los usos turísticos y recreativos se encuentran contemplados en la legislación de aguas. Cierto que, con una preferencia baja, por detrás de usos como el abastecimiento, regadíos o industriales. Pero en este caso se trata de usos de la prioritaria cuenca del Tajo, con preferencia sobre los del ATS, quedando en evidencia la argumentación que se realiza en *JE2013*, aunque se auto atribuya la potestad para determinar cuál es el interés general.

Contradicciones del Plan Especial de Sequías de 2018

Entre otras cosas, en el Plan especial de sequías de 2018 (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018). se consideran los niveles de Entrepeñas y Buendía para definir la situación de escasez en la UTE[125] 07 Tajo medio. Aparentemente, en el documento se encaja la metodología de la definición de los umbrales de sequía con la *JE2013*. Pero observando dicha definición (Figura 151) se observa que, sorprendentemente, no se tiene en cuenta el mínimo de explotación de 118 hm³. Se utiliza un criterio radicalmente diferente a *JE2013*. Además, en lo que respecta a la consistencia con la definición de excedentes, hay que considerar que estos umbrales están definidos considerando unas "reducciones de las demandas" e "hipótesis de aportaciones-riesgo" (no se consideran las menores aportaciones de la serie en todos los niveles) que choca con el concepto de garantía total que se ha de considerar para los usos de la cuenca del Tajo.

[125] UTE: Unidad Territorial a efectos de Escasez (equivalente a los sistemas de explotación de sequía del Plan Especial de Sequías de 2007)

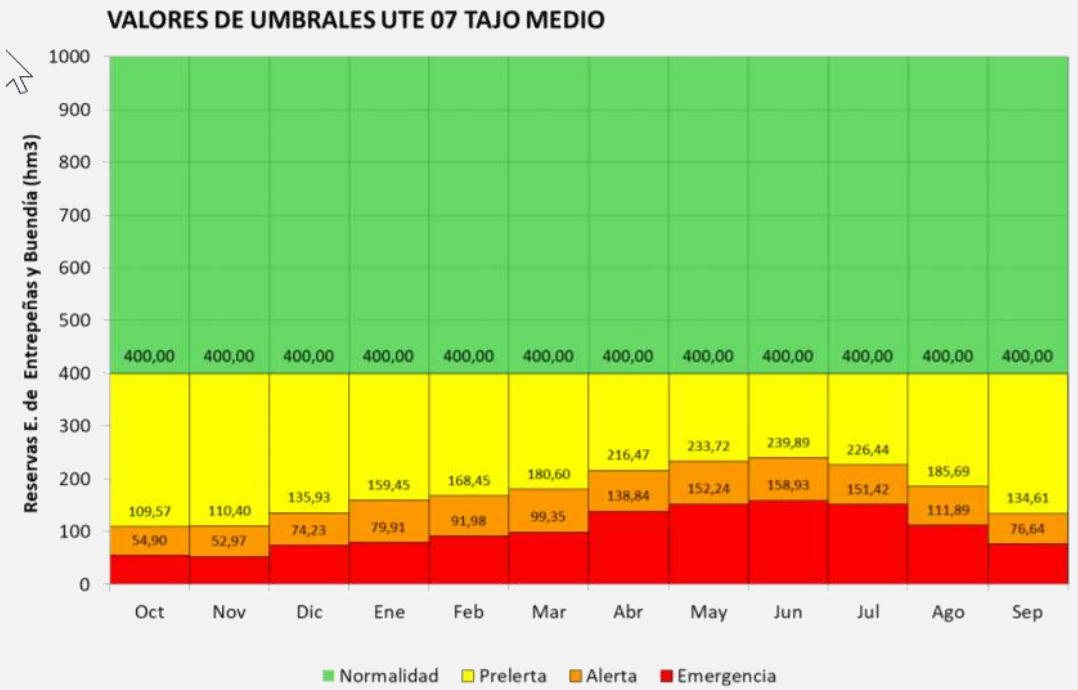


Figura 151. *Figura 97. Umbrales UTE 07 Tajo Medio* del *PES2018*. No se tiene en consideración el nivel mínimo de operación de 118 hm³.

No directamente relacionado con el Plan Especial de Sequía (PES), pero si con la situación de la cabecera del Tajo ante la garantía de los usos de la cuenca del Tajo, en *JE2013*, a los 4 niveles definidos en las reglas, *"se añaden un nivel 5, correspondiente a fallos de garantía en el Tajo, y un nivel 6 indicativo del vaciado del embalse hasta su nivel mínimo de embalse muerto"*. La definición del nivel 6 es clara, 118 hm³ para todos los meses. Sin embargo, la del nivel 5 no está definida explícitamente, pero puede relacionarse con la tabla 18 definida en otro lugar del documento (punto 4.3), aunque no queda claro si hubiera que subirlas 3 ó 20 hm³ en función de lo indicado en el punto 4.6.

***JE2013* - 4.3 Reserva calculada mediante PL**[126]

(…) La tabla y figura adjuntas muestran esa distribución estacional de reservas necesarias a finales de cada mes, con meseta máxima en abril-mayo y mínima en agosto-septiembre[127].

Tabla 41. Reproducción de la "Tabla 18. Existencias a comienzos de mes definitorias de la reserva mínima" de *JE2013*

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
239	248	258	268	276	285	293	301	299	282	262	244

Nótese que esta modulación es la esperable dado que en primavera se tienen por delante los meses con mayores consumos y las menores aportaciones, lo que conlleva las mayores necesidades de reserva inicial. Lo contrario sucede a finales del año hidrológico, requiriéndose las mínimas reservas.

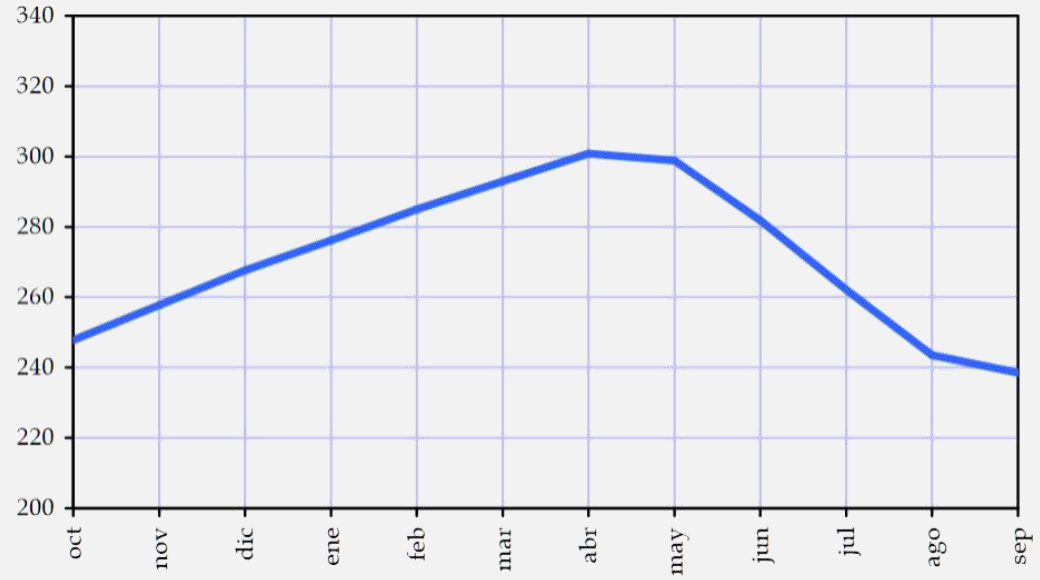


Figura 152. Reproducción de la *Figura 15. Reservas mensuales requeridas (hm³)* de *JE2013*

Esta disparidad, dejando al margen el criterio del PES2018 de definir umbrales por debajo del mínimo de explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía, muestra la existencia de una incompatibilidad entre la determinación de los excedentes trasvasables y los mecanismos por los que por medio de la planificación hidrológica se intentan garantizar los usos de la cuenca (en este caso, el PES).

Serie de aportaciones

En el punto 2.9 de *JE2013* se analiza la evolución de la serie de aportaciones, indicándose:

> En definitiva, existe suficiente evidencia como para suponer que las aportaciones actuales en cabecera son inferiores a las registradas en el pasado y establecer el año 1980 como fecha de corte. En tanto en cuanto se investiga el fenómeno y se extiende el registro, observando la evolución futura, parece prudente suponer tal fecha de corte como inicio de la época hidrológica representativa actual, a los meros efectos de la evaluación de disponibilidades hídricas, y sin perjuicio del carácter hoy meramente empírico de esta conjetura.

[126] PL: programación lineal

[127] Se han copiado la tabla y la figura tal cual están en el documento original. No obstante, se aprecia como la gráfica no se corresponde con la tabla, habiendo un desajuste de un mes (el valor del mes i de la tabla, aparece dibujado en el mes i-1 de la figura)

> Las consecuencias de estos hechos sobre las posibilidades de trasvase son sustanciales y, de persistir el fenómeno, podrían llevar a replantear la asignación máxima actual a valores más realistas y sostenibles en el tiempo. El déficit hasta alcanzar estas previsiones habría de ser cubierto, en su caso, mediante nuevas medidas a adoptar en el marco de la planificación hidrológica nacional.

Se reconoce la existencia de evidencias de este cambio de tendencia de la serie de aportaciones, pero le da un carácter empírico que ha de constatarse en el futuro, utilizándose mientras la serie completa para los cálculos. La consecuencia es una regla de explotación más agresiva, que en las circunstancias actuales plantea sacar en situación de normalidad más volumen del disponible. Las situaciones de excepcionalidad hidrológica se suceden en la cabecera del Tajo, afectando negativamente a la economía de los municipios ribereños de Entrepeñas y Buendía, lo que muestra que no se está cumpliendo el principio de prioridad de la cuenca cedente y que lo que se trasvase sean excedentes.

Sorprende el planteamiento realizado en la definición de las Reglas de Explotación de considerar toda la serie a pesar de las sospechas o "suficiente evidencia" de un descenso en las aportaciones registradas, que es contrario al principio de precaución. Su aplicación condiciona la situación de la cuenca del Tajo, por lo que aunque legalmente se haya definido un mecanismo por el que estas Reglas de Explotación son una programación de trasvases, en la práctica son las que definen los excedentes. Y, como se documenta en el Anejo 5, el Efecto 80 puede ser contrastado estadísticamente con gran seguridad.

Obviamente, aceptar esta reducción de aportaciones tiene gran repercusión sobre la gestión del ATS y sobre la determinación y cuantificación de excedentes. Pero al ser prioritaria la cuenca cedente, las repercusiones que puedan tener los usos de las aguas trasvasadas, o la posible existencia o no de alternativas, por muy graves y preocupantes que puedan llegar a parecer, no han de ser tenidos en cuenta en la fijación de los excedentes, que dependen única y exclusivamente de los recursos y necesidades de la cuenca cedente.

Aportaciones intermedias

Para el cálculo del umbral mínimo y de las Reglas de Explotación se tuvieron también en cuenta las aportaciones intermedias entre Bolarque y Aranjuez, basadas en los valores del modelo SIMPA 1940-2010, como se documenta *JE2013*. Ante la falta de regulación de estas aportaciones, se considera que conceptualmente se pueden dividir en un flujo base (caracterizado por el percentil del 20%) —que considera aprovechable para la atención de las demandas— y un caudal de puntas. Para poder utilizarlas, amplia la serie 1940-2010 a 1912-2012 mediante técnicas de regresión con mantenimiento de la varianza, las trunca por el percentil 20% (por meses) y las considera como entradas en el sistema, mientras que el resto de las aportaciones intermedias las incorpora aguas abajo de Aranjuez para preservar el balance hídrico. En el documento no figuran expresamente cuantificadas estas aportaciones. A partir de los valores de las mismas que figuran en el Anejo 1 del Documento Auxiliar 4 de la Memoria del PHT2014 (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2014) se puede valorar la suma de los percentiles 20 de cada mes en unos 16 hm³/año.

En este trabajo no se consideran las aportaciones intermedias entre Bolarque y Aranjuez para los cálculos por:

- Escasas posibilidades de regulación. Los embalses de este tramo (Zorita, Almoguera y Estremera) operan prácticamente a nivel constante cerca del máximo.
- Considerarlas supondría que en parte de este tramo podrían circular caudales inferiores a 6 m³/s. Aunque este valor sea fijado por Ley en Aranjuez, hay que tener en cuenta que en Almoguera el valor mínimo de los caudales ecológicos fijado por métodos hidrológicos es de 10 m³/s, y que el caudal que permite el 50% del Hábitat Potencial Útil en este punto es 7,28 m³/s. Por tanto, suponer que pueden circular por este tramo caudales inferiores a 6 m³/s, supone una presión adicional sobre un tramo del río que, recordemos, no se tiene en consideración la caracterización de caudales ecológicos realizada.
- La Confederación Hidrográfica del Tajo suministra en el SAIH los valores horarios del caudal en Almoguera (estación AR08). Es significativo porque es el punto de control que tiene la Confederación Hidrográfica del Tajo para controlar el caudal que sale hacia Aranjuez, y por lo que se desprende de los valores registrados en el aforo no contempla desembalses menores de 6 m³/s. Como ejemplo, en los valores horarios del año hidrológico 2016-2017 apenas un 1 ‰ fueron inferiores a este valor de 6 m³/s.

Por tanto, considerar estas aportaciones intermedias supone hacer unas hipótesis de funcionamiento que no coinciden con la explotación realizada e incrementaría el estrés hídrico del tramo, además, aunque la hipótesis de un caudal base del percentil 20 pueda parecer razonable, realmente no hay garantías. Por otra parte, su cuantía, en caudal continuo, viene a ser unos 0,5 m³/s, valor inferior a las oscilaciones que en la práctica presenta el caudal el río Tajo en Aranjuez. Así, su consideración sería contraria a la seguridad de la garantía del Tajo, que es el concepto que ha de primar en la caracterización del agua excedentaria.

Anejo 4. Aspectos específicos de los caudales ecológicos en la cuenca del Tajo

An.4A. Justificación de los caudales ecológicos mínimos en el eje del Tajo propuestos en el ETI de 2010

A continuación se muestra la justificación de los caudales ecológicos propuestos en el ETI de 2010. Los valores calculados corresponden al del mes de menor valor, dándose después una variación anual del mismo. En la planificación hidrológica del Tajo, para simplificar, se eligió dar una variación trimestral en la Normativa en vez de mensual.

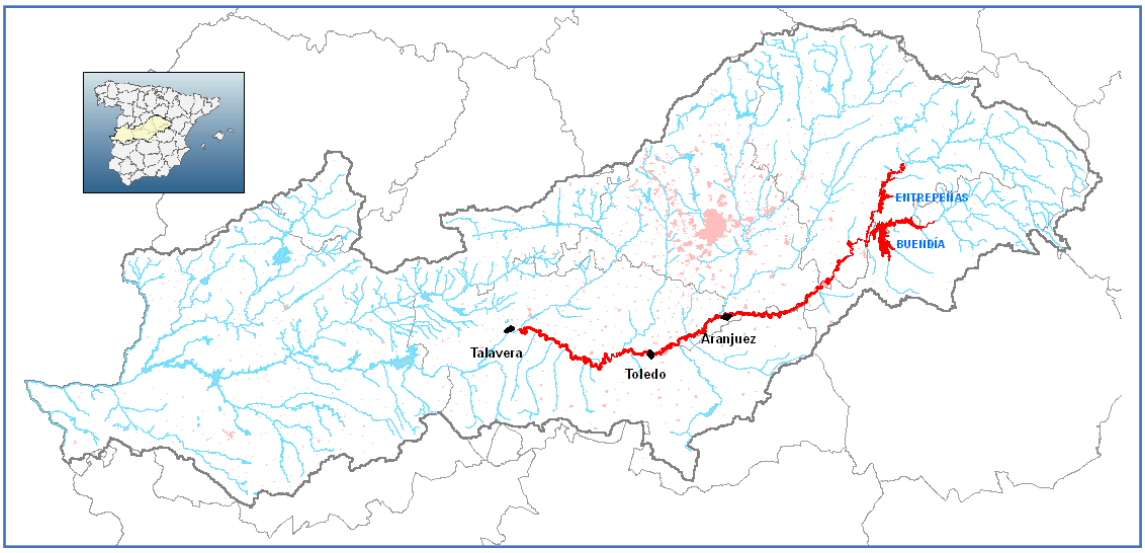


Figura 153. Tramo denominado "eje del Tajo", entre Entrepeñas y Buendía y Talavera de la Reina, resaltando las poblaciones de Toledo y Aranjuez

Conforme a lo establecido en la IPH, se calcularon los caudales mínimos ecológicos por métodos hidrológicos en todas las masas de agua de la cuenca, aplicando cinco[128] metodologías. Además, también conforme a lo dispuesto en la IPH se seleccionaron unos puntos para realizar un estudio complementario de simulación de hábitats. En el río Tajo se escogieron 5 puntos, que se listan en la Tabla 42, junto con los valores de los métodos hidrológicos en el punto de campo donde se realizaron las simulaciones de hábitats.

Tabla 42.Valores de la caracterización del caudal ecológico mínimo por métodos hidrológicos en los puntos de campo donde se aplicaron métodos hidrobiológicos

Lugar del río Tajo	Percentil 5	Percentil 15	Q Básico	Q21	Q25
Huertapelayo	3,55 m³/s	4,56 m³/s	3,79 m³/s	4,75 m³/s	4,89 m³/s
Almoguera	10,02 m³/s	12,63 m³/s	11,23 m³/s	13,27 m³/s	13,44 m³/s
Aranjuez	10,50 m³/s	13,20 m³/s	11,75 m³/s	13,86 m³/s	14,04 m³/s
Toledo	20,29 m³/s	27,89 m³/s	23,76 m³/s	25,71 m³/s	25,99 m³/s
E. Castrejón	21,37 m³/s	29,45 m³/s	25,24 m³/s	27,32 m³/s	27,63 m³/s
Talavera de la Reina	23,31 m³/s	32,56 m³/s	27,81 m³/s	30,07 m³/s	30,41 m³/s

Como se aprecia en la tabla, cada metodología da un valor distinto, por lo que reamente no se tiene un valor del caudal ecológico mínimo, sino un abanico de valores. Estos valores se representan en la Figura 154. En el eje de abscisas se representa el valor del caudal medio en régimen natural, no la distancias. Así, Almoguera y Aranjuez aparecen próximos en el gráfico, porque entre ambos apenas hay aportaciones en régimen natural, aunque haya una distancia considerable. Por otro lado, la

[128] Realmente son 4, pero se distingue entre Q21 y Q25 por un tema anecdótico de confusión del número de días del modelo cuando se plasmó en la Instrucción.

incorporación del Jarama aguas abajo de Aranjuez incrementa significativamente el caudal medio en régimen natural, por lo que Toledo aparece más lejos de Aranjuez.

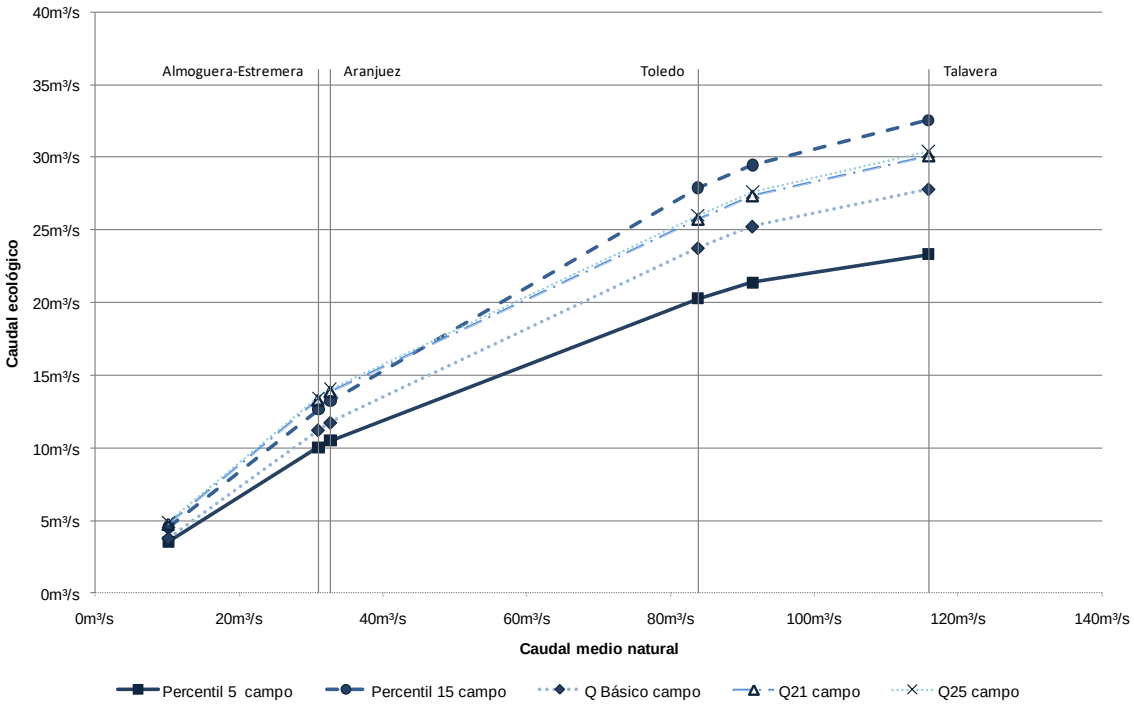


Figura 154. Caudales calculados por métodos hidrológicos en los puntos de campo donde se realizaron estudios hidrobiológicos en el río Tajo

La Figura 155 es una esquematización de la Figura 154, pudiéndose entender que los valores del área sombreada serían admisibles conforme a la metodología.

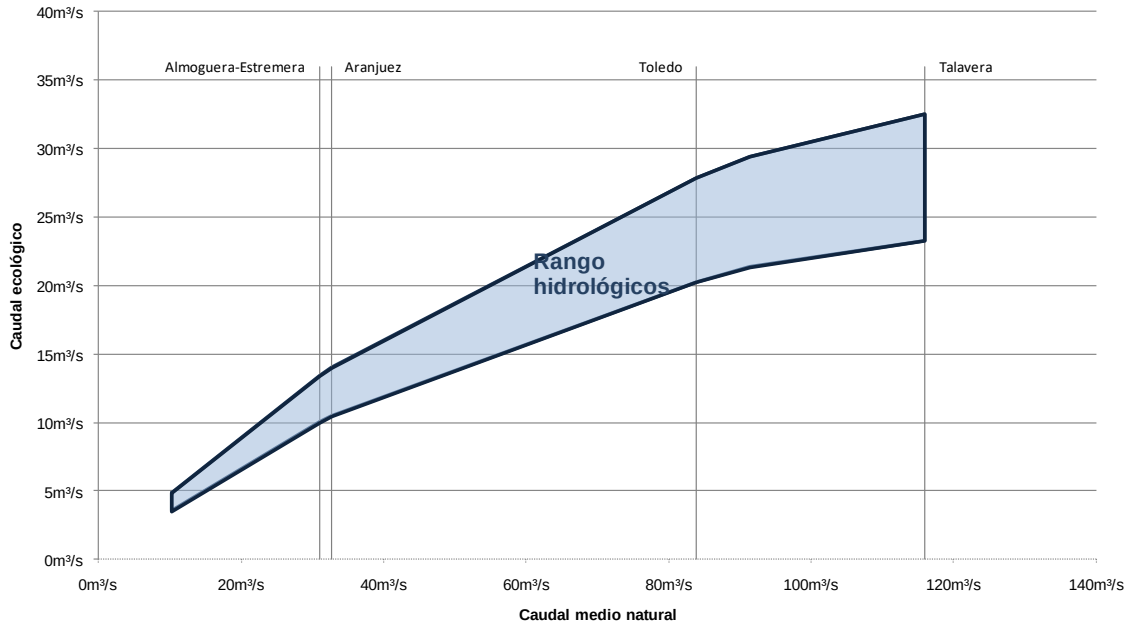


Figura 155. Rango de resultados de los métodos hidrológicos en los puntos de campo donde se realizaron estudios hidrobiológicos en el río Tajo

Análogamente, en la Tabla 43 se muestran los resultados de los métodos hidrobiológicos, en la Figura 156 su representación y en la Figura 157 la representación del rango de valores

Tabla 43. Resultados de los caudales ecológicos mínimos calculados por métodos hidrobiológicos en los puntos estudiados en el río Tajo

Lugar del río Tajo	Q HPU30%	Q HPU50%	Q HPU80%
Huertapelayo	1,39 m³/s	2,03 m³/s	3,60 m³/s
Almoguera	4,16 m³/s	7,28 m³/s	11,60 m³/s
Aranjuez	0,34 m³/s	1,48 m³/s	9,56 m³/s
Toledo	8,76 m³/s	13,03 m³/s	20,50 m³/s
E. Castrejón	9,60 m³/s	12,45 m³/s	25,54 m³/s
Talavera de la Reina	2,85 m³/s	4,75 m³/s	27,83 m³/s

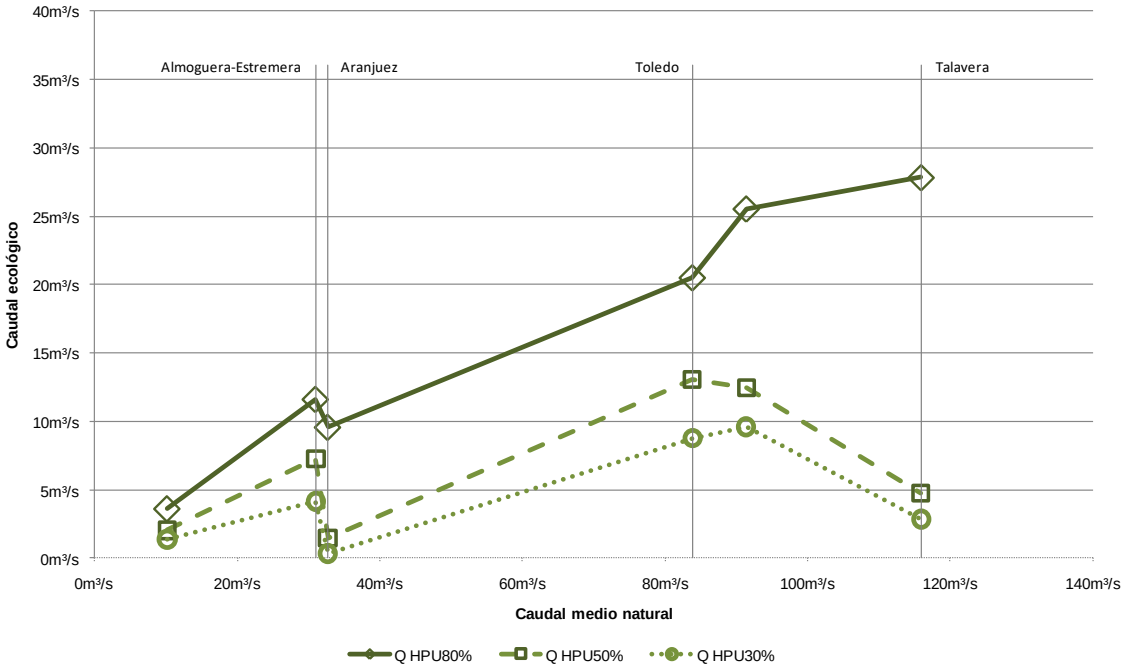


Figura 156. Caudales calculados por métodos hidrobiológicos en los puntos de campo donde se realizaron los estudios en el río Tajo

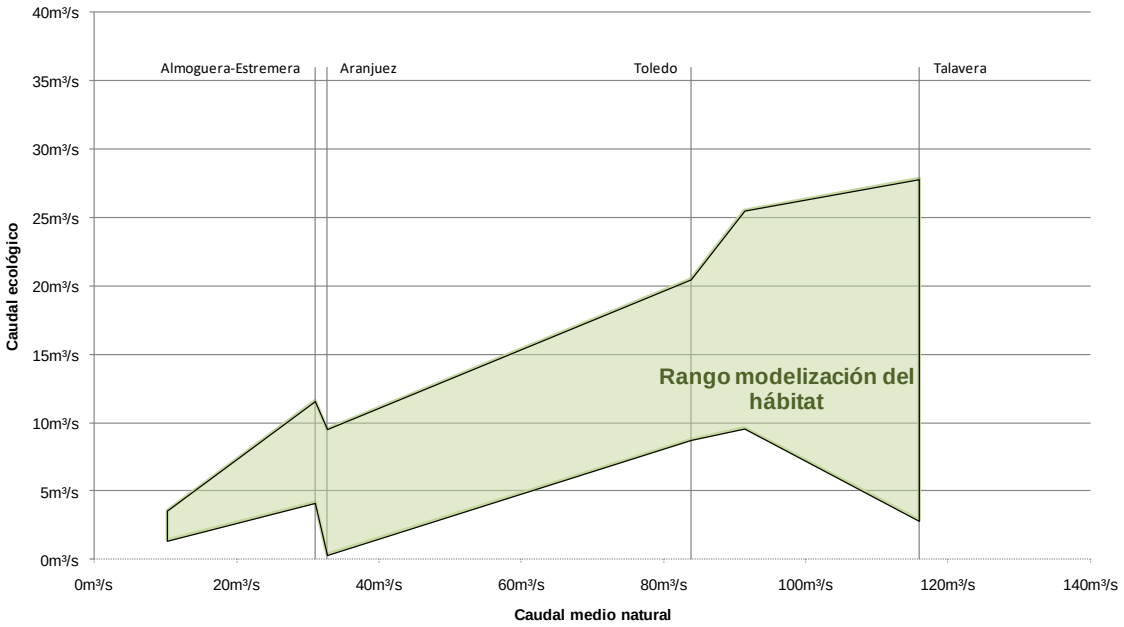


Figura 157. Rango de los resultados métodos hidrobiológicos en los puntos de campo donde se realizaron los estudios en el río Tajo

Como se deduce de los valores, los resultados de los métodos hidrobiológicos dan resultados bastante más bajos que los hidrológicos, lo que se aprecia claramente en la Figura 158. Tienen un solape coincidiendo aproximadamente con los resultados del

percentil 5 de la serie diaria, subiendo en algunos puntos al caudal básico, como se aprecia en la Figura 159.

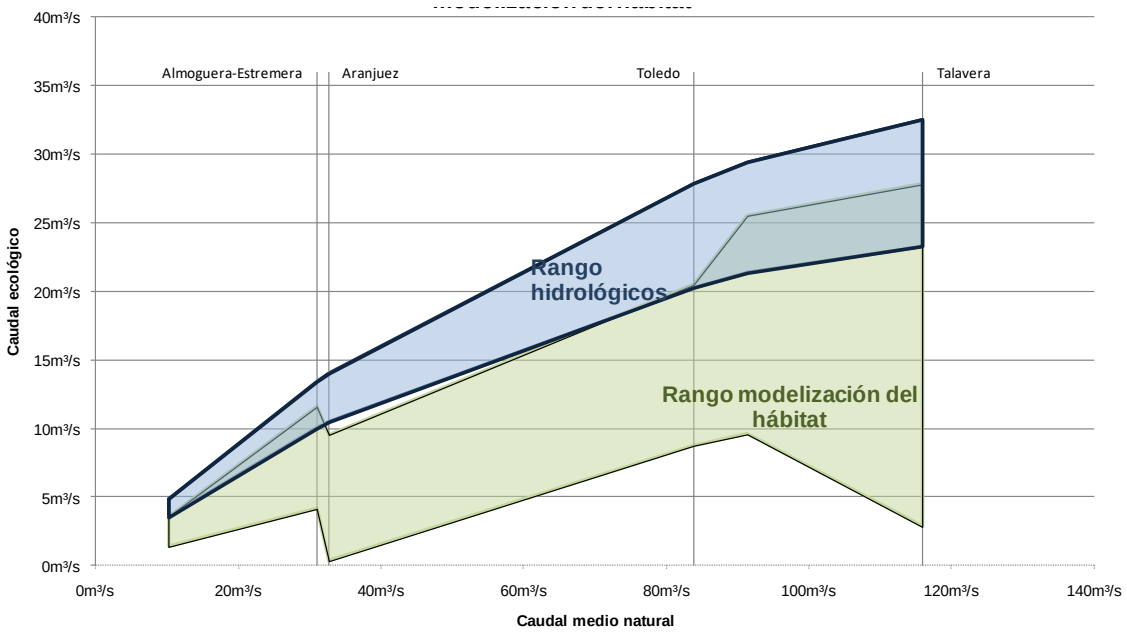


Figura 158. Superposición de los rangos de los resultados de los métodos hidrológicos e hidrobiológicos en el río Tajo.

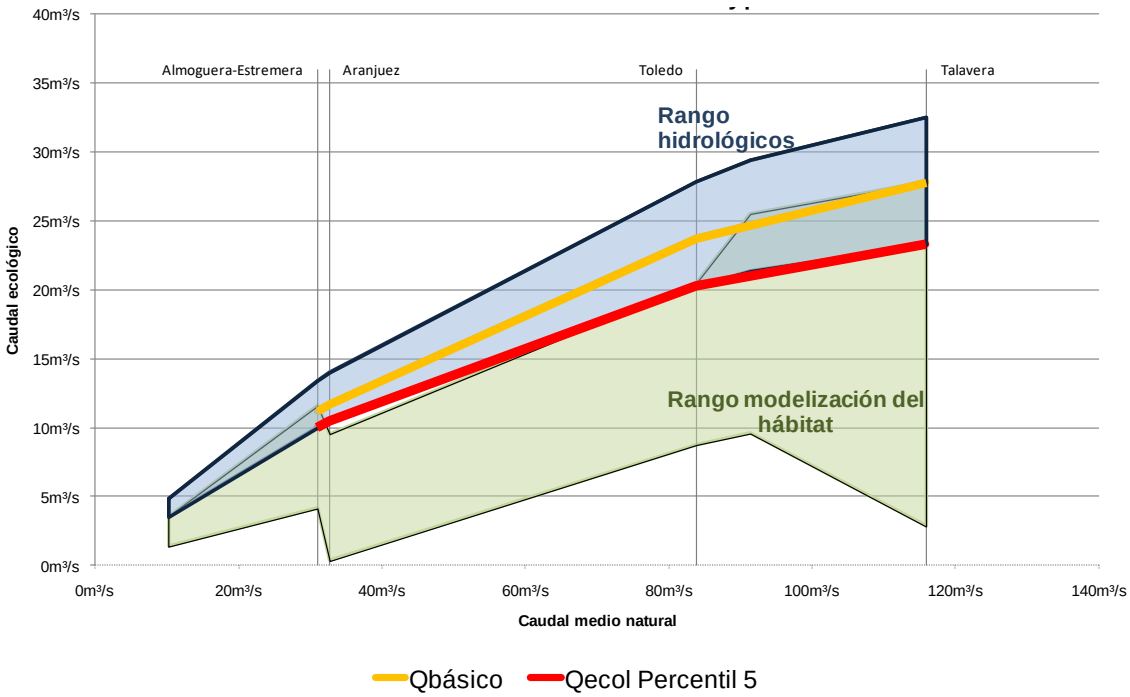


Figura 159. Caudal básico y percentil 5 de la serie diaria sobre la superposición de los rangos de los resultados de los métodos hidrológicos e hidrobiológicos en el río Tajo

Estos valores del percentil 5 de la serie diaria pueden considerarse como un buen punto de partida para proponer los valores consigna para el control de los caudales ecológicos. Sin embargo, en los resultados de la simulación, se observaba que en los meses de verano, los caudales derivados por los regadíos que hay a lo largo del Tajo entre Aranjuez y Talavera de la Reina obligaban a desembalses adicionales importantes para poder cumplir la restricción ambiental. Teniendo esto en cuenta, los caudales

mínimos ecológicos propuestos para Toledo y Talavera de la Reina se propusieron algo más bajos, siempre en el rango de los hidrobiológicos (Figura 160).

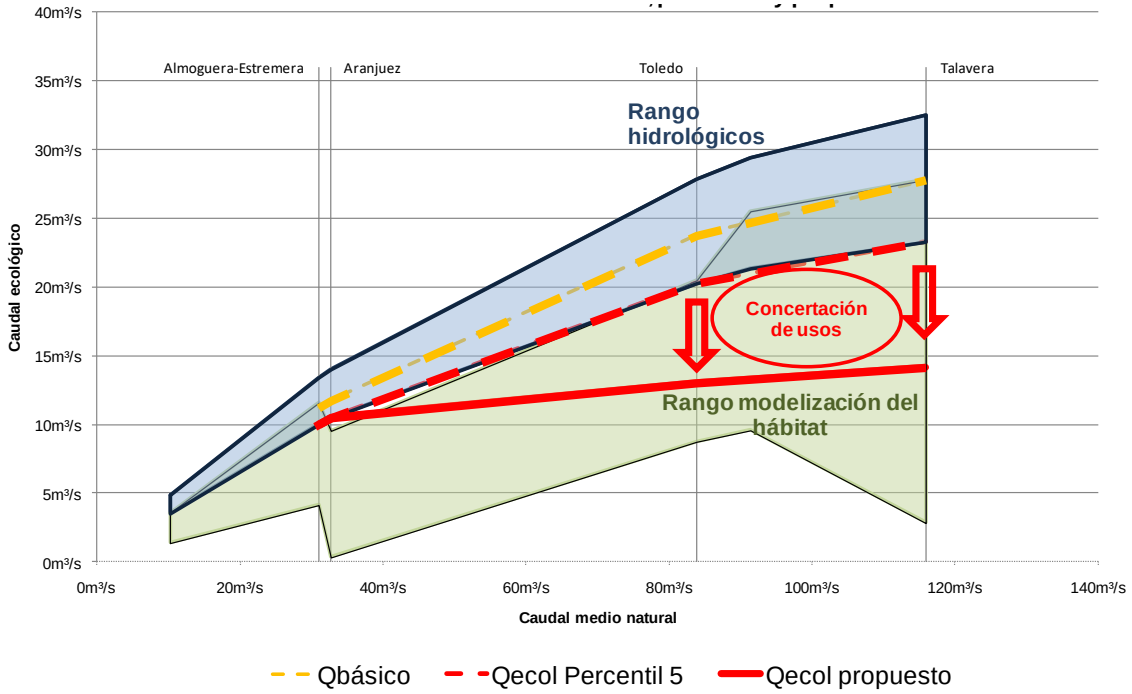


Figura 160. Representación de lo que significaba el descenso entre los valores del percentil 5 de la serie diaria y los caudales ecológicos propuestos en el ETI de 2010

Como se aprecia en la Figura 161, los valores propuestos para Aranjuez y Almoguera estaban en el percentil 5 de la serie diaria, mientras que los de Toledo y Talavera de la Reina se situaban sobre el percentil 2.

Esta propuesta causó cierta controversia cuando se dio a conocer el ETI de 2010, toda vez que supone plantear una disminución del caudal ecológico para evitar unos desembalses de la cabecera del Tajo, lo que puede ser interpretado como una forma de incrementar artificialmente los excedentes de la cabecera (aproximadamente, unos 100 hm³/año).

En la Figura 162 se comparan los valores propuestos en el ETI de 2010 con los que figuran en los planes hidrológicos de los ciclos 2009-2015 y 2016-2021. Considerando únicamente la diferencia en Aranjuez, se puede valorar en unos 150 hm³/año, que significaría una reducción en la misma cuantía de los excedentes.

También se aprecia que los valores definidos en los planes se encuentran en el rango de los resultados hidrobiológicos, lo que significó la existencia de presiones para que fueran considerados como caudales mínimos ecológicos. Además hay que considerar que los 6 m³/s en Almoguera se encuentran entre los valores que garantizan el 30 y el 50% del Hábitat Potencial Útil (HPU), que conforme a la IPH es insuficiente para tramos con afección a zonas protegidas de la Red Natura 2000.

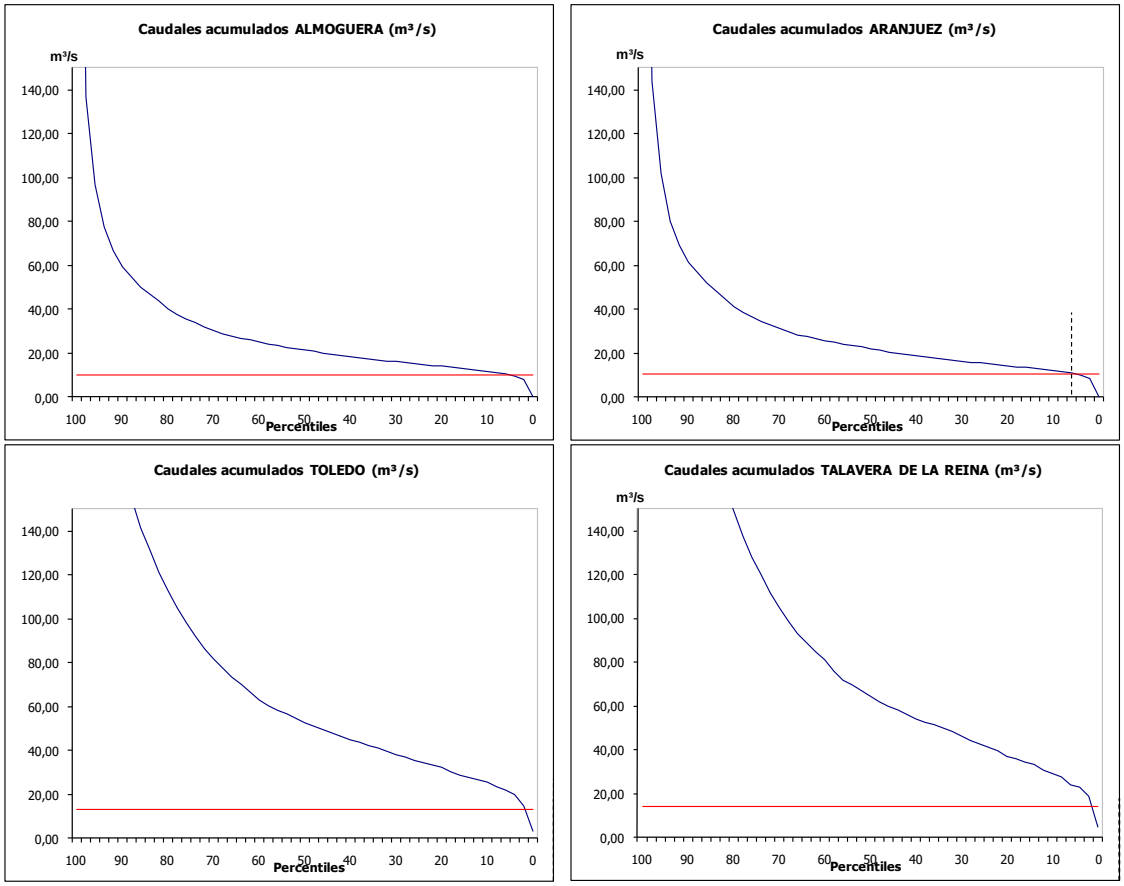


Figura 161. Curva clasificada de caudales diarios en Almoguera, Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina, con representación del valor propuesto

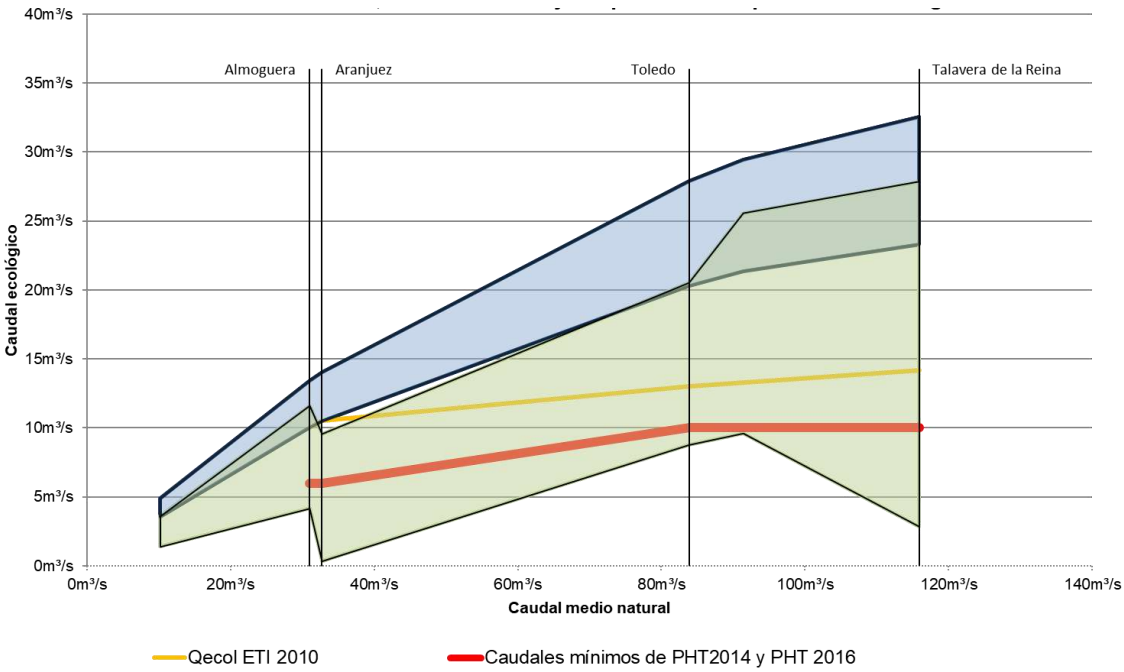


Figura 162. Superposición de los rangos de los resultados de los métodos hidrológicos e hidrobiológicos en el río Tajo y valores de los caudales ecológicos propuestos en el ETI de 2010 y los mínimos fijados en el PHT2014 y PHT2016

An.4B. Influencia de los caudales ecológicos propuestos en el BPHT2011 en la justificación de la efectividad de las medidas

En los trabajos de planificación que desembocaron en el PHT2014 se contemplaba la fijación de unos caudales ecológicos en el río Tajo en Almoguera, Aranjuez, Toledo y Talavera de la reina, recogidos en el Esquema de Temas Importantes aprobado en 2010 (ETI2010), y reproducidos en la Tabla 3 (página 71).

Estos caudales ecológicos fueron tenidos en cuenta en las modelizaciones realizadas para evaluar la efectividad de las actuaciones propuestas en el programa de medidas, teniendo influencia sobre la misma. Esto se aprecia en las imágenes de la Figura 163, en las que se observa que los puntos de las medidas básicas y el paquete C1 de las complementarias tienen caudales mínimos superiores a los de la situación inicial, teniendo relevancia en los casos del Amonio y del Fósforo ya que marcan la diferencia de estar por encima o por debajo del umbral.

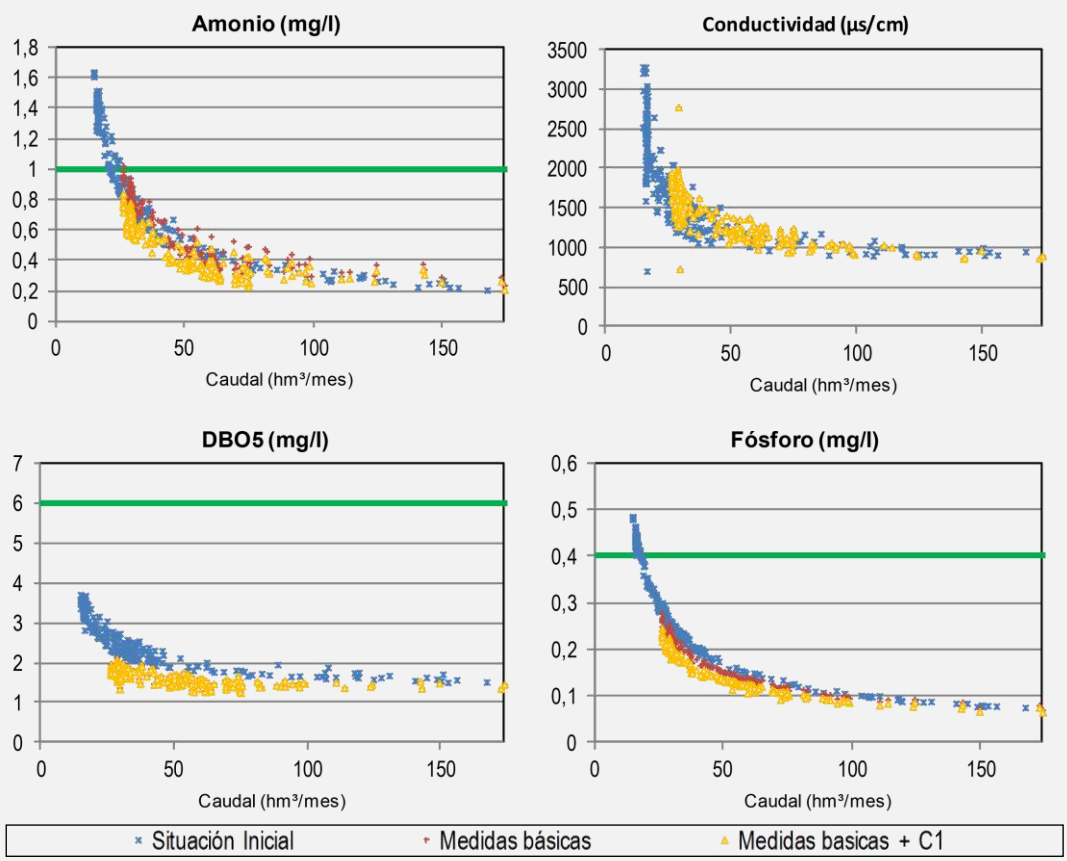


Figura 163. Resultados de la evaluación de la efectividad de las actuaciones básicas (puntos rojos) y el paquete de complementarias C1 (puntos amarillos) en la masa de agua "ES030MSPF0101021 Río Tajo en Aranjuez". Imágenes copiadas del Anejo 8 de la Memoria del Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo, ciclo 2009-2015.

Así, puede decirse que la no implantación del régimen de caudales ecológicos planteado en el ETI de noviembre de 2010 tiene a su vez efectos negativos en lo referente a la efectividad esperada del Programa de Medidas[129].

[129] Ha de advertirse que no se trata de una medida de buscar un incremento de la disolución, sino que es una medida de reducción de la presión extractiva. Podría interpretarse como búsqueda de dilución si lo que se hiciera fuera traer agua de otro sitio para bajar las concentraciones. Pero lo que se realiza al incrementar el caudal mínimo ecológico es disminuir la presión del río, cuyo caudal se acercaría más al que tendría que llevar sin la afección antrópica.

An.4C. Seguimiento del caudal del Tajo en su tramo medio

Desde abril de 2015, la Confederación Hidrográfica del Tajo viene publicando unos valores diarios[130] del caudal en las masas estratégicas de la cuenca[131].

A continuación se muestra la representación gráfica de los valores del Tajo en Aranjuez[132]:

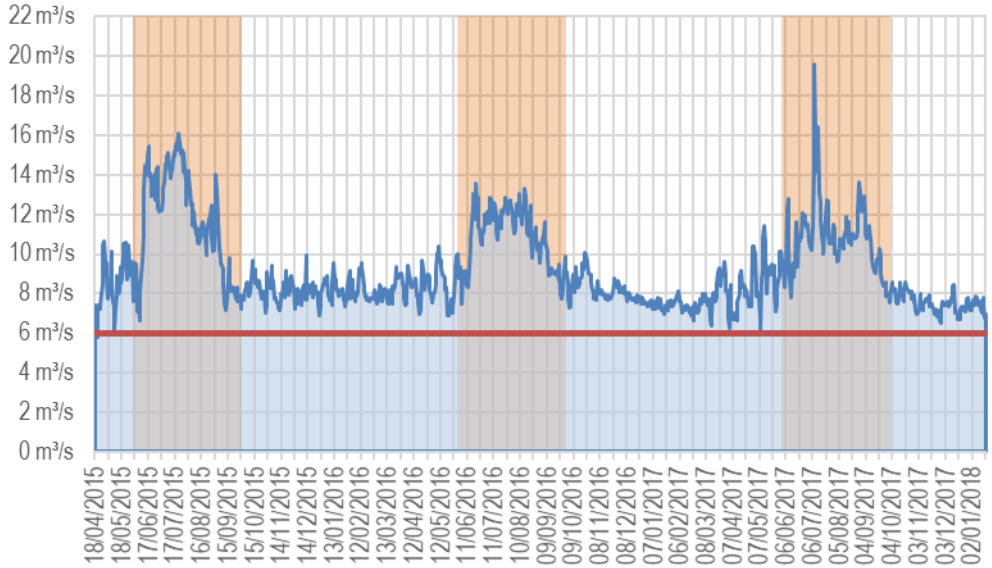


Figura 164. Representación gráfica de los caudales diarios del río Tajo en Aranjuez facilitados en la página "Caudales mínimos y caudales ecológicos" de la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018). En rojo, se muestra el valor del mínimo legal establecido, y sombreado en naranja los meses estivales.

En la Figura 164 se aprecia como los caudales diarios tienen continuas oscilaciones. Así, si se quiere cumplir con el mandato legal de que el caudal sea superior a 6 m³/s, el caudal medio será superior al mínimo legal. Esto se ve más claro en los valores medios mensuales reflejados en la Figura 165, que son siempre superiores a los 7m³/s. Además se aprecia cómo en los meses de verano (franjas naranjas de los gráficos), los caudales del río Tajo por Aranjuez aumentan, lo que implica que los desembalses desde Bolarque se están haciendo en verano con unas consideraciones diferentes a las contempladas en el cálculo de los desembalses de referencia.

---

[130] Estos valores diarios no permiten la comprobación del cumplimiento de los caudales mínimos conforme al "Artículo 49 quinquies. Control y seguimiento del régimen de caudales ecológicos" del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en el que se refiere a "episodios instantáneos" y "horas". Tampoco conforme al "Artículo 10. Cumplimiento del régimen de caudales ecológicos" de la Normativa del Plan del Tajo (PHT2016), que exige que *"los caudales instantáneos superen en todo momento el 80% del valor del caudal mínimo"*.
La página web incluye una llamada en la que se indica que los valores diarios suministrados son "Conforme al programa de seguimiento del plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (Datos pendientes de validación)". Sin embargo, este documento no se encuentra disponible en la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo en el momento de redacción de estas líneas. El punto 12.2 de la Memoria del PHT2016 se titula "Programa de Seguimiento del plan hidrológico de la cuenca del Tajo", pero lo que se refiere a los caudales ecológicos se limita a "Grado de cumplimiento de caudales ecológicos: Número de incumplimientos anuales y trimestrales", sin dar información de cómo se determina el valor diario que aparece en la web.
A lo largo del día, especialmente en los puntos alejados de infraestructuras de regulación, el caudal presenta oscilaciones más o menos importantes, de forma que un valor medio diario superior a la consigna dada en la Normativa no implica necesariamente que en todos los momentos del día se supere el mínimo fijado.

[131] Realmente, es en las masas donde se han definido un control continuo de los caudales ecológicos mínimos o caudales ecológicos mínimos. Tendrían que ser las masas estratégicas, pero falta el río Tajo en Almoguera, que está considerada como estratégica, pero no tiene caudal de control definido.

[132] En (Hidra, 2018) se incluyen figuras similares, en las que se ha inspirado el diseño, pero los valores se han descargado directamente de la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

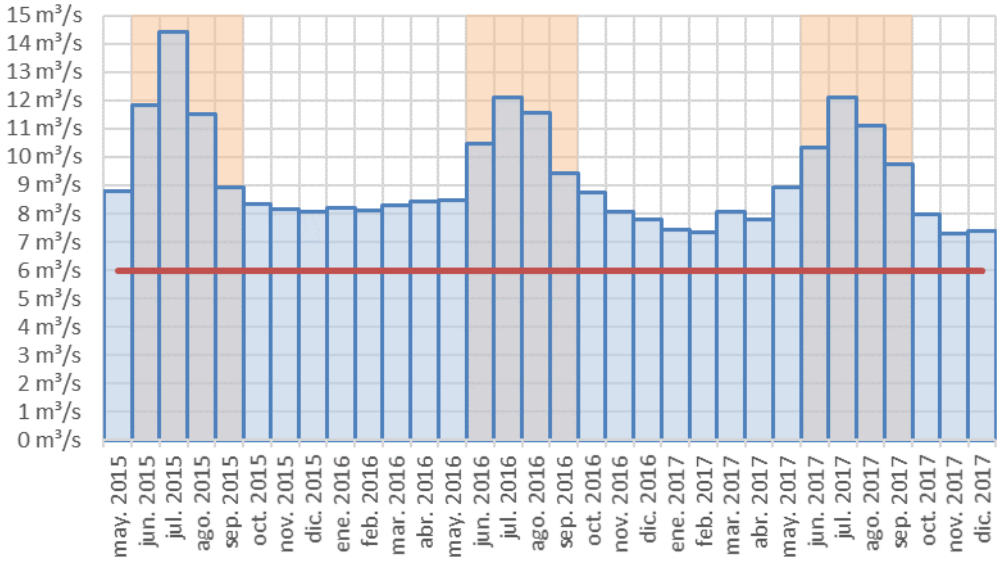


Figura 165. Media mensual de la Figura 164. Representación gráfica de las medias mensuales de los caudales diarios del río Tajo en Aranjuez facilitados en la página "Caudales mínimos y caudales ecológicos" de la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018). En rojo, se muestra el valor del mínimo legal establecido, y sombreado en naranja los meses estivales.

La finalidad de este mayor desembalse en los meses de verano es poder cumplir con el mínimo legal en Talavera de la Reina. Como se aprecia en la Figura 166, el río Tajo a su paso por Talavera de la Reina no tiene problemas en cumplir el caudal mínimo (10 m³/s) fuera de la temporada de riego. Pero durante la temporada de riego, las detracciones en el Jarama y el Tajo para atender los distintos regadíos condiciona la gestión, siendo necesario reforzar los caudales con desembalses adicionales desde Entrepeñas y Buendía.

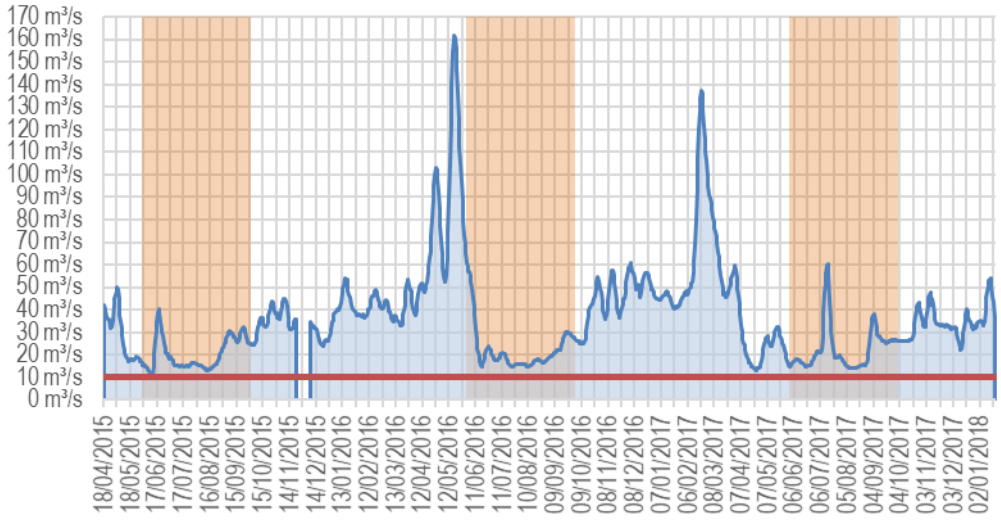


Figura 166. Representación gráfica de los caudales diarios del río Tajo en Talavera de la Reina facilitados en la página "Caudales mínimos y caudales ecológicos" de la web de la Confederación Hidrográfica del Tajo (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2018). En rojo, se muestra el valor del mínimo legal establecido, y sombreado en naranja los meses estivales.

Una carencia sistemática ha sido la medición del caudal del río Tajo a su paso por Talavera de la Reina. En el *anuario de aforos* (CEDEX, 2016) [133] constan dos estaciones

[133] En el momento de la consulta, el último año de datos es 2014-2015.

en el mismo núcleo de Talavera de la Reina y otra aguas arriba de la desembocadura del Alberche denominada Talavera Tiétar[134]. Sus códigos y nombres son:

- Estación 3024. Rio Tajo en Talavera la Vistilla. Desde 2013
- Estación 3015. Rio Tajo en Talavera. Hasta 1986 con bastantes interrupciones. También con datos en los años hidrológicos 2010-2011 y 2011-2012
- Estación 3026. Rio Tajo en Talavera Tejar. Desde 2013

.

Figura 167. Ubicación de las estaciones del anuario de aforos del CEDEX en el río Tajo en el entorno de Talavera de la Reina. Imagen base generada por Google, capturada de la web del Anuario de aforos.

La estación de aforos 3015, a pesar de tener sólo datos dos años hidrológicos recientes representados en la Figura 168, refleja como en los meses de junio, julio y agosto de 2012 el caudal medio diario fue sistemáticamente inferior a los 10 m³/s. En ese momento todavía no había entrado en vigor el Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2009-2015 (PHT2014), por lo que no había fijado un caudal mínimo en el río Tajo a su paso por Talavera de la Reina, pero refleja la necesidad que puede haber en ciertos momentos de reforzar los caudales del Tajo con desembalses adicionales, algo que no está contemplado en la determinación de los desembalses de referencia. Como orden de magnitud, para mantener el nivel estricto de 10 m³/s, se hubieran necesitado algo más de 40 hm³, cifra que en la práctica hubiera sido mayor teniendo en cuenta las oscilaciones diarias del caudal en Talavera de la Reina dada la distancia a los puntos de desembalse y control de caudales.

[134] Hay una cuarta estación, en el pasaje de Las Barracas, aguas arriba de Talavera Tejar, pero los datos que tiene son entre 1911 y 1935

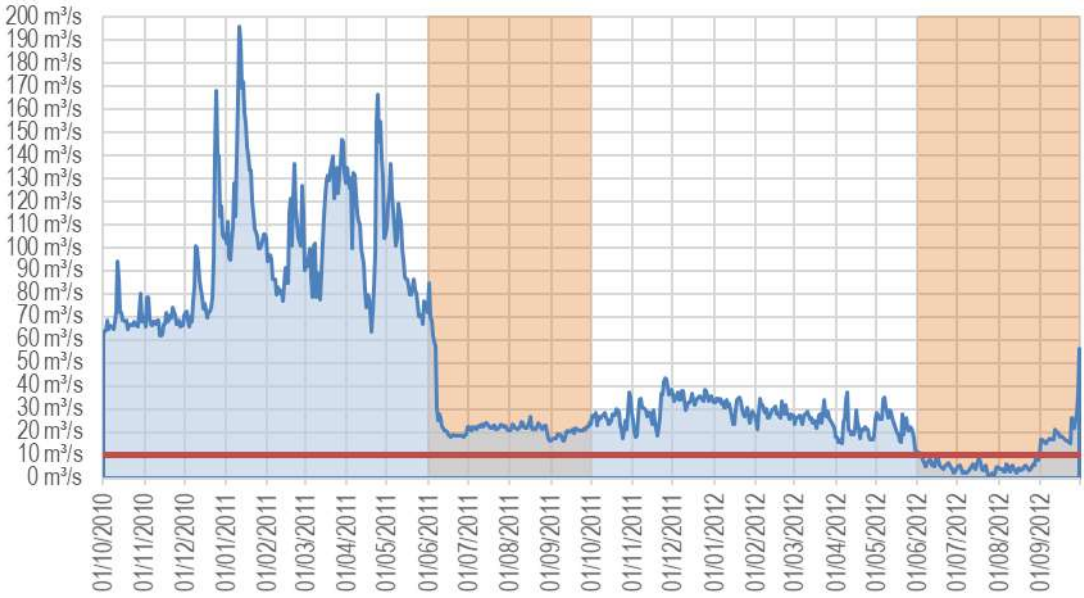


Figura 168. Caudales en el río Tajo en la "Estación 3015. Rio Tajo en Talavera". Años hidrológicos 2010-2011 y 2011-2012. Elaborado a partir de datos del Anuario de aforos del CEDEX (CEDEX, 2016)

Aportaciones mensuales (hm³)	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Mínimo								52,7	38,4	43,4	38,1	69,1
Máximo								52,7	38,4	43,4	38,1	69,1
Promedio histórico								52,7	38,4	43,4	38,1	69,1
Año 2014-15	*89,4*	*81,5*	*86,2*	*76,8*	*115,2*	*86,3*	*73,8*	*53,3*	*51,7*	*42,5*	*46,5*	*63,8*

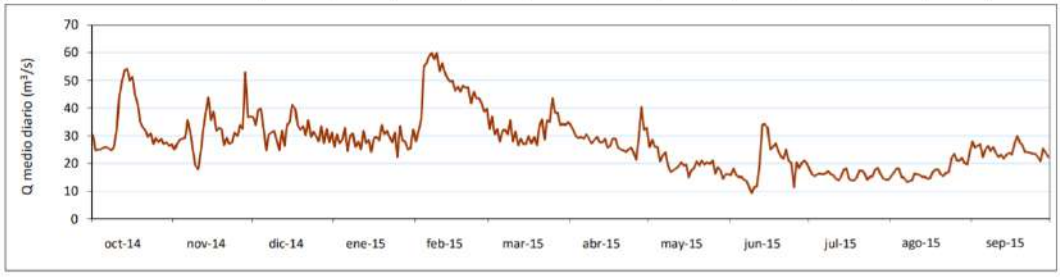


Figura 169. Evolución de caudal en el año hidrológico 2014-2015 en la estación 3026 Talavera Tejar. Copiada de la ficha del Anuario de aforos del CEDEX (CEDEX, 2016)

Aportaciones mensuales (hm³)	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Mínimo	109,1	85,4	102,5	196,9	463,5	281,1	202,0	64,7	40,6	45,5	38,9	81,4
Máximo	109,1	85,4	102,5	196,9	463,5	281,1	202,0	64,7	40,6	45,5	38,9	81,4
Promedio histórico	109,1	85,4	102,5	196,9	463,5	281,1	202,0	64,7	40,6	45,5	38,9	81,4
Año 2014-15	*137,6*	*118,7*	*214,3*	*142,4*	*243,7*	*162,5*	*107,4*	*67,4*	*57,0*	*42,8*	*43,1*	*73,4*

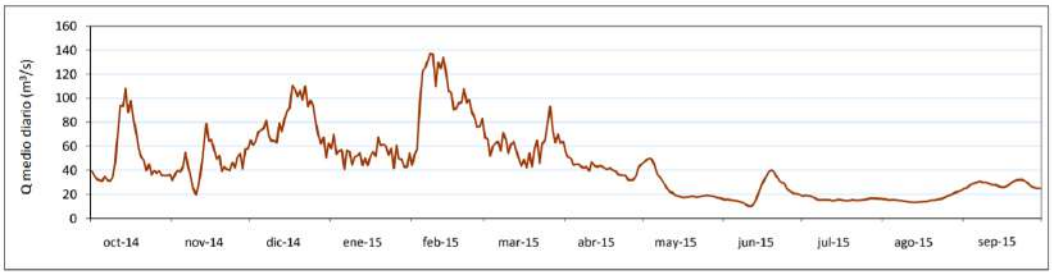


Figura 170. Evolución de caudal en el año hidrológico 2014-2015 en la estación 3024 Talavera La Vistilla. Copiada de la ficha del Anuario de aforos del CEDEX (CEDEX, 2016)

Los datos de las otras dos estaciones son escasos. En la Figura 169 (3026, aguas arriba de la desembocadura del Alberche) y en la Figura 170 (3024, en Talavera de la Reina) se reproducen las gráficas del año hidrológico 2014-2015 que figuran en sus fichas correspondientes del Anuario de aforos del CEDEX. A simple vista Se observa cierto paralelismo en la forma de las gráficas, pero la escala de las abscisas es diferente. Para verlo mejor, en la Figura 171 se representan los dos años disponibles de la estación 3024

(río Tajo en Talavera de la Reina) sobre la que se superponen en amarillo los valores disponibles (desde mayo de 2014) de la estación 3026 (río Tajo, aguas arriba de la desembocadura del Alberche). Fuera de la época de riego se aprecia como el caudal por Talavera es sensiblemente mayor, pues recibe caudales importantes del Alberche. Sin embargo, en los meses de verano la diferencia es mínima, pues el Alberche se limita al mínimo ecológico, sin margen para desembalses mayores pues ha de atender sus demandas. La opción de incrementar desembalse del Alberche para reforzar el caudal en Talavera de la Reina es poco viable.

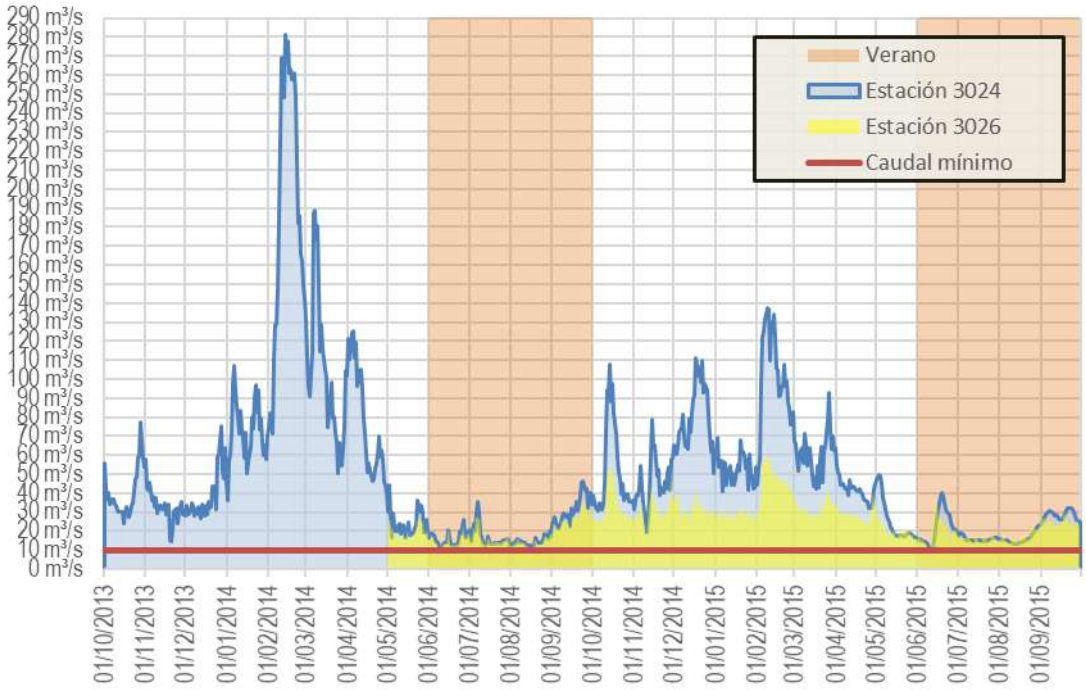


Figura 171. Superposición de los caudales medios diarios de las estaciones 3024 (río Tajo en Talavera) y 3026 (río Tajo aguas arriba de la confluencia con río Alberche). Elaborado con datos del anuario de aforos del CEDEX (CEDEX, 2016)

Un aspecto destacado es como en los meses de mayo se produce un descenso de caudal, tanto por causas naturales como por el inicio de la temporada de riego, habiéndose llegado a inicios de junio[135] 2014 y de 2015 con valores próximos al mínimo fijado de 10 m³/s. Teniendo en cuenta que se trata de valores medios diarios, es muy probable que se hayan producido episodios instantáneos con caudales inferiores al mínimo exigido. En 2015, que ya hay datos del seguimiento en la web de la CHT, se aprecia que en este momento de bajada de caudales en Talavera de la Reina a inicios de junio de 2015 coincide con una subida fuerte de los caudales en Aranjuez, fruto de mayores desembalses desde Entrepeñas y Buendía.

An.4D. Análisis del caudal del Tajo por Talavera en el PHT2014

El capítulo 3 del documento auxiliar 4 de la memoria del Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014) describe el problema del caudal en Talavera de la Reina.

[135] Por ejemplo, el 9/6/2014 el caudal medio en Talavera de la Reina fue de 10,15 m³/s, o el 11/6/2015 fue de 10,08 m³/s.

Comienza enmarcando geográficamente el problema, aportando un plano de situación (reproducido en la Figura 172), en la que se muestra la ubicación, entre otros, de los embalses de Entrepeñas y Buendía en la cabecera y Azután aguas abajo de Talavera de la Reina, las poblaciones de Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina y varias estaciones de aforo, siendo la del río Tajo en Cebolla la más próxima a Talavera de la Reina.

Se indica también que "el régimen de caudales está fuertemente alterado hidrológicamente por las infraestructuras de regulación, la importancia de los retornos de los consumos urbanos del área metropolitana de Madrid y las detracciones para usos agrarios en los ríos Alberche, Jarama y Tajo, con puntas de consumo en los meses de verano".

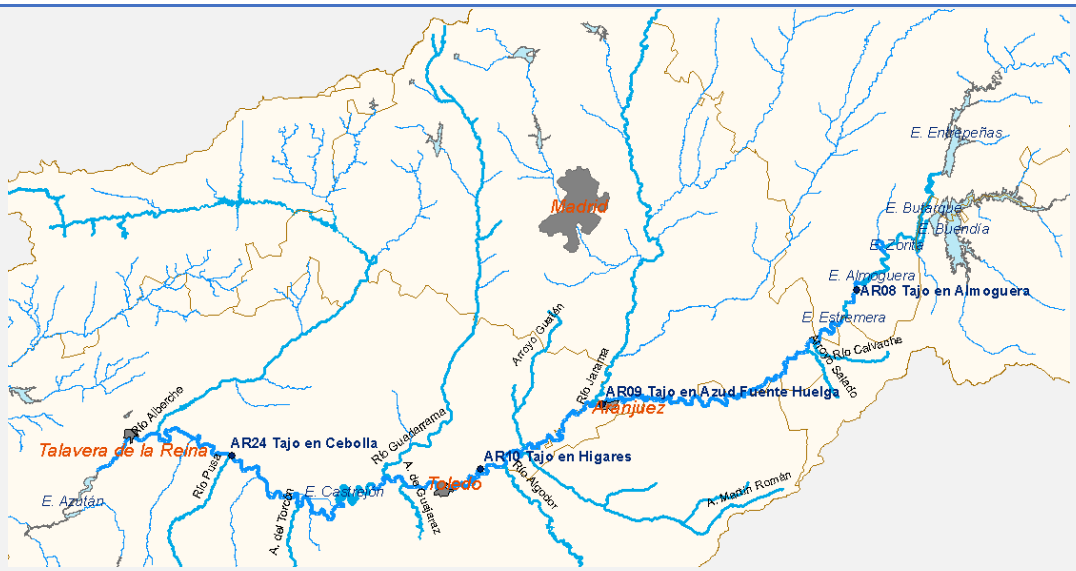


Figura 172. Situación el Eje del Tajo. Imagen copiada del *Documento auxiliar de la Memoria 4 – Modelo del eje del Tajo* del *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014)*

Ante la falta de estaciones de aforo en Talavera de la Reina, toma datos de las entradas en el embalse de Azután, que se encuentra situado aguas abajo de Talavera de la Reina. Se reproducen también a continuación dos gráficas incluidas en el documento: la Figura 173, con los valores medios mensuales del periodo 1980-2006, en la que se aprecia el menor caudal en los meses de verano; en la Figura 174 se muestra el valor medio mensual en los meses de julio, donde se aprecia la existencia de varios años con caudales medios inferiores a 10 m^3/s.

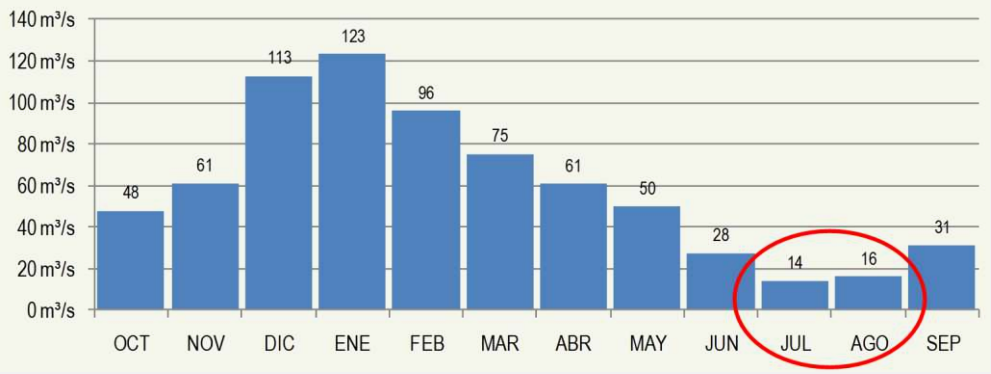


Figura 173. Entradas medias registradas en el embalse de Azután -aguas abajo de Talavera de la Reina-, en el periodo 1980-2006. Imagen copiada del *Documento auxiliar de la Memoria 4 – Modelo del eje del Tajo* del *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014)*

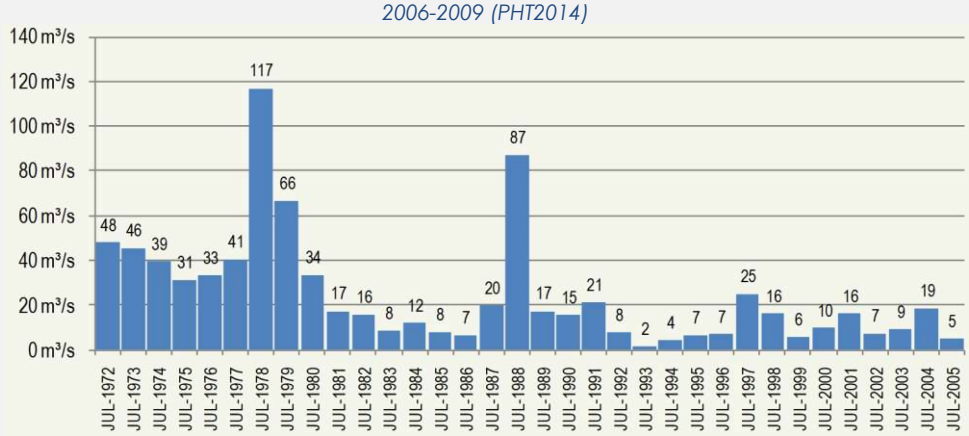


Figura 174. Entradas medias en el embalse de Azután, aguas abajo de Talavera de la Reina, en el mes de julio. Imagen copiada del *Documento auxiliar de la Memoria 4 – Modelo del eje del Tajo* del *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014)*

Así, a partir de los datos de las entradas del embalse de Azután, y ante la falta de datos que había de aforos del Tajo en Talavera de la Reina, se podía aventurar la existencia de problemas para mantener un caudal mínimo en verano. Se ha de advertir que se trata de valores medios mensuales medidos aguas abajo de Talavera de la Reina, que además del caudal del río Tajo a su paso por la población, recoge los retornos de la zona regable del Canal Bajo del Alberche y la salida de la EDAR.

Hace referencia también al problema de la fluctuación de caudales en el Tajo medio, recogido como tema importante en el Esquema de Temas Importantes del ciclo de planificación 2009-2015, en la que se incluían unos gráficos con la oscilación diaria de caudales en distintos tramos del río en distintos días del año, reproducida en la Figura 175 (la ubicación de las estaciones de aforo, en la Figura 172):

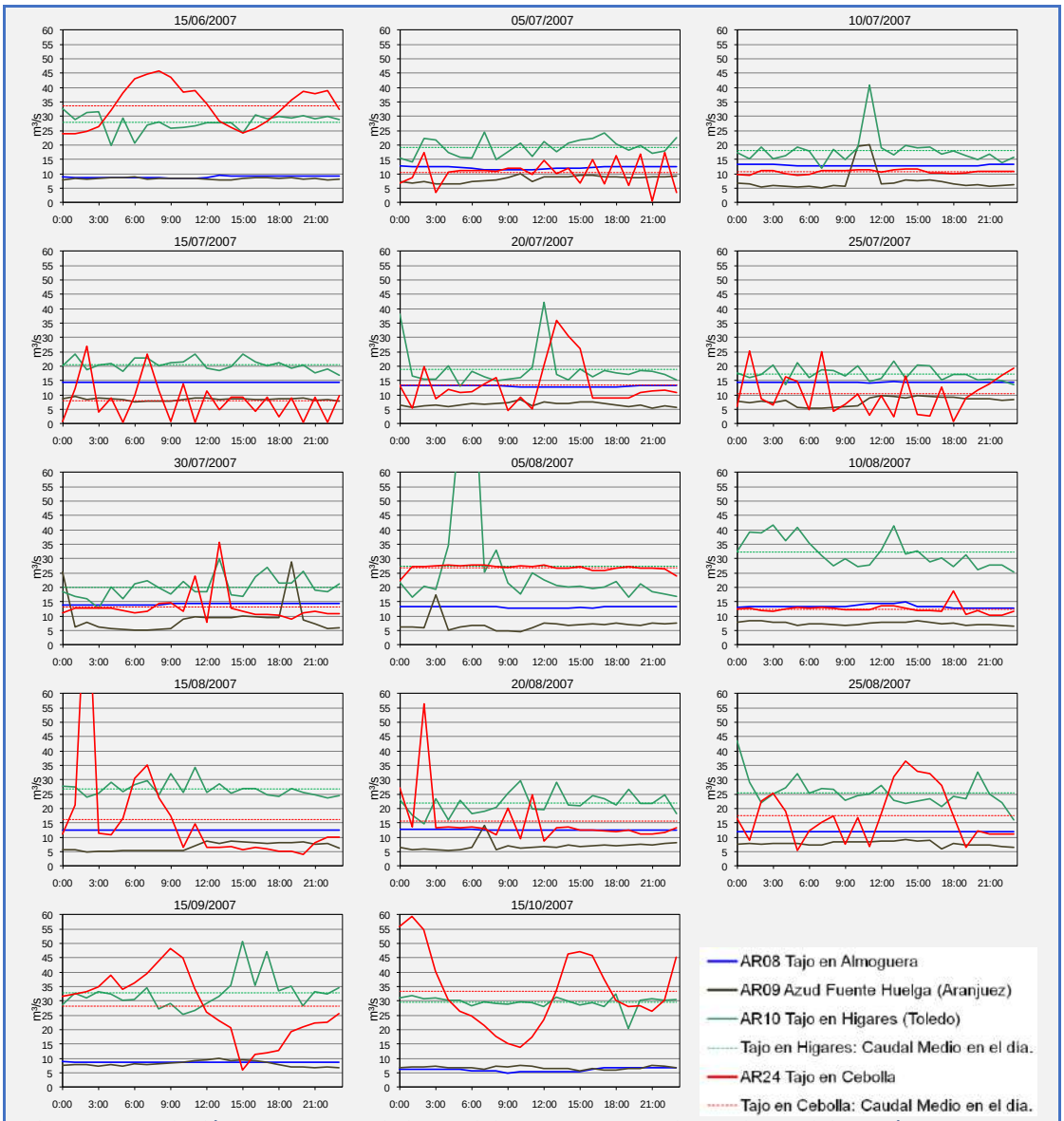


Figura 175. Variación de caudales diaria en distintos puntos del Tajo medio en distintos días de un año. Imágenes copiadas del *Documento auxiliar de la Memoria 4 – Modelo del eje del Tajo* del *Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo del ciclo 2006-2009 (PHT2014)*

En temporada de riego se produce una "inversión" del río, decreciendo el caudal hacia aguas abajo debido a las sucesivas extracciones. Esta reducción es significativa en la estación de Cebolla (aguas arriba de Talavera de la Reina), llegándose a niveles mínimos de caudal. Fuera de la temporada de riego se aprecia un caudal medio mayor que es capaz de asumir variaciones horarias manteniendo un mínimo circulante.

Anejo 5. Análisis estadístico de la serie de aportaciones

An.5A. Distribución

Las predicciones meteorológicas, a pesar de su continua mejora, apenas nos dan unas predicciones fiables con rango de días, muy útiles en tareas de control y anticipación de periodos de avenidas al permitir adelantar operaciones de desembalse u otras medidas convenientes. Pero para otras áreas, como la planificación, es insuficiente.

En estos casos se recurre a observar cómo han sido las aportaciones en el pasado, suponiendo que su patrón se repetirá en el futuro. Ya sea por medio de modelos de estimar cómo serían sin la actividad humana (aportaciones en régimen natural, como por ejemplo los modelos SIMPA o Sacramento) o bien usando la serie aforada directamente (o casi), como se realiza en el caso de Entrepeñas y Buendía, al ser escasas las presiones antrópicas aguas arriba.

Las aportaciones en un punto del río son una consecuencia de fenómenos físicos (ambientales, atmosféricos, escorrentía, etc.) unidos a una serie de factores humanos (alteraciones hidromorfológicas, edafológicas, etc.) que no somos capaces, en la actualidad, de modelizar adecuadamente. Así, aunque podamos suponer que existen unas causas deterministas, ante nuestro desconocimiento de éstas podemos realizar un enfoque aleatorio o pseudoaleatorio, con el apoyo en herramientas estadísticas ya consolidadas.

Se plantea el problema como la existencia de una población de posibles aportaciones que pueden presentarse, de la que tenemos una muestra: las que se han aforado. En el caso de Entrepeñas y Buendía son las que se reflejan en el Anejo 2 (An.2C). Los análisis que se realizan a continuación se centran únicamente en el total anual, suficiente para el objetivo del estudio. Para el desarrollo de los cálculos, se utiliza la herramienta informática IBM SPSS Statistics versión 25, cuya documentación se encuentra disponible online (IBM, 2018).

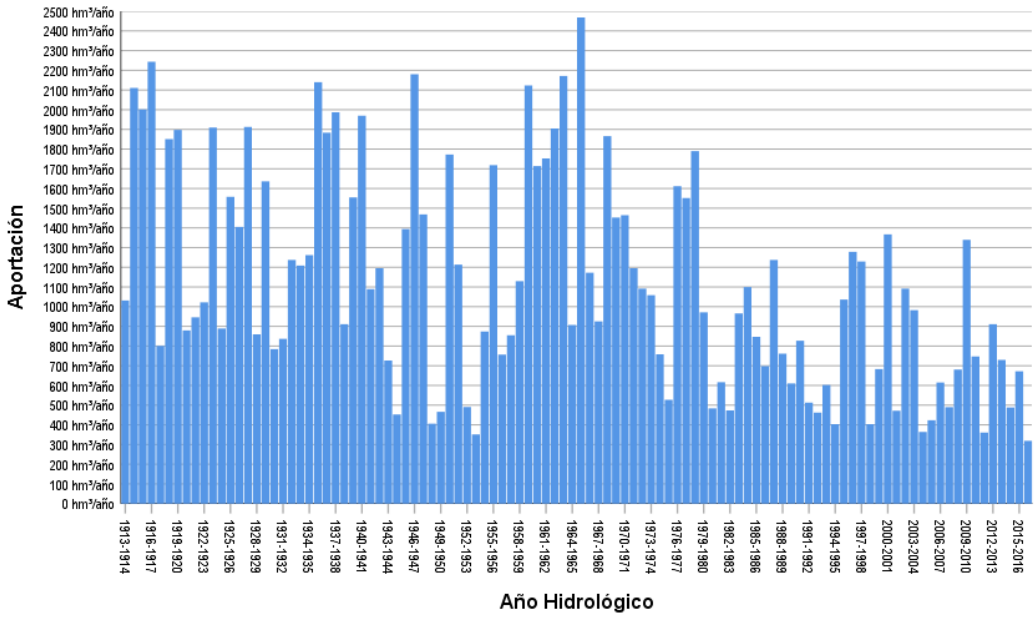


Figura 176. Representación gráfica de las aportaciones anuales en Entrepeñas y Buendía

Una primera observación de la serie (representada en la Figura 176) da una idea de la alta variación de las aportaciones entre los distintos años hidrológicos, que se aprecia claramente al observar el gráfico de frecuencias de la serie (Figura 177).

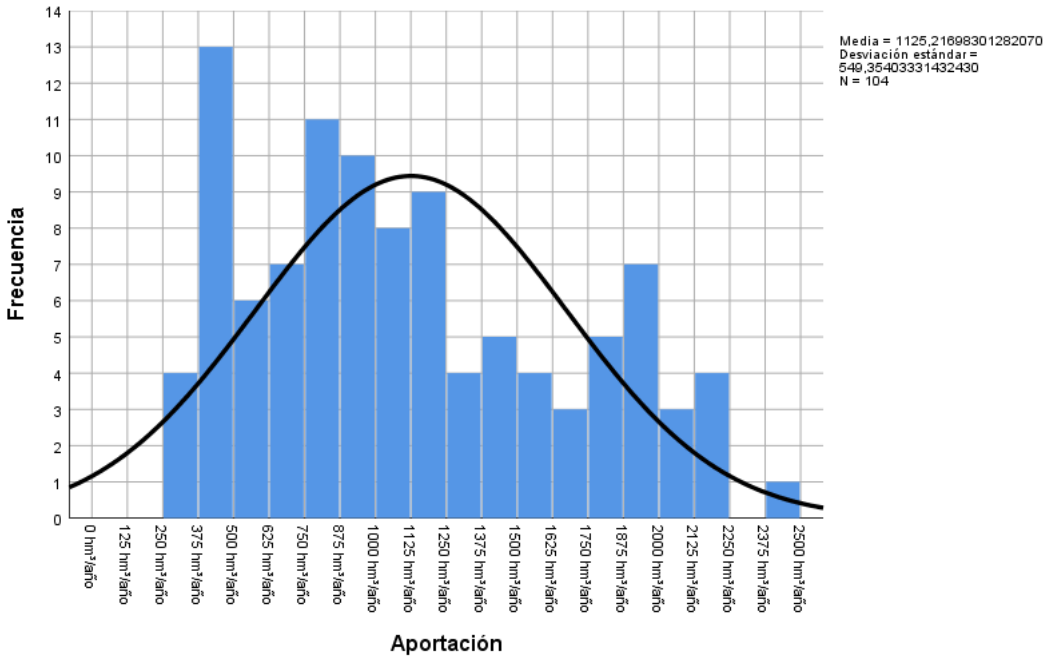


Figura 177. Frecuencias de las aportaciones registradas en Entrepeñas y Buendía. En negro la distribución normal correspondiente para la media y desviación típica de la serie

En la gráfica se intuye que la distribución de frecuencias no se ajusta a la distribución normal. Para corroborarlo, el test de Kolmogórov-Smirnov (con la corrección de Lilliefors), en el que la hipótesis H_0 es que la serie es normal, da los siguientes resultados:

Tabla 44. Resumen de prueba normal de Kolmogórov-Smirnov de una muestra

N total		104
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,094
	Positivo	,094
	Negativo	-,071
Estadístico de prueba		,094
Sig. asintótica (prueba bilateral)		,024[a]

a. Lilliefors corregido

El p-valor[136] del estadístico es apenas el 2,4%, inferior a un nivel de significación[137] del 5%, lo que da motivo al rechazo de la hipótesis H_0, de normalidad de la serie. Para poder aplicar técnicas y herramientas estadísticas que se basan o asumen la distribución normal de la serie, se forman dos series adicionales, resultantes de tomar logaritmos naturales o neperianos y la raíz cuadrada de las aportaciones[138], que tienen los siguientes estadísticos descriptivos (se incluyen también los de la serie de aportaciones):

[136] En las tablas y figuran se muestran directamente los resultados que da el programa IBM SPSS Statistics v.25. En los test de contraste muestra sistemáticamente la etiqueta de "Sig." (significancia), que se refiere al p-valor (probabilidad de obtener un valor del estadístico de prueba tan desfavorable o más para la hipótesis que se contrasta como el valor del estadístico de prueba, cuando la hipótesis de contraste es cierta).

[137] Máximo error permitido de tipo I (que la hipótesis sea incorrectamente rechazada).

[138] La primera de estas transformaciones, tomar logaritmos, está en línea con la evidencia empírica del ajuste de varias variables hidrológicas a una distribución log-normal —véase por ejemplo el clásico *Hidrología aplicada* (Chow, et al., 1994)—, explicativa de fenómenos multiplicativos frente a los aditivos de la distribución normal. Esta transformación permite trabajar directamente con las técnicas de la distribución normal en lugar de las específicas de la log-normal. La segunda transformación planteada, tomar raíces cuadradas, carece de justificación física o empírica, siendo un mero ardid matemático, incluyéndose a modo de información adicional. Como se constata más adelante, los resultados de las dos transformaciones son similares.

Tabla 45. Estadísticos descriptivos de las series de aportaciones, logaritmo neperiano de las aportaciones y raíz cuadrada de las aportaciones

		Aportación		Ln de Aportación		Raíz cuadrada de Aportación	
		Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
Media		1125,22	53,87	6,8975	,05154	32,5250	,80856
95% de intervalo de confianza para la media	Lím. Inf.	1018,38		6,7953		30,9214	
	Lím. sup	1232,05		6,9997		34,1286	
Media recortada al 5%		1105,93		6,9085		32,4573	
Mediana		1026,62		6,9340		32,0408	
Varianza		301790		,276		67,993	
Desv. Desviación		549,35		,52557		8,24576	
Mínimo		318,544		5,76		17,85	
Máximo		2468,69		7,81		49,69	
Rango		2150,15		2,05		31,84	
Rango intercuartil		866,89		,82		13,21	
Asimetría		,497	,237	-,266	,237	,133	,237
Curtosis		-,787	,469	-,879	,469	-,990	,469

Y las siguientes representaciones gráficas de frecuencias:

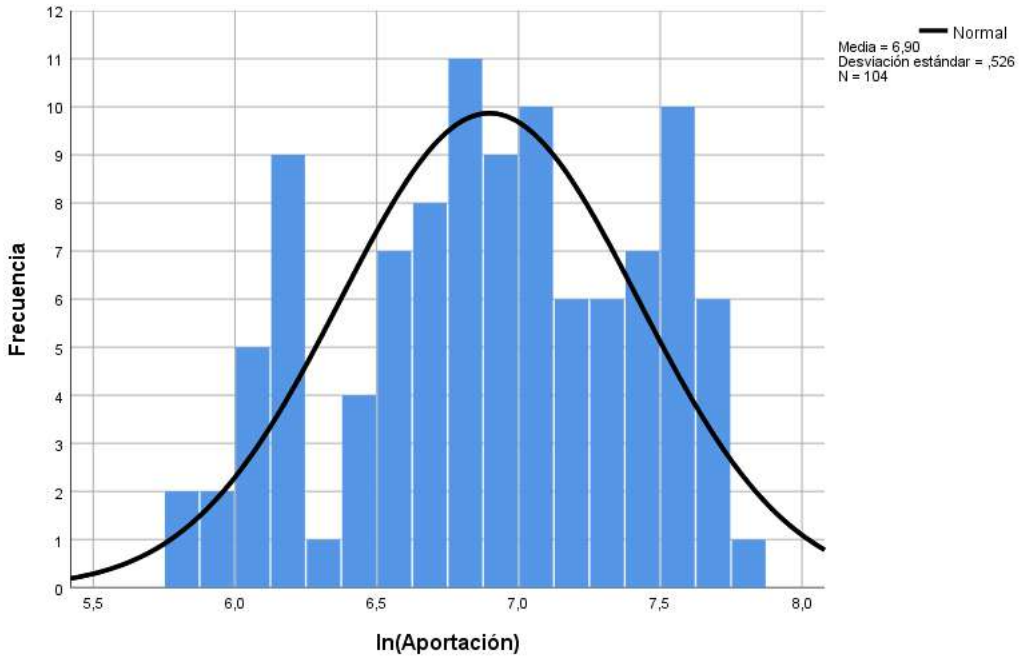


Figura 178. Frecuencias de los logaritmos neperianos de las aportaciones registradas en Entrepeñas y Buendía. En negro la distribución normal correspondiente para la media y desviación típica de la serie.

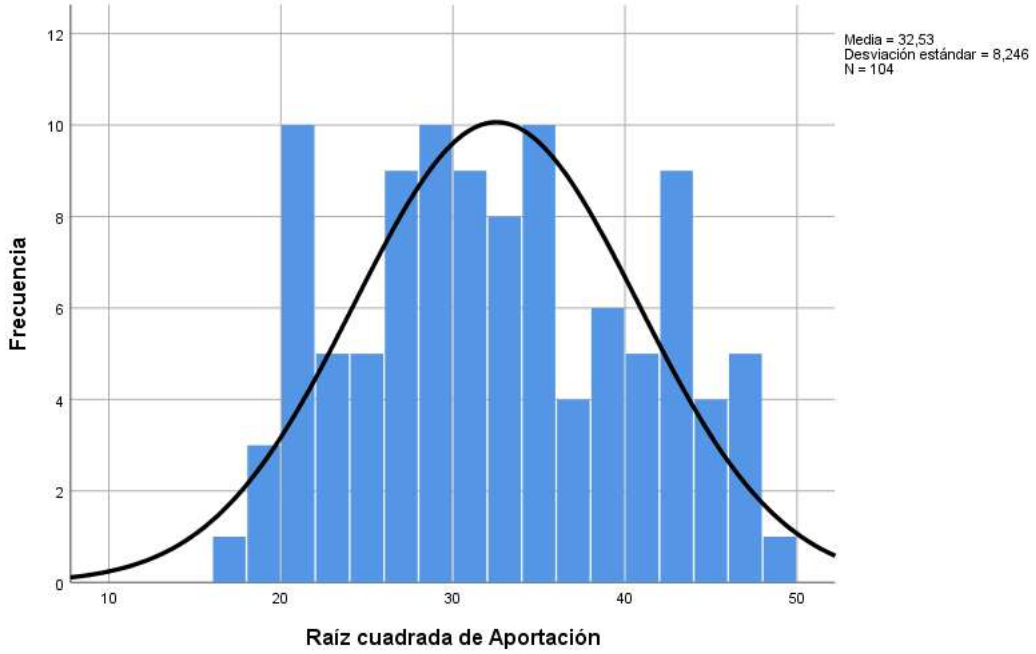


Figura 179. Frecuencias de las raíces cuadradas de las aportaciones registradas en Entrepeñas y Buendía. En negro la distribución normal correspondiente para la media y desviación típica de la serie.

Los estadísticos descriptivos de las series transformadas (por logaritmo o raíz cuadrada) dan unos valores de la curtosis más próximos a la unidad, y menores valores de los coeficientes de asimetría. A su vez, visualmente se aprecia un mejor ajuste a la distribución normal, aunque no perfecto. A continuación se muestra la tabla de resultados de la aplicación de test de normalidad para estas series, en las que se considera como hipótesis H_0 que la serie se ajusta a la distribución normal:

Tabla 46. Test de contraste de la normalidad para las series de aportaciones y su transformaciones por logaritmos naturales y raíz cuadrada

		Aportación	Ln de Aportación	Raíz cuadrada de Aportación
Kolmogorov-Smirnov[a]	Estadístico	,094	,072	,071
	gl	104	104	104
	Sig.	,024	,200*	,200*
Shapiro-Wilk	Estadístico	,945	,965	,967
	gl	104	104	104
	Sig.	,000	,007	,011

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors
gl: grados de libertad

La ejecución de los test de Kolmogorov-Smirnov (con la corrección de Lilliefors) da unos p-valores iguales o superiores al 20% para las series de logaritmos y raíces cuadradas, siendo suficiente para aceptar la hipótesis de normalidad de las series a los efectos de este estudio y tener cierta seguridad en la adecuación de las técnicas empleadas basadas en la distribución normal. No obstante, se incluye en la tabla también, como información adicional, el resultado del test de Shapiro-Wilk, que da valores de los p-valores insuficientes para aceptar la hipótesis. No se toma en consideración para rechazar la hipótesis dado el tamaño de la muestra (104 observaciones), que es inferior a los 500 elementos de muestra mínima considerado por algunos autores (Pedrosa, et al., 2014) como rango de idoneidad de este test, y a que es un test demasiado restrictivo. Así, se asume la hipótesis de normalidad de estas series transformadas amparándose en los resultados del test de Kolmogorov-Smirnov corregido, ampliamente aceptado, si bien

hay que entender que este ajuste a la distribución normal no es perfecto, e incluso sería rebatible si se fijaran condicionantes estrictos.

An.5B. Análisis por periodos

Definición de periodos, estadísticos descriptivos y pruebas de normalidad

Estas series, la original y las transformadas, representan una sucesión cronológica de las aportaciones registradas. Así, se puede factorizar o segmentar en función de periodos de tiempo. En lo que sigue, se plantea su división en tres grupos, en atención a dos fechas en principio arbitrarias: 1958 —puesta en servicio de los embalses de Entrepeñas y Buendía— y 1980 —inicio de la explotación del ATS—. Esta última fecha marca además el conocido como "efecto 80", que incluso tiene su reflejo en la Instrucción de Planificación Hidrológica al dividir entre serie larga (desde 1940) y serie corta (desde 1980). A continuación se muestran los estadísticos descriptivos y los resultados de los test de normalidad de estas series segmentadas por los periodos de tiempo considerados:

Tabla 47. Estadísticos descriptivos de las series de aportaciones, logaritmo neperiano de las aportaciones y raíz cuadrada de las aportaciones, divididas en los periodos 1913-1958, 1958-1980 y 1980-2017

				Periodo		
				1913-1958	1958-1980	1980-2017
Aportación	Media		Estadístico	1291,9016	1436,6127	737,3383
			Desv. Error	82,31234	107,69673	50,22829
	95% de intervalo de confianza para la media	Lím. Inf.	Estadístico	1126,0120	1212,6451	635,4706
		Lím. sup	Estadístico	1457,7912	1660,5803	839,2060
	Media recortada al 5%		Estadístico	1291,5174	1430,1410	725,2510
	Mediana		Estadístico	1213,7670	1458,3900	680,7000
	Varianza		Estadístico	304889,432	255168,888	93346,597
	Desv. Desviación		Estadístico	552,16794	505,14244	305,52675
	Mínimo		Estadístico	351,48	526,99	318,54
	Máximo		Estadístico	2243,58	2468,69	1367,20
	Rango		Estadístico	1892,11	1941,70	1048,66
	Rango intercuartil		Estadístico	1010,04	772,80	495,85
	Asimetría		Estadístico	,097	,204	,631
			Desv. Error	,354	,491	,388
	Curtosis		Estadístico	-1,201	-,651	-,709
			Desv. Error	,695	,953	,759
Ln de Aportación	Media		Estadístico	7,0574	7,2048	6,5203
			Desv. Error	,07358	,08170	,06798
	95% de intervalo de confianza para la media	Lím. Inf.	Estadístico	6,9091	7,0348	6,3825
		Lím. sup	Estadístico	7,2057	7,3747	6,6582
	Media recortada al 5%		Estadístico	7,0831	7,2220	6,5208
	Mediana		Estadístico	7,1015	7,2851	6,5231
	Varianza		Estadístico	,244	,147	,171
	Desv. Desviación		Estadístico	,49362	,38323	,41348
	Mínimo		Estadístico	5,86	6,27	5,76
	Máximo		Estadístico	7,72	7,81	7,22
	Rango		Estadístico	1,85	1,54	1,46
	Rango intercuartil		Estadístico	,78	,56	,71
	Asimetría		Estadístico	-,655	-,581	,070
			Desv. Error	,354	,491	,388
	Curtosis		Estadístico	-,274	,095	-1,040
			Desv. Error	,695	,953	,759

				Periodo		
				1913-1958	1958-1980	1980-2017
Raíz cuadrada de Aportación	Media		Estadístico	35,0550	37,3117	26,6020
			Desv. Error	1,19706	1,45490	,90789
	95% de intervalo de confianza para la media	Lím. Inf.	Estadístico	32,6425	34,2861	24,7607
		Lím. sup	Estadístico	37,4675	40,3373	28,4433
	Media recortada al 5%		Estadístico	35,2503	37,4142	26,4925
	Mediana		Estadístico	34,8392	38,1888	26,0902
	Varianza		Estadístico	64,483	46,568	30,498
	Desv. Desviación		Estadístico	8,03012	6,82407	5,52247
	Mínimo		Estadístico	18,75	22,96	17,85
	Máximo		Estadístico	47,37	49,69	36,98
	Rango		Estadístico	28,62	26,73	19,13
	Rango intercuartil		Estadístico	13,93	10,35	9,34
	Asimetría		Estadístico	-,234	-,159	,360
			Desv. Error	,354	,491	,388
	Curtosis		Estadístico	-,942	-,552	-,958
			Desv. Error	,695	,953	,759

Tabla 48. Resultados de los test de normalidad sobre las de las series de aportaciones, logaritmo neperiano de las aportaciones y raíz cuadrada de las aportaciones, divididas en los periodos 1913-1958, 1958-1980 y 1980-2017

		Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Periodo	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aportación	1913-1958	,112	45	,193	,946	45	,036
	1958-1980	,138	22	,200*	,978	22	,886
	1980-2017	,120	37	,196	,923	37	,014
Ln de Aportación	1913-1958	,100	45	,200*	,930	45	,009
	1958-1980	,124	22	,200*	,965	22	,588
	1980-2017	,109	37	,200*	,962	37	,241
Raíz cuadrada de Aportación	1913-1958	,106	45	,200*	,950	45	,050
	1958-1980	,111	22	,200*	,981	22	,937
	1980-2017	,115	37	,200*	,949	37	,090

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Los resultados de los test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov (con la corrección de Lilliefors) dan valores altos de los p-valores, incluso para la serie de aportaciones sin transformar, mientras que los p-valores del test de Shapiro-Wilk son más variables y mayores que los de las series completas. No obstante, hay que tener en cuenta que estas series son más reducidas, lo que reduce la fiabilidad de estos test.

Comparaciones de medias, medianas y cuartiles

Al comparar los estadísticos descriptivos, destacan los distintos valores de las medias (Figura 180) entre el periodo 1958-1980 (1437 hm³) y el periodo 1980-2017 (737 hm³). Más drástica es la comparación por cuartiles entre los distintos periodos (Figura 181), en la que se aprecia claramente como el intervalo entre los cuartiles 1 y 3 del periodo 1980-2017 se encuentra íntegramente por debajo del análogo en el periodo 1958-1980.

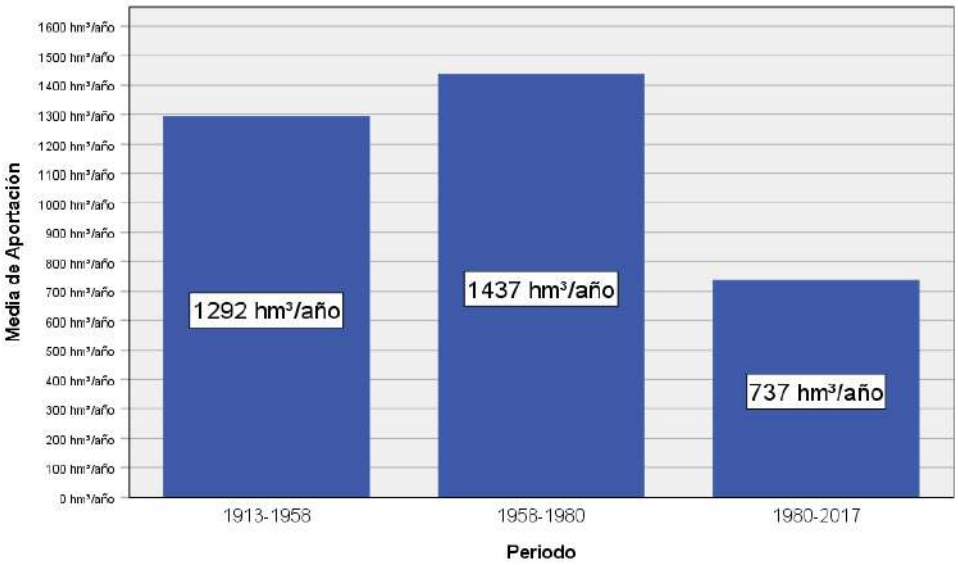


Figura 180. Media de las aportaciones por periodos

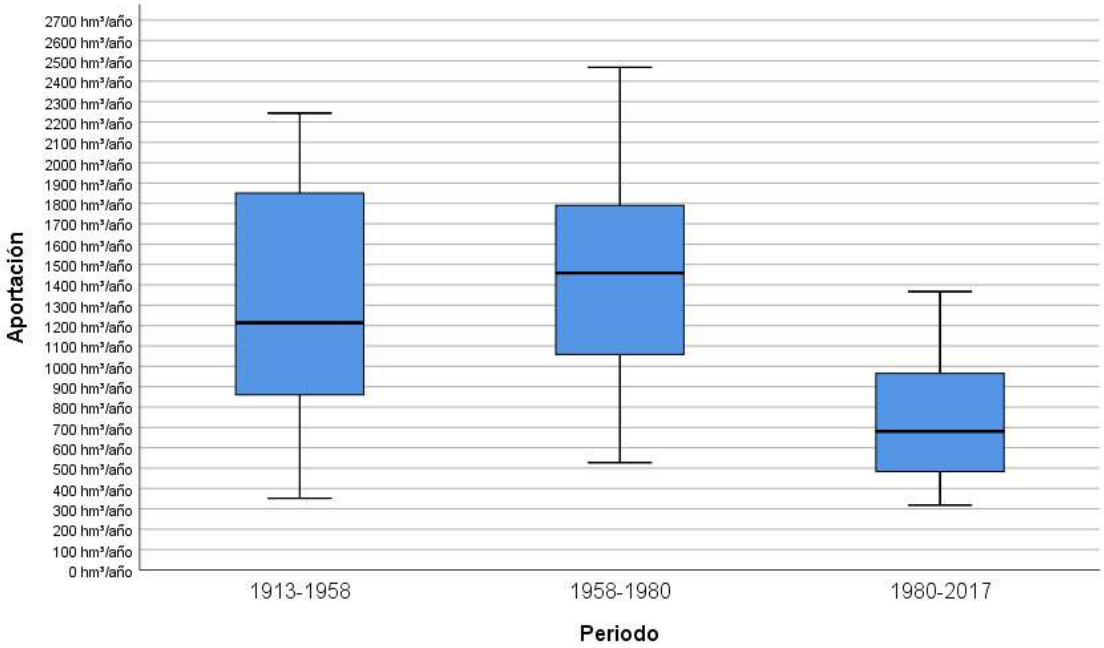


Figura 181. Diagrama de cajas-bigotes de la aportación para los distintos periodos considerados. El bigote inferior representa el mínimo de la serie, la parte inferior de la caja el primer cuartil, la línea negra horizontal la mediana (o segundo cuartil), el borde superior de la caja el tercer cuartil y el bigote superior el máximo.

Esta primera observación alerta de la posibilidad de que la submuestra correspondiente al periodo 1980-2017 sea sustancialmente distinta a las anteriores. En términos estadísticos, puede ser interpretado como que la submuestra del periodo 1980-2017 es realmente una muestra de una población (de aportaciones posibles) diferente a la de las submuestras de los periodos 1913-1958 y 1958-1980. O, expresado en otros términos, refleja la existencia de un comportamiento hidrológico diferente a partir de 1980 con los periodos anteriores. Desde el punto de vista práctico tiene una gran transcendencia en la gestión y la cuantificación de excedentes.

Comparación de las aportaciones clasificadas

Otra forma de ver esta comparación de cuartiles es comparar directamente las curvas de aportaciones clasificadas por el percentil, que se muestra en la Figura 182. Se aprecia claramente como los percentiles de la serie 1980-2017 son claramente inferiores.

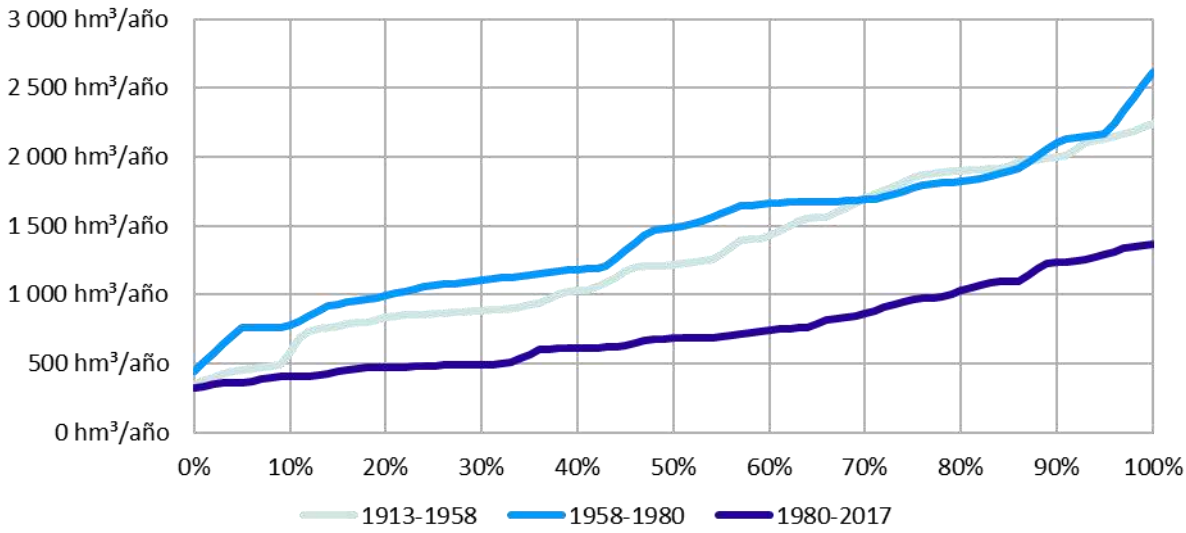


Figura 182. Aportaciones anuales registradas en Entrepeñas y Buendía clasificadas por periodos 1913-1954, 1954-1980 y 1980-2014.

Pruebas paramétricas

Como contraste, se muestra a continuación el resultado de diferentes test, en los que se toma como hipótesis H_0 que las submuestras tienen la misma media. Primeramente, se muestra el resultado de la prueba t para muestras independientes, realizado para las tres series, la original de aportaciones[139] y las transformadas (por logaritmo y raíz cuadrada).

Tabla 49. Resultados de la Prueba *t* de muestras independientes de los periodos 1958-1980 y 1980-2017 de las series de aportaciones y sus transformadas (por logaritmo y raíz cuadrada)

			Aportación	Ln de Aportación	Raíz cuadrada de Aportación
Prueba de Levene de igualdad de varianzas	F		9,100	,193	1,773
	Sig.		,004	,662	,188
¿Se asumen varianzas iguales?			No	Sí	Sí
prueba t para la igualdad de medias	t		5,884	6,314	6,592
	gl		30,293	57	57
	Sig. (bilateral)		1,9E-6	4,4E-8	1,5E-8
	Diferencia de medias		699,274	,684	10,710
	Diferencia de error estándar		118,834	,108	1,625
	95% de intervalo de confianza de la diferencia	456,682	488,424	,467	7,456
		941,867	910,125	,901	13,963

El resultado de este primer test, una prueba *t* para muestra independientes, considerando estas muestras independientes las submuestras de los periodos 1958-1980 y 1980-2017, da unos p-valores ínfimos, próximos a 0, rechazándose por tanto la hipótesis de igualdad de medias. Lo mismo se puede decir del análisis ANOVA[140]

[139] Aunque la serie no se ajuste a la normal, el número de muestras de las comparaciones es superior a 40.
[140] El análisis ANOVA se basa en el supuesto de normalidad de la serie y en la igualdad de varianzas. Como se ha comprobado anteriormente, la serie de aportaciones no puede asimilarse a la normal ni cumple la

Tabla 50. Resultados de la Prueba ANOVA de los periodos 1958-1980 y 1980-2017 de las series de aportaciones y sus transformadas (por logaritmo y raíz cuadrada)

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ln de Aportación	Entre grupos	8,491	2	4,245	21,483	1,683E-8
	Dentro de grupos	19,960	101	,198		
	Total	28,451	103			
Raíz cuadrada de Aportación	Entre grupos	2090,151	2	1045,075	21,484	1,682E-8
	Dentro de grupos	4913,088	101	48,644		
	Total	7003,238	103			

Una vez comprobada la diferencia significativa de las medias, se muestra el resultado para diferentes test paramétricos de comparación por rangos, primero un grupo en el que se asume la existencia de varianzas iguales y un nivel de significación del 5%, y posteriormente otros test que no asumen la igualdad de varianzas.

Tabla 51. Test de rango post hoc y comparaciones múltiples por parejas de rangos, asumiendo la igualdad de varianzas

Variable / Test		(I) Periodo	(J) Periodo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Ln de Aportación	HSD Tukey	1913-1958	1958-1980	-,14734	,11565	,413	-,4224	,1278
			1980-2017	,53707*	,09865	,000	,3024	,7717
		1958-1980	1913-1958	,14734	,11565	,413	-,1278	,4224
			1980-2017	,68441*	,11968	,000	,3997	,9691
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,09865	,000	-,7717	-,3024
			1958-1980	-,68441*	,11968	,000	-,9691	-,3997
	Scheffe	1913-1958	1958-1980	-,14734	,11565	,447	-,4347	,1400
			1980-2017	,53707*	,09865	,000	,2920	,7822
		1958-1980	1913-1958	,14734	,11565	,447	-,1400	,4347
			1980-2017	,68441*	,11968	,000	,3871	,9818
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,09865	,000	-,7822	-,2920
			1958-1980	-,68441*	,11968	,000	-,9818	-,3871
	DMS	1913-1958	1958-1980	-,14734	,11565	,206	-,3768	,0821
			1980-2017	,53707*	,09865	,000	,3414	,7328
		1958-1980	1913-1958	,14734	,11565	,206	-,0821	,3768
			1980-2017	,68441*	,11968	,000	,4470	,9218
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,09865	,000	-,7328	-,3414
			1958-1980	-,68441*	,11968	,000	-,9218	-,4470
	Bonferroni	1913-1958	1958-1980	-,14734	,11565	,617	-,4289	,1342
			1980-2017	,53707*	,09865	,000	,2969	,7772
		1958-1980	1913-1958	,14734	,11565	,617	-,1342	,4289
			1980-2017	,68441*	,11968	,000	,3930	,9758
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,09865	,000	-,7772	-,2969
			1958-1980	-,68441*	,11968	,000	-,9758	-,3930
	Sidak	1913-1958	1958-1980	-,14734	,11565	,499	-,4281	,1334
			1980-2017	,53707*	,09865	,000	,2975	,7766
		1958-1980	1913-1958	,14734	,11565	,499	-,1334	,4281
			1980-2017	,68441*	,11968	,000	,3938	,9750
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,09865	,000	-,7766	-,2975
			1958-1980	-,68441*	,11968	,000	-,9750	-,3938
	Gabriel	1913-1958	1958-1980	-,14734	,11565	,483	-,4237	,1290
			1980-2017	,53707*	,09865	,000	,2980	,7762

prueba de Levenne de igualdad de varianzas, por lo que no es idónea la aplicación del análisis ANOVA y los test paramétricos sobre esta serie.
Sin embargo, con la transformación de la serie, ya sea tomando logaritmos naturales o la raíz cuadrada, si se puede admitir que se cumple la condición de normalidad a la vez que supera la prueba de Levene de igualdad de varianzas, por lo que sobre estas series sí son aplicables el análisis ANOVA y los análisis *post-hoc* paramétricos que se realizan posteriormente.
Así, para evitar confusiones, en los resultados se muestran únicamente las dos series transformadas (logaritmo neperiano de aportación y raíz cuadrada de aportación).

Variable / Test		(I) Periodo	(J) Periodo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
		1958-1980	1913-1958	,14734	,11565	,483	-,1290	,4237
			1980-2017	,68441*	,11968	,000	,3964	,9724
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,09865	,000	-,7762	-,2980
			1958-1980	-,68441*	,11968	,000	-,9724	-,3964
	Hochberg	1913-1958	1958-1980	-,14734	,11565	,496	-,4280	,1333
			1980-2017	,53707*	,09865	,000	,2977	,7765
		1958-1980	1913-1958	,14734	,11565	,496	-,1333	,4280
			1980-2017	,68441*	,11968	,000	,3940	,9748
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,09865	,000	-,7765	-,2977
			1958-1980	-,68441*	,11968	,000	-,9748	-,3940
	T de Dunnett (bilateral)[b]	1913-1958	1980-2017	,53707*	,09865	,000	,3152	,7589
		1958-1980	1980-2017	,68441*	,11968	,000	,4153	,9535
Raíz cuadrada de Aportación	HSD Tukey	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,81441	,430	-6,5727	2,0594
			1980-2017	8,45301*	1,54781	,000	4,7712	12,1349
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,81441	,430	-2,0594	6,5727
			1980-2017	10,70971*	1,87772	,000	6,2431	15,1763
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,54781	,000	-12,1349	-4,7712
			1958-1980	-10,70971*	1,87772	,000	-15,1763	-6,2431
	Scheffe	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,81441	,464	-6,7646	2,2512
			1980-2017	8,45301*	1,54781	,000	4,6075	12,2985
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,81441	,464	-2,2512	6,7646
			1980-2017	10,70971*	1,87772	,000	6,0445	15,3749
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,54781	,000	-12,2985	-4,6075
			1958-1980	-10,70971*	1,87772	,000	-15,3749	-6,0445
	DMS	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,81441	,216	-5,8560	1,3426
			1980-2017	8,45301*	1,54781	,000	5,3826	11,5234
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,81441	,216	-1,3426	5,8560
			1980-2017	10,70971*	1,87772	,000	6,9848	14,4346
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,54781	,000	-11,5234	-5,3826
			1958-1980	-10,70971*	1,87772	,000	-14,4346	-6,9848
	Bonferroni	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,81441	,649	-6,6739	2,1605
			1980-2017	8,45301*	1,54781	,000	4,6849	12,2212
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,81441	,649	-2,1605	6,6739
			1980-2017	10,70971*	1,87772	,000	6,1384	15,2810
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,54781	,000	-12,2212	-4,6849
			1958-1980	-10,70971*	1,87772	,000	-15,2810	-6,1384
	Sidak	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,81441	,519	-6,6621	2,1487
			1980-2017	8,45301*	1,54781	,000	4,6950	12,2110
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,81441	,519	-2,1487	6,6621
			1980-2017	10,70971*	1,87772	,000	6,1507	15,2688
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,54781	,000	-12,2110	-4,6950
			1958-1980	-10,70971*	1,87772	,000	-15,2688	-6,1507
	Gabriel	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,81441	,504	-6,5920	2,0786
			1980-2017	8,45301*	1,54781	,000	4,7017	12,2043
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,81441	,504	-2,0786	6,5920
			1980-2017	10,70971*	1,87772	,000	6,1910	15,2284
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,54781	,000	-12,2043	-4,7017
			1958-1980	-10,70971*	1,87772	,000	-15,2284	-6,1910
	Hochberg	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,81441	,517	-6,6594	2,1460
			1980-2017	8,45301*	1,54781	,000	4,6972	12,2088
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,81441	,517	-2,1460	6,6594
			1980-2017	10,70971*	1,87772	,000	6,1534	15,2660
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,54781	,000	-12,2088	-4,6972
			1958-1980	-10,70971*	1,87772	,000	-15,2660	-6,1534
	T de Dunnett (bilateral)[b]	1913-1958	1980-2017	8,45301*	1,54781	,000	4,9725	11,9335
		1958-1980	1980-2017	10,70971*	1,87772	,000	6,4873	14,9321

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

b. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como un control, y comparan todos los demás grupos con este.

Tabla 52. Test de rango post hoc y comparaciones múltiples por parejas de rangos, sin asumir la igualdad de varianzas

Variable dependiente		(I) Periodo	(J) Periodo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
Ln de Aportación	Tamhane	1913-1958	1958-1980	-,14734	,10996	,461	-,4185	,1239
			1980-2017	,53707*	,10018	,000	,2928	,7814
		1958-1980	1913-1958	,14734	,10996	,461	-,1239	,4185
			1980-2017	,68441*	,10628	,000	,4213	,9476
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,10018	,000	-,7814	-,2928
			1958-1980	-,68441*	,10628	,000	-,9476	-,4213
	T3 Dunnett	1913-1958	1958-1980	-,14734	,10996	,456	-,4182	,1235
			1980-2017	,53707*	,10018	,000	,2930	,7812
		1958-1980	1913-1958	,14734	,10996	,456	-,1235	,4182
			1980-2017	,68441*	,10628	,000	,4216	,9472
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,10018	,000	-,7812	-,2930
			1958-1980	-,68441*	,10628	,000	-,9472	-,4216
	Games-Howell	1913-1958	1958-1980	-,14734	,10996	,380	-,4126	,1179
			1980-2017	,53707*	,10018	,000	,2978	,7763
		1958-1980	1913-1958	,14734	,10996	,380	-,1179	,4126
			1980-2017	,68441*	,10628	,000	,4272	,9416
		1980-2017	1913-1958	-,53707*	,10018	,000	-,7763	-,2978
			1958-1980	-,68441*	,10628	,000	-,9416	-,4272
Raíz cuadrada de Aportación	Tamhane	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,88406	,556	-6,9161	2,4027
			1980-2017	8,45301*	1,50240	,000	4,7867	12,1193
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,88406	,556	-2,4027	6,9161
			1980-2017	10,70971*	1,71493	,000	6,4226	14,9969
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,50240	,000	-12,1193	-4,7867
			1958-1980	-10,70971*	1,71493	,000	-14,9969	-6,4226
	T3 Dunnett	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,88406	,550	-6,9098	2,3964
			1980-2017	8,45301*	1,50240	,000	4,7897	12,1163
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,88406	,550	-2,3964	6,9098
			1980-2017	10,70971*	1,71493	,000	6,4305	14,9889
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,50240	,000	-12,1163	-4,7897
			1958-1980	-10,70971*	1,71493	,000	-14,9889	-6,4305
	Games-Howell	1913-1958	1958-1980	-2,25670	1,88406	,460	-6,8119	2,2985
			1980-2017	8,45301*	1,50240	,000	4,8631	12,0429
		1958-1980	1913-1958	2,25670	1,88406	,460	-2,2985	6,8119
			1980-2017	10,70971*	1,71493	,000	6,5239	14,8955
		1980-2017	1913-1958	-8,45301*	1,50240	,000	-12,0429	-4,8631
			1958-1980	-10,70971*	1,71493	,000	-14,8955	-6,5239

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Estas pruebas reflejan la falta de significancia de la hipótesis de igualdad de medias, en cualquiera de las dos series transformadas consideradas, entre el periodo 1980-2017 y cualquiera de los otros dos, mientras que entre los periodos 1913-1958 y 1958-1980 se puede admitir. Resultado que puede ser trasladado a la serie original.

Pruebas no paramétricas

Sobre la serie de aportaciones sin transformar, de la que no se puede asumir su ajuste a una distribución normal, se pueden realizar test no paramétricos. La propia Figura 181 es significativa, pues muestra como el tercer cuartil de la submuestra del periodo 1980-2017 se encuentra por debajo del primer cuartil del periodo 1958-1980. Completando esta visión, se muestra a continuación los resultados del test de las medianas:

Tabla 53. Resultados del test no paramétrico de la mediana sobre la serie de aportaciones

Muestra 1 / Muestra 2	Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada[a]
1980-2017 / 1913-1958	11,081	,001	,003
1980-2017 / 1958-1980	19,436	,000	,000
1913-1958 / 1958-1980	,367	,545	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.
Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Se puede rechazar la hipótesis de igualdad de medianas, al tener p-valores próximos a 0. De igual manera, se muestran a continuación los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes, que refleja que la distribución de la serie aportaciones es diferente entre el periodo 1980-2017 y cualquiera de los otros dos considerados:

Tabla 54. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis sobre la serie de Aportaciones

Muestra 1 / Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada[a]
1980-2017 / 1913-1958	30,913	6,695	4,618	,000	,000
1980-2017 / 1958-1980	39,044	8,121	4,808	,000	,000
1913-1958 / 1958-1980	-8,131	7,848	-1,036	,300	,900

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.
Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.
a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En las siguientes se muestran los resultados de cuatro test no paramétricos sobre la serie de aportaciones, pero comparando únicamente los periodos 1958-1980 y 1980-2017[141]:

Tabla 55. Resumen de prueba de rachas de Wald-Wolfowitz de muestras independientes entre los periodos 1958-1980 y 1980-2017

N total	59
Estadístico de prueba[a]	18,000
Error estándar	3,557
Estadístico de prueba estandarizado	-2,978
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,001

a. La estadística de la prueba es el número de rachas.

Tabla 56. Resumen de prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes entre los periodos 1958-1980 y 1980-2017

N total	59
U de Mann-Whitney	96,000
W de Wilcoxon	799,000
Estadístico de prueba	96,000
Error estándar	63,797
Estadístico de prueba estandarizado	-4,875
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

Tabla 57. Resumen de prueba Kolmogorov-Smirnov de muestras independientes entre los periodos 1958-1980 y 1980-2017

N total		59
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,612
	Positivo	,612
	Negativo	,000
Estadístico de prueba		2,272
Sig. asintótica (prueba bilateral)		,000

[141] El software empleado realiza estos test para dos muestras. Podían repetirse para las otras dos comparaciones posibles, pero no aportan información adicional y sobrecargan los resultados

Tabla 58. Resumen de prueba Moses de reacción extrema de muestras independientes entre los periodos 1958-1980 y 1980-2017

N total		59
Grupo de control observado	Estadístico de prueba[a]	46,000
	Sig. exacta (prueba unilateral)	,006
Grupo de control recortado	Estadístico de prueba[a]	34,000
	Sig. exacta (prueba unilateral)	,000
Recorte de valores atípicos de cada extremo		1,000

a. La estadística de la prueba es la amplitud.

La prueba de Mosses indica que los rangos de los periodos 1958-1980 y 1980-2017 de la serie de aportaciones son diferentes, mientras que las pruebas de Wald-Wolfowitz, U de Mann-Whitney y Kolmogorov-Smirnov reflejan que tienen distribuciones diferentes.

Recopilando, todos los contrastes realizados, ya sean no paramétricos aplicados directamente sobre la serie de aportaciones, como los paramétricos aplicados sobre la serie de aportaciones transformada mediante logaritmos o raíz cuadrada, coinciden en el destacar que las aportaciones del periodo 1980-2017 debe ser tratada como una muestra de una población diferente a la del periodo 1958-1980 y, en las que se ha realizado el contraste, del periodo 1913-1958. Sin entrar en las causas físicas o antrópicas que están detrás, estadísticamente se puede establecer que las aportaciones registradas a partir de 1980 son diferentes a las registradas con anterioridad.

An.5C. Análisis de tendencias

En los análisis anteriores, sólo se ha considerado el elemento temporal para la división por periodos. Un primer análisis temporal de tendencia se puede hacer dibujando sobre las aportaciones registradas (representadas en la Figura 176) la media móvil de las aportaciones de los diez años anteriores, que se muestra en la Figura 183. Esta media móvil se puede interpretar como un indicador de tendencia:

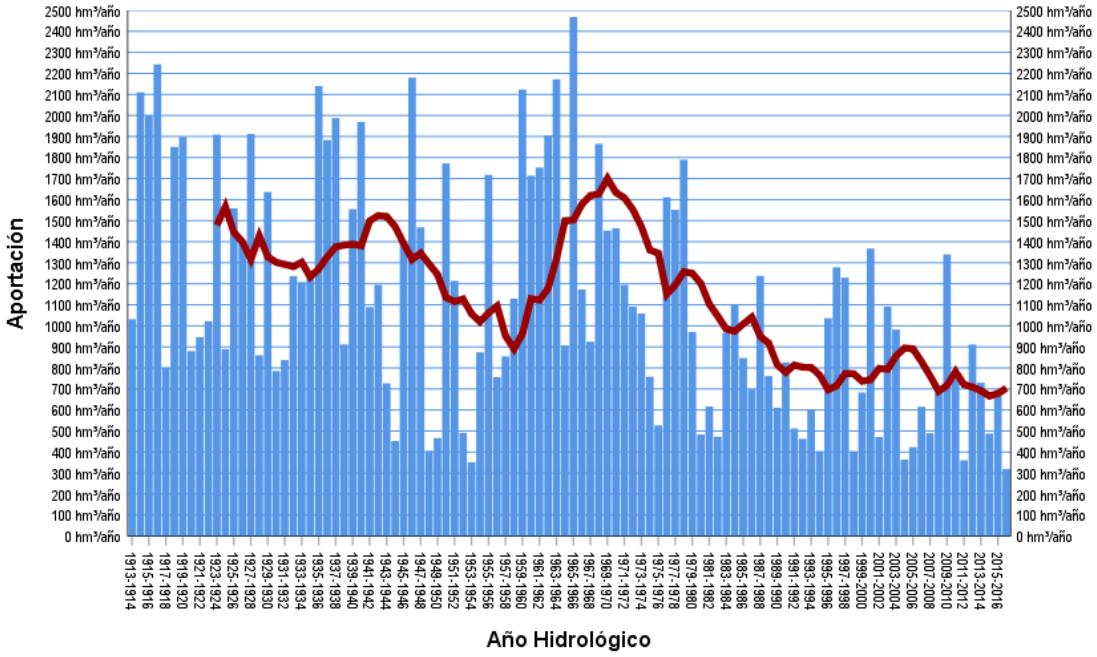


Figura 183. En las barras azules, aportación en Entrepeñas y Buendía por año hidrológico. La linea roja representa la media móvil de las aportaciones de los diez años anteriores

Un aspecto relevante es la escasez de tramos horizontales en esta tendencia, o lo que es lo mismo, a lo largo de la serie se han ido sucediendo momentos de tendencias crecientes con tendencias decrecientes, con preponderancia de éstas últimas.

Centrando el análisis únicamente en las aportaciones posteriores a 1980 (Figura 184), la media de aportaciones tiene menos amplitud en las subidas y bajadas. Pero se puede apreciar cómo a lo largo de la serie, se han ido presentando varios mínimos (marcados en dorado en la gráfica). También en la línea de las medias móviles de 10 años se aprecia que con el avance de los años, se alcanzan nuevos mínimos, lo que da una tendencia descendente de la serie, disimulada en parte por las aportaciones del periodo 1996-2004.

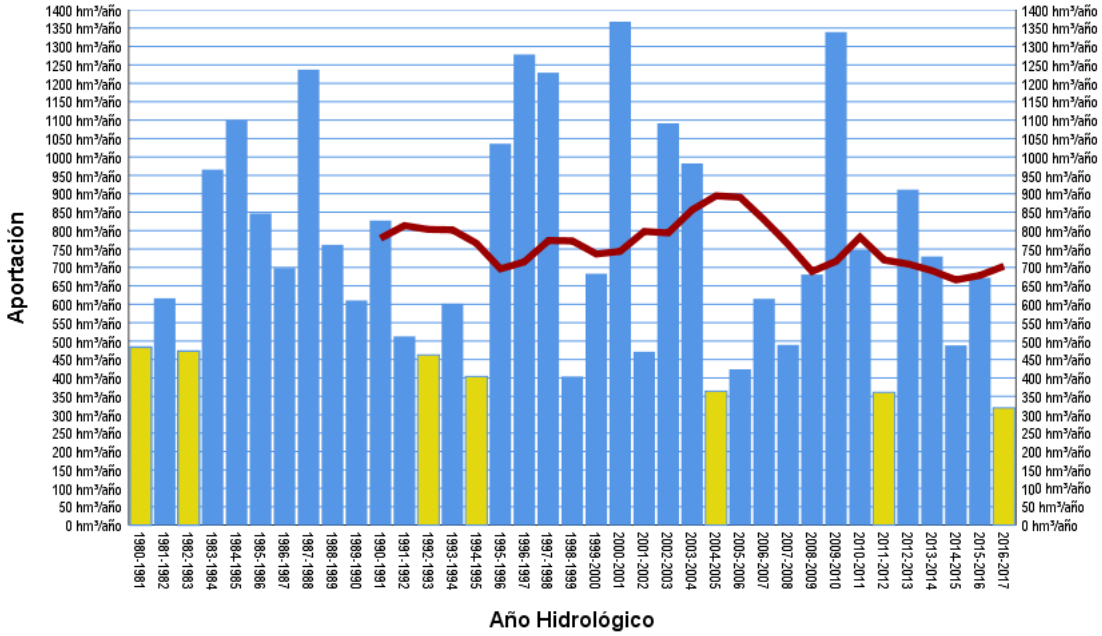
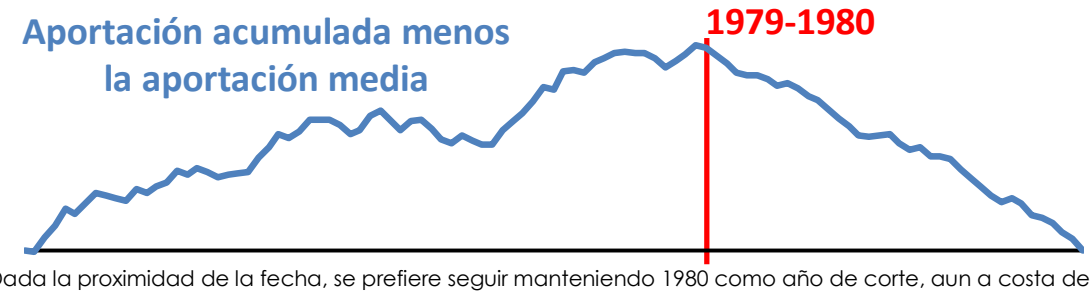


Figura 184. Similar a la Figura 183, pero únicamente en el periodo 1980-2017. Las barras azules representan la aportación en Entrepeñas y Buendía por año hidrológico, destacándose en color dorado los mínimos de la serie que se han ido presentando cronológicamente. La linea roja representa la media móvil de las aportaciones de los diez años anteriores

Plantear con estos datos prognosis a futuro de la serie es algo arriesgado y poco significativo. Es posible, y sería deseable, una recuperación de las aportaciones. Pero el análisis y observación de la serie aconseja un planteamiento más pesimista. La media de las aportaciones desde 1980[142] es de casi la mitad de las registradas entre la puesta

[142] Como se ha comentado antes, la elección del año 1980 es arbitraria. (Terrero Guerra, 2016), que analiza un problema similar paro la serie restituida a régimen natural (SIMPA), establece el cambio de tendencia en el año 1979. Este hecho se aprecia también en la serie aforada al visualizar la evolución de la aportación acumulada menos la media de la serie en todo el periodo, con un máximo absoluto en el año 1978-1978 y un incremento de pendiente descendente en 1979-1980:



Dada la proximidad de la fecha, se prefiere seguir manteniendo 1980 como año de corte, aun a costa de perder un año de la muestra, por un efecto sicológico de tomar un número redondo y ser una fecha tomada generalmente como punto de inflexión, ya sea en el mencionado efecto 80 como en la propia Instrucción de Planificación Hidrológica, que plantea la serie corta a partir de 1980.

en funcionamiento de Entrepeñas y Buendía (1958) y 1980. Desde 1980 se han batido mínimos sucesivamente hasta en 6 ocasiones. La media de aportaciones de 10 años también va bajando los mínimos. Es decir, que las aportaciones anteriores a 1980 no caracterizan la situación actual, y sobre las aportaciones registradas desde 1980 se puede intuir, dentro de las oscilaciones de las aportaciones entre un año y otro, una tendencia decreciente.

An.5D. Relación entre las aportaciones mensuales

En el RD 773/2014 se incluye una predicción de las aportaciones para los tres meses siguientes basada en la del mes actual. Realizando una correlación entre las aportaciones de cada mes en el periodo 1980-2017 se tiene la siguiente tabla de coeficientes de correlación de Pearson:

Tabla 59. Tabla de coeficientes de correlación de Pearson para las aportaciones mensuales, en el periodo 1980-2017

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Oct	1	0,450	-0,077	-0,250	-0,283	-0,267	0,097	0,105	0,022	0,072	0,055	-0,013
Nov	0,450	1	0,508	0,201	0,126	0,111	0,148	0,222	0,025	0,053	0,045	0,205
Dic	-0,077	0,508	1	0,789	0,462	0,283	0,116	0,289	0,269	0,272	0,299	0,452
Ene	-0,250	0,201	0,789	1	0,662	0,508	0,184	0,220	0,168	0,228	0,272	0,417
Feb	-0,283	0,126	0,462	0,662	1	0,583	0,357	0,302	0,153	0,270	0,219	0,402
Mar	-0,267	0,111	0,283	0,508	0,583	1	0,555	0,270	0,058	0,094	0,147	0,445
Abr	0,097	0,148	0,116	0,184	0,357	0,555	1	0,642	0,379	0,356	0,448	0,543
May	0,105	0,222	0,289	0,220	0,302	0,270	0,642	1	0,785	0,644	0,752	0,672
Jun	0,022	0,025	0,269	0,168	0,153	0,058	0,379	0,785	1	0,863	0,924	0,678
Jul	0,072	0,053	0,272	0,228	0,270	0,094	0,356	0,644	0,863	1	0,877	0,744
Ago	0,055	0,045	0,299	0,272	0,219	0,147	0,448	0,752	0,924	0,877	1	0,780
Sep	-0,013	0,205	0,452	0,417	0,402	0,445	0,543	0,672	0,678	0,744	0,780	1

Obviamente, los valores de la diagonal de esta tabla son 1, pues representa la correlación de cada mes consigo mismo. Si ampliamos esta diagonal un mes por cada lado, se tiene una franja con coeficientes de correlación altos en la mayoría de los meses, bajando estos valores conforme nos alejamos de la diagonal.

Esto significa que podemos tener cierta capacidad predictiva del valor de las aportaciones del mes siguiente, pero con cierto margen de error. Para visualizarlo, en la siguiente figura se muestra una matriz de las relaciones para cada par de meses:

Figura 185. Relación entre las aportaciones mensuales, en el periodo 1980-2017

Ahora bien, en el RD 773/2014 no se plantea una predicción lineal, sino potencial, del estilo "$y = a \cdot x^b$". Esta relación no está caracterizada por las correlaciones entre las variables, sino por las correlaciones entre los logaritmos de las variables[143], cuyos coeficientes de correlación de Pearson y relaciones gráficas se exponen a continuación:

Tabla 60. Tabla de coeficientes de correlación de Pearson para los logaritmos neperianos de las aportaciones mensuales, en el periodo 1980-2017

	LnOct	LnNov	LnDic	LnEne	LnFeb	LnMar	LnAbr	LnMay	LnJun	LnJul	LnAgo	LnSep
LnOct	1	0,562	0,094	-0,189	-0,280	-0,266	0,038	0,066	0,032	0,124	0,091	0,061
LnNov	0,562	1	0,499	0,224	0,121	0,118	0,091	0,151	0,013	0,057	0,045	0,141
LnDic	0,094	0,499	1	0,799	0,529	0,392	0,243	0,390	0,383	0,398	0,431	0,576
LnEne	-0,189	0,224	0,799	1	0,766	0,619	0,334	0,369	0,332	0,403	0,416	0,544
LnFeb	-0,280	0,121	0,529	0,766	1	0,741	0,467	0,408	0,251	0,325	0,300	0,407
LnMar	-0,266	0,118	0,392	0,619	0,741	1	0,601	0,437	0,236	0,276	0,314	0,516
LnAbr	0,038	0,091	0,243	0,334	0,467	0,601	1	0,777	0,539	0,521	0,548	0,586
LnMay	0,066	0,151	0,390	0,369	0,408	0,437	0,777	1	0,816	0,731	0,785	0,695
LnJun	0,032	0,013	0,383	0,332	0,251	0,236	0,539	0,816	1	0,886	0,915	0,691
LnJul	0,124	0,057	0,398	0,403	0,325	0,276	0,521	0,731	0,886	1	0,942	0,782
LnAgo	0,091	0,045	0,431	0,416	0,300	0,314	0,548	0,785	0,915	0,942	1	0,796
LnSep	0,061	0,141	0,576	0,544	0,407	0,516	0,586	0,695	0,691	0,782	0,796	1

[143] Tomando logaritmos a la expresión "$y = a \cdot x^b$", se tiene "$\ln(y) = b \cdot \ln(a) + b \cdot \ln(x)$", que es una relación lineal entre los logaritmos de x e y.

Figura 186. Relación entre los logaritmos neperianos de las aportaciones mensuales, en el periodo 1980-2017

Se observa unos valores más altos de los coeficientes de correlación de Pearson que en el caso de la comparación directa de las aportaciones, a la vez que se aprecia una agrupación más lineal en la comparación entre logaritmos de las variables.

Así, la expresión potencial planteada en el RD 773/2014 tiene una mejor capacidad predictiva que la lineal. Sin embargo, aunque entre algunos meses se alcancen valores altos del coeficiente de correlación (por ejemplo entre julio y agosto), no son generalizados para todos los meses. Así, aunque legalmente esté establecida la predicción de aportaciones para tres o seis meses, no puede afirmarse que la misma sea fiable.

An.5E. Observaciones destacadas

Recopilando lo tratado en el anejo, se pueden sacar las siguientes ideas:

- Hay evidencia estadística de que la serie de aportaciones del periodo 1980-2017 tiene un comportamiento diferente de las aportaciones registradas en el periodo 1913-1980.
- La media y cuartiles anteriores a 1980 son significativamente superiores a los que se dan a partir de 1980.
- Por tanto, utilizar los valores de aportaciones anteriores a 1980 para fijar parámetros de la gestión —como se realiza en el RD 773/2014—, da lugar a planteamientos de explotación más agresivos que los que se tienen usando la serie 1980-2017.
- No sabemos cuáles serán las aportaciones que se registren en años venideros, pero teniendo en cuenta la amplitud de la serie 1980-2017 (37 años), lo prudente es considerar que se continúa en el mismo ciclo, por lo que no deberían tenerse

en consideración las aportaciones anteriores a 1980 para fijar aspectos de la gestión.

- Considerar una serie de aportaciones de valores sensiblemente mayores a los que se registran lleva a un escenario de sobreexplotación. Los excedentes previstos o expectativas de trasvase son superiores a las disponibilidades, siendo el sistema incapaz de almacenar en los máximos para atender los mínimos.
- A su vez, parece intuirse que la serie de aportaciones 1980-2017 tiene una tendencia decreciente. La alta variabilidad de los valores registrados dificulta la cuantificación de esta tendencia, pero un hecho significativo es que conforme se ha ido avanzando en el tiempo a lo largo de la serie, en 6 años se han registrados mínimos inferiores a los que se tenían antes (puestos de manifiesto en la Figura 184), con una reducción del mínimo anual del orden del 30%.
- Si esta reducción de aportaciones producida corresponde al cambio climático o a otras causas, está fuera del alcance de este estudio. Un planteamiento prudente tendría en cuenta que el cambio climático puede agravar los aspectos negativos de la serie, tanto en lo referente a la cuantía de las aportaciones, como a la ampliación de la duración de los periodos secos.
- Por otra parte, puesto que en el RD 773/2014 se plantea una predicción de las aportaciones de los meses siguientes a partir de las del mes actual, se ha realizado un análisis de correlación entre las aportaciones mensuales de la serie de aportaciones 1980-2017. Se aprecia como entre algunos meses próximos se tiene una correlación relativamente alta, pero insuficiente para predecir con precisión las aportaciones de los meses siguientes.

Anejo 6. Resultados de las simulaciones

En el primer apartado de este anejo (An.6A) se realiza la estimación de los desembalses necesarios desde Entrepeñas y Buendía para atender los usos del Tajo en las simulaciones de la determinación de excedentes para dos casos o hipótesis distintas, correspondientes a si no se han implantado los caudales ecológicos en el río Tajo —que por tanto no serían puramente los excedentes— o con el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas Importantes aprobado en noviembre de 2010. Adviértase que esta estimación de las necesidades de desembalse hacia el Tajo sólo es útil para las simulaciones en las que se pretende evaluar la caracterización de excedentes propuestas. Para las simulaciones destinadas a la valoración de las Reglas de Explotación y su propuesta de mejora, de conformidad a la legislación, se utilizan en su lugar los desembalses de referencia.

En los apartados siguientes de este anejo (a partir de An.6B), se incluyen gráficos y tablas alfanuméricas de los resultados de las simulaciones. En las mismas, las salidas de los embalses de Entrepeñas y Buendía figuran con signo negativo (trasvase, evaporación, necesidades y salidas al Tajo).

Los cálculos se realizan a nivel mensual. Teniendo en cuenta la duración de la serie (104 años) da lugar a 1248 registros mensuales por simulación. Se trata de tablas largas, ocupando infinidad páginas, con números que en sí mismo aportan poca información. Así, se ha tomado el criterio de no incluirla, salvo en An.6C[144] que se hace a modo de ejemplo, limitándola a los primeros y últimos años, con el fin de apreciar la sistemática del cálculo.

Las tablas que se incluyen para cada simulación son los datos anuales y un resumen de estadísticos.

An.6A. Estimación de las demandas variables del Tajo a partir de las entradas en Entrepeñas y Buendía

Concepto

El lugar idóneo para realizar la determinación de excedentes es el plan de cuenca del Tajo, pues en el mismo se realiza una evaluación y caracterización de los recursos y usos de la cuenca, que son las variables de entrada en el sistema. Sin embargo, para realizarlo desde fuera del plan, como es el caso de este trabajo y de las justificaciones de excedentes de 1997 y 2013 (*JE1997* y *JE2013*), es necesario estimar estas aportaciones y demandas de alguna manera,

Para las aportaciones, en el caso particular de los embalses de la cabecera del Tajo, se tiene la fortuna de disponer de una amplia serie aforada. Sin embargo, para la determinación de las necesidades del Tajo dependientes de estos embalses es preciso realizar unas estimaciones. En *JE1997* y *JE2013* se consideraban únicamente los usos consuntivos entre Bolarque y Aranjuez y el mantenimiento del caudal mínimo legal de 6 m³/s en el Tajo en Aranjuez, entendiendo —o imponiendo— que los usos aguas abajo de Aranjuez debían ser atendidos desde otras fuentes. Es más, esta estimación de demandas se puede considerar como una limitación, ya sea como una especie de buenas prácticas en el caso de la *JE1997* —como se indica en el Libro Blanco del Agua—

[144] No se hace en la primera, An.6B, por su singularidad. En su lugar se ha preferido hacerlo en la primera en la que se estudian como tal las reglas de explotación.

o directamente incluida con rango de Ley a partir de 2013 —desembalses de referencia—.

Sin embargo, este escenario de demanda constante y desembalses al Tajo limitados es poco realista, como se puede comprobar en los escasos seis datos que facilita la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT) en el *Informe de seguimiento del Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2015-2021 de 5 de octubre de 2017* (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2017):

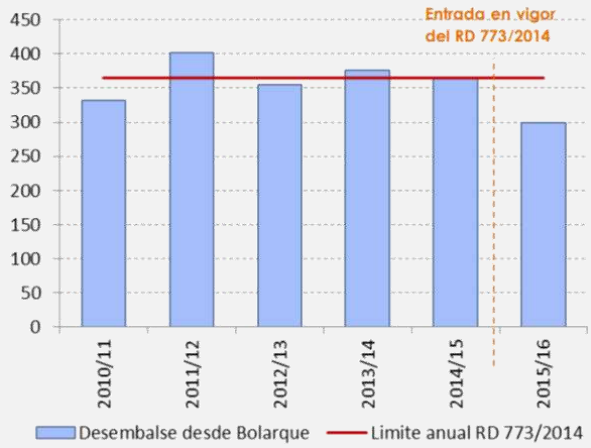


Figura 187. Reproducción de la "Figura 40. Desembalses anuales desde el embalse de Bolarque (valores en hm³)" del "Informe de seguimiento del Plan hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2015-2021 de 5 de octubre de 2017" (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2017)

Si bien a simple vista puede parecer que estas oscilaciones no son grandes, convine hacer una matización sobre los desembalses desde Bolarque. La gráfica muestra los volúmenes aforados a la salida de Bolarque, que es lo que la Ley marca que tienen que ser inferiores a los desembalses de referencia. Valores de aforo y cumplimiento de la legislación que no se ponen en duda. No obstante, por los valores facilitados en el SAIH del Tajo se observa que los valores de los caudales del Tajo a su paso por Almoguera son sensiblemente superiores a los desembalses de Bolarque que facilita la propia CHT en sus partes semanales. Por ejemplo, en el año hidrológico 2015-2016 el volumen medido a la salida de Bolarque, en función de los partes semanales de la CHT, fue de 300 hm³, que coincide con el reflejado en la gráfica. Sin embargo, integrando los valores dados por el SAIH a lo largo del año hidrológico, resulta un volumen de 368 hm³ en Almoguera. Se trata de una diferencia muy elevada teniendo en cuenta la proximidad entre Almoguera y Bolarque y la escasa cuantía de las aportaciones intermedias. Una hipótesis coherente es que este incremento de caudal procede en su mayor parte de las filtraciones de Entrepeñas y Bolarque, que salen al río Tajo entre Bolarque y Almoguera.

A efectos de simulación, estas filtraciones que salen al propio río Tajo son consideradas como desembalses hacia el Tajo, por lo que no parece adecuado comparar —se insiste que a efectos de simulación— los valores facilitados por la CHT en su informe de seguimiento con los desembalses de referencia establecidos.

En el borrador del plan del Tajo de 2011 (BPHT2011), para abordar la determinación del carácter excedentario de las aguas se consideraban las aportaciones y detracciones que había en el río Tajo entre Bolarque y Talavera de la Reina, evaluadas a partir del modelo realizado en AquatoolDMA para soportar la asignación de recursos a los usos. De manera que, a partir de estos valores se estimaba para cada hipótesis considerada los desembalses necesarios desde Entrepeñas y Buendía. Así, en las tablas resúmenes facilitadas en el *Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas*

de la cabecera del Tajo y de la evaluación de excedentes del BPHT2011 (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2011) se tiene una relación por cada año hidrológico de la simulación de la aportación considerada en Entrepeñas y Buendía y sus desembalses estimados hacia el Tajo.

En este trabajo, a efectos de probar y mostrar la metodología planteada y dar como resultado una determinación de excedentes próxima a la que se obtendría dentro del proceso de planificación de la cuenca del Tajo, se plantea una ley de demandas estimada a partir de la regresión de las aportaciones y desembalses en las hipótesis de BPHT2011.

Estimación de desembalses para la simulación del caso 1 (sin implantar el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo)

Para este caso, sin que esté implantado el régimen de caudales ecológicos se toma como referencia el escenario H20mod del BPHT2011. En la Figura 188 se muestra gráficamente la relación entre las aportaciones en Entrepeñas y Buendía consideradas y los desembalses necesarios hacia el Tajo en dicho escenario, acompañado de una recta de regresión.

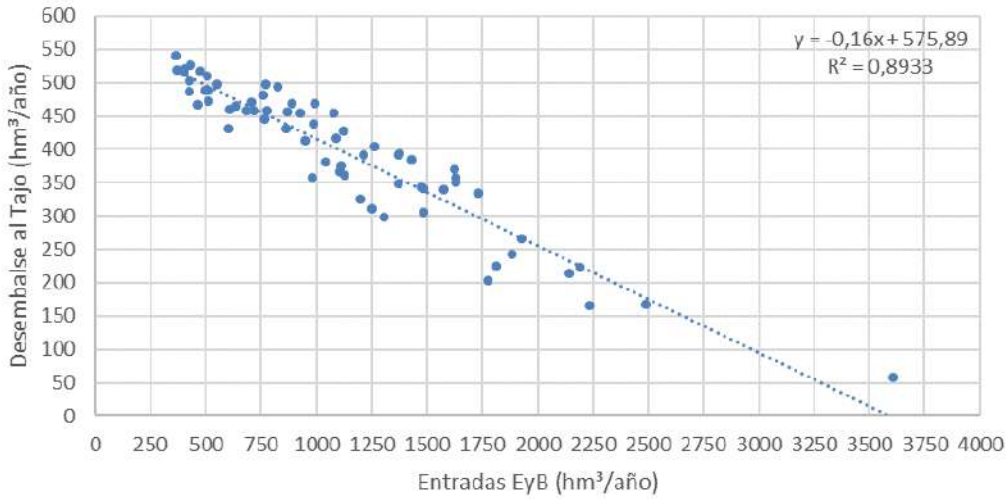


Figura 188. Relación entre aportaciones en Entrepeñas y Buendía y desembalses necesarios hacia el Tajo en el escenario H20mod del "Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas de la cabecera del Tajo y de la evaluación de excedentes" del borrador del plan hidrológico del Tajo de 2011

Esta recta de regresión (limitada por un desembalse máximo y mínimo) es la ley de demandas considerada (Figura 189)

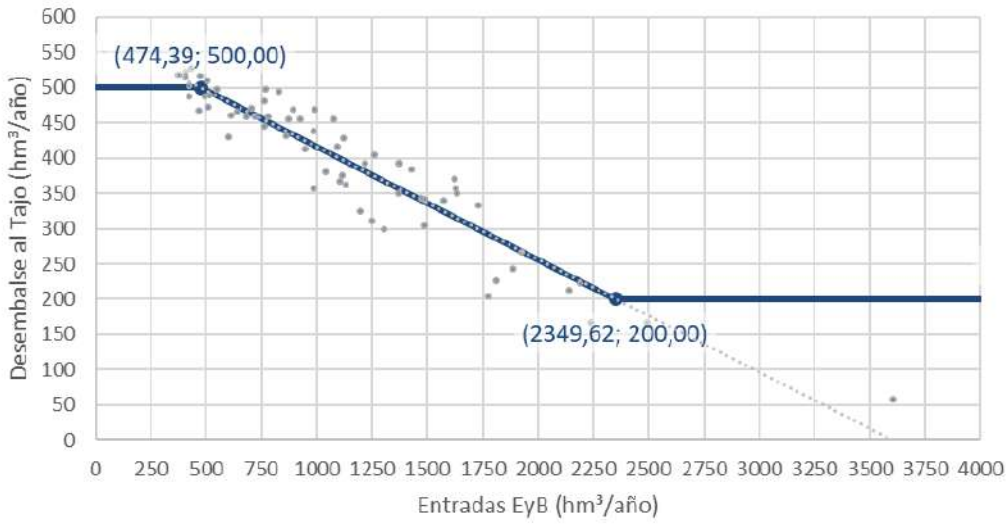


Figura 189. Ley de demandas anuales (línea gruesa azul) planteadas para el caso 1 (sin tener implantado el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010), sobre la base de la Figura 188

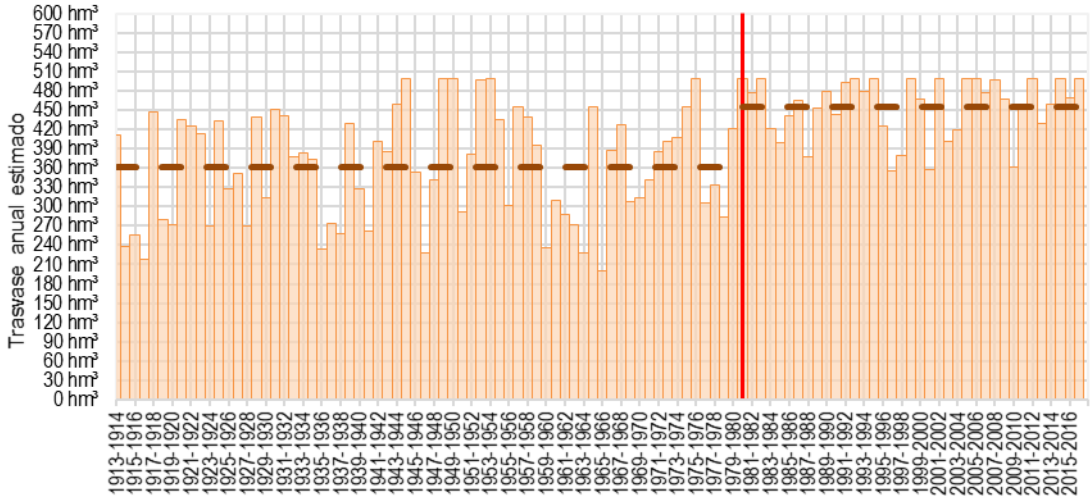


Figura 190. Demandas anuales consideradas en el caso 1 (sin tener implantado el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010). A trazos, los valores medios en cada periodo (1913-1980 y 1980-2017)

Aplicada esta Ley a las aportaciones registradas, quedan unas demandas anuales representadas en la Figura 190. Con este criterio, similar a realidad, se observa que cuando menos aportaciones, más demanda. Para el periodo 1913-1980, con aportaciones mayores, las necesidades del Tajo son menores; en el periodo 1980-2017, de menores aportaciones, las necesidades de desembalse son mayores, 455 hm³ de valor medio, superior al valor máximo de los desembalses de referencia (425 hm³/año, contando con la toma del Canal de Isabel II).

En cuanto al reparto intra-anual de las demandas, se considera el mismo criterio planteado en el An.3D, consistente en considerar un caudal de base para atender el caudal mínimo en Aranjuez y el resto de la demanda distribuirlo entre los meses conforme al reparto de la Figura 147 en el citado anejo, calculada para que con una demanda de 365 hm³/año del reparto de los desembalses de referencia del punto 1 del artículo 4 del RD 773/2014. En la Tabla 61 se muestran los valores resultantes para cada mes de la serie considerada.

Tabla 61. Estimación de desembalses desde Entrepeñas y Buendía hacia el Tajo requeridos para atender las necesidades de la cuenca del Tao, sin tener implantado el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010 (caso 1).

Año hidrológico	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
1913-1914	27,33	18,64	19,76	19,76	18,91	24,81	24,94	34,90	48,90	71,47	60,12	41,34	**410,88**
1914-1915	18,56	16,24	16,89	16,89	15,49	18,01	17,63	20,24	22,94	28,34	25,83	21,26	**238,32**
1915-1916	19,45	16,48	17,18	17,18	15,83	18,69	18,37	21,72	25,56	32,70	29,29	23,29	**255,75**
1916-1917	17,48	15,94	16,53	16,53	15,07	17,16	16,73	18,43	19,73	23,00	21,58	18,78	**216,96**
1917-1918	29,20	19,15	20,38	20,38	19,64	26,26	26,50	38,03	54,45	80,67	67,44	45,62	**447,71**
1918-1919	20,67	16,81	17,58	17,58	16,31	19,64	19,39	23,76	29,18	38,71	34,07	26,09	**279,80**
1919-1920	20,29	16,71	17,45	17,45	16,16	19,35	19,07	23,13	28,05	36,83	32,58	25,22	**272,29**
1920-1921	28,57	18,98	20,17	20,17	19,39	25,77	25,97	36,96	52,56	77,54	64,95	44,16	**435,18**
1921-1922	28,03	18,83	19,99	19,99	19,18	25,35	25,52	36,06	50,96	74,88	62,83	42,93	**424,55**
1922-1923	27,41	18,66	19,79	19,79	18,94	24,87	25,01	35,03	49,14	71,85	60,42	41,52	**412,43**
1923-1924	20,20	16,68	17,42	17,42	16,13	19,27	18,99	22,97	27,78	36,37	32,21	25,00	**270,46**
1924-1925	28,49	18,96	20,14	20,14	19,36	25,71	25,91	36,83	52,33	77,16	64,65	43,99	**433,67**
1925-1926	23,05	17,47	18,36	18,36	17,24	21,49	21,37	27,74	36,23	50,41	43,38	31,54	**326,64**
1926-1927	24,29	17,81	18,77	18,77	17,72	22,45	22,41	29,82	39,91	56,53	48,24	34,38	**351,10**
1927-1928	20,17	16,68	17,42	17,42	16,12	19,25	18,97	22,93	27,70	36,24	32,11	24,94	**269,94**
1928-1929	28,73	19,02	20,22	20,22	19,45	25,89	26,11	37,23	53,04	78,33	65,58	44,53	**438,35**
1929-1930	22,42	17,29	18,15	18,15	16,99	20,99	20,84	26,68	34,35	47,29	40,89	30,08	**314,13**
1930-1931	29,34	19,19	20,42	20,42	19,69	26,37	26,62	38,25	54,84	81,33	67,96	45,93	**450,37**
1931-1932	28,91	19,07	20,28	20,28	19,53	26,04	26,26	37,54	53,58	79,24	66,30	44,96	**442,00**
1932-1933	25,66	18,18	19,22	19,22	18,26	23,51	23,55	32,10	43,95	63,25	53,58	37,51	**377,98**
1933-1934	25,89	18,24	19,29	19,29	18,35	23,69	23,75	32,49	44,65	64,40	54,50	38,05	**382,59**
1934-1935	25,46	18,13	19,15	19,15	18,18	23,35	23,38	31,76	43,35	62,25	52,79	37,05	**374,00**
1935-1936	18,33	16,17	16,81	16,81	15,40	17,82	17,43	19,84	22,23	27,17	24,89	20,72	**233,62**
1936-1937	20,41	16,74	17,49	17,49	16,21	19,44	19,17	23,32	28,40	37,41	33,04	25,48	**274,59**
1937-1938	19,56	16,51	17,22	17,22	15,88	18,78	18,47	21,91	25,90	33,26	29,74	23,55	**258,00**
1938-1939	28,31	18,91	20,09	20,09	19,29	25,57	25,76	36,53	51,80	76,28	63,94	43,58	**430,14**
1939-1940	23,08	17,47	18,37	18,37	17,25	21,51	21,40	27,79	36,32	50,56	43,49	31,60	**327,22**
1940-1941	19,71	16,55	17,26	17,26	15,94	18,89	18,59	22,15	26,33	33,97	30,30	23,88	**260,84**
1941-1942	26,86	18,51	19,61	19,61	18,73	24,45	24,55	34,12	47,52	69,17	58,29	40,27	**401,68**
1942-1943	26,00	18,27	19,33	19,33	18,39	23,78	23,83	32,67	44,96	64,92	54,91	38,29	**384,67**
1943-1944	29,81	19,32	20,58	20,58	19,88	26,73	27,01	39,05	56,25	83,67	69,82	47,02	**459,73**
1944-1945	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
1945-1946	24,39	17,83	18,80	18,80	17,76	22,52	22,49	29,97	40,18	56,98	48,60	34,59	**352,92**
1946-1947	18,00	16,08	16,70	16,70	15,27	17,56	17,16	19,29	21,25	25,54	23,60	19,96	**227,12**
1947-1948	23,78	17,67	18,60	18,60	17,52	22,05	21,98	28,96	38,39	54,00	46,23	33,21	**341,01**
1948-1949	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
1949-1950	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
1950-1951	21,31	16,99	17,79	17,79	16,56	20,14	19,92	24,83	31,07	41,85	36,57	27,55	**292,37**
1951-1952	25,85	18,23	19,28	19,28	18,33	23,66	23,71	32,42	44,51	64,18	54,32	37,94	**381,71**
1952-1953	31,72	19,84	21,21	21,21	20,62	28,22	28,61	42,24	61,91	93,08	77,30	51,40	**497,35**
1953-1954	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
1954-1955	28,61	18,99	20,18	20,18	19,41	25,80	26,01	37,04	52,70	77,77	65,13	44,27	**436,09**
1955-1956	21,75	17,11	17,93	17,93	16,73	20,48	20,29	25,57	32,37	44,01	38,29	28,56	**301,02**
1956-1957	29,56	19,25	20,50	20,50	19,78	26,54	26,81	38,63	55,52	82,46	68,85	46,45	**454,85**
1957-1958	28,77	19,03	20,24	20,24	19,47	25,93	26,14	37,30	53,17	78,55	65,75	44,63	**439,21**
1958-1959	26,53	18,42	19,50	19,50	18,60	24,19	24,28	33,57	46,55	67,55	57,00	39,51	**395,21**
1959-1960	18,46	16,21	16,85	16,85	15,45	17,92	17,54	20,06	22,62	27,81	25,40	21,01	**236,18**
1960-1961	22,14	17,22	18,06	18,06	16,89	20,78	20,62	26,23	33,54	45,95	39,83	29,46	**308,79**
1961-1962	21,11	16,93	17,72	17,72	16,48	19,98	19,76	24,50	30,48	40,87	35,79	27,10	**288,46**
1962-1963	20,23	16,69	17,44	17,44	16,14	19,30	19,02	23,03	27,88	36,55	32,35	25,08	**271,15**
1963-1964	18,06	16,10	16,72	16,72	15,29	17,62	17,21	19,40	21,46	25,88	23,87	20,12	**228,45**
1964-1965	29,54	19,24	20,49	20,49	19,77	26,52	26,79	38,59	55,45	82,34	68,76	46,40	**454,37**
1965-1966	16,62	15,70	16,25	16,25	14,73	16,50	16,01	16,99	17,17	18,77	18,21	16,81	**200,00**
1966-1967	26,18	18,32	19,39	19,39	18,46	23,92	23,99	32,98	45,51	65,82	55,63	38,71	**388,30**
1967-1968	28,20	18,88	20,05	20,05	19,25	25,48	25,67	36,34	51,47	75,73	63,50	43,32	**427,93**

Año hidrológico	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
1968-1969	22,11	17,21	18,05	18,05	16,87	20,76	20,59	26,17	33,44	45,79	39,70	29,39	**308,14**
1969-1970	22,35	17,27	18,13	18,13	16,96	20,94	20,79	26,56	34,14	46,95	40,62	29,93	**312,78**
1970-1971	23,81	17,68	18,61	18,61	17,54	22,08	22,01	29,02	38,49	54,17	46,36	33,29	**341,67**
1971-1972	26,00	18,27	19,33	19,33	18,39	23,78	23,83	32,67	44,96	64,92	54,91	38,29	**384,69**
1972-1973	26,84	18,51	19,60	19,60	18,72	24,43	24,54	34,08	47,46	69,07	58,21	40,22	**401,28**
1973-1974	27,11	18,58	19,69	19,69	18,83	24,64	24,76	34,53	48,26	70,40	59,27	40,84	**406,62**
1974-1975	29,55	19,25	20,49	20,49	19,78	26,53	26,80	38,61	55,48	82,39	68,80	46,42	**454,58**
1975-1976	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
1976-1977	21,94	17,16	17,99	17,99	16,80	20,62	20,44	25,88	32,93	44,93	39,02	28,99	**304,70**
1977-1978	23,40	17,56	18,47	18,47	17,38	21,76	21,67	28,32	37,26	52,13	44,74	32,33	**333,49**
1978-1979	20,87	16,87	17,65	17,65	16,39	19,80	19,56	24,10	29,77	39,69	34,85	26,55	**283,72**
1979-1980	27,82	18,77	19,93	19,93	19,10	25,19	25,36	35,72	50,36	73,89	62,05	42,47	**420,59**
1980-1981	31,78	19,86	21,23	21,23	20,65	28,27	28,66	42,34	62,10	93,38	77,54	51,54	**498,56**
1981-1982	30,70	19,56	20,87	20,87	20,23	27,43	27,76	40,54	58,89	88,06	73,31	49,06	**477,27**
1982-1983	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
1983-1984	27,87	18,79	19,94	19,94	19,12	25,22	25,39	35,79	50,49	74,10	62,21	42,56	**421,43**
1984-1985	26,78	18,49	19,58	19,58	18,69	24,38	24,48	33,97	47,26	68,74	57,95	40,07	**399,98**
1985-1986	28,83	19,05	20,26	20,26	19,50	25,97	26,20	37,41	53,35	78,85	65,99	44,77	**440,42**
1986-1987	30,04	19,38	20,65	20,65	19,97	26,91	27,20	39,42	56,92	84,79	70,71	47,54	**464,18**
1987-1988	25,66	18,18	19,22	19,22	18,26	23,51	23,55	32,10	43,95	63,24	53,58	37,51	**377,96**
1988-1989	29,53	19,24	20,49	20,49	19,77	26,51	26,78	38,57	55,41	82,27	68,71	46,37	**454,12**
1989-1990	30,75	19,58	20,89	20,89	20,24	27,46	27,80	40,62	59,04	88,30	73,50	49,17	**478,23**
1990-1991	28,99	19,09	20,31	20,31	19,56	26,10	26,33	37,67	53,82	79,64	66,61	45,14	**443,57**
1991-1992	31,55	19,79	21,15	21,15	20,55	28,08	28,46	41,95	61,39	92,21	76,61	50,99	**493,87**
1992-1993	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
1993-1994	30,82	19,60	20,91	20,91	20,27	27,52	27,86	40,73	59,24	88,64	73,77	49,33	**479,60**
1994-1995	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
1995-1996	28,08	18,84	20,01	20,01	19,20	25,39	25,57	36,14	51,11	75,13	63,03	43,04	**425,54**
1996-1997	24,52	17,87	18,84	18,84	17,81	22,62	22,60	30,19	40,56	57,62	49,10	34,89	**355,46**
1997-1998	25,72	18,20	19,24	19,24	18,28	23,56	23,60	32,21	44,15	63,56	53,83	37,66	**379,26**
1998-1999	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
1999-2000	30,16	19,42	20,69	20,69	20,01	27,01	27,31	39,63	57,29	85,40	71,20	47,82	**466,64**
2000-2001	24,60	17,89	18,87	18,87	17,84	22,69	22,67	30,33	40,82	58,04	49,44	35,09	**357,17**
2001-2002	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
2002-2003	26,85	18,51	19,61	19,61	18,72	24,43	24,54	34,08	47,47	69,08	58,22	40,23	**401,32**
2003-2004	27,73	18,75	19,90	19,90	19,06	25,12	25,28	35,56	50,08	73,42	61,67	42,25	**418,71**
2004-2005	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
2005-2006	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
2006-2007	30,72	19,57	20,88	20,88	20,23	27,44	27,77	40,56	58,93	88,12	73,36	49,09	**477,52**
2007-2008	31,73	19,85	21,21	21,21	20,63	28,23	28,62	42,26	61,94	93,13	77,34	51,42	**497,55**
2008-2009	30,18	19,42	20,70	20,70	20,02	27,02	27,32	39,66	57,35	85,49	71,27	47,86	**466,99**
2009-2010	24,83	17,95	18,94	18,94	17,93	22,87	22,86	30,72	41,50	59,16	50,33	35,61	**361,65**
2010-2011	29,64	19,27	20,52	20,52	19,81	26,60	26,87	38,76	55,74	82,82	69,15	46,62	**456,32**
2011-2012	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**
2012-2013	28,31	18,91	20,09	20,09	19,29	25,57	25,76	36,53	51,80	76,27	63,94	43,57	**430,10**
2013-2014	29,78	19,31	20,57	20,57	19,87	26,71	26,99	39,00	56,17	83,53	69,71	46,95	**459,16**
2014-2015	31,79	19,86	21,23	21,23	20,65	28,27	28,66	42,35	62,10	93,39	77,55	51,54	**498,62**
2015-2016	30,25	19,44	20,72	20,72	20,05	27,07	27,38	39,78	57,55	85,83	71,54	48,02	**468,37**
2016-2017	31,86	19,88	21,25	21,25	20,68	28,32	28,72	42,47	62,31	93,74	77,83	51,70	**500,00**

Estimación de desembalses para la simulación del caso 2 (con el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo implantado)

En este caso tomando como referencia el escenario P30 del *Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas de la cabecera del Tajo y de la evaluación de excedentes* del BPHT2011 (Confederación Hidrográfica del Tajo, 2011).

En la Figura 191 se muestra la relación entre las aportaciones y los desembalse requeridos en esta hipótesis, reflejándose la recta y coeficiente de regresión. A partir de ella, se considera la ley de demandas representada en la Figura 192.

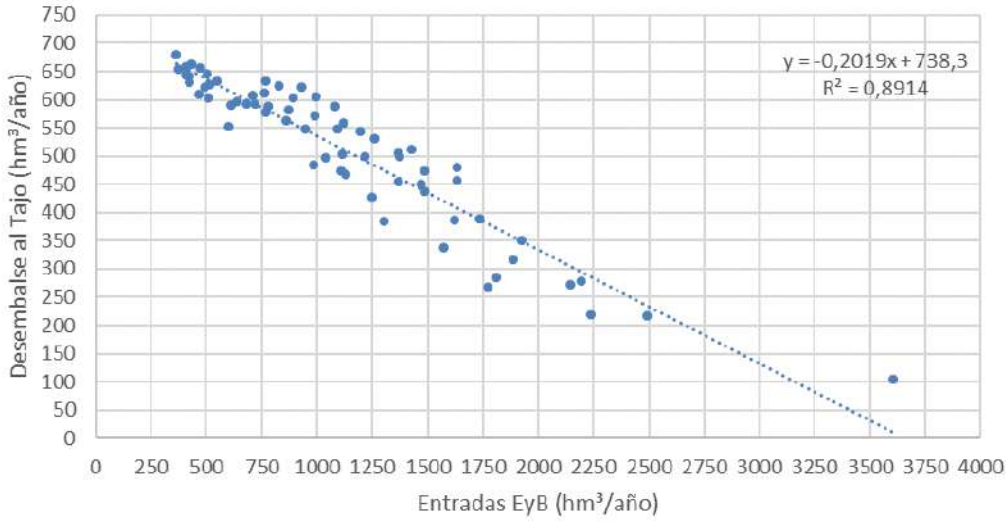


Figura 191. Relación entre aportaciones en Entrepeñas y Buendía y desembalses necesarios hacia el Tajo en el escenario P30 del "Documento auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas de la cabecera del Tajo y de la evaluación de excedentes" del borrador del plan hidrológico del Tajo de 2011

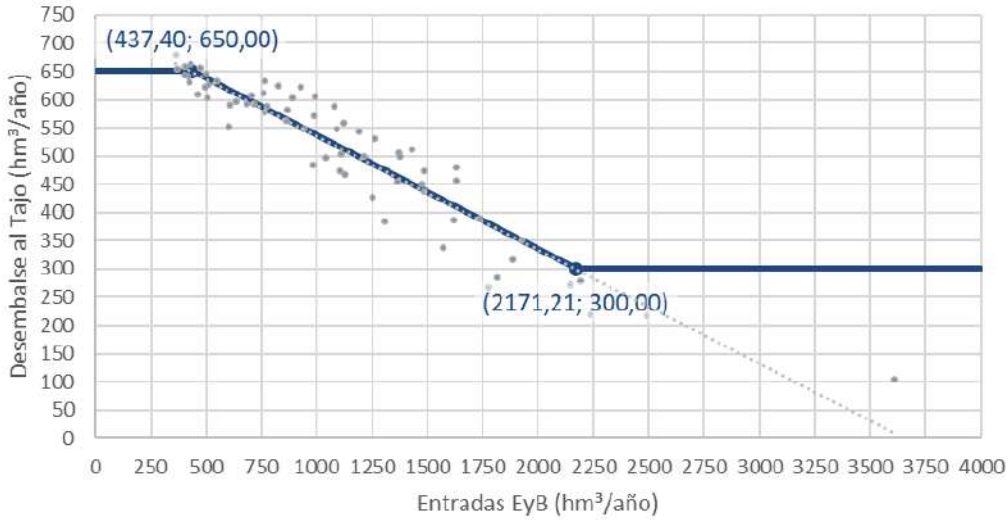


Figura 192. Ley de demandas anuales (línea gruesa azul) planteadas para el caso 2 (con el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010), sobre la base de la Figura 191

Este es un caso con demandas muy altas, como se ve en la Figura 193 cercanas a los 600 hm³/año (588 hm³/año). Teniendo en cuenta que para los niveles de embalse que se consideran adecuados la evaporación se encuentra en torno a los 100 hm³ y que las aportaciones del periodo 1980-2017 son 737 hm³/año.

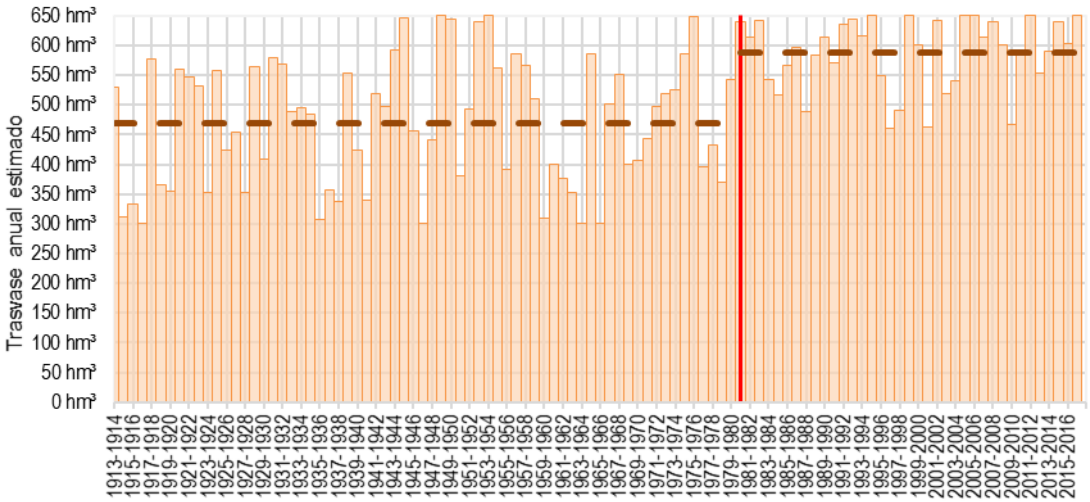


Figura 193. Demandas anuales consideradas en el caso 2 (con el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010)

En la Tabla 62 se muestran los valores de las necesidades de desembalse mensuales consideradas.

Tabla 62. Estimación de desembalses desde Entrepeñas y Buendía hacia el Tajo requeridos para atender las necesidades de la cuenca del Tao, con el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo propuesto en el Esquema de Temas importantes aprobado en noviembre de 2010 (caso 2).

Año hidrológico	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
1913-1914	33,39	20,30	21,75	21,75	21,27	29,51	29,99	45,02	66,84	101,26	83,80	55,20	**530,08**
1914-1915	22,32	17,27	18,12	18,12	16,96	20,92	20,77	26,53	34,08	46,84	40,54	29,87	**312,34**
1915-1916	23,44	17,57	18,49	18,49	17,39	21,79	21,70	28,40	37,39	52,33	44,91	32,43	**334,33**
1916-1917	21,70	17,09	17,92	17,92	16,71	20,44	20,25	25,48	32,22	43,76	38,08	28,44	**300,00**
1917-1918	35,75	20,95	22,53	22,53	22,19	31,34	31,96	48,97	73,83	112,87	93,04	60,61	**576,56**
1918-1919	24,98	18,00	18,99	18,99	17,99	22,99	22,99	30,97	41,95	59,92	50,93	35,96	**364,67**
1919-1920	24,50	17,86	18,84	18,84	17,81	22,61	22,58	30,17	40,52	57,55	49,05	34,86	**355,20**
1920-1921	34,94	20,73	22,26	22,26	21,88	30,72	31,29	47,63	71,45	108,92	89,90	58,77	**560,75**
1921-1922	34,26	20,54	22,04	22,04	21,61	30,19	30,73	46,49	69,43	105,56	87,23	57,21	**547,33**
1922-1923	33,48	20,33	21,78	21,78	21,31	29,58	30,08	45,19	67,13	101,74	84,19	55,43	**532,03**
1923-1924	24,39	17,83	18,80	18,80	17,76	22,52	22,49	29,97	40,18	56,97	48,59	34,59	**352,89**
1924-1925	34,85	20,70	22,23	22,23	21,84	30,64	31,21	47,46	71,16	108,44	89,52	58,55	**558,84**
1925-1926	27,99	18,82	19,98	19,98	19,17	25,32	25,49	35,99	50,84	74,69	62,68	42,84	**423,78**
1926-1927	29,55	19,25	20,49	20,49	19,78	26,53	26,80	38,61	55,49	82,40	68,81	46,43	**454,64**
1927-1928	24,35	17,82	18,79	18,79	17,75	22,50	22,46	29,92	40,08	56,81	48,46	34,52	**352,24**
1928-1929	35,15	20,78	22,33	22,33	21,96	30,87	31,46	47,96	72,05	109,92	90,69	59,24	**564,74**
1929-1930	27,18	18,60	19,72	19,72	18,85	24,70	24,82	34,65	48,47	70,75	59,54	41,00	**408,00**
1930-1931	35,92	20,99	22,58	22,58	22,26	31,47	32,11	49,25	74,33	113,71	93,70	61,00	**579,90**
1931-1932	35,38	20,85	22,41	22,41	22,05	31,06	31,66	48,36	72,74	111,07	91,60	59,77	**569,34**
1932-1933	31,28	19,72	21,06	21,06	20,45	27,87	28,24	41,50	60,59	90,88	75,55	50,37	**488,57**
1933-1934	31,57	19,80	21,16	21,16	20,56	28,10	28,48	41,99	61,47	92,33	76,71	51,05	**494,38**
1934-1935	31,02	19,65	20,98	20,98	20,35	27,67	28,02	41,07	59,84	89,63	74,56	49,79	**483,55**
1935-1936	22,02	17,18	18,02	18,02	16,84	20,69	20,52	26,02	33,18	45,36	39,36	29,18	**306,40**
1936-1937	24,65	17,90	18,89	18,89	17,86	22,73	22,71	30,41	40,96	58,28	49,63	35,20	**358,10**
1937-1938	23,59	17,61	18,54	18,54	17,45	21,90	21,82	28,64	37,81	53,04	45,47	32,76	**337,16**
1938-1939	34,62	20,64	22,16	22,16	21,75	30,47	31,02	47,08	70,49	107,33	88,63	58,03	**554,38**
1939-1940	28,02	18,83	19,99	19,99	19,18	25,35	25,52	36,05	50,95	74,87	62,83	42,92	**424,51**
1940-1941	23,77	17,66	18,60	18,60	17,52	22,04	21,97	28,94	38,35	53,94	46,18	33,18	**340,76**
1941-1942	32,80	20,14	21,56	21,56	21,04	29,05	29,50	44,03	65,09	98,35	81,50	53,85	**518,47**
1942-1943	31,71	19,84	21,20	21,20	20,62	28,20	28,59	42,21	61,86	92,99	77,23	51,36	**497,01**
1943-1944	36,52	21,16	22,78	22,78	22,49	31,94	32,61	50,26	76,11	116,66	96,05	62,37	**591,71**
1944-1945	39,32	21,93	23,70	23,70	23,59	34,12	34,95	54,95	84,43	130,47	107,03	68,80	**646,99**
1945-1946	29,67	19,28	20,53	20,53	19,82	26,62	26,90	38,81	55,83	82,98	69,27	46,70	**456,94**

Año hidrológico	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
1946-1947	21,70	17,09	17,92	17,92	16,71	20,44	20,25	25,48	32,22	43,76	38,08	28,44	**300,00**
1947-1948	28,91	19,07	20,28	20,28	19,52	26,03	26,26	37,53	53,57	79,22	66,28	44,95	**441,91**
1948-1949	39,48	21,97	23,75	23,75	23,65	34,24	35,08	55,21	84,88	131,22	107,63	69,15	**650,00**
1949-1950	39,18	21,89	23,65	23,65	23,53	34,00	34,83	54,71	84,00	129,76	106,47	68,47	**644,14**
1950-1951	25,79	18,22	19,26	19,26	18,31	23,61	23,66	32,32	44,34	63,88	54,09	37,81	**380,54**
1951-1952	31,52	19,79	21,14	21,14	20,54	28,06	28,44	41,89	61,30	92,06	76,49	50,92	**493,28**
1952-1953	38,93	21,82	23,57	23,57	23,44	33,81	34,62	54,29	83,25	128,52	105,48	67,90	**639,19**
1953-1954	39,48	21,97	23,75	23,75	23,65	34,24	35,08	55,21	84,88	131,22	107,63	69,15	**650,00**
1954-1955	35,00	20,74	22,28	22,28	21,90	30,76	31,34	47,72	71,62	109,20	90,12	58,90	**561,89**
1955-1956	26,34	18,37	19,44	19,44	18,52	24,04	24,12	33,25	45,98	66,61	56,26	39,08	**391,45**
1956-1957	36,20	21,07	22,68	22,68	22,37	31,69	32,35	49,73	75,19	115,12	94,83	61,66	**585,57**
1957-1958	35,20	20,80	22,35	22,35	21,98	30,92	31,51	48,06	72,22	110,19	90,91	59,36	**565,82**
1958-1959	32,38	20,02	21,42	21,42	20,88	28,73	29,16	43,34	63,86	96,31	79,87	52,90	**510,31**
1959-1960	22,19	17,23	18,08	18,08	16,90	20,82	20,65	26,30	33,67	46,16	40,00	29,56	**309,63**
1960-1961	26,84	18,50	19,60	19,60	18,72	24,43	24,54	34,08	47,46	69,06	58,21	40,22	**401,26**
1961-1962	25,54	18,15	19,18	19,18	18,21	23,42	23,45	31,90	43,60	62,65	53,11	37,23	**375,60**
1962-1963	24,43	17,84	18,81	18,81	17,78	22,56	22,52	30,05	40,31	57,19	48,77	34,69	**353,76**
1963-1964	21,70	17,09	17,92	17,92	16,71	20,44	20,25	25,48	32,22	43,76	38,08	28,44	**300,00**
1964-1965	36,17	21,06	22,67	22,67	22,36	31,67	32,32	49,68	75,09	114,97	94,71	61,59	**584,96**
1965-1966	21,70	17,09	17,92	17,92	16,71	20,44	20,25	25,48	32,22	43,76	38,08	28,44	**300,00**
1966-1967	31,94	19,90	21,28	21,28	20,71	28,38	28,79	42,60	62,55	94,13	78,14	51,89	**501,59**
1967-1968	34,48	20,60	22,11	22,11	21,70	30,36	30,91	46,85	70,07	106,63	88,08	57,71	**551,59**
1968-1969	26,80	18,49	19,59	19,59	18,70	24,40	24,50	34,01	47,33	68,85	58,04	40,12	**400,43**
1969-1970	27,10	18,57	19,69	19,69	18,82	24,63	24,75	34,51	48,21	70,32	59,20	40,80	**406,29**
1970-1971	28,95	19,08	20,30	20,30	19,54	26,06	26,29	37,60	53,70	79,43	66,45	45,04	**442,74**
1971-1972	31,71	19,84	21,20	21,20	20,62	28,20	28,59	42,21	61,86	92,99	77,23	51,36	**497,03**
1972-1973	32,77	20,13	21,55	21,55	21,03	29,03	29,48	43,99	65,01	98,23	81,39	53,79	**517,96**
1973-1974	33,11	20,22	21,66	21,66	21,17	29,30	29,77	44,56	66,03	99,91	82,73	54,58	**524,70**
1974-1975	36,19	21,07	22,67	22,67	22,37	31,68	32,33	49,70	75,13	115,04	94,76	61,62	**585,22**
1975-1976	39,42	21,95	23,73	23,73	23,63	34,19	35,03	55,11	84,70	130,93	107,40	69,02	**648,83**
1976-1977	26,58	18,43	19,52	19,52	18,62	24,23	24,32	33,64	46,68	67,77	57,18	39,62	**396,09**
1977-1978	28,43	18,94	20,12	20,12	19,34	25,66	25,86	36,73	52,15	76,85	64,40	43,84	**432,43**
1978-1979	25,24	18,06	19,08	19,08	18,09	23,18	23,20	31,39	42,70	61,16	51,92	36,54	**369,63**
1979-1980	34,01	20,47	21,96	21,96	21,52	29,99	30,51	46,06	68,68	104,31	86,24	56,63	**542,33**
1980-1981	39,01	21,84	23,60	23,60	23,47	33,87	34,68	54,42	83,48	128,90	105,79	68,07	**640,72**
1981-1982	37,64	21,47	23,15	23,15	22,93	32,81	33,54	52,13	79,44	122,19	100,45	64,95	**613,85**
1982-1983	39,11	21,87	23,63	23,63	23,51	33,95	34,77	54,60	83,80	129,43	106,21	68,32	**642,84**
1983-1984	34,06	20,48	21,97	21,97	21,54	30,03	30,56	46,15	68,84	104,58	86,45	56,75	**543,40**
1984-1985	32,69	20,11	21,52	21,52	21,00	28,97	29,41	43,85	64,77	97,82	81,07	53,60	**516,33**
1985-1986	35,28	20,82	22,37	22,37	22,01	30,98	31,57	48,19	72,45	110,57	91,21	59,54	**567,36**
1986-1987	36,80	21,24	22,87	22,87	22,61	32,16	32,84	50,73	76,96	118,06	97,17	63,03	**597,33**
1987-1988	31,28	19,72	21,06	21,06	20,45	27,87	28,23	41,49	60,59	90,87	75,55	50,37	**488,54**
1988-1989	36,16	21,06	22,66	22,66	22,35	31,66	32,31	49,65	75,05	114,89	94,64	61,55	**584,64**
1989-1990	37,70	21,48	23,17	23,17	22,96	32,86	33,59	52,24	79,62	122,49	100,69	65,09	**615,06**
1990-1991	35,48	20,87	22,44	22,44	22,09	31,13	31,74	48,52	73,04	111,56	92,00	60,00	**571,33**
1991-1992	38,71	21,76	23,50	23,50	23,35	33,64	34,43	53,91	82,59	127,42	104,61	67,38	**634,80**
1992-1993	39,22	21,90	23,67	23,67	23,55	34,04	34,86	54,78	84,12	129,96	106,63	68,57	**644,95**
1993-1994	37,79	21,51	23,20	23,20	22,99	32,93	33,67	52,39	79,88	122,92	101,03	65,29	**616,79**
1994-1995	39,48	21,97	23,75	23,75	23,65	34,24	35,08	55,21	84,88	131,22	107,63	69,15	**650,00**
1995-1996	34,33	20,56	22,06	22,06	21,64	30,24	30,78	46,59	69,62	105,88	87,48	57,36	**548,58**
1996-1997	29,83	19,32	20,59	20,59	19,89	26,75	27,03	39,08	56,32	83,78	69,91	47,07	**460,14**
1997-1998	31,36	19,74	21,09	21,09	20,48	27,93	28,30	41,63	60,83	91,28	75,87	50,56	**490,18**
1998-1999	39,48	21,97	23,75	23,75	23,65	34,24	35,08	55,21	84,88	131,22	107,63	69,15	**650,00**
1999-2000	36,96	21,28	22,92	22,92	22,67	32,28	32,98	51,00	77,42	118,84	97,78	63,39	**600,44**
2000-2001	29,94	19,36	20,62	20,62	19,93	26,84	27,12	39,26	56,64	84,32	70,33	47,32	**462,30**
2001-2002	39,13	21,87	23,64	23,64	23,51	33,97	34,79	54,63	83,85	129,52	106,28	68,36	**643,18**
2002-2003	32,77	20,13	21,55	21,55	21,03	29,03	29,48	44,00	65,02	98,24	81,41	53,80	**518,02**
2003-2004	33,89	20,44	21,92	21,92	21,47	29,90	30,41	45,86	68,32	103,72	85,77	56,35	**539,96**

Año hidrológico	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
2004-2005	39,48	21,97	23,75	23,75	23,65	34,24	35,08	55,21	84,88	131,22	107,63	69,15	**650,00**
2005-2006	39,48	21,97	23,75	23,75	23,65	34,24	35,08	55,21	84,88	131,22	107,63	69,15	**650,00**
2006-2007	37,66	21,47	23,15	23,15	22,94	32,82	33,56	52,16	79,49	122,27	100,51	64,98	**614,17**
2007-2008	38,94	21,82	23,57	23,57	23,44	33,82	34,63	54,31	83,29	128,58	105,53	67,92	**639,44**
2008-2009	36,98	21,28	22,93	22,93	22,68	32,30	32,99	51,03	77,49	118,95	97,87	63,44	**600,89**
2009-2010	30,23	19,43	20,72	20,72	20,04	27,06	27,36	39,74	57,49	85,73	71,46	47,98	**467,96**
2010-2011	36,30	21,10	22,71	22,71	22,41	31,77	32,42	49,89	75,46	115,58	95,20	61,87	**587,42**
2011-2012	39,48	21,97	23,75	23,75	23,65	34,24	35,08	55,21	84,88	131,22	107,63	69,15	**650,00**
2012-2013	34,62	20,64	22,16	22,16	21,75	30,46	31,02	47,08	70,49	107,32	88,62	58,02	**554,33**
2013-2014	36,48	21,15	22,77	22,77	22,48	31,91	32,58	50,19	76,00	116,48	95,91	62,29	**590,99**
2014-2015	39,01	21,84	23,60	23,60	23,47	33,87	34,69	54,42	83,50	128,92	105,80	68,08	**640,80**
2015-2016	37,07	21,31	22,96	22,96	22,71	32,37	33,07	51,18	77,75	119,38	98,22	63,64	**602,62**
2016-2017	39,48	21,97	23,75	23,75	23,65	34,24	35,08	55,21	84,88	131,22	107,63	69,15	**650,00**

An.6B. Trasvase con ausencia de cautelas

En esta simulación se considera que se trasvasa el máximo posible (hasta 60 hm³/mes sin sobrepasar 600 hm³/año) siempre que Entrepeñas y Buendía estén por encima de 400 hm³. Corresponde a la situación estricta que se tendría con la determinación legal de excedentes si no se hubieran establecido las Reglas de Explotación.

Gráficos para desembalse de referencia de 365 hm³ (DR2014)

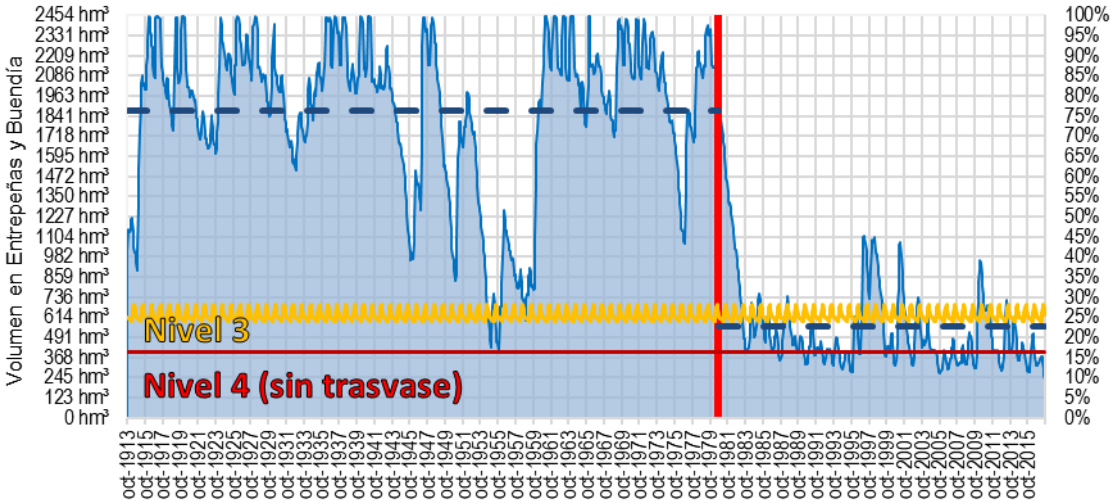


Figura 194. Volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014.

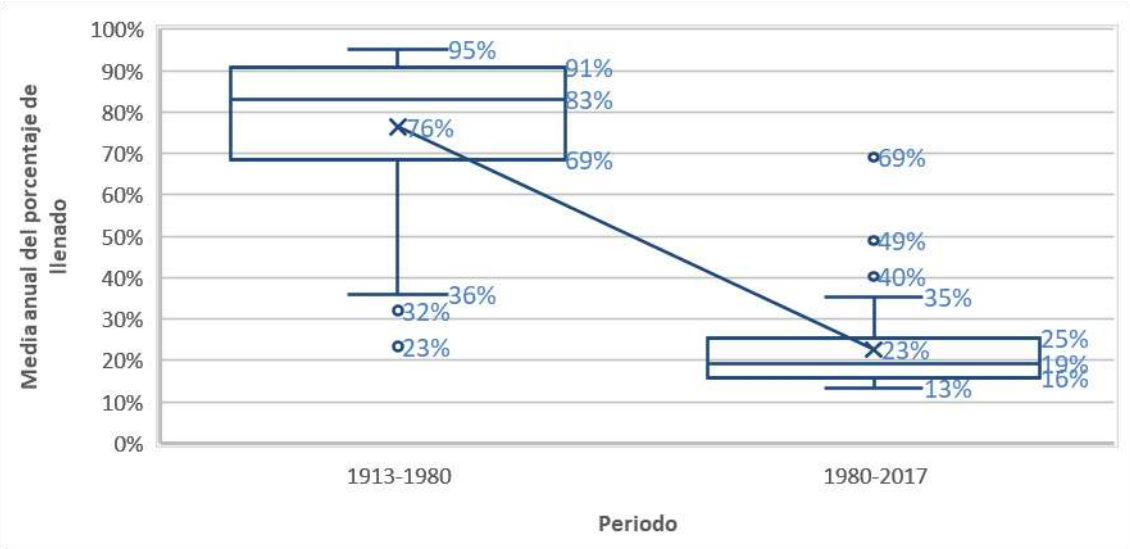


Figura 195. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014.

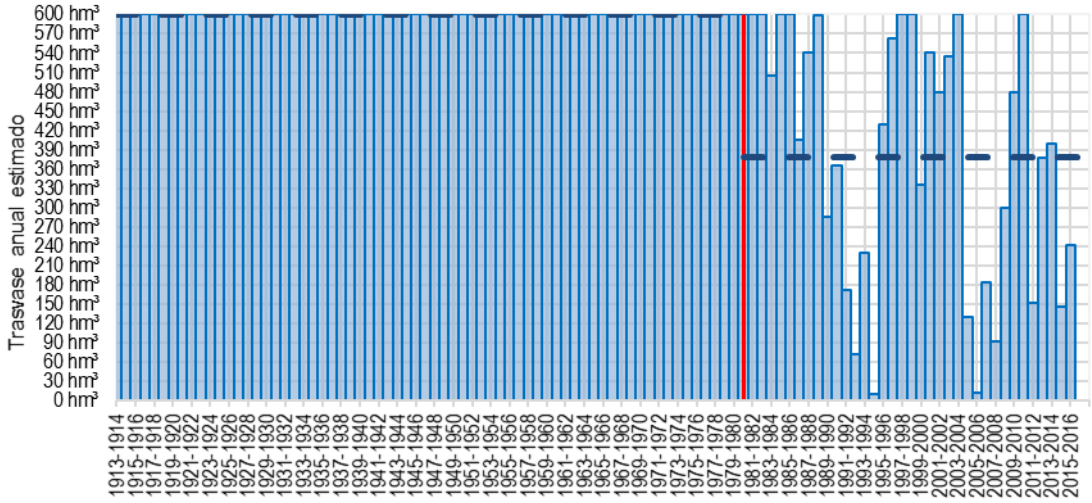


Figura 196. Trasvases anuales para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014.

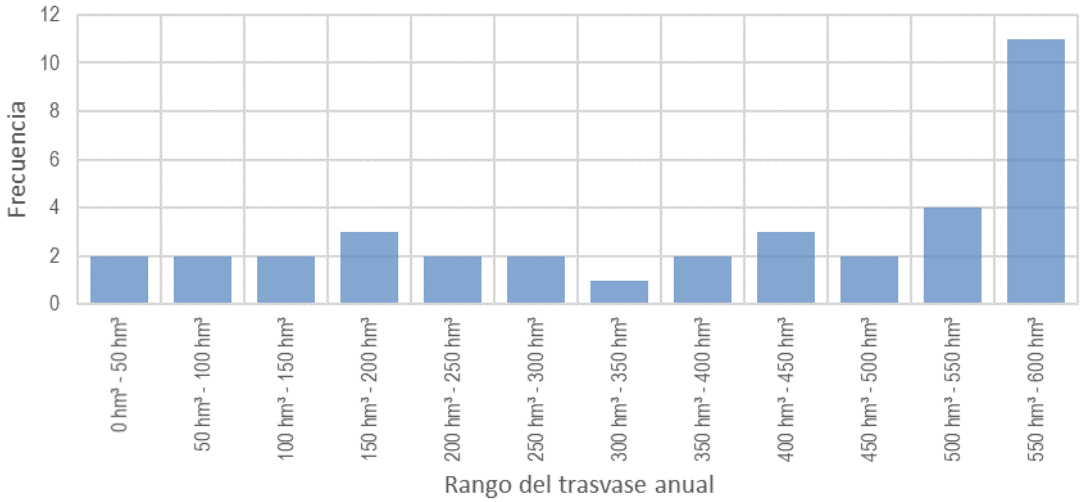


Figura 197. Distribución de frecuencias por rango de trasvases para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014.

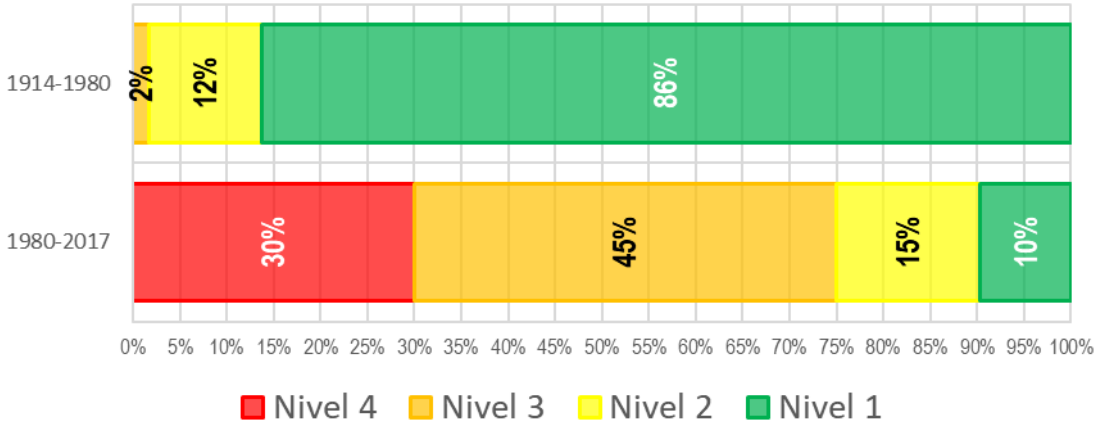


Figura 198. Situación de Entrepeñas y Buendía (respecto a los niveles de las Reglas de Explotación de 2014) para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014.

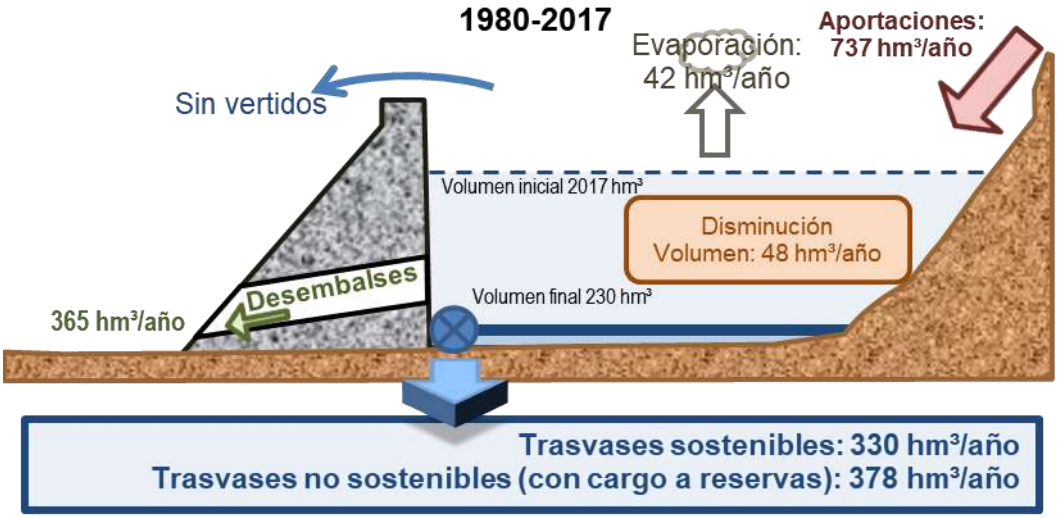


Figura 199. Esquema de los valores medios para el periodo 1980-2017 para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014.

Tablas para desembalse de referencia de 365 hm³ (DR2014)

Tabla 63. Resultados anuales de la simulación de trasvase con ausencia de cautelas y DR2014[145].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-600	1031	-365	0	0	-71	46%	41%	0	12	0	0
1914-1915	-600	2110	-365	0	0	-100	66%	83%	8	4	0	0
1915-1916	-600	2001	-365	0	-814	-120	91%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-365	0	-1159	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-600	801	-365	0	0	-109	81%	76%	12	0	0	0
1918-1919	-600	1851	-365	0	-580	-115	84%	84%	12	0	0	0
1919-1920	-600	1898	-365	0	-859	-117	92%	82%	12	0	0	0

[145] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1920-1921	-600	880	-365	0	0	-106	79%	74%	12	0	0	0
1921-1922	-600	946	-365	0	0	-100	72%	69%	12	0	0	0
1922-1923	-600	1022	-365	0	0	-98	70%	68%	12	0	0	0
1923-1924	-600	1909	-365	0	-221	-117	85%	92%	12	0	0	0
1924-1925	-600	889	-365	0	-28	-115	88%	84%	12	0	0	0
1925-1926	-600	1558	-365	0	-254	-122	93%	92%	12	0	0	0
1926-1927	-600	1405	-365	0	-453	-118	90%	87%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-365	0	-818	-123	94%	87%	12	0	0	0
1928-1929	-600	860	-365	0	0	-110	83%	79%	12	0	0	0
1929-1930	-600	1636	-365	0	-398	-114	84%	85%	12	0	0	0
1930-1931	-600	785	-365	0	0	-108	80%	73%	12	0	0	0
1931-1932	-600	837	-365	0	0	-94	68%	64%	12	0	0	0
1932-1933	-600	1237	-365	0	0	-100	70%	71%	12	0	0	0
1933-1934	-600	1208	-365	0	0	-105	75%	77%	12	0	0	0
1934-1935	-600	1262	-365	0	0	-112	83%	84%	12	0	0	0
1935-1936	-600	2139	-365	0	-682	-122	93%	99%	12	0	0	0
1936-1937	-600	1883	-365	0	-885	-124	95%	96%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-365	0	-1108	-124	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-365	0	0	-112	84%	81%	12	0	0	0
1939-1940	-600	1554	-365	0	-335	-120	91%	86%	12	0	0	0
1940-1941	-600	1969	-365	0	-929	-119	91%	84%	12	0	0	0
1941-1942	-600	1089	-365	0	-53	-111	83%	83%	12	0	0	0
1942-1943	-600	1195	-365	0	-136	-113	85%	82%	12	0	0	0
1943-1944	-600	726	-365	0	0	-100	74%	68%	12	0	0	0
1944-1945	-600	452	-365	0	0	-81	56%	44%	9	3	0	0
1945-1946	-600	1394	-365	0	0	-79	49%	58%	4	8	0	0
1946-1947	-600	2180	-365	0	-156	-115	80%	97%	12	0	0	0
1947-1948	-600	1468	-365	0	-473	-123	94%	93%	12	0	0	0
1948-1949	-600	406	-365	0	-82	-101	75%	63%	12	0	0	0
1949-1950	-600	466	-365	0	0	-76	52%	39%	8	4	0	0
1950-1951	-600	1772	-365	0	0	-90	56%	68%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-365	0	0	-104	75%	74%	12	0	0	0
1952-1953	-600	491	-365	0	0	-88	63%	51%	11	1	0	0
1953-1954	-600	351	-365	0	0	-58	37%	24%	0	10	2	0
1954-1955	-600	874	-365	0	0	-46	23%	19%	0	4	8	0
1955-1956	-600	1718	-365	0	0	-64	36%	47%	4	5	3	0
1956-1957	-600	757	-365	0	0	-64	40%	36%	6	6	0	0
1957-1958	-600	854	-365	0	0	-56	33%	29%	0	12	0	0
1958-1959	-600	1129	-365	0	0	-56	32%	33%	0	11	1	0
1959-1960	-600	2123	-365	0	0	-97	64%	76%	9	3	0	0
1960-1961	-600	1670	-365	0	-316	-121	93%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-365	0	-724	-122	94%	87%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-365	0	-873	-118	91%	85%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-365	0	-1074	-117	92%	85%	12	0	0	0
1964-1965	-600	760	-365	0	0	-106	79%	73%	12	0	0	0
1965-1966	-600	2616	-365	0	-1207	-114	87%	86%	12	0	0	0
1966-1967	-600	1173	-365	0	-250	-112	86%	80%	12	0	0	0
1967-1968	-600	925	-365	0	0	-105	77%	74%	12	0	0	0
1968-1969	-600	1674	-365	0	-13	-117	85%	97%	12	0	0	0
1969-1970	-600	1645	-365	0	-680	-122	94%	92%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-365	0	-505	-120	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-365	0	-109	-120	91%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-365	0	-48	-118	91%	86%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-365	0	-42	-113	85%	83%	12	0	0	0
1974-1975	-600	758	-365	0	0	-101	75%	71%	12	0	0	0
1975-1976	-600	443	-365	0	0	-81	57%	46%	9	3	0	0
1976-1977	-600	1695	-365	0	0	-97	65%	72%	8	4	0	0
1977-1978	-600	1515	-365	0	-40	-112	81%	88%	12	0	0	0
1978-1979	-600	1826	-365	0	-562	-120	91%	95%	12	0	0	0
1979-1980	-600	971	-365	0	-216	-114	88%	82%	12	0	0	0
1980-1981	-600	483	-365	0	0	-94	69%	59%	12	0	0	0
1981-1982	-600	616	-365	0	0	-73	49%	42%	4	8	0	0
1982-1983	-600	473	-365	0	0	-48	29%	20%	0	8	4	0
1983-1984	-505	965	-365	0	0	-42	21%	22%	0	1	11	0
1984-1985	-600	1100	-365	0	0	-48	26%	25%	2	3	7	0
1985-1986	-600	847	-365	0	0	-43	22%	19%	0	2	10	0
1986-1987	-406	698	-365	0	0	-36	18%	14%	0	0	10	2
1987-1988	-540	1237	-365	0	0	-46	23%	26%	0	3	6	3
1988-1989	-599	761	-365	0	0	-37	19%	16%	0	1	11	0
1989-1990	-285	611	-365	0	0	-33	17%	13%	0	0	8	4

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1990-1991	-366	827	-365	0	0	-38	18%	16%	0	0	8	4
1991-1992	-171	513	-365	0	0	-33	16%	13%	0	0	8	4
1992-1993	-72	462	-365	0	0	-32	16%	13%	0	0	6	6
1993-1994	-231	602	-365	0	0	-32	16%	12%	0	0	7	5
1994-1995	-10	400	-365	0	0	-31	14%	12%	0	0	2	10
1995-1996	-428	940	-365	0	0	-40	20%	16%	0	2	6	4
1996-1997	-563	1378	-365	0	0	-62	35%	32%	8	1	1	2
1997-1998	-600	1229	-365	0	0	-66	40%	40%	2	10	0	0
1998-1999	-600	404	-365	0	0	-45	27%	15%	0	8	3	1
1999-2000	-335	683	-365	0	0	-35	17%	13%	0	0	9	3
2000-2001	-540	1367	-365	0	0	-58	31%	29%	6	2	1	3
2001-2002	-480	471	-365	0	0	-35	19%	13%	3	0	6	3
2002-2003	-534	1091	-365	0	0	-46	23%	19%	0	5	4	3
2003-2004	-600	983	-365	0	0	-40	20%	18%	0	0	12	0
2004-2005	-130	364	-365	0	0	-32	16%	11%	0	0	8	4
2005-2006	-12	423	-365	0	0	-30	14%	12%	0	0	2	10
2006-2007	-184	615	-365	0	0	-33	16%	13%	0	0	5	7
2007-2008	-91	490	-365	0	0	-32	15%	13%	0	0	3	9
2008-2009	-300	681	-365	0	0	-34	17%	13%	0	0	5	7
2009-2010	-480	1339	-365	0	0	-55	28%	30%	3	5	0	4
2010-2011	-600	747	-365	0	0	-46	25%	20%	3	5	4	0
2011-2012	-152	361	-365	0	0	-32	16%	12%	0	0	9	3
2012-2013	-378	911	-365	0	0	-43	20%	17%	0	3	4	5
2013-2014	-400	730	-365	0	0	-38	19%	14%	0	1	9	2
2014-2015	-147	483	-365	0	0	-32	16%	12%	0	0	6	6
2015-2016	-242	672	-365	0	0	-34	15%	13%	0	0	5	7
2016-2017	0	307	-365	0	0	-29	13%	9%	0	0	0	12

Tabla 64. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación de trasvase con ausencia de cautelas y DR2014

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-600	1339	-365	0	-255	-104	76%	74%	10,54	1,25	0,21	0,00
Mínimo	-600	351	-365	0	0	-46	23%	19%	0	0	0	0
Primer cuartil	-600	884	-365	0	0	-99	69%	69%	12	0	0	0
Mediana	-600	1237	-365	0	-28	-112	83%	82%	12	0	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-365	0	-463	-118	91%	87%	12	0	0	0
Máximo	-600	2616	-365	0	-1207	-124	95%	99%	12	12	8	0
Varianza (σ^2)	0	298880	0			380,75	3%	4%	10,74	7,77	1,14	0,00
Desviación típica (σ)	0,00	546,70	0,00			19,51	0,18	0,19	3,28	2,79	1,07	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,00	0,41	0,00			0,19	0,24	0,26	0,31	2,22	5,10	
Moda	-600		-365						12	0	0	0
Curtosis		-0,92				1,13	0,76	0,98	4,66	5,63	45,03	
Coef. de asimetría		0,11				1,35	-1,23	-1,28	-2,31	2,40	6,30	
Rango	0	2265	0			-78	72%	81%	12	12	8	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	35	67	67	67	63	15	4	0
1980-2017												
Media	-378	737	-365	0	0	-42	23%	19%	0,84	1,84	5,41	3,59
Mínimo	0	307	-365	0	0	-29	13%	9%	0	0	0	0
Primer cuartil	-184	483	-365	0	0	-33	16%	13%	0	0	3	0
Mediana	-406	681	-365	0	0	-38	19%	15%	0	0	6	3
Tercer cuartil	-599	940	-365	0	0	-46	25%	20%	0	3	8	5
Máximo	-600	1378	-365	0	0	-94	69%	59%	8	10	12	12
Varianza (σ^2)	42635	95689	0			190	1%	1%	3	8	12	11
Desviación típica (σ)	206,48	309,34	0,00			13,79	0,11	0,10	1,86	2,81	3,53	3,24
Coef. Variación (σ/media)	0,55	0,42	0,00			0,33	0,49	0,54	2,22	1,53	0,65	0,90
Moda	-600		-365						0	0	0	0
Curtosis	-1,22	-0,54				4,94	8,59	5,42	6,32	1,60	-0,99	0,12
Coef. de asimetría	0,43	0,66				-1,96	2,56	2,10	2,41	1,54	-0,02	0,77
Rango	-600	1071	0			-65	56%	49%	8	10	12	12
Cuenta (<> 0)	36	37	37	0	0	37	37	37	8	17	32	27

Gráficos para desembalse de referencia de 425 hm³ (DR2014+CYII)

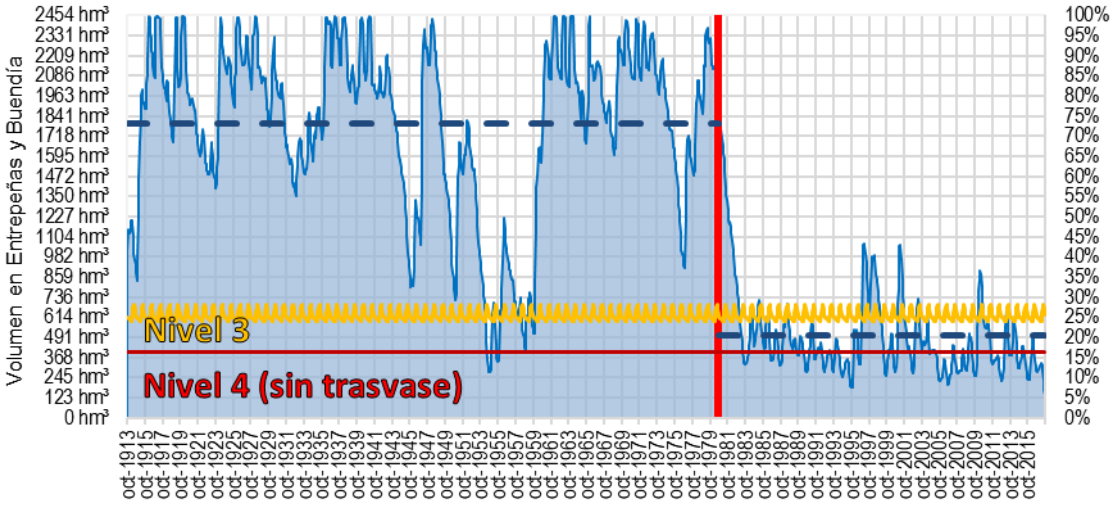


Figura 200. Volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII.

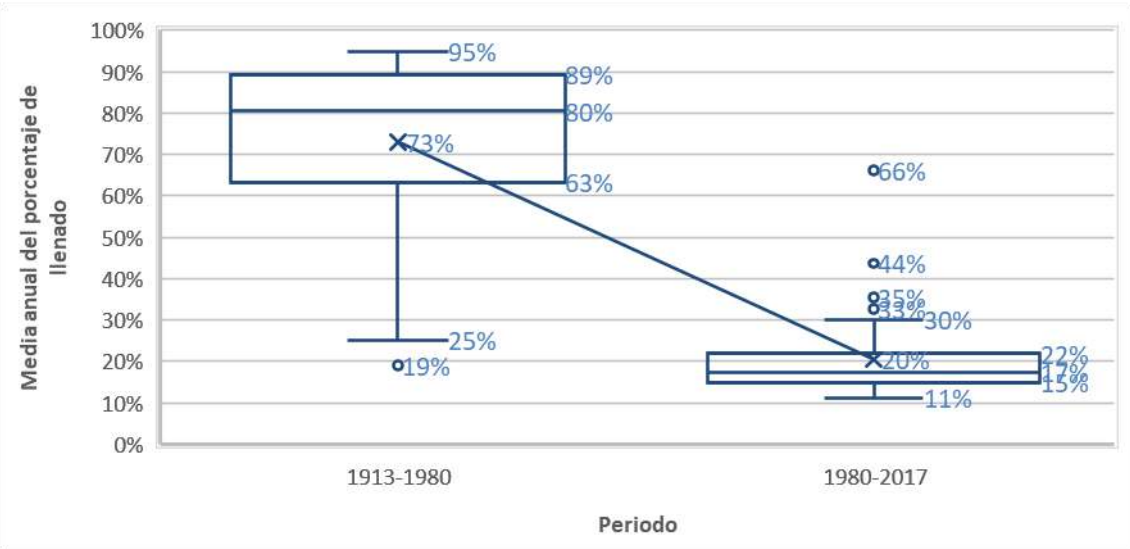


Figura 201. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII.

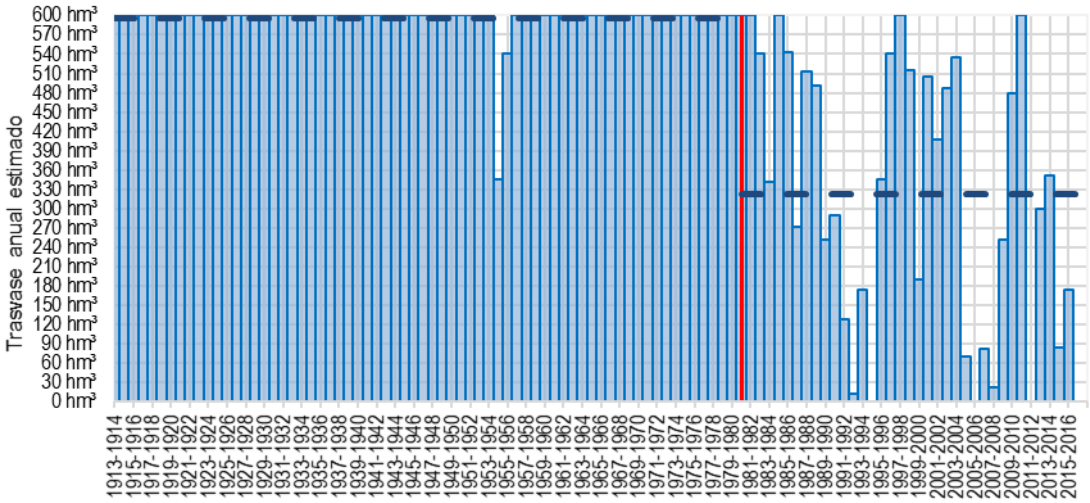


Figura 202. Trasvases anuales para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII.

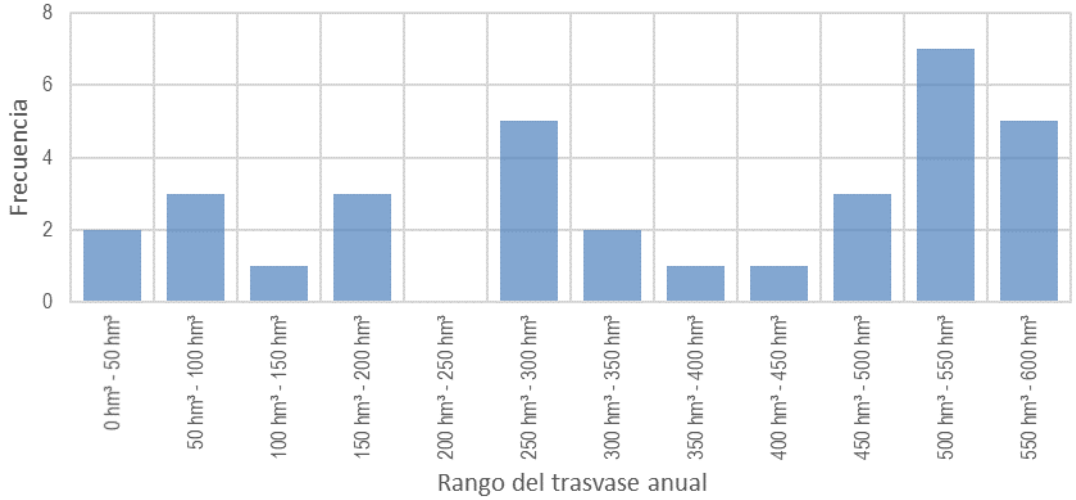


Figura 203. Distribución de frecuencias por rango de trasvases para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII.

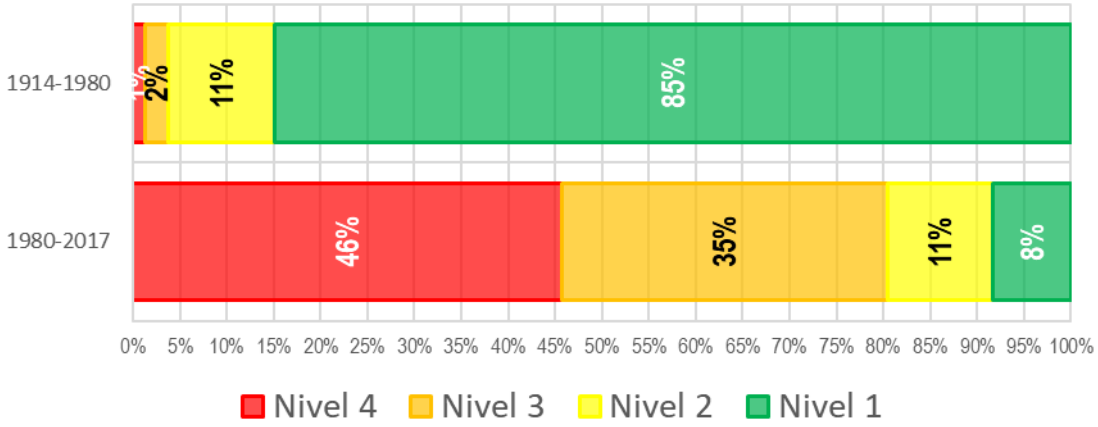


Figura 204. Situación de Entrepeñas y Buendía (respecto a los niveles de las Reglas de Explotación de 2014) para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII.

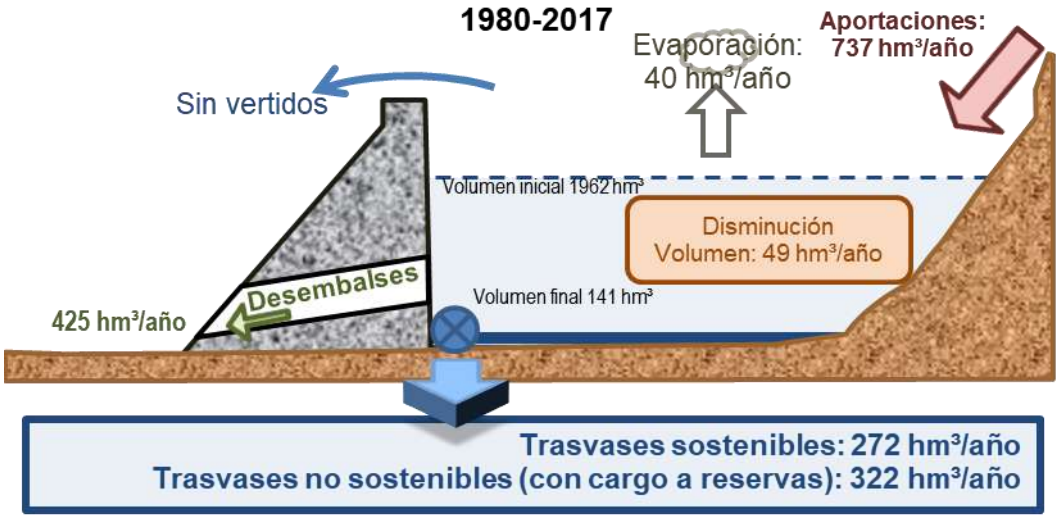


Figura 205. Esquema de los valores medios para el periodo 1980-2017 para la simulación de trasvases con ausencia de cautelas y DR2014+CYII.

Tablas para desembalse de referencia de 425 hm³ (DR2014+CYII)

Tabla 65. Resultados anuales de la simulación de trasvase con ausencia de cautelas y DR2014+CYII [146].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-600	1031	-425	0	0	-70	45%	38%	0	12	0	0
1914-1915	-600	2110	-425	0	0	-97	63%	78%	7	5	0	0
1915-1916	-600	2001	-425	0	-640	-119	89%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-425	0	-1106	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-600	801	-425	0	0	-107	80%	73%	12	0	0	0
1918-1919	-600	1851	-425	0	-489	-114	83%	82%	12	0	0	0
1919-1920	-600	1898	-425	0	-808	-116	91%	80%	12	0	0	0
1920-1921	-600	880	-425	0	0	-103	76%	70%	12	0	0	0
1921-1922	-600	946	-425	0	0	-95	67%	63%	12	0	0	0
1922-1923	-600	1022	-425	0	0	-91	62%	59%	12	0	0	0
1923-1924	-600	1909	-425	0	0	-115	81%	91%	12	0	0	0
1924-1925	-600	889	-425	0	0	-114	86%	80%	12	0	0	0
1925-1926	-600	1558	-425	0	-163	-121	91%	91%	12	0	0	0
1926-1927	-600	1405	-425	0	-405	-118	89%	85%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-425	0	-704	-122	93%	87%	12	0	0	0
1928-1929	-600	860	-425	0	0	-110	82%	76%	12	0	0	0
1929-1930	-600	1636	-425	0	-314	-112	82%	84%	12	0	0	0
1930-1931	-600	785	-425	0	0	-106	78%	70%	12	0	0	0
1931-1932	-600	837	-425	0	0	-89	63%	58%	12	0	0	0
1932-1933	-600	1237	-425	0	0	-93	64%	63%	12	0	0	0
1933-1934	-600	1208	-425	0	0	-96	66%	67%	12	0	0	0
1934-1935	-600	1262	-425	0	0	-101	72%	72%	12	0	0	0
1935-1936	-600	2139	-425	0	-350	-120	89%	98%	12	0	0	0
1936-1937	-600	1883	-425	0	-839	-124	95%	94%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-425	0	-1009	-123	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-425	0	0	-111	83%	78%	12	0	0	0
1939-1940	-600	1554	-425	0	-236	-120	90%	85%	12	0	0	0
1940-1941	-600	1969	-425	0	-884	-118	91%	83%	12	0	0	0
1941-1942	-600	1089	-425	0	-3	-110	82%	81%	12	0	0	0
1942-1943	-600	1195	-425	0	-81	-112	84%	80%	12	0	0	0
1943-1944	-600	726	-425	0	0	-97	71%	64%	12	0	0	0
1944-1945	-600	452	-425	0	0	-75	51%	37%	7	5	0	0
1945-1946	-600	1394	-425	0	0	-71	42%	50%	4	8	0	0
1946-1947	-600	2180	-425	0	0	-110	74%	92%	12	0	0	0
1947-1948	-600	1468	-425	0	-356	-122	93%	91%	12	0	0	0
1948-1949	-600	406	-425	0	-29	-100	75%	60%	12	0	0	0
1949-1950	-600	466	-425	0	0	-72	49%	35%	6	6	0	0
1950-1951	-600	1772	-425	0	0	-84	51%	62%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-425	0	0	-96	67%	65%	12	0	0	0
1952-1953	-600	491	-425	0	0	-78	54%	41%	8	4	0	0
1953-1954	-600	351	-425	0	0	-43	26%	11%	0	7	3	2
1954-1955	-345	874	-425	0	0	-40	19%	14%	0	3	4	5
1955-1956	-540	1718	-425	0	0	-62	34%	42%	4	4	1	3
1956-1957	-600	757	-425	0	0	-57	35%	29%	6	6	0	0
1957-1958	-600	854	-425	0	0	-46	25%	20%	0	9	3	0
1958-1959	-600	1129	-425	0	0	-48	25%	22%	0	6	6	0
1959-1960	-600	2123	-425	0	0	-85	53%	64%	9	0	3	0
1960-1961	-600	1670	-425	0	0	-114	87%	85%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-425	0	-631	-121	93%	86%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-425	0	-828	-118	90%	83%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-425	0	-1024	-117	91%	84%	12	0	0	0
1964-1965	-600	760	-425	0	0	-104	77%	68%	12	0	0	0
1965-1966	-600	2616	-425	0	-1091	-113	85%	84%	12	0	0	0
1966-1967	-600	1173	-425	0	-196	-112	85%	78%	12	0	0	0

[146] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1967-1968	-600	925	-425	0	0	-102	75%	70%	12	0	0	0
1968-1969	-600	1674	-425	0	0	-112	80%	91%	12	0	0	0
1969-1970	-600	1645	-425	0	-527	-121	93%	90%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-425	0	-392	-119	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-425	0	-50	-120	90%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-425	0	-7	-118	91%	85%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-425	0	0	-113	84%	82%	12	0	0	0
1974-1975	-600	758	-425	0	0	-99	72%	67%	12	0	0	0
1975-1976	-600	443	-425	0	0	-75	52%	40%	6	6	0	0
1976-1977	-600	1695	-425	0	0	-90	58%	64%	7	5	0	0
1977-1978	-600	1515	-425	0	0	-104	73%	79%	12	0	0	0
1978-1979	-600	1826	-425	0	-340	-118	88%	93%	12	0	0	0
1979-1980	-600	971	-425	0	-161	-113	87%	80%	12	0	0	0
1980-1981	-600	483	-425	0	0	-91	66%	54%	12	0	0	0
1981-1982	-600	616	-425	0	0	-67	44%	35%	1	11	0	0
1982-1983	-540	473	-425	0	0	-39	22%	13%	0	6	3	3
1983-1984	-341	965	-425	0	0	-40	19%	20%	0	0	6	6
1984-1985	-600	1100	-425	0	0	-46	24%	21%	2	2	8	0
1985-1986	-543	847	-425	0	0	-41	20%	14%	0	1	10	1
1986-1987	-273	698	-425	0	0	-35	17%	13%	0	0	6	6
1987-1988	-513	1237	-425	0	0	-44	22%	23%	0	2	7	3
1988-1989	-492	761	-425	0	0	-36	18%	15%	0	0	10	2
1989-1990	-252	611	-425	0	0	-32	16%	11%	0	0	5	7
1990-1991	-289	827	-425	0	0	-36	17%	14%	0	0	6	6
1991-1992	-129	513	-425	0	0	-32	16%	12%	0	0	6	6
1992-1993	-13	462	-425	0	0	-31	14%	11%	0	0	1	11
1993-1994	-175	602	-425	0	0	-31	15%	10%	0	0	4	8
1994-1995	0	400	-425	0	0	-27	12%	8%	0	0	0	12
1995-1996	-346	940	-425	0	0	-35	16%	13%	0	0	6	6
1996-1997	-540	1378	-425	0	0	-59	33%	28%	8	0	1	3
1997-1998	-600	1229	-425	0	0	-61	35%	34%	2	10	0	0
1998-1999	-516	404	-425	0	0	-37	21%	10%	0	6	3	3
1999-2000	-190	683	-425	0	0	-34	16%	12%	0	0	6	6
2000-2001	-504	1367	-425	0	0	-57	30%	27%	6	2	1	3
2001-2002	-407	471	-425	0	0	-34	18%	11%	2	0	7	3
2002-2003	-487	1091	-425	0	0	-44	22%	17%	0	4	5	3
2003-2004	-535	983	-425	0	0	-39	19%	16%	0	0	11	1
2004-2005	-70	364	-425	0	0	-31	15%	9%	0	0	7	5
2005-2006	0	423	-425	0	0	-26	11%	8%	0	0	0	12
2006-2007	-81	615	-425	0	0	-30	13%	11%	0	0	2	10
2007-2008	-22	490	-425	0	0	-30	13%	12%	0	0	2	10
2008-2009	-252	681	-425	0	0	-33	16%	11%	0	0	5	7
2009-2010	-480	1339	-425	0	0	-51	26%	26%	3	4	1	4
2010-2011	-600	747	-425	0	0	-39	20%	13%	1	0	9	2
2011-2012	0	361	-425	0	0	-29	14%	10%	0	0	0	12
2012-2013	-300	911	-425	0	0	-39	17%	16%	0	1	4	7
2013-2014	-351	730	-425	0	0	-37	18%	12%	0	1	5	6
2014-2015	-84	483	-425	0	0	-31	14%	10%	0	0	3	9
2015-2016	-173	672	-425	0	0	-32	14%	12%	0	0	4	8
2016-2017	0	307	-425	0	0	-25	11%	6%	0	0	0	12

Tabla 66. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación de trasvase con ausencia de cautelas y DR2014+CYII.

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-595	1339	-425	0	-204	-101	73%	70%	10,36	1,19	0,30	0,15
Mínimo	-345	351	-425	0	0	-40	19%	11%	0	0	0	0
Primer cuartil	-600	884	-425	0	0	-92	63%	63%	12	0	0	0
Mediana	-600	1237	-425	0	0	-110	80%	78%	12	0	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-425	0	-345	-118	89%	85%	12	0	0	0
Máximo	-600	2616	-425	0	-1106	-124	95%	98%	12	9	6	5
Varianza (σ^2)	1019	298880	0			472,74	4%	4%	11,63	5,98	1,12	0,55
Desviación típica (σ)	31,92	546,70	0,00			21,74	0,20	0,21	3,41	2,44	1,06	0,74
Coef. Variación (σ/media)	0,05	0,41	0,00			0,22	0,27	0,30	0,33	2,05	3,55	4,98
Moda	-600		-425						12	0	0	0
Curtosis	59,95	-0,92				0,87	0,37	0,71	3,19	1,75	15,39	31,11
Coef. de asimetría	7,45	0,11				1,25	-1,09	-1,18	-2,00	1,74	3,78	5,32
Rango	-255	2265	0			-83	76%	87%	12	9	6	5
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	28	67	67	67	63	14	6	3
1980-2017												
Media	-322	737	-425	0	0	-40	20%	16%	0,68	1,35	4,16	5,49
Mínimo	0	307	-425	0	0	-25	11%	6%	0	0	0	0
Primer cuartil	-129	483	-425	0	0	-31	15%	11%	0	0	1	3
Mediana	-341	681	-425	0	0	-36	17%	13%	0	0	4	6
Tercer cuartil	-516	940	-425	0	0	-41	22%	17%	0	1	6	8
Máximo	-600	1378	-425	0	0	-91	66%	54%	8	11	11	12
Varianza (σ^2)	46208	95689	0			174	1%	1%	3	8	10	14
Desviación típica (σ)	214,96	309,34	0,00			13,18	0,10	0,10	1,72	2,75	3,23	3,75
Coef. Variación (σ/media)	0,67	0,42	0,00			0,33	0,51	0,59	2,54	2,04	0,78	0,68
Moda	-600		-425						0	0	0	3
Curtosis	-1,45	-0,54				5,81	10,29	6,32	10,81	5,55	-0,82	-0,90
Coef. de asimetría	0,18	0,66				-2,08	2,76	2,18	3,09	2,33	0,28	0,27
Rango	-600	1071	0			-66	55%	48%	8	11	11	12
Cuenta (<> 0)	33	37	37	0	0	37	37	37	8	12	30	33

An.6C. Resultados de la simulación con Reglas de Explotación RD 773/2014

Desembalse de referencia de 365 hm³/año (DR2014)

Gráficos para desembalse de referencia de 365 hm³ (DR2014)

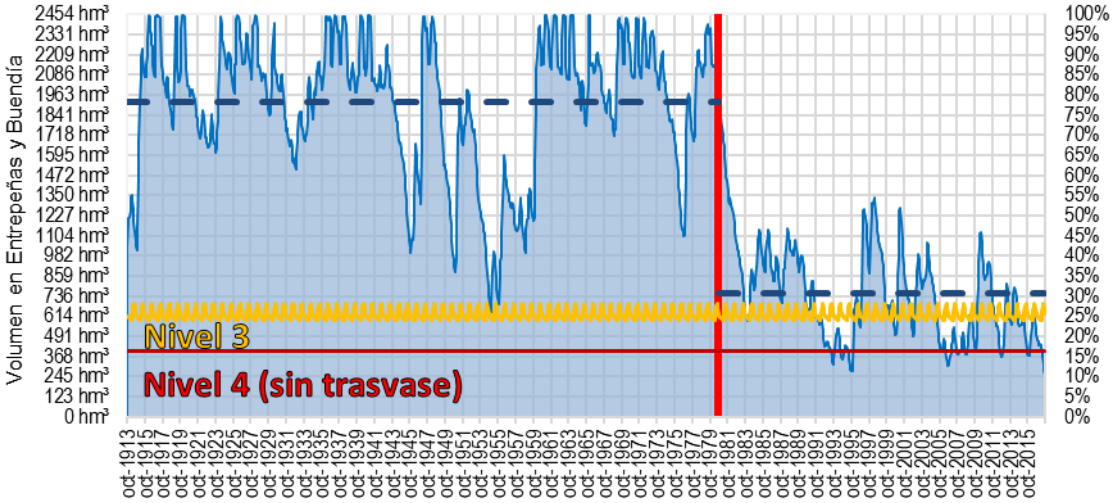


Figura 206. Evolución de existencias en Entrepeñas y Buendía en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el artículo 1 del RD 773/2014 (RE2014), y los desembalses de referencia para el Tajo definidos en el punto 1 del artículo 4 del RD 773/2014 (DR2014). En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980.

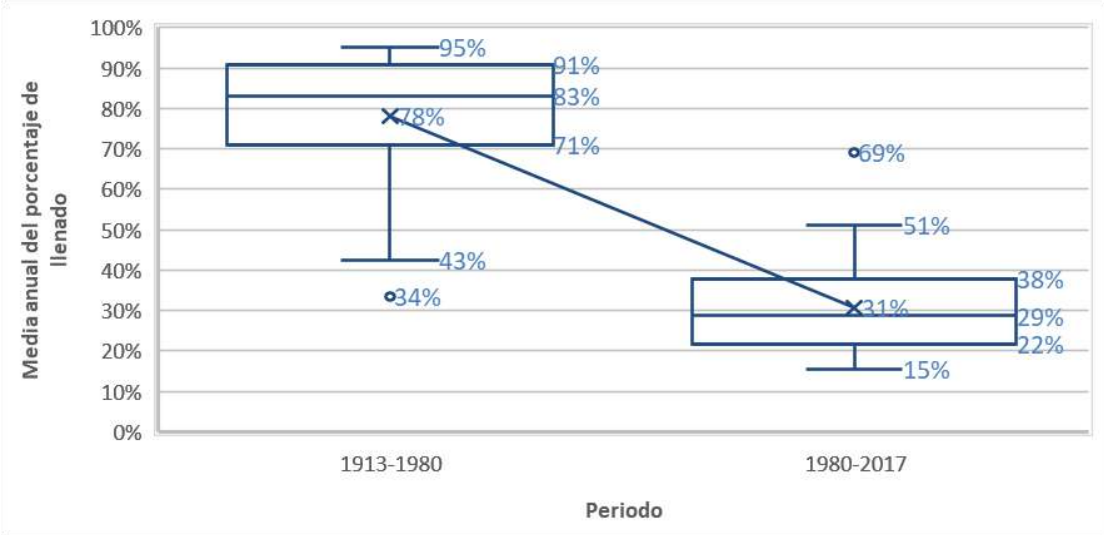


Figura 207. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación con las RE2014 y los DR2014.

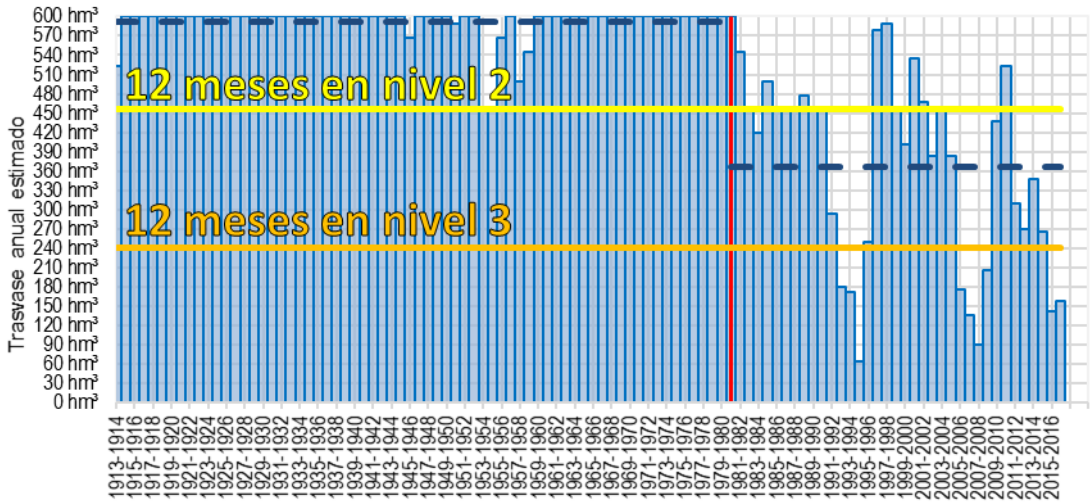


Figura 208. Evolución de los volúmenes trasvasados en la simulación con las RE2014, y los DR2014. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980.

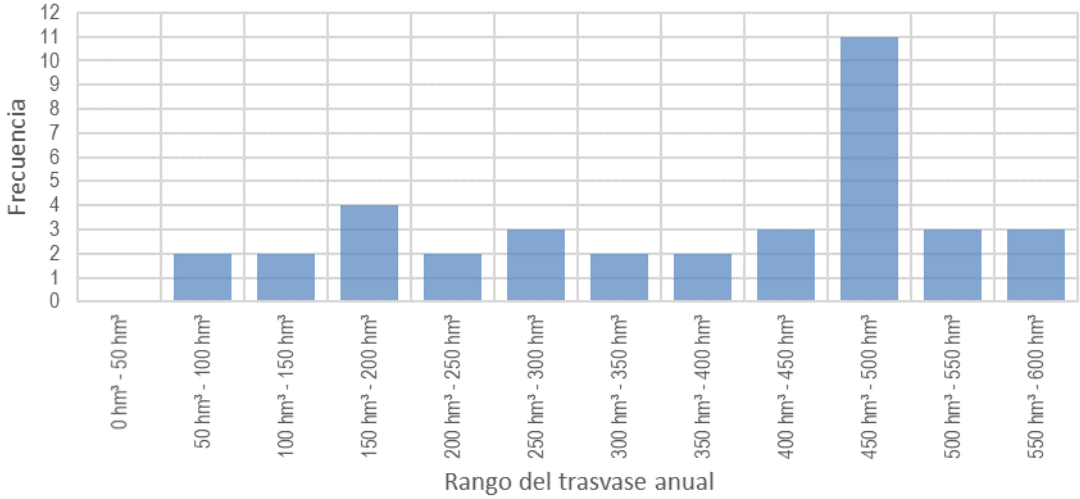


Figura 209. Distribución de frecuencias por rango de los volúmenes trasvasados en la simulación con RE2014 y DR2014.

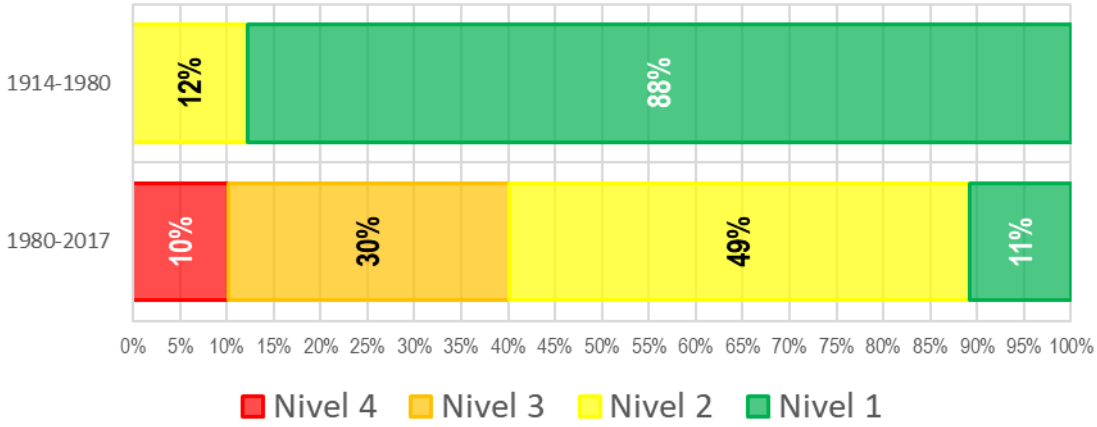


Figura 210. Porcentaje de tiempo en cada nivel de las Reglas de Explotación en la simulación con RE2014 y DR2014.

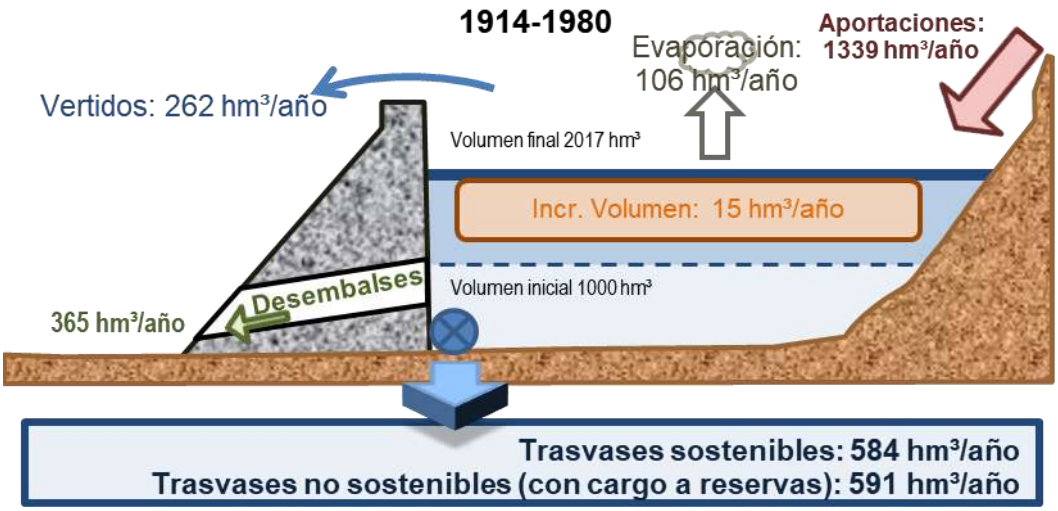


Figura 211. Representación de los valores medios anuales de la simulación con RE2014 y DR2014. Periodo 1913-1980.

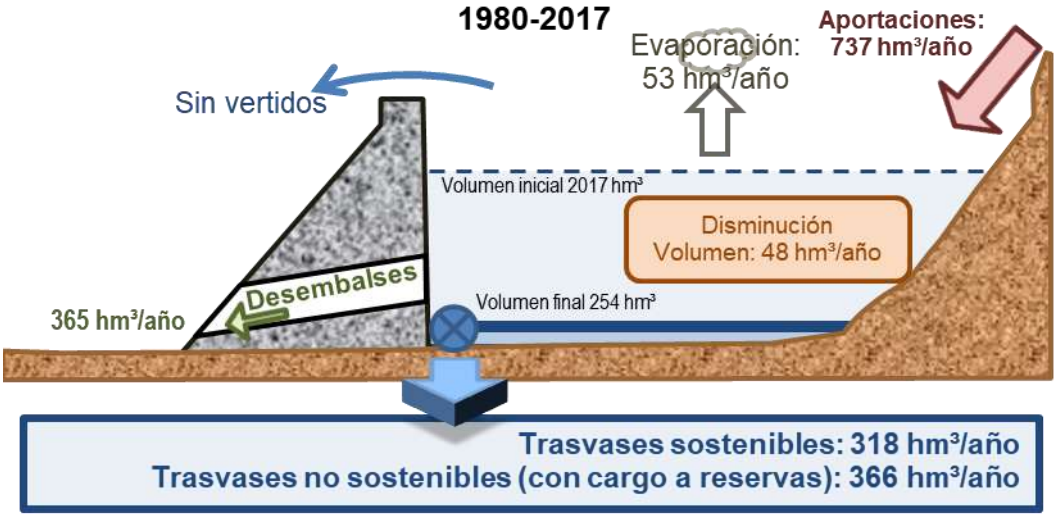


Figura 212. Representación de los valores medios anuales de la simulación con RE2014 y DR2014. Periodo 1980-2017

Resultados mensuales (ejemplo truncado)

Tabla 67. Resultados mensuales de la simulación con Reglas de Explotación RD 773/2014 (RE2014) con desembalse de referencia 365 hm³/año (DS2014)[147]. Tabla truncada en sus valores intermedios, incluida como ejemplo de los cálculos mensuales.

	Vi	A	A12m	Nivel_RE	T	Ver	E	N	Def	S	Vf
oct-1913	1000	111	0	2	-38,00	0,00	-3,57	-25,00	0,00	-25,00	1044,16

[147] Vi: volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía al inicio del mes
A: aportación mensual a los embalses de Entrepeñas y Buendía
A12m: aportación acumulada de los 12 meses anteriores
Nivel_RE: nivel de las reglas de explotación
T: trasvase a realizar
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo)
E: evaporación estimada
N: necesidades de desembalse para la cuenca del Tajo

	Vi	A	A12m	Nivel_RE	T	Ver	E	N	Def	S	Vf
nov-1913	1044	206	111	2	-38,00	0,00	-1,81	-18,00	0,00	-18,00	1192,10
dic-1913	1192	79	316	2	-38,00	0,00	-1,26	-19,00	0,00	-19,00	1212,75
ene-1914	1213	62	395	2	-38,00	0,00	-1,65	-19,00	0,00	-19,00	1216,38
feb-1914	1216	103	458	2	-38,00	0,00	-2,63	-18,00	0,00	-18,00	1261,16
mar-1914	1261	150	561	2	-38,00	0,00	-5,17	-23,00	0,00	-23,00	1344,91
abr-1914	1345	94	711	1	-60,00	0,00	-7,52	-23,00	0,00	-23,00	1348,37
may-1914	1348	76	805	1	-60,00	0,00	-9,89	-31,00	0,00	-31,00	1323,31
jun-1914	1323	52	881	1	-60,00	0,00	-12,15	-42,00	0,00	-42,00	1261,53
jul-1914	1262	40	933	2	-38,00	0,00	-13,12	-60,00	0,00	-60,00	1190,40
ago-1914	1190	31	973	2	-38,00	0,00	-10,72	-51,00	0,00	-51,00	1121,25
sep-1914	1121	28	1004	2	-38,00	0,00	-6,72	-36,00	0,00	-36,00	1068,25
oct-1914	1068	37	921	2	-38,00	0,00	-3,75	-25,00	0,00	-25,00	1038,33
nov-1914	1038	36	752	2	-38,00	0,00	-1,80	-18,00	0,00	-18,00	1016,37
dic-1914	1016	202	709	2	-38,00	0,00	-1,12	-19,00	0,00	-19,00	1160,45
ene-1915	1160	361	849	2	-38,00	0,00	-1,60	-19,00	0,00	-19,00	1462,51
feb-1915	1463	301	1106	1	-60,00	0,00	-3,01	-18,00	0,00	-18,00	1682,72
mar-1915	1683	324	1257	1	-60,00	0,00	-6,40	-23,00	0,00	-23,00	1917,28
abr-1915	1917	247	1487	1	-60,00	0,00	-9,78	-23,00	0,00	-23,00	2071,67
may-1915	2072	234	1659	1	-60,00	0,00	-13,59	-31,00	0,00	-31,00	2200,73
jun-1915	2201	162	1840	1	-60,00	0,00	-17,70	-42,00	0,00	-42,00	2242,66
jul-1915	2243	81	1961	1	-60,00	0,00	-20,08	-60,00	0,00	-60,00	2183,77
ago-1915	2184	63	2012	1	-60,00	0,00	-16,79	-51,00	0,00	-51,00	2118,85
sep-1915	2119	63	2047	1	-28,00	0,00	-10,76	-36,00	0,00	-36,00	2106,96
oct-1915	2107	52	2073	1	-60,00	0,00	-6,20	-25,00	0,00	-25,00	2068,17
nov-1915	2068	82	2090	1	-60,00	0,00	-3,00	-18,00	0,00	-18,00	2069,03
dic-1915	2069	240	1969	1	-60,00	-76,96	-1,89	-19,00	0,00	-19,00	2151,38
ene-1916	2151	137	1849	1	-60,00	0,00	-2,52	-19,00	0,00	-19,00	2207,08
feb-1916	2207	184	1685	1	-60,00	0,00	-4,09	-18,00	0,00	-18,00	2308,60
mar-1916	2309	626	1545	1	-60,00	-398,04	-8,08	-23,00	0,00	-23,00	2445,48
abr-1916	2445	373	1924	1	-60,00	-281,88	-11,71	-23,00	0,00	-23,00	2441,85
may-1916	2442	17	2063	1	-60,00	0,00	-15,35	-31,00	0,00	-31,00	2352,67
jun-1916	2353	97	1918	1	-60,00	0,00	-18,60	-42,00	0,00	-42,00	2328,62
jul-1916	2329	79	1934	1	-60,00	0,00	-20,65	-60,00	0,00	-60,00	2266,57
ago-1916	2267	63	1949	1	0,00	0,00	-17,26	-51,00	0,00	-51,00	2261,07
sep-1916	2261	52	1949	1	0,00	-123,61	-11,29	-36,00	0,00	-36,00	2141,98
(…)	(…)	(…)	(…)	(…)	(…)	(…)	(…)	(…)	(…)	(…)	(…)
sep-2011	779	27	721	2	-38,00	0,00	-5,13	-36,00	0,00	-36,00	726,48
oct-2011	726	26	710	2	-38,00	0,00	-2,82	-25,00	0,00	-25,00	686,86
nov-2011	687	34	698	2	-38,00	0,00	-1,33	-18,00	0,00	-18,00	663,23
dic-2011	663	28	646	2	-38,00	0,00	-0,81	-19,00	0,00	-19,00	633,52
ene-2012	634	25	599	2	-38,00	0,00	-1,02	-19,00	0,00	-19,00	600,70
feb-2012	601	28	545	2	-38,00	0,00	-1,56	-18,00	0,00	-18,00	571,34
mar-2012	571	31	458	3	-20,00	0,00	-2,88	-23,00	0,00	-23,00	556,06
abr-2012	556	40	407	3	-20,00	0,00	-3,91	-23,00	0,00	-23,00	549,55
may-2012	550	48	367	3	-20,00	0,00	-5,09	-31,00	0,00	-31,00	541,16
jun-2012	541	29	353	3	-20,00	0,00	-6,27	-42,00	0,00	-42,00	502,29
jul-2012	502	27	348	3	-20,00	0,00	-6,63	-60,00	0,00	-60,00	443,06
ago-2012	443	25	344	3	-20,00	0,00	-5,16	-51,00	0,00	-51,00	391,50
sep-2012	392	19	342	4	0,00	0,00	-3,08	-36,00	0,00	-36,00	371,62
oct-2012	372	22	335	4	0,00	0,00	-1,72	-25,00	0,00	-25,00	366,60
nov-2012	367	38	323	4	0,00	0,00	-0,83	-18,00	0,00	-18,00	385,87
dic-2012	386	35	333	4	0,00	0,00	-0,55	-19,00	0,00	-19,00	401,22
ene-2013	401	65	342	3	-1,22	0,00	-0,73	-19,00	0,00	-19,00	444,77
feb-2013	445	68	379	3	-20,00	0,00	-1,25	-18,00	0,00	-18,00	473,32
mar-2013	473	239	416	3	-20,00	0,00	-2,50	-23,00	0,00	-23,00	667,12
abr-2013	667	191	615	2	-38,00	0,00	-4,48	-23,00	0,00	-23,00	792,55
may-2013	793	90	758	2	-38,00	0,00	-6,67	-31,00	0,00	-31,00	807,27
jun-2013	807	55	819	2	-38,00	0,00	-8,43	-42,00	0,00	-42,00	773,45
jul-2013	773	43	846	2	-38,00	0,00	-9,13	-60,00	0,00	-60,00	709,12
ago-2013	709	36	864	2	-38,00	0,00	-7,30	-51,00	0,00	-51,00	648,41
sep-2013	648	31	881	2	-38,00	0,00	-4,48	-36,00	0,00	-36,00	600,63
oct-2013	601	28	890	3	-20,00	0,00	-2,45	-25,00	0,00	-25,00	581,18

Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo
S: desembalses hacia el Tajo
Vf: volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía a final del mes

	Vi	A	A12m	Nivel_RE	T	Ver	E	N	Def	S	Vf
nov-2013	581	21	880	3	-20,00	0,00	-1,17	-18,00	0,00	-18,00	563,41
dic-2013	563	36	866	3	-20,00	0,00	-0,72	-19,00	0,00	-19,00	559,79
ene-2014	560	91	838	3	-20,00	0,00	-0,93	-19,00	0,00	-19,00	610,36
feb-2014	610	196	860	2	-38,00	0,00	-1,58	-18,00	0,00	-18,00	749,08
mar-2014	749	107	817	2	-38,00	0,00	-3,51	-23,00	0,00	-23,00	791,37
abr-2014	791	65	733	2	-38,00	0,00	-5,08	-23,00	0,00	-23,00	789,99
may-2014	790	52	708	2	-38,00	0,00	-6,66	-31,00	0,00	-31,00	765,93
jun-2014	766	41	705	2	-38,00	0,00	-8,11	-42,00	0,00	-42,00	719,02
jul-2014	719	37	703	2	-38,00	0,00	-8,65	-60,00	0,00	-60,00	648,87
ago-2014	649	29	704	3	-20,00	0,00	-6,84	-51,00	0,00	-51,00	600,43
sep-2014	600	27	703	3	-20,00	0,00	-4,23	-36,00	0,00	-36,00	567,40
oct-2014	567	30	702	3	-20,00	0,00	-2,35	-25,00	0,00	-25,00	550,48
nov-2014	550	40	711	3	-20,00	0,00	-1,13	-18,00	0,00	-18,00	551,39
dic-2014	551	51	715	3	-20,00	0,00	-0,71	-19,00	0,00	-19,00	563,09
ene-2015	563	41	676	3	-20,00	0,00	-0,93	-19,00	0,00	-19,00	564,35
feb-2015	564	81	520	3	-20,00	0,00	-1,49	-18,00	0,00	-18,00	605,48
mar-2015	605	61	494	2	-38,00	0,00	-3,00	-23,00	0,00	-23,00	602,71
abr-2015	603	47	491	2	-38,00	0,00	-4,15	-23,00	0,00	-23,00	584,87
may-2015	585	39	487	3	-20,00	0,00	-5,33	-31,00	0,00	-31,00	567,49
jun-2015	567	32	484	3	-20,00	0,00	-6,49	-42,00	0,00	-42,00	530,79
jul-2015	531	22	480	3	-20,00	0,00	-6,91	-60,00	0,00	-60,00	465,61
ago-2015	466	20	472	3	-20,00	0,00	-5,35	-51,00	0,00	-51,00	409,02
sep-2015	409	19	464	3	-9,02	0,00	-3,18	-36,00	0,00	-36,00	379,34
oct-2015	379	20	453	4	0,00	0,00	-1,74	-25,00	0,00	-25,00	372,44
nov-2015	372	21	432	4	0,00	0,00	-0,84	-18,00	0,00	-18,00	374,57
dic-2015	375	18	402	4	0,00	0,00	-0,53	-19,00	0,00	-19,00	373,50
ene-2016	373	49	379	4	0,00	0,00	-0,69	-19,00	0,00	-19,00	402,38
feb-2016	402	118	347	3	-2,38	0,00	-1,16	-18,00	0,00	-18,00	498,47
mar-2016	498	104	404	3	-20,00	0,00	-2,60	-23,00	0,00	-23,00	556,46
abr-2016	556	116	460	3	-20,00	0,00	-3,91	-23,00	0,00	-23,00	625,49
may-2016	625	100	537	3	-20,00	0,00	-5,60	-31,00	0,00	-31,00	669,31
jun-2016	669	49	605	3	-20,00	0,00	-7,34	-42,00	0,00	-42,00	649,25
jul-2016	649	29	633	3	-20,00	0,00	-8,02	-60,00	0,00	-60,00	590,42
ago-2016	590	26	642	3	-20,00	0,00	-6,38	-51,00	0,00	-51,00	538,58
sep-2016	539	23	649	3	-20,00	0,00	-3,90	-36,00	0,00	-36,00	501,34
oct-2016	501	24	652	3	-20,00	0,00	-2,14	-25,00	0,00	-25,00	478,35
nov-2016	478	30	655	3	-20,00	0,00	-1,02	-18,00	0,00	-18,00	469,32
dic-2016	469	26	667	3	-20,00	0,00	-0,63	-19,00	0,00	-19,00	455,74
ene-2017	456	22	644	3	-20,00	0,00	-0,80	-19,00	0,00	-19,00	438,09
feb-2017	438	42	549	3	-20,00	0,00	-1,23	-18,00	0,00	-18,00	440,98
mar-2017	441	37	487	3	-20,00	0,00	-2,37	-23,00	0,00	-23,00	432,17
abr-2017	432	31	408	3	-20,00	0,00	-3,25	-23,00	0,00	-23,00	417,26
may-2017	417	29	339	3	-17,26	0,00	-4,15	-31,00	0,00	-31,00	393,73
jun-2017	394	20	319	4	0,00	0,00	-4,95	-42,00	0,00	-42,00	367,03
jul-2017	367	19	310	4	0,00	0,00	-5,26	-60,00	0,00	-60,00	320,62
ago-2017	321	14	303	4	0,00	0,00	-4,06	-51,00	0,00	-51,00	279,67
sep-2017	280	13	294	4	0,00	0,00	-2,40	-36,00	0,00	-36,00	253,97

Resultados anuales

Tabla 68. Resultados anuales de la simulación con RE2014 y DR2014[148].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-522	1031	-365	0	0	-76	50%	44%	3	9	0	0
1914-1915	-600	2110	-365	0	0	-106	72%	86%	8	4	0	0
1915-1916	-600	2001	-365	0	-880	-121	92%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-365	0	-1159	-123	95%	87%	12	0	0	0

[148] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1917-1918	-600	801	-365	0	0	-109	81%	76%	12	0	0	0
1918-1919	-600	1851	-365	0	-580	-115	84%	84%	12	0	0	0
1919-1920	-600	1898	-365	0	-859	-117	92%	82%	12	0	0	0
1920-1921	-600	880	-365	0	0	-106	79%	74%	12	0	0	0
1921-1922	-600	946	-365	0	0	-100	72%	69%	12	0	0	0
1922-1923	-600	1022	-365	0	0	-98	70%	68%	12	0	0	0
1923-1924	-600	1909	-365	0	-221	-117	85%	92%	12	0	0	0
1924-1925	-600	889	-365	0	-28	-115	88%	84%	12	0	0	0
1925-1926	-600	1558	-365	0	-254	-122	93%	92%	12	0	0	0
1926-1927	-600	1405	-365	0	-453	-118	90%	87%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-365	0	-818	-123	94%	87%	12	0	0	0
1928-1929	-600	860	-365	0	0	-110	83%	79%	12	0	0	0
1929-1930	-600	1636	-365	0	-398	-114	84%	85%	12	0	0	0
1930-1931	-600	785	-365	0	0	-108	80%	73%	12	0	0	0
1931-1932	-600	837	-365	0	0	-94	68%	64%	12	0	0	0
1932-1933	-600	1237	-365	0	0	-100	70%	71%	12	0	0	0
1933-1934	-600	1208	-365	0	0	-105	75%	77%	12	0	0	0
1934-1935	-600	1262	-365	0	0	-112	83%	84%	12	0	0	0
1935-1936	-600	2139	-365	0	-682	-122	93%	99%	12	0	0	0
1936-1937	-600	1883	-365	0	-885	-124	95%	96%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-365	0	-1108	-124	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-365	0	0	-112	84%	81%	12	0	0	0
1939-1940	-600	1554	-365	0	-335	-120	91%	86%	12	0	0	0
1940-1941	-600	1969	-365	0	-929	-119	91%	84%	12	0	0	0
1941-1942	-600	1089	-365	0	-53	-111	83%	83%	12	0	0	0
1942-1943	-600	1195	-365	0	-136	-113	85%	82%	12	0	0	0
1943-1944	-600	726	-365	0	0	-100	74%	68%	12	0	0	0
1944-1945	-600	452	-365	0	0	-81	56%	44%	9	3	0	0
1945-1946	-566	1394	-365	0	0	-84	53%	59%	5	7	0	0
1946-1947	-600	2180	-365	0	-184	-116	81%	97%	12	0	0	0
1947-1948	-600	1468	-365	0	-473	-123	94%	93%	12	0	0	0
1948-1949	-600	406	-365	0	-82	-101	75%	63%	12	0	0	0
1949-1950	-600	466	-365	0	0	-76	52%	39%	8	4	0	0
1950-1951	-588	1772	-365	0	0	-94	60%	69%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-365	0	0	-104	75%	75%	12	0	0	0
1952-1953	-600	491	-365	0	0	-89	64%	52%	11	1	0	0
1953-1954	-456	351	-365	0	0	-66	43%	30%	0	12	0	0
1954-1955	-456	874	-365	0	0	-59	34%	30%	0	12	0	0
1955-1956	-566	1718	-365	0	0	-79	48%	58%	5	7	0	0
1956-1957	-600	757	-365	0	0	-78	52%	47%	7	5	0	0
1957-1958	-500	854	-365	0	0	-75	48%	43%	2	10	0	0
1958-1959	-544	1129	-365	0	0	-78	50%	49%	4	8	0	0
1959-1960	-600	2123	-365	0	-106	-115	82%	87%	9	3	0	0
1960-1961	-600	1670	-365	0	-583	-121	94%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-365	0	-724	-122	94%	87%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-365	0	-873	-118	91%	85%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-365	0	-1074	-117	92%	85%	12	0	0	0
1964-1965	-600	760	-365	0	0	-106	79%	73%	12	0	0	0
1965-1966	-600	2616	-365	0	-1207	-114	87%	86%	12	0	0	0
1966-1967	-600	1173	-365	0	-250	-112	86%	80%	12	0	0	0
1967-1968	-600	925	-365	0	0	-105	77%	74%	12	0	0	0
1968-1969	-600	1674	-365	0	-13	-117	85%	97%	12	0	0	0
1969-1970	-600	1645	-365	0	-680	-122	94%	92%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-365	0	-505	-120	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-365	0	-109	-120	91%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-365	0	-48	-118	91%	86%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-365	0	-42	-113	85%	83%	12	0	0	0
1974-1975	-600	758	-365	0	0	-101	75%	71%	12	0	0	0
1975-1976	-600	443	-365	0	0	-81	57%	46%	9	3	0	0
1976-1977	-600	1695	-365	0	0	-100	67%	72%	8	4	0	0
1977-1978	-600	1515	-365	0	-36	-112	81%	88%	12	0	0	0
1978-1979	-600	1826	-365	0	-562	-120	91%	95%	12	0	0	0
1979-1980	-600	971	-365	0	-216	-114	88%	82%	12	0	0	0
1980-1981	-600	483	-365	0	0	-94	69%	59%	12	0	0	0
1981-1982	-544	616	-365	0	0	-77	51%	44%	4	8	0	0
1982-1983	-456	473	-365	0	0	-59	36%	27%	0	12	0	0
1983-1984	-384	965	-365	0	0	-54	30%	34%	0	10	2	0
1984-1985	-500	1100	-365	0	0	-69	42%	40%	2	10	0	0
1985-1986	-456	847	-365	0	0	-69	42%	39%	0	12	0	0
1986-1987	-456	698	-365	0	0	-61	37%	31%	0	12	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1987-1988	-456	1237	-365	0	0	-66	39%	45%	0	12	0	0
1988-1989	-478	761	-365	0	0	-68	42%	39%	1	11	0	0
1989-1990	-456	611	-365	0	0	-61	37%	28%	0	12	0	0
1990-1991	-456	827	-365	0	0	-53	30%	26%	0	12	0	0
1991-1992	-312	513	-365	0	0	-43	23%	18%	0	3	9	0
1992-1993	-186	462	-365	0	0	-34	17%	13%	0	0	10	2
1993-1994	-172	602	-365	0	0	-37	18%	14%	0	0	9	3
1994-1995	-64	400	-365	0	0	-32	15%	12%	0	0	4	8
1995-1996	-268	940	-365	0	0	-45	23%	22%	0	5	3	4
1996-1997	-578	1378	-365	0	0	-69	41%	37%	8	1	3	0
1997-1998	-566	1229	-365	0	0	-76	48%	46%	6	6	0	0
1998-1999	-456	404	-365	0	0	-61	38%	27%	0	12	0	0
1999-2000	-402	683	-365	0	0	-48	27%	21%	0	9	3	0
2000-2001	-516	1367	-365	0	0	-69	39%	38%	6	3	3	0
2001-2002	-486	471	-365	0	0	-50	29%	21%	3	6	3	0
2002-2003	-384	1091	-365	0	0	-58	32%	32%	0	8	4	0
2003-2004	-456	983	-365	0	0	-62	37%	36%	0	12	0	0
2004-2005	-402	364	-365	0	0	-48	28%	18%	0	8	4	0
2005-2006	-161	423	-365	0	0	-34	17%	13%	0	0	10	2
2006-2007	-136	615	-365	0	0	-37	17%	16%	0	0	7	5
2007-2008	-90	490	-365	0	0	-36	17%	16%	0	0	5	7
2008-2009	-223	681	-365	0	0	-42	21%	18%	0	1	9	2
2009-2010	-420	1339	-365	0	0	-62	34%	38%	3	5	4	0
2010-2011	-522	747	-365	0	0	-60	35%	30%	3	9	0	0
2011-2012	-301	361	-365	0	0	-41	23%	15%	0	5	6	1
2012-2013	-278	911	-365	0	0	-48	24%	24%	0	6	3	3
2013-2014	-348	730	-365	0	0	-51	27%	23%	0	6	6	0
2014-2015	-240	483	-365	0	0	-42	22%	16%	0	2	10	0
2015-2016	-198	672	-365	0	0	-42	21%	19%	0	0	8	4
2016-2017	-125	307	-365	0	0	-32	16%	10%	0	0	8	4

Tabla 69. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación con RE2014 y DR2014

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-591	1339	-365	0	-262	-106	78%	76%	10,67	1,33	0,00	0,00
Mínimo	-456	351	-365	0	0	-59	34%	30%	0	0	0	0
Primer cuartil	-600	884	-365	0	0	-100	71%	69%	12	0	0	0
Mediana	-600	1237	-365	0	-36	-112	83%	82%	12	0	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-365	0	-489	-118	91%	87%	12	0	0	0
Máximo	-600	2616	-365	0	-1207	-124	95%	99%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	875	298880	0			257,77	2%	3%	8,62	8,62	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	29,58	546,70	0,00			16,06	0,15	0,17	2,94	2,94	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,05	0,41	0,00			0,15	0,20	0,22	0,28	2,21		
Moda	-600		-365						12	0	0	0
Curtosis	13,38	-0,92				0,40	0,19	0,53	5,05	5,05		
Coef. de asimetría	3,60	0,11				1,11	-1,02	-1,10	-2,32	2,32		
Rango	-144	2265	0			-64	62%	70%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	36	67	67	67	65	15	0	0
1980-2017												
Media	-366	737	-365	0	0	-54	31%	27%	0,95	5,95	3,62	1,16
Mínimo	-64	307	-365	0	0	-32	15%	10%	0	0	0	0
Primer cuartil	-240	483	-365	0	0	-42	22%	18%	0	1	0	0
Mediana	-402	681	-365	0	0	-53	30%	26%	0	6	3	0
Tercer cuartil	-456	940	-365	0	0	-62	38%	37%	0	10	7	2
Máximo	-600	1378	-365	0	0	-94	69%	59%	8	12	12	8
Varianza (σ^2)	22603	95689	0			217	1%	1%	4	22	13	4
Desviación típica (σ)	150,34	309,34	0,00			14,73	0,12	0,12	1,97	4,64	3,65	2,10
Coef. Variación (σ/media)	0,41	0,42	0,00			0,27	0,38	0,43	2,08	0,78	1,01	1,81
Moda	-456		-365						0	0	0	0
Curtosis	-0,95	-0,54				-0,01	1,58	-0,27	4,48	-1,53	-0,81	3,09
Coef. de asimetría	0,44	0,66				-0,44	0,90	0,55	2,13	-0,04	0,59	1,82
Rango	-536	1071	0			-63	54%	48%	8	12	12	8
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	0	37	37	37	9	28	23	11

Desembalse de referencia de 365 hm³/año más 60 hm³/año de la toma del Canal de Isabel II (DR2014+CYII)

Gráficos para desembalse de referencia de 365 hm³ + toma CYII de 60 hm³/año (DR2014+CYII)

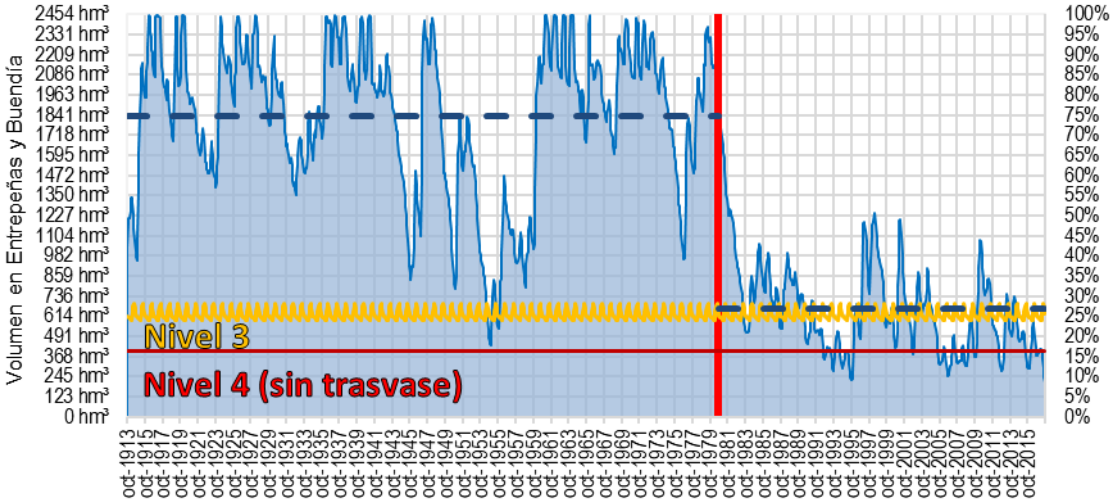


Figura 213.Evolución de los volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980

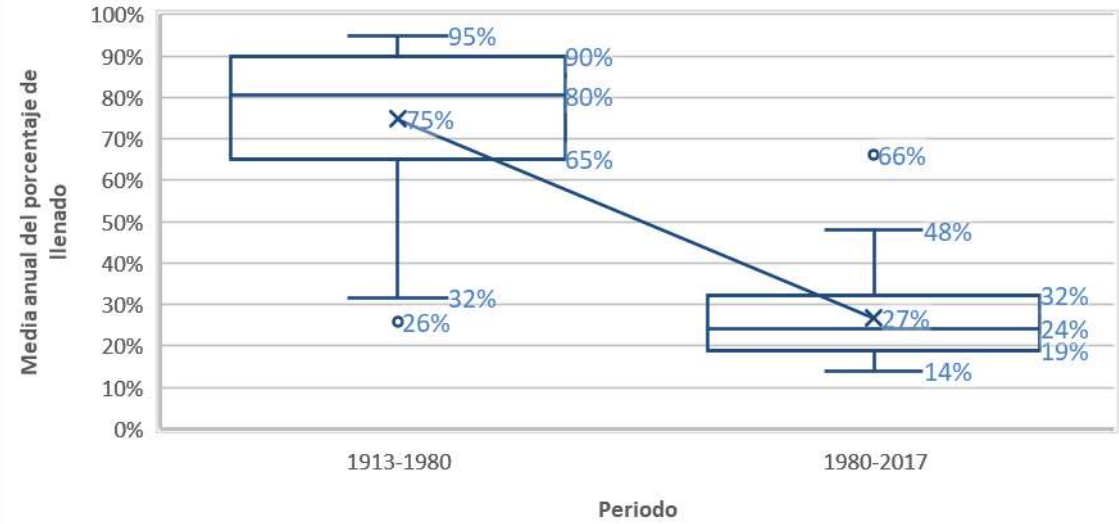


Figura 214. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980

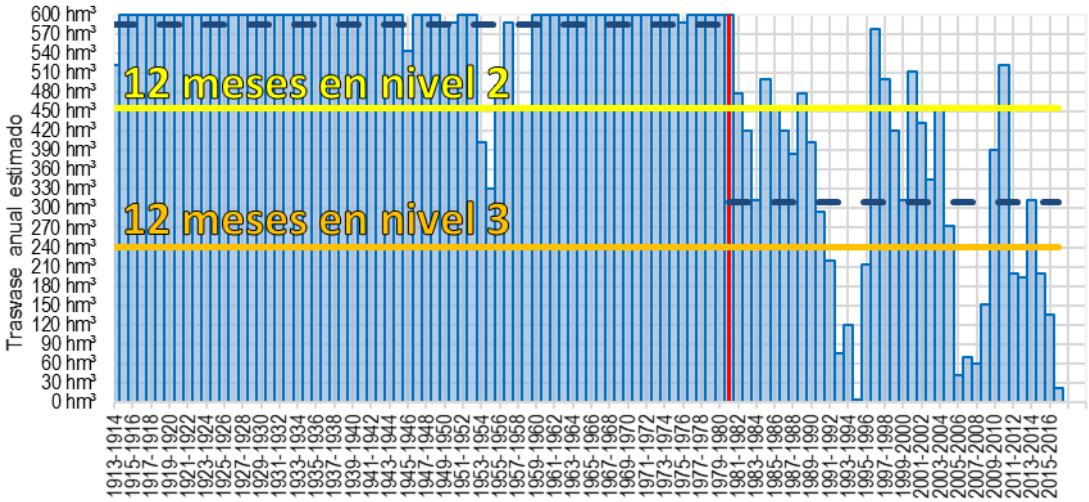


Figura 215. Evolución de volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980

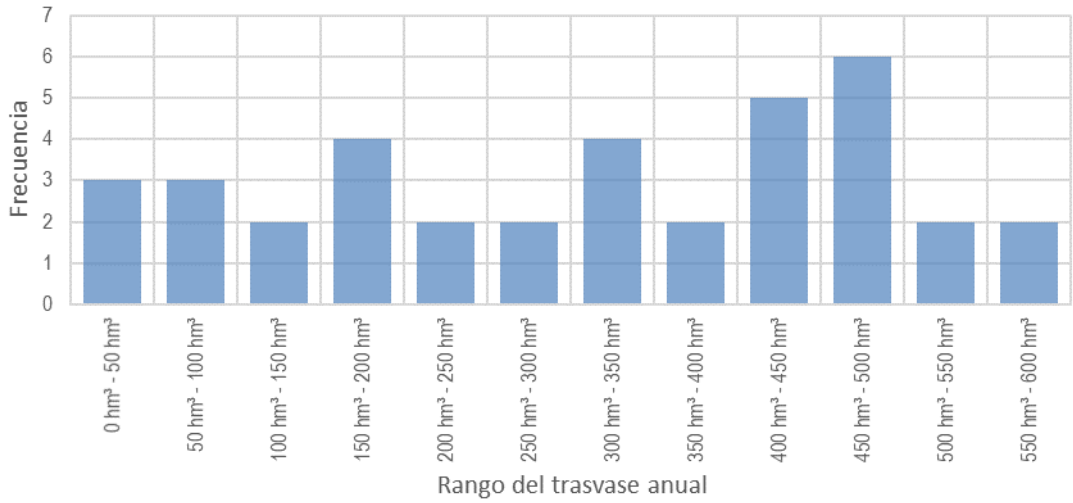


Figura 216. Distribución de frecuencias por rango de trasvases en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980

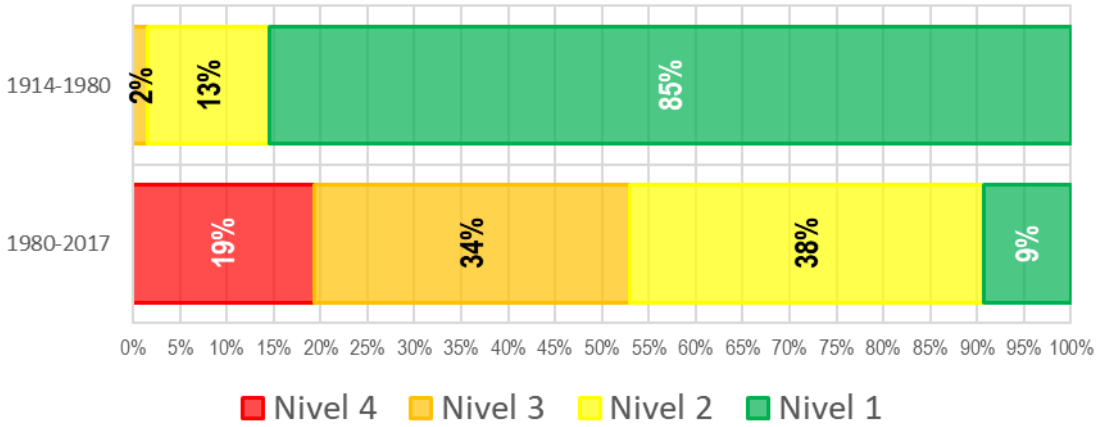


Figura 217. Reparto de tiempo por niveles en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en el RD 773/2014, y DR2014+CYII. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980

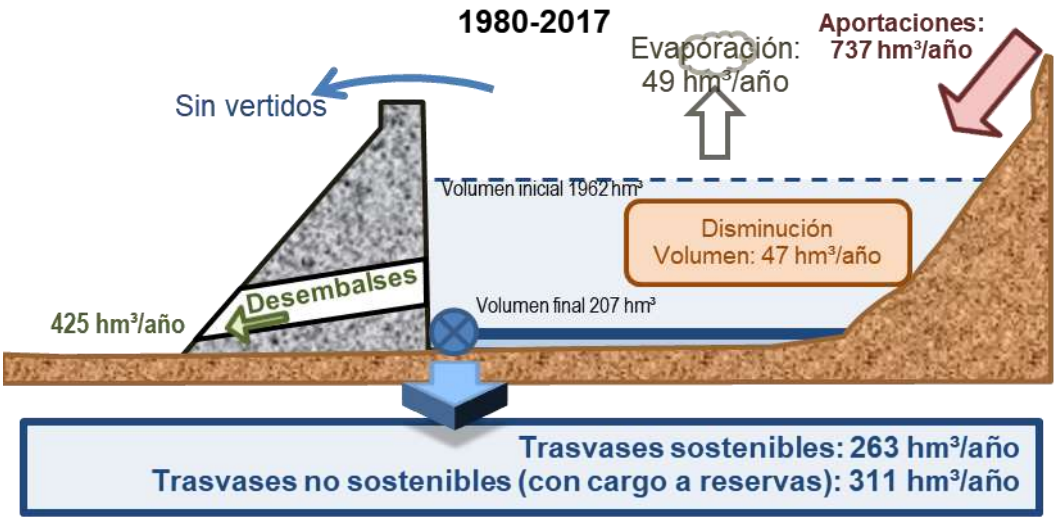


Figura 218. Representación de los valores medios anuales de la simulación con RE2014 y DR2014+CYII. Periodo 1980-2017

Tablas para desembalse de referencia de 365 hm³ + toma CYII de 60 hm³/año (DR2014+CYII)

Tabla 70. Resultados anuales de la simulación con RE2014 y DR2014 más 60 hm³/año de la toma del Canal de Isabel II (DR2014+CYII)[149].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-522	1031	-425	0	0	-75	49%	41%	3	9	0	0
1914-1915	-600	2110	-425	0	0	-103	69%	81%	8	4	0	0
1915-1916	-600	2001	-425	0	-706	-120	90%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-425	0	-1106	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-600	801	-425	0	0	-107	80%	73%	12	0	0	0
1918-1919	-600	1851	-425	0	-489	-114	83%	82%	12	0	0	0
1919-1920	-600	1898	-425	0	-808	-116	91%	80%	12	0	0	0
1920-1921	-600	880	-425	0	0	-103	76%	70%	12	0	0	0
1921-1922	-600	946	-425	0	0	-95	67%	63%	12	0	0	0
1922-1923	-600	1022	-425	0	0	-91	62%	59%	12	0	0	0
1923-1924	-600	1909	-425	0	0	-115	81%	91%	12	0	0	0
1924-1925	-600	889	-425	0	0	-114	86%	80%	12	0	0	0
1925-1926	-600	1558	-425	0	-163	-121	91%	91%	12	0	0	0
1926-1927	-600	1405	-425	0	-405	-118	89%	85%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-425	0	-704	-122	93%	87%	12	0	0	0
1928-1929	-600	860	-425	0	0	-110	82%	76%	12	0	0	0
1929-1930	-600	1636	-425	0	-314	-112	82%	84%	12	0	0	0
1930-1931	-600	785	-425	0	0	-106	78%	70%	12	0	0	0
1931-1932	-600	837	-425	0	0	-89	63%	58%	12	0	0	0
1932-1933	-600	1237	-425	0	0	-93	64%	63%	12	0	0	0
1933-1934	-600	1208	-425	0	0	-96	66%	67%	12	0	0	0
1934-1935	-600	1262	-425	0	0	-101	72%	72%	12	0	0	0
1935-1936	-600	2139	-425	0	-350	-120	89%	98%	12	0	0	0
1936-1937	-600	1883	-425	0	-839	-124	95%	94%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-425	0	-1009	-123	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-425	0	0	-111	83%	78%	12	0	0	0
1939-1940	-600	1554	-425	0	-236	-120	90%	85%	12	0	0	0

[149] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1940-1941	-600	1969	-425	0	-884	-118	91%	83%	12	0	0	0
1941-1942	-600	1089	-425	0	-3	-110	82%	81%	12	0	0	0
1942-1943	-600	1195	-425	0	-81	-112	84%	80%	12	0	0	0
1943-1944	-600	726	-425	0	0	-97	71%	64%	12	0	0	0
1944-1945	-600	452	-425	0	0	-76	52%	37%	7	5	0	0
1945-1946	-544	1394	-425	0	0	-77	46%	52%	4	8	0	0
1946-1947	-600	2180	-425	0	0	-112	76%	94%	12	0	0	0
1947-1948	-600	1468	-425	0	-403	-122	93%	91%	12	0	0	0
1948-1949	-600	406	-425	0	-29	-100	75%	60%	12	0	0	0
1949-1950	-588	466	-425	0	0	-74	50%	35%	6	6	0	0
1950-1951	-588	1772	-425	0	0	-89	55%	62%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-425	0	0	-97	68%	66%	12	0	0	0
1952-1953	-600	491	-425	0	0	-79	55%	41%	8	4	0	0
1953-1954	-402	351	-425	0	0	-52	32%	20%	0	9	3	0
1954-1955	-330	874	-425	0	0	-50	26%	22%	0	5	7	0
1955-1956	-490	1718	-425	0	0	-73	43%	52%	4	5	3	0
1956-1957	-588	757	-425	0	0	-71	46%	39%	6	6	0	0
1957-1958	-456	854	-425	0	0	-66	40%	35%	0	12	0	0
1958-1959	-456	1129	-425	0	0	-70	43%	42%	0	12	0	0
1959-1960	-600	2123	-425	0	0	-108	74%	83%	9	3	0	0
1960-1961	-600	1670	-425	0	-411	-121	93%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-425	0	-683	-122	94%	86%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-425	0	-828	-118	90%	83%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-425	0	-1024	-117	91%	84%	12	0	0	0
1964-1965	-600	760	-425	0	0	-104	77%	68%	12	0	0	0
1965-1966	-600	2616	-425	0	-1091	-113	85%	84%	12	0	0	0
1966-1967	-600	1173	-425	0	-196	-112	85%	78%	12	0	0	0
1967-1968	-600	925	-425	0	0	-102	75%	70%	12	0	0	0
1968-1969	-600	1674	-425	0	0	-112	80%	91%	12	0	0	0
1969-1970	-600	1645	-425	0	-527	-121	93%	90%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-425	0	-392	-119	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-425	0	-50	-120	90%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-425	0	-7	-118	91%	85%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-425	0	0	-113	84%	82%	12	0	0	0
1974-1975	-600	758	-425	0	0	-99	72%	67%	12	0	0	0
1975-1976	-588	443	-425	0	0	-77	53%	40%	6	6	0	0
1976-1977	-600	1695	-425	0	0	-93	61%	64%	8	4	0	0
1977-1978	-600	1515	-425	0	0	-105	73%	80%	12	0	0	0
1978-1979	-600	1826	-425	0	-347	-118	88%	93%	12	0	0	0
1979-1980	-600	971	-425	0	-161	-113	87%	80%	12	0	0	0
1980-1981	-600	483	-425	0	0	-91	66%	54%	12	0	0	0
1981-1982	-478	616	-425	0	0	-73	48%	40%	1	11	0	0
1982-1983	-420	473	-425	0	0	-53	32%	22%	0	10	2	0
1983-1984	-312	965	-425	0	0	-50	26%	30%	0	4	8	0
1984-1985	-500	1100	-425	0	0	-63	37%	34%	2	10	0	0
1985-1986	-456	847	-425	0	0	-60	35%	30%	0	12	0	0
1986-1987	-420	698	-425	0	0	-50	28%	22%	0	10	2	0
1987-1988	-384	1237	-425	0	0	-57	32%	37%	0	8	4	0
1988-1989	-478	761	-425	0	0	-57	34%	29%	1	11	0	0
1989-1990	-402	611	-425	0	0	-47	26%	18%	0	9	3	0
1990-1991	-294	827	-425	0	0	-45	23%	21%	0	3	9	0
1991-1992	-220	513	-425	0	0	-38	20%	14%	0	0	11	1
1992-1993	-75	462	-425	0	0	-32	15%	11%	0	0	6	6
1993-1994	-120	602	-425	0	0	-35	17%	12%	0	0	6	6
1994-1995	-4	400	-425	0	0	-30	14%	10%	0	0	2	10
1995-1996	-214	940	-425	0	0	-43	20%	20%	0	3	5	4
1996-1997	-578	1378	-425	0	0	-65	38%	33%	8	1	3	0
1997-1998	-500	1229	-425	0	0	-72	44%	42%	2	10	0	0
1998-1999	-420	404	-425	0	0	-55	34%	22%	0	10	2	0
1999-2000	-312	683	-425	0	0	-44	24%	18%	0	4	8	0
2000-2001	-513	1367	-425	0	0	-64	35%	33%	6	2	4	0
2001-2002	-432	471	-425	0	0	-43	24%	15%	3	4	5	0
2002-2003	-344	1091	-425	0	0	-53	28%	26%	0	8	2	2
2003-2004	-456	983	-425	0	0	-54	30%	28%	0	12	0	0
2004-2005	-273	364	-425	0	0	-40	22%	13%	0	4	7	1
2005-2006	-42	423	-425	0	0	-31	14%	10%	0	0	3	9
2006-2007	-69	615	-425	0	0	-34	15%	14%	0	0	4	8
2007-2008	-60	490	-425	0	0	-32	15%	13%	0	0	3	9
2008-2009	-150	681	-425	0	0	-39	19%	15%	0	0	8	4
2009-2010	-390	1339	-425	0	0	-60	32%	34%	3	5	1	3

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
2010-2011	-522	747	-425	0	0	-54	31%	24%	3	9	0	0
2011-2012	-200	361	-425	0	0	-36	19%	12%	0	0	10	2
2012-2013	-194	911	-425	0	0	-44	21%	22%	0	4	3	5
2013-2014	-312	730	-425	0	0	-46	24%	20%	0	4	8	0
2014-2015	-200	483	-425	0	0	-36	18%	12%	0	0	10	2
2015-2016	-135	672	-425	0	0	-37	17%	15%	0	0	7	5
2016-2017	-22	307	-425	0	0	-30	14%	8%	0	0	3	9

Tabla 71. Estadísticas de los resultados anuales de la simulación con Reglas de Explotación RD 773/2014 con desembalse de referencia 365 hm³/año más 60 hm³/año de la toma del Canal de Isabel II

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-584	1339	-425	0	-213	-103	75%	72%	10,39	1,42	0,19	0,00
Mínimo	-330	351	-425	0	0	-50	26%	20%	0	0	0	0
Primer cuartil	-600	884	-425	0	0	-94	65%	63%	12	0	0	0
Mediana	-600	1237	-425	0	0	-110	80%	80%	12	0	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-425	0	-371	-118	90%	86%	12	0	0	0
Máximo	-600	2616	-425	0	-1106	-124	95%	98%	12	12	7	0
Varianza (σ^2)	2410	298880	0			338,69	3%	4%	11,45	8,70	0,98	0,00
Desviación típica (σ)	49,09	546,70	0,00			18,40	0,17	0,19	3,38	2,95	0,99	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,08	0,41	0,00			0,18	0,23	0,26	0,33	2,08	5,09	
Moda	-600		-425						12	0	0	0
Curtosis	13,81	-0,92				0,44	0,05	0,27	3,43	4,06	36,32	
Coef. de asimetría	3,57	0,11				1,07	-0,93	-1,01	-2,05	2,09	5,68	
Rango	-270	2265	0			-74	69%	79%	12	12	7	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	29	67	67	67	63	15	3	0
1980-2017												
Media	-311	737	-425	0	0	-49	27%	23%	0,78	4,54	4,03	2,32
Mínimo	-4	307	-425	0	0	-30	14%	8%	0	0	0	0
Primer cuartil	-194	483	-425	0	0	-37	19%	14%	0	0	2	0
Mediana	-312	681	-425	0	0	-46	24%	21%	0	4	3	0
Tercer cuartil	-456	940	-425	0	0	-57	32%	30%	0	9	7	4
Máximo	-600	1378	-425	0	0	-91	66%	54%	8	12	11	10
Varianza (σ^2)	29432	95689	0			196	1%	1%	3	19	11	11
Desviación típica (σ)	171,56	309,34	0,00			13,99	0,11	0,11	1,78	4,41	3,34	3,27
Coef. Variación (σ/media)	0,55	0,42	0,00			0,29	0,41	0,47	2,27	0,97	0,83	1,41
Moda	-420		-425						0	0	0	0
Curtosis	-1,12	-0,54				0,91	3,36	0,58	8,26	-1,46	-0,89	0,06
Coef. de asimetría	0,23	0,66				-0,84	1,40	0,86	2,69	0,38	0,46	1,15
Rango	-596	1071	0			-61	52%	46%	8	12	11	10
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	0	37	37	37	9	24	29	17

An.6D. Propuesta de *JE2013*

Gráficos para desembalse de referencia de 365 hm³ (DR2014)

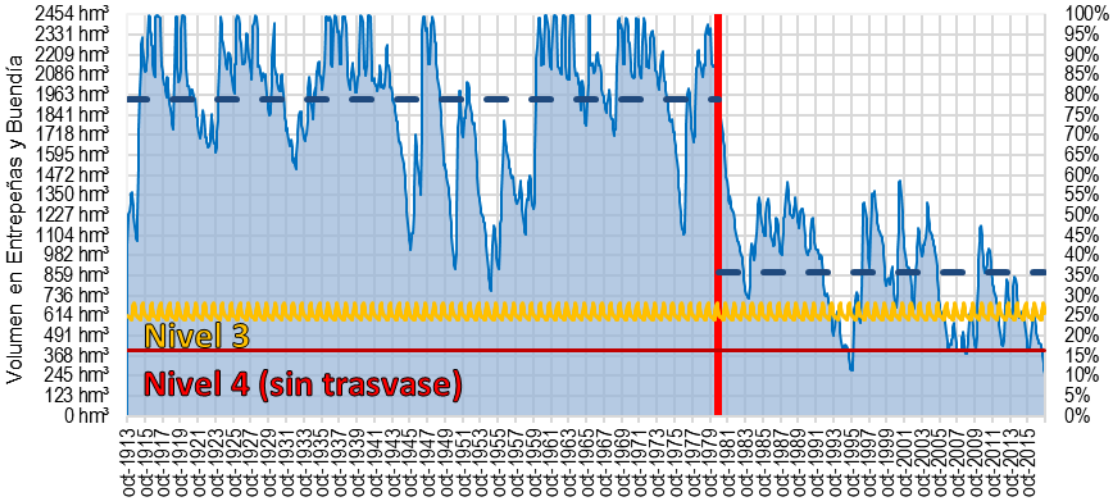


Figura 219. Evolución de los volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas *JE2013*, y DR2014. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980.

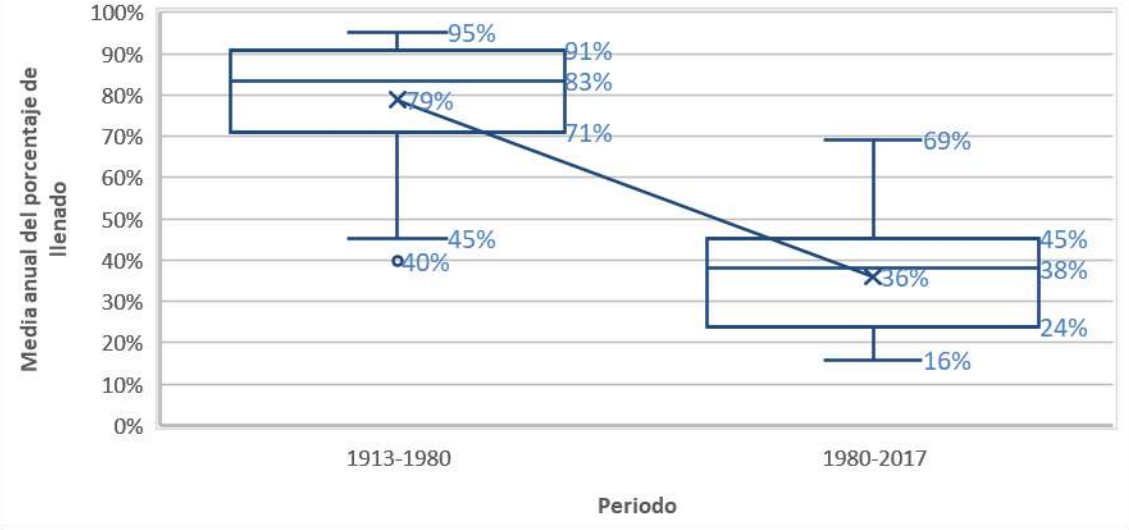


Figura 220. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014.

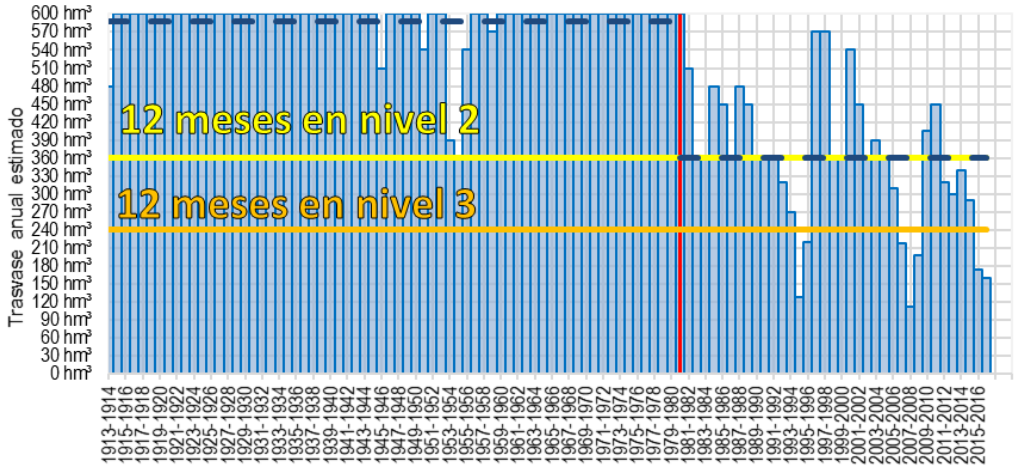


Figura 221. Evolución de los volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014. En línea azul a trazos se representa la media para los valores anteriores y posteriores a octubre de 1980.

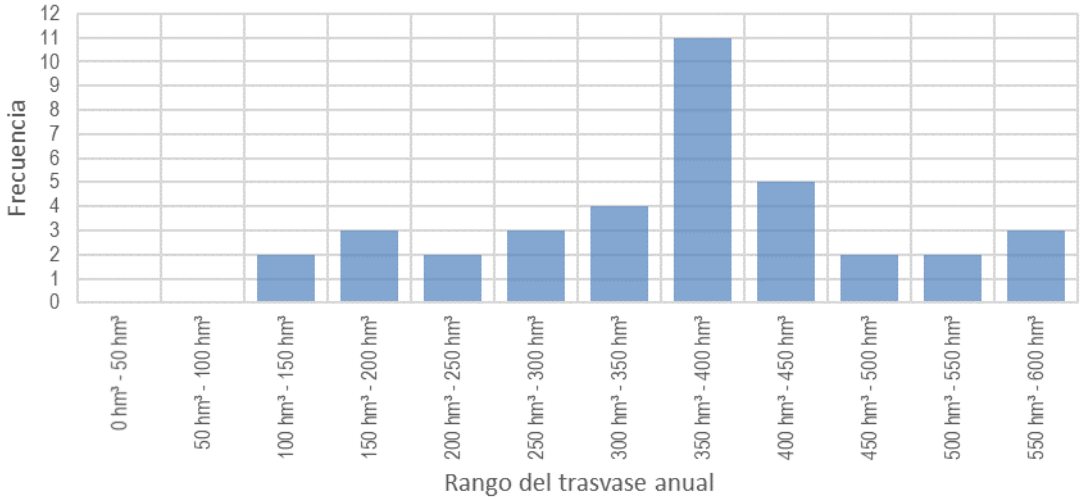


Figura 222. Distribución de frecuencias por rango de los volúmenes trasvasados en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014

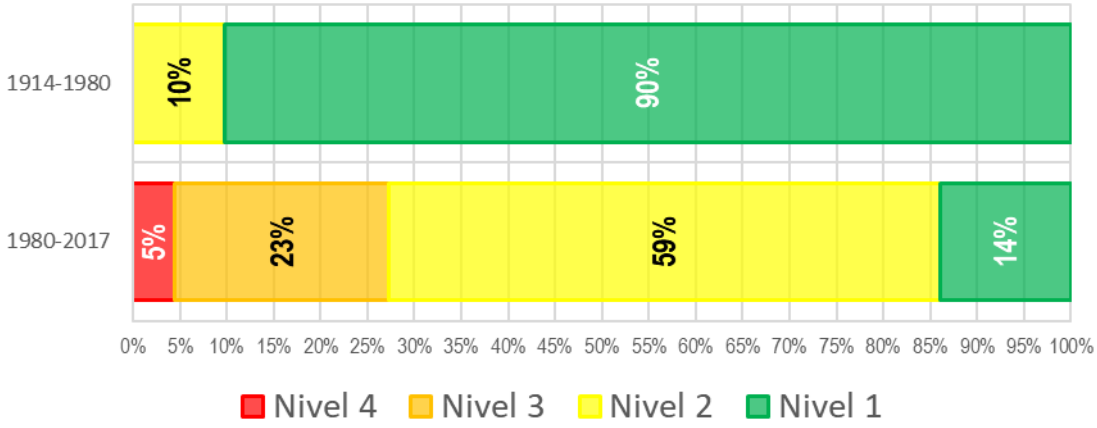


Figura 223. Porcentaje de tiempo en cada nivel de las Reglas de Explotación en la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014

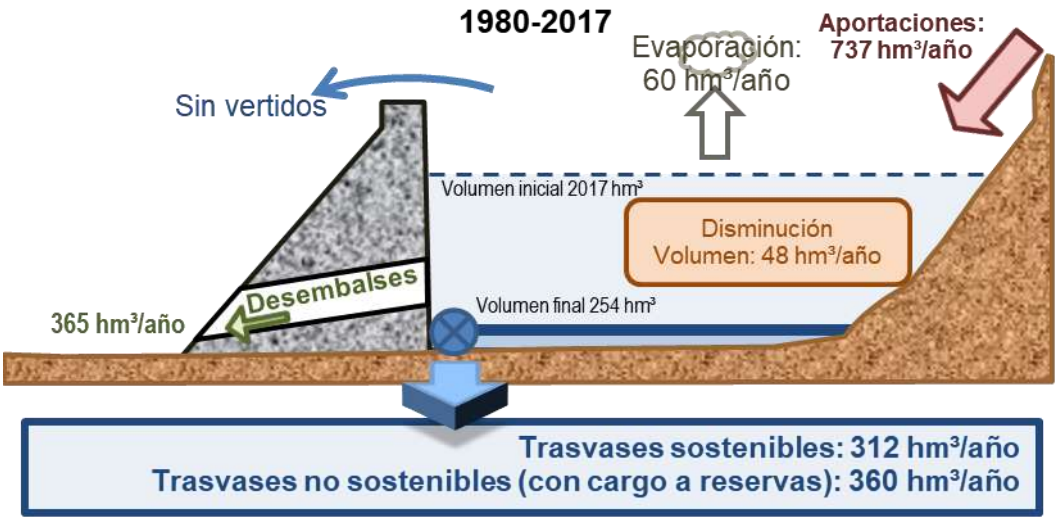


Figura 224. Representación de los valores medios anuales de la simulación con las Reglas de Explotación definidas en *JE2013*, y DR2014. Periodo 1980-2017.

Tablas para desembalse de referencia de 365 hm³ (DR2014)

Tabla 72. Resultados anuales de la simulación con la propuesta de Reglas de Explotación de *JE2013* y DR2014[150].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-480	1031	-365	0	0	-77	51%	45%	4	8	0	0
1914-1915	-600	2110	-365	0	0	-109	75%	87%	8	4	0	0
1915-1916	-600	2001	-365	0	-919	-121	92%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-365	0	-1159	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-600	801	-365	0	0	-109	81%	76%	12	0	0	0
1918-1919	-600	1851	-365	0	-580	-115	84%	84%	12	0	0	0
1919-1920	-600	1898	-365	0	-859	-117	92%	82%	12	0	0	0
1920-1921	-600	880	-365	0	0	-106	79%	74%	12	0	0	0
1921-1922	-600	946	-365	0	0	-100	72%	69%	12	0	0	0
1922-1923	-600	1022	-365	0	0	-98	70%	68%	12	0	0	0
1923-1924	-600	1909	-365	0	-221	-117	85%	92%	12	0	0	0
1924-1925	-600	889	-365	0	-28	-115	88%	84%	12	0	0	0
1925-1926	-600	1558	-365	0	-254	-122	93%	92%	12	0	0	0
1926-1927	-600	1405	-365	0	-453	-118	90%	87%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-365	0	-818	-123	94%	87%	12	0	0	0
1928-1929	-600	860	-365	0	0	-110	83%	79%	12	0	0	0
1929-1930	-600	1636	-365	0	-398	-114	84%	85%	12	0	0	0
1930-1931	-600	785	-365	0	0	-108	80%	73%	12	0	0	0
1931-1932	-600	837	-365	0	0	-94	68%	64%	12	0	0	0
1932-1933	-600	1237	-365	0	0	-100	70%	71%	12	0	0	0
1933-1934	-600	1208	-365	0	0	-105	75%	77%	12	0	0	0
1934-1935	-600	1262	-365	0	0	-112	83%	84%	12	0	0	0
1935-1936	-600	2139	-365	0	-682	-122	93%	99%	12	0	0	0
1936-1937	-600	1883	-365	0	-885	-124	95%	96%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-365	0	-1108	-124	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-365	0	0	-112	84%	81%	12	0	0	0
1939-1940	-600	1554	-365	0	-335	-120	91%	86%	12	0	0	0
1940-1941	-600	1969	-365	0	-929	-119	91%	84%	12	0	0	0

[150] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1941-1942	-600	1089	-365	0	-53	-111	83%	83%	12	0	0	0
1942-1943	-600	1195	-365	0	-136	-113	85%	82%	12	0	0	0
1943-1944	-600	726	-365	0	0	-100	74%	68%	12	0	0	0
1944-1945	-600	452	-365	0	0	-81	56%	44%	9	3	0	0
1945-1946	-510	1394	-365	0	0	-86	55%	62%	5	7	0	0
1946-1947	-600	2180	-365	0	-237	-116	82%	97%	12	0	0	0
1947-1948	-600	1468	-365	0	-473	-123	94%	93%	12	0	0	0
1948-1949	-600	406	-365	0	-82	-101	75%	63%	12	0	0	0
1949-1950	-600	466	-365	0	0	-77	52%	39%	8	4	0	0
1950-1951	-540	1772	-365	0	0	-96	61%	71%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-365	0	0	-106	77%	76%	12	0	0	0
1952-1953	-600	491	-365	0	0	-90	66%	53%	12	0	0	0
1953-1954	-390	351	-365	0	0	-69	45%	34%	1	11	0	0
1954-1955	-360	874	-365	0	0	-67	40%	38%	0	12	0	0
1955-1956	-540	1718	-365	0	0	-89	57%	67%	6	6	0	0
1956-1957	-600	757	-365	0	0	-86	60%	55%	12	0	0	0
1957-1958	-600	854	-365	0	0	-81	53%	47%	8	4	0	0
1958-1959	-570	1129	-365	0	0	-82	54%	52%	7	5	0	0
1959-1960	-600	2123	-365	0	-171	-117	84%	87%	10	2	0	0
1960-1961	-600	1670	-365	0	-583	-121	94%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-365	0	-724	-122	94%	87%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-365	0	-873	-118	91%	85%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-365	0	-1074	-117	92%	85%	12	0	0	0
1964-1965	-600	760	-365	0	0	-106	79%	73%	12	0	0	0
1965-1966	-600	2616	-365	0	-1207	-114	87%	86%	12	0	0	0
1966-1967	-600	1173	-365	0	-250	-112	86%	80%	12	0	0	0
1967-1968	-600	925	-365	0	0	-105	77%	74%	12	0	0	0
1968-1969	-600	1674	-365	0	-13	-117	85%	97%	12	0	0	0
1969-1970	-600	1645	-365	0	-680	-122	94%	92%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-365	0	-505	-120	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-365	0	-109	-120	91%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-365	0	-48	-118	91%	86%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-365	0	-42	-113	85%	83%	12	0	0	0
1974-1975	-600	758	-365	0	0	-101	75%	71%	12	0	0	0
1975-1976	-600	443	-365	0	0	-81	57%	46%	9	3	0	0
1976-1977	-600	1695	-365	0	0	-101	68%	72%	8	4	0	0
1977-1978	-600	1515	-365	0	-35	-112	81%	88%	12	0	0	0
1978-1979	-600	1826	-365	0	-562	-120	91%	95%	12	0	0	0
1979-1980	-600	971	-365	0	-216	-114	88%	82%	12	0	0	0
1980-1981	-600	483	-365	0	0	-94	69%	59%	12	0	0	0
1981-1982	-510	616	-365	0	0	-77	51%	45%	5	7	0	0
1982-1983	-360	473	-365	0	0	-63	40%	32%	0	12	0	0
1983-1984	-360	965	-365	0	0	-60	35%	40%	0	12	0	0
1984-1985	-480	1100	-365	0	0	-76	48%	47%	4	8	0	0
1985-1986	-450	847	-365	0	0	-76	49%	45%	3	9	0	0
1986-1987	-360	698	-365	0	0	-71	45%	41%	0	12	0	0
1987-1988	-480	1237	-365	0	0	-79	50%	54%	4	8	0	0
1988-1989	-450	761	-365	0	0	-78	51%	48%	3	9	0	0
1989-1990	-360	611	-365	0	0	-74	48%	41%	0	12	0	0
1990-1991	-360	827	-365	0	0	-71	44%	42%	0	12	0	0
1991-1992	-360	513	-365	0	0	-62	38%	31%	0	12	0	0
1992-1993	-320	462	-365	0	0	-47	27%	20%	0	8	4	0
1993-1994	-270	602	-365	0	0	-43	23%	17%	0	3	9	0
1994-1995	-129	400	-365	0	0	-32	16%	12%	0	0	8	4
1995-1996	-220	940	-365	0	0	-47	23%	24%	0	6	2	4
1996-1997	-570	1378	-365	0	0	-71	43%	39%	8	1	3	0
1997-1998	-570	1229	-365	0	0	-78	50%	48%	7	5	0	0
1998-1999	-360	404	-365	0	0	-66	42%	32%	0	12	0	0
1999-2000	-360	683	-365	0	0	-57	34%	28%	0	12	0	0
2000-2001	-540	1367	-365	0	0	-76	45%	44%	6	6	0	0
2001-2002	-450	471	-365	0	0	-59	36%	28%	3	9	0	0
2002-2003	-360	1091	-365	0	0	-66	39%	40%	0	12	0	0
2003-2004	-390	983	-365	0	0	-73	46%	46%	1	11	0	0
2004-2005	-360	364	-365	0	0	-63	39%	29%	0	12	0	0
2005-2006	-310	423	-365	0	0	-44	24%	17%	0	7	5	0
2006-2007	-219	615	-365	0	0	-39	19%	17%	0	0	12	0
2007-2008	-112	490	-365	0	0	-36	18%	16%	0	0	9	3
2008-2009	-197	681	-365	0	0	-43	21%	19%	0	1	9	2
2009-2010	-405	1339	-365	0	0	-64	35%	39%	3	5	4	0
2010-2011	-450	747	-365	0	0	-63	38%	34%	3	9	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
2011-2012	-320	361	-365	0	0	-47	27%	19%	0	8	4	0
2012-2013	-300	911	-365	0	0	-50	25%	27%	0	6	6	0
2013-2014	-340	730	-365	0	0	-53	29%	26%	0	10	2	0
2014-2015	-290	483	-365	0	0	-44	23%	17%	0	5	7	0
2015-2016	-174	672	-365	0	0	-43	21%	21%	0	0	9	3
2016-2017	-160	307	-365	0	0	-32	16%	10%	0	0	8	4

Tabla 73. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación con la propuesta de Reglas de Explotación de *JE2013* y DR2014

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-588	1339	-365	0	-264	-107	79%	76%	10,94	1,06	0,00	0,00
Mínimo	-360	351	-365	0	0	-67	40%	34%	0	0	0	0
Primer cuartil	-600	884	-365	0	0	-100	71%	70%	12	0	0	0
Mediana	-600	1237	-365	0	-35	-112	83%	82%	12	0	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-365	0	-489	-118	91%	87%	12	0	0	0
Máximo	-600	2616	-365	0	-1207	-124	95%	99%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	1856	298880	0			219,97	2%	3%	6,39	6,39	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	43,08	546,70	0,00			14,83	0,14	0,16	2,53	2,53	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,07	0,41	0,00			0,14	0,18	0,21	0,23	2,39		
Moda	-600		-365						12	0	0	0
Curtosis	18,13	-0,92				0,16	-0,05	0,40	7,90	7,90		
Coef. de asimetría	4,09	0,11				1,02	-0,93	-1,04	-2,70	2,70		
Rango	-240	2265	0			-57	55%	65%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	36	67	67	67	66	13	0	0
1980-2017												
Media	-360	737	-365	0	0	-60	36%	32%	1,35	7,05	2,73	0,54
Mínimo	-112	307	-365	0	0	-32	16%	10%	0	0	0	0
Primer cuartil	-300	483	-365	0	0	-47	24%	20%	0	5	0	0
Mediana	-360	681	-365	0	0	-63	38%	32%	0	8	0	0
Tercer cuartil	-450	940	-365	0	0	-73	45%	42%	3	12	5	0
Máximo	-600	1378	-365	0	0	-94	69%	59%	8	12	12	4
Varianza (σ^2)	15083	95689	0			241	2%	2%	5	19	14	2
Desviación típica (σ)	122,81	309,34	0,00			15,54	0,13	0,13	2,26	4,38	3,71	1,28
Coef. Variación (σ/media)	0,34	0,42	0,00			0,26	0,35	0,40	1,67	0,62	1,36	2,37
Moda	-360		-365						0	12	0	0
Curtosis	-0,31	-0,54				-0,84	-0,31	-1,07	1,53	-1,11	-0,36	2,93
Coef. de asimetría	0,07	0,66				0,07	0,22	0,06	1,51	-0,44	0,98	2,03
Rango	-488	1071	0			-62	53%	48%	8	12	12	4
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	0	37	37	37	12	31	16	6

An.6E. Tanteo 1º propuesta modificación Reglas de Explotación

Gráficos

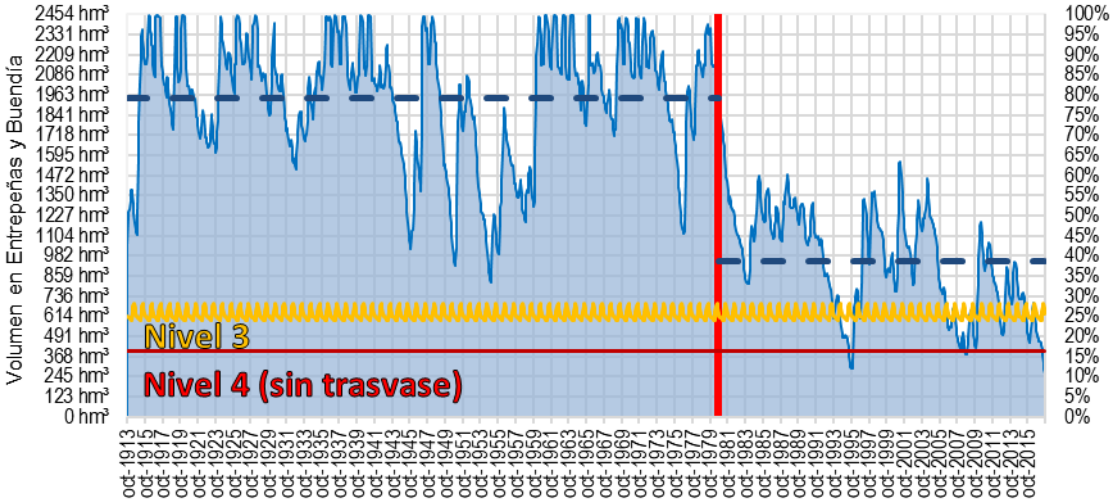


Figura 225. Evolución de las reservas embalsadas en Entrepeñas y Buendía con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014.

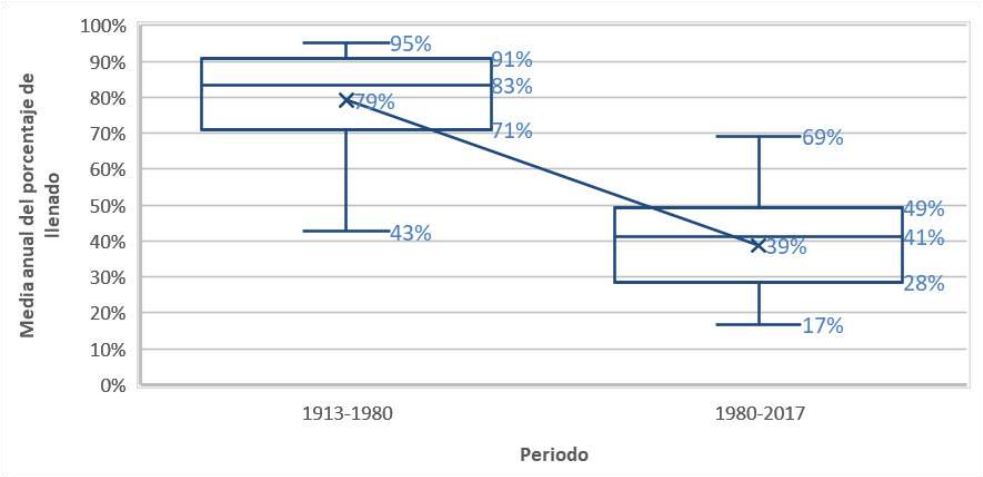


Figura 226. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014.

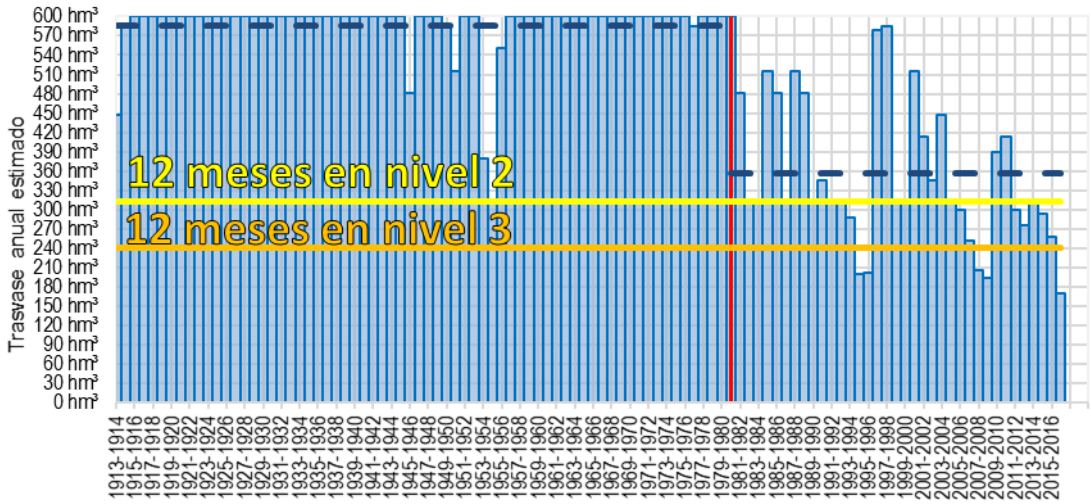


Figura 227. Evolución de los trasvases con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014.

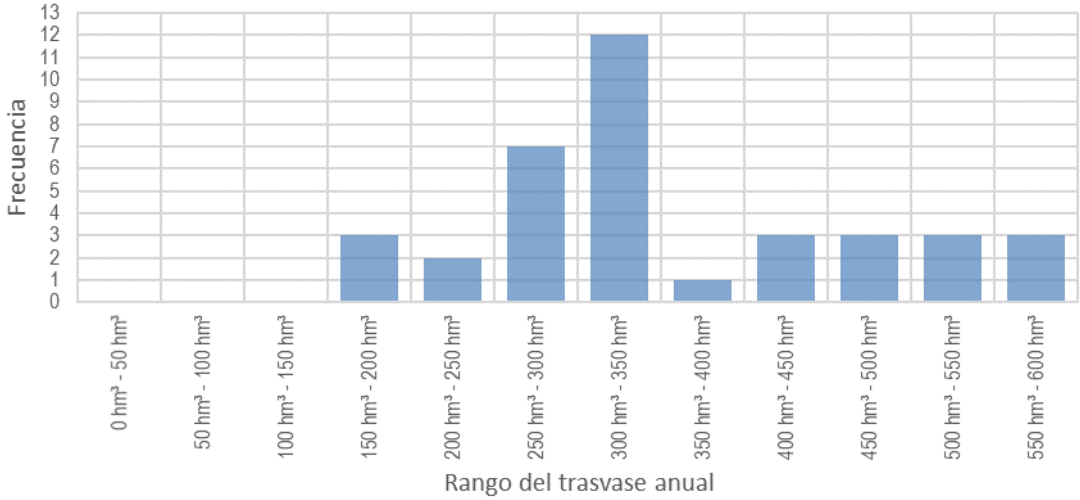


Figura 228.Distribución de las frecuencias de los trasvases en el periodo 1980-2017 con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014.

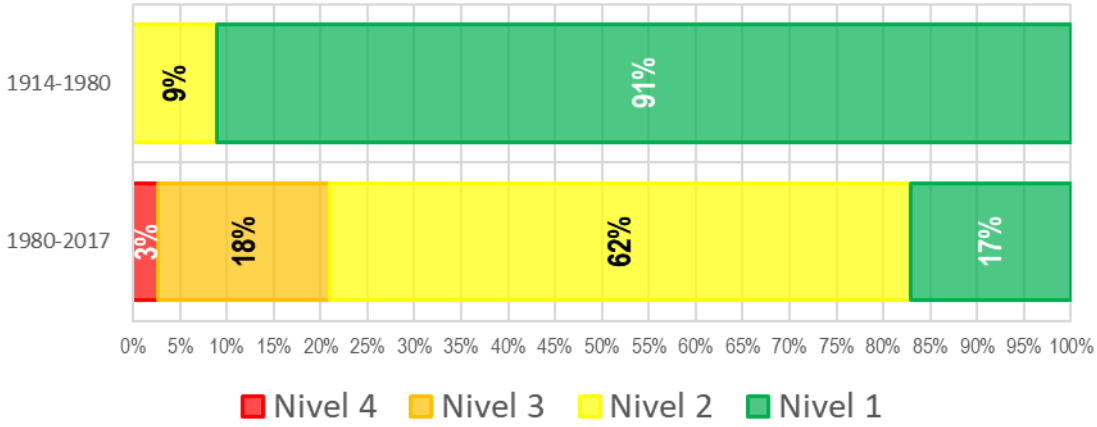


Figura 229. Porcentaje de tiempo en cada nivel de las Reglas de Explotación en la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014.

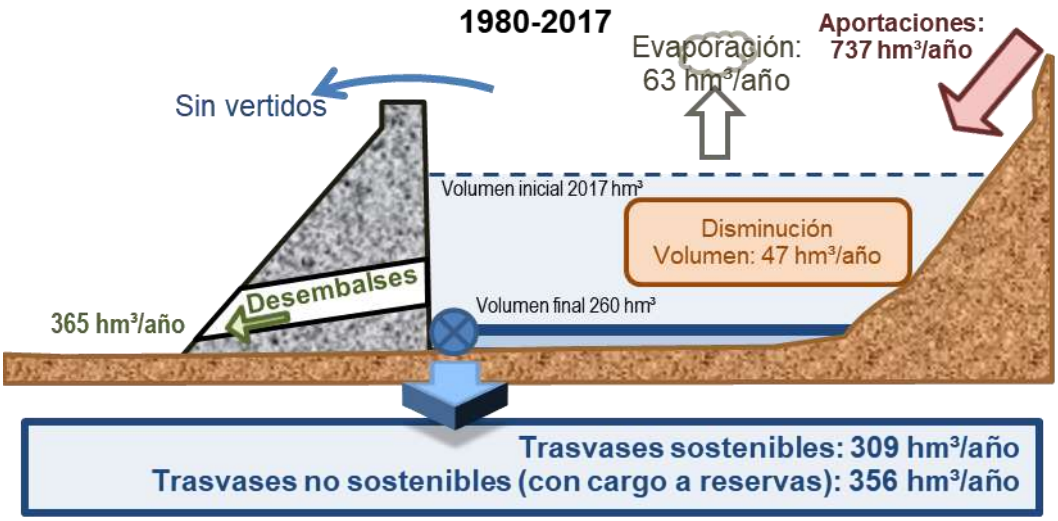


Figura 230. Esquema de los valores medios en el periodo 1980-2017 con la simulación de RE2014 cambiando el trasvase del nivel 2 a 26 m³/s, y DR2014.

Tablas

Tabla 74. Resultados anuales de la simulación con una variación de RE2014 –reduciendo el trasvase en nivel 2 a 26 hm³/mes– con DR2014[151].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-448	1031	-365	0	0	-78	51%	46%	4	8	0	0
1914-1915	-584	2110	-365	0	0	-111	76%	89%	8	4	0	0
1915-1916	-600	2001	-365	0	-964	-121	92%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-365	0	-1159	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-600	801	-365	0	0	-109	81%	76%	12	0	0	0
1918-1919	-600	1851	-365	0	-580	-115	84%	84%	12	0	0	0
1919-1920	-600	1898	-365	0	-859	-117	92%	82%	12	0	0	0
1920-1921	-600	880	-365	0	0	-106	79%	74%	12	0	0	0
1921-1922	-600	946	-365	0	0	-100	72%	69%	12	0	0	0
1922-1923	-600	1022	-365	0	0	-98	70%	68%	12	0	0	0
1923-1924	-600	1909	-365	0	-221	-117	85%	92%	12	0	0	0
1924-1925	-600	889	-365	0	-28	-115	88%	84%	12	0	0	0
1925-1926	-600	1558	-365	0	-254	-122	93%	92%	12	0	0	0
1926-1927	-600	1405	-365	0	-453	-118	90%	87%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-365	0	-818	-123	94%	87%	12	0	0	0
1928-1929	-600	860	-365	0	0	-110	83%	79%	12	0	0	0
1929-1930	-600	1636	-365	0	-398	-114	84%	85%	12	0	0	0
1930-1931	-600	785	-365	0	0	-108	80%	73%	12	0	0	0
1931-1932	-600	837	-365	0	0	-94	68%	64%	12	0	0	0
1932-1933	-600	1237	-365	0	0	-100	70%	71%	12	0	0	0
1933-1934	-600	1208	-365	0	0	-105	75%	77%	12	0	0	0
1934-1935	-600	1262	-365	0	0	-112	83%	84%	12	0	0	0
1935-1936	-600	2139	-365	0	-682	-122	93%	99%	12	0	0	0
1936-1937	-600	1883	-365	0	-885	-124	95%	96%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-365	0	-1108	-124	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-365	0	0	-112	84%	81%	12	0	0	0
1939-1940	-600	1554	-365	0	-335	-120	91%	86%	12	0	0	0
1940-1941	-600	1969	-365	0	-929	-119	91%	84%	12	0	0	0

[151] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1941-1942	-600	1089	-365	0	-53	-111	83%	83%	12	0	0	0
1942-1943	-600	1195	-365	0	-136	-113	85%	82%	12	0	0	0
1943-1944	-600	726	-365	0	0	-100	74%	68%	12	0	0	0
1944-1945	-600	452	-365	0	0	-81	56%	44%	9	3	0	0
1945-1946	-482	1394	-365	0	0	-87	56%	63%	5	7	0	0
1946-1947	-600	2180	-365	0	-264	-117	82%	97%	12	0	0	0
1947-1948	-600	1468	-365	0	-473	-123	94%	93%	12	0	0	0
1948-1949	-600	406	-365	0	-82	-101	75%	63%	12	0	0	0
1949-1950	-584	466	-365	0	0	-77	52%	40%	8	4	0	0
1950-1951	-516	1772	-365	0	0	-98	63%	72%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-365	0	0	-107	79%	78%	12	0	0	0
1952-1953	-600	491	-365	0	0	-92	67%	55%	12	0	0	0
1953-1954	-380	351	-365	0	0	-71	46%	36%	2	10	0	0
1954-1955	-312	874	-365	0	0	-71	43%	41%	0	12	0	0
1955-1956	-550	1718	-365	0	0	-92	60%	70%	7	5	0	0
1956-1957	-600	757	-365	0	0	-89	63%	58%	12	0	0	0
1957-1958	-600	854	-365	0	0	-81	55%	50%	10	2	0	0
1958-1959	-600	1129	-365	0	0	-85	56%	53%	9	3	0	0
1959-1960	-600	2123	-365	0	-209	-118	84%	87%	11	1	0	0
1960-1961	-600	1670	-365	0	-582	-121	94%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-365	0	-724	-122	94%	87%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-365	0	-873	-118	91%	85%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-365	0	-1074	-117	92%	85%	12	0	0	0
1964-1965	-600	760	-365	0	0	-106	79%	73%	12	0	0	0
1965-1966	-600	2616	-365	0	-1207	-114	87%	86%	12	0	0	0
1966-1967	-600	1173	-365	0	-250	-112	86%	80%	12	0	0	0
1967-1968	-600	925	-365	0	0	-105	77%	74%	12	0	0	0
1968-1969	-600	1674	-365	0	-13	-117	85%	97%	12	0	0	0
1969-1970	-600	1645	-365	0	-680	-122	94%	92%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-365	0	-505	-120	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-365	0	-109	-120	91%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-365	0	-48	-118	91%	86%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-365	0	-42	-113	85%	83%	12	0	0	0
1974-1975	-600	758	-365	0	0	-101	75%	71%	12	0	0	0
1975-1976	-600	443	-365	0	0	-81	57%	46%	9	3	0	0
1976-1977	-584	1695	-365	0	0	-102	69%	72%	8	4	0	0
1977-1978	-600	1515	-365	0	-50	-112	81%	88%	12	0	0	0
1978-1979	-600	1826	-365	0	-562	-120	91%	95%	12	0	0	0
1979-1980	-600	971	-365	0	-216	-114	88%	82%	12	0	0	0
1980-1981	-600	483	-365	0	0	-94	69%	59%	12	0	0	0
1981-1982	-482	616	-365	0	0	-77	52%	46%	5	7	0	0
1982-1983	-312	473	-365	0	0	-66	42%	35%	0	12	0	0
1983-1984	-312	965	-365	0	0	-65	39%	44%	0	12	0	0
1984-1985	-516	1100	-365	0	0	-82	53%	50%	6	6	0	0
1985-1986	-482	847	-365	0	0	-79	52%	47%	5	7	0	0
1986-1987	-312	698	-365	0	0	-74	47%	44%	0	12	0	0
1987-1988	-516	1237	-365	0	0	-81	53%	56%	6	6	0	0
1988-1989	-482	761	-365	0	0	-79	52%	49%	5	7	0	0
1989-1990	-312	611	-365	0	0	-75	49%	43%	0	12	0	0
1990-1991	-346	827	-365	0	0	-74	47%	45%	1	11	0	0
1991-1992	-312	513	-365	0	0	-67	42%	35%	0	12	0	0
1992-1993	-312	462	-365	0	0	-54	32%	25%	0	12	0	0
1993-1994	-288	602	-365	0	0	-48	27%	20%	0	8	4	0
1994-1995	-200	400	-365	0	0	-35	18%	12%	0	0	10	2
1995-1996	-202	940	-365	0	0	-48	24%	26%	0	7	1	4
1996-1997	-578	1378	-365	0	0	-72	44%	40%	8	3	1	0
1997-1998	-584	1229	-365	0	0	-78	50%	49%	8	4	0	0
1998-1999	-312	404	-365	0	0	-68	43%	35%	0	12	0	0
1999-2000	-312	683	-365	0	0	-61	37%	32%	0	12	0	0
2000-2001	-516	1367	-365	0	0	-81	50%	49%	6	6	0	0
2001-2002	-414	471	-365	0	0	-65	41%	34%	3	9	0	0
2002-2003	-346	1091	-365	0	0	-73	45%	46%	1	11	0	0
2003-2004	-448	983	-365	0	0	-80	52%	50%	4	8	0	0
2004-2005	-312	364	-365	0	0	-68	44%	34%	0	12	0	0
2005-2006	-300	423	-365	0	0	-51	30%	22%	0	10	2	0
2006-2007	-252	615	-365	0	0	-45	24%	20%	0	2	10	0
2007-2008	-206	490	-365	0	0	-37	18%	16%	0	0	11	1
2008-2009	-193	681	-365	0	0	-43	22%	19%	0	1	9	2
2009-2010	-389	1339	-365	0	0	-64	35%	40%	3	5	4	0
2010-2011	-414	747	-365	0	0	-65	39%	36%	3	9	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
2011-2012	-300	361	-365	0	0	-51	30%	22%	0	10	2	0
2012-2013	-276	911	-365	0	0	-54	28%	30%	0	6	6	0
2013-2014	-312	730	-365	0	0	-58	33%	30%	0	12	0	0
2014-2015	-294	483	-365	0	0	-50	28%	21%	0	9	3	0
2015-2016	-258	672	-365	0	0	-45	23%	21%	0	3	9	0
2016-2017	-170	307	-365	0	0	-33	17%	11%	0	0	9	3

Tabla 75. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación con una variación de RE2014 –reduciendo el trasvase en nivel 2 a 26 hm³/mes– con DR2014

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-586	1339	-365	0	-266	-108	79%	77%	11,04	0,96	0,00	0,00
Mínimo	-312	351	-365	0	0	-71	43%	36%	0	0	0	0
Primer cuartil	-600	884	-365	0	0	-100	71%	70%	12	0	0	0
Mediana	-600	1237	-365	0	-42	-112	83%	82%	12	0	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-365	0	-489	-118	91%	87%	12	0	0	0
Máximo	-600	2616	-365	0	-1207	-124	95%	99%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	2499	298880	0			205,79	2%	2%	5,65	5,65	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	49,99	546,70	0,00			14,35	0,14	0,15	2,38	2,38	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,09	0,41	0,00			0,13	0,17	0,20	0,22	2,49		
Moda	-600		-365						12	0	0	0
Curtosis	17,85	-0,92				0,12	-0,08	0,39	9,43	9,43		
Coef. de asimetría	4,05	0,11				1,00	-0,91	-1,01	-2,92	2,92		
Rango	-288	2265	0			-53	53%	64%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	36	67	67	67	66	13	0	0
1980-2017												
Media	-356	737	-365	0	0	-63	39%	35%	1,73	7,43	2,19	0,32
Mínimo	-170	307	-365	0	0	-33	17%	11%	0	0	0	0
Primer cuartil	-294	483	-365	0	0	-51	28%	22%	0	5	0	0
Mediana	-312	681	-365	0	0	-65	41%	35%	0	8	0	0
Tercer cuartil	-448	940	-365	0	0	-75	49%	46%	3	12	3	0
Máximo	-600	1378	-365	0	0	-94	69%	59%	8	12	11	4
Varianza (σ^2)	13722	95689	0			234	2%	2%	7	17	13	1
Desviación típica (σ)	117,14	309,34	0,00			15,30	0,12	0,13	2,61	4,13	3,63	0,91
Coef. Variación (σ/media)	0,33	0,42	0,00			0,24	0,32	0,37	1,51	0,56	1,66	2,82
Moda	-312		-365						0	12	0	0
Curtosis	-0,59	-0,54				-0,78	-0,54	-1,02	0,04	-0,94	0,66	8,47
Coef. de asimetría	-0,54	0,66				0,26	0,00	-0,14	1,16	-0,49	1,42	2,85
Rango	-430	1071	0			-61	52%	48%	8	12	11	4
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	0	37	37	37	14	33	14	5

An.6F. Tanteo 2º de modificación de las Reglas de Explotación

Gráficos para desembalse de referencia de 365 hm³ (DR2014)

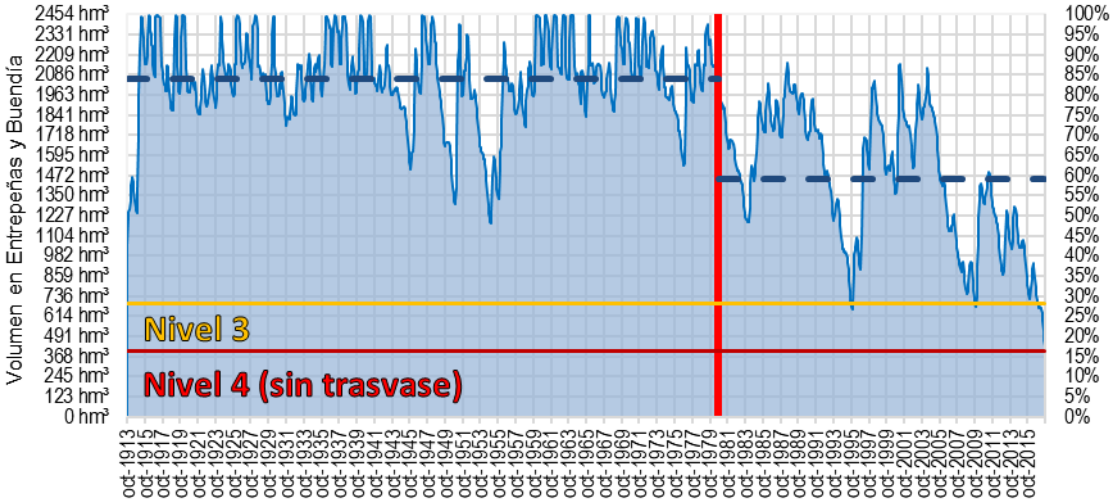


Figura 231. Evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014

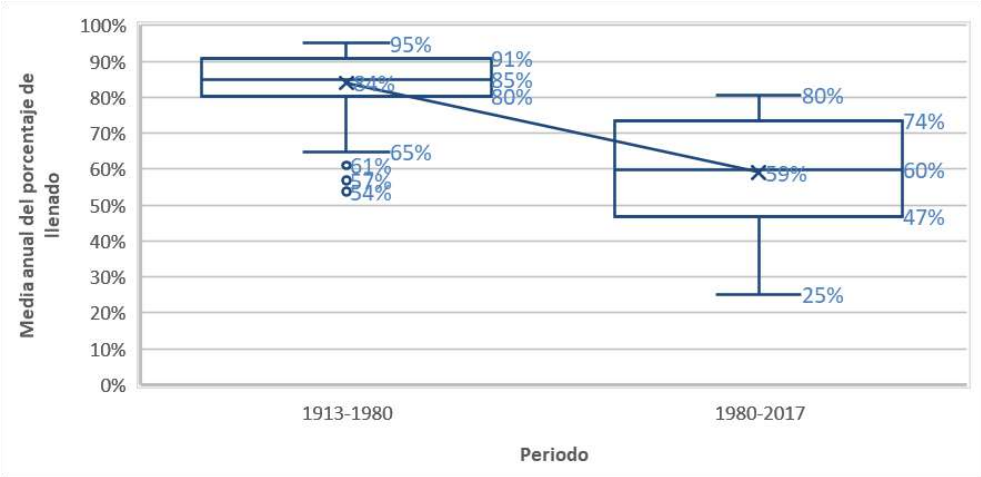


Figura 232. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014.

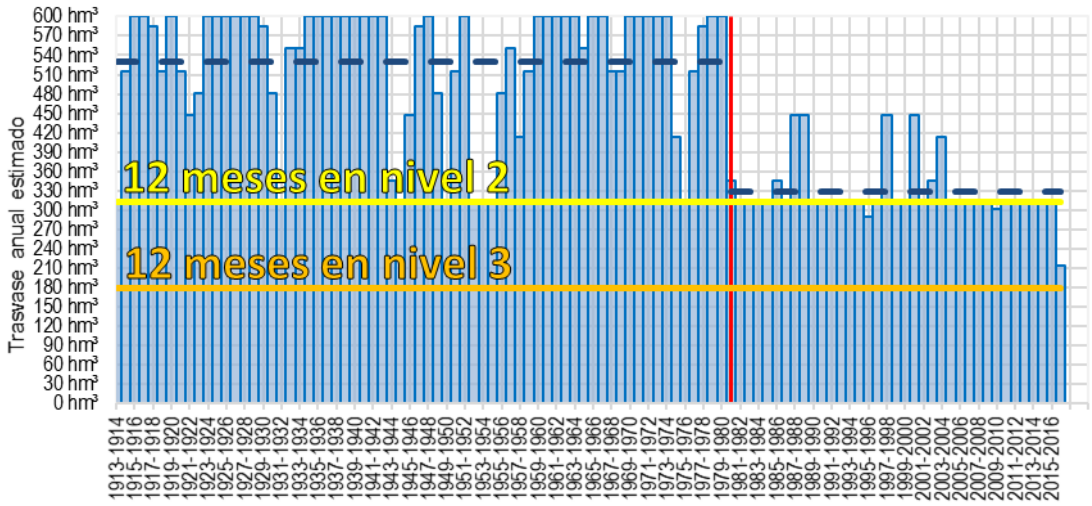


Figura 233. Evolución de los volúmenes trasvasados con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014

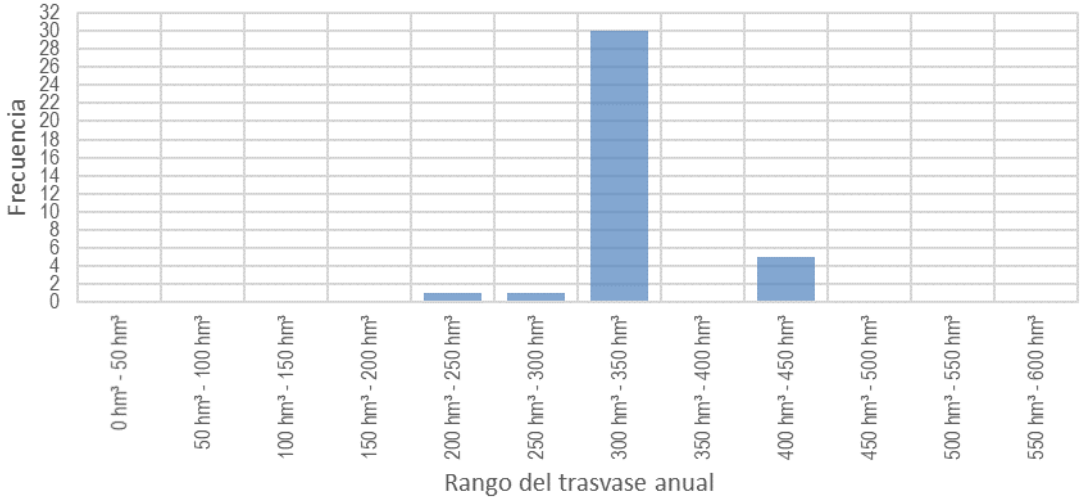


Figura 234. Distribución de frecuencias por rango de los volúmenes trasvasados con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014

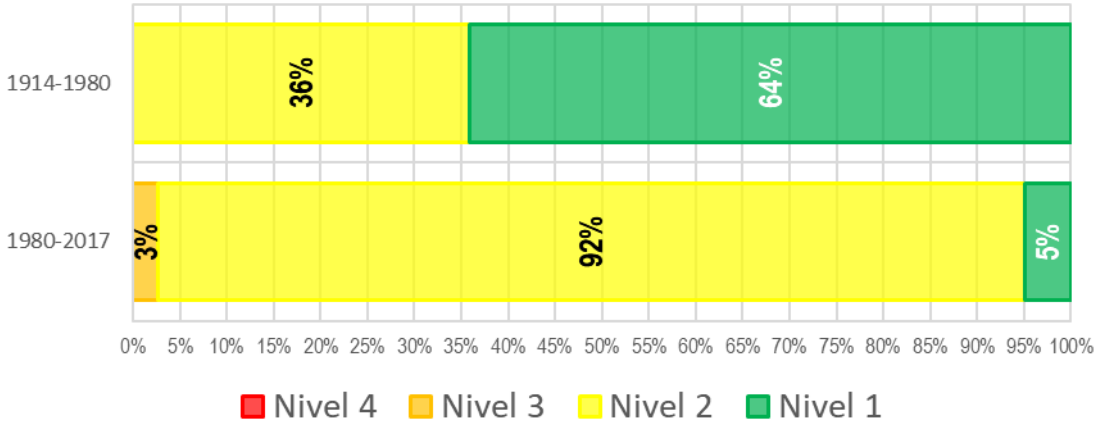


Figura 235. Reparto del tiempo en función de niveles en Entrepeñas y Buendía con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014

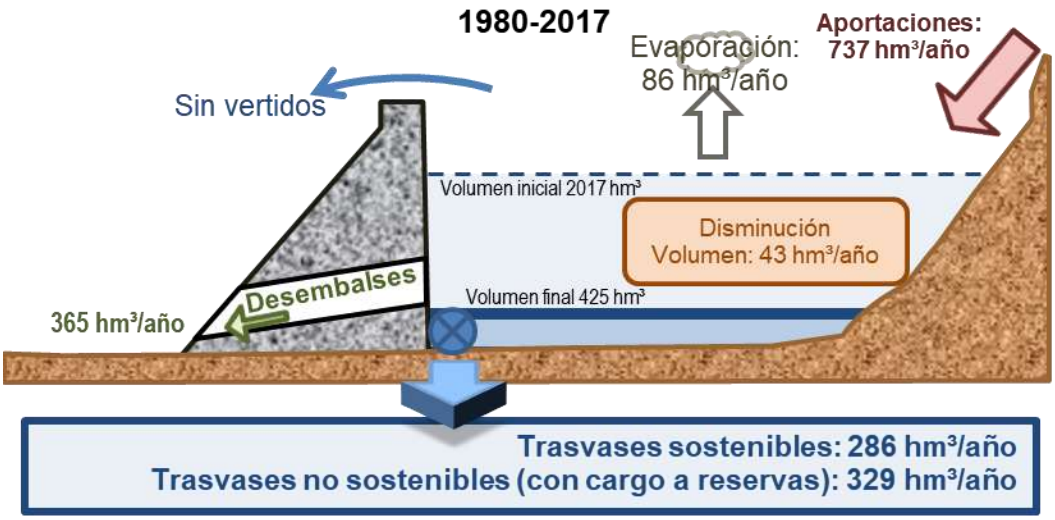


Figura 236. Esquema de los valores medios en el periodo 1980-2017 con la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación con DR2014.

Tablas para desembalse de referencia de 365 hm³ (DR2014)

Tabla 76. Resultados anuales de la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014[152].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-312	1031	-365	0	0	-82	54%	52%	0	12	0	0
1914-1915	-516	2110	-365	0	-122	-116	82%	92%	6	6	0	0
1915-1916	-600	2001	-365	0	-1037	-121	92%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-365	0	-1159	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-584	801	-365	0	0	-110	82%	77%	8	4	0	0
1918-1919	-516	1851	-365	0	-763	-116	86%	80%	6	6	0	0
1919-1920	-600	1898	-365	0	-807	-116	91%	81%	10	2	0	0
1920-1921	-516	880	-365	0	0	-109	81%	76%	6	6	0	0
1921-1922	-448	946	-365	0	0	-109	80%	77%	4	8	0	0
1922-1923	-482	1022	-365	0	-56	-110	81%	78%	5	7	0	0
1923-1924	-600	1909	-365	0	-561	-119	89%	88%	9	3	0	0
1924-1925	-600	889	-365	0	0	-112	85%	81%	11	1	0	0
1925-1926	-600	1558	-365	0	-285	-121	92%	88%	9	3	0	0
1926-1927	-600	1405	-365	0	-351	-118	90%	87%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-365	0	-818	-123	94%	87%	12	0	0	0
1928-1929	-600	860	-365	0	0	-110	83%	79%	10	2	0	0
1929-1930	-584	1636	-365	0	-533	-116	86%	80%	8	4	0	0
1930-1931	-482	785	-365	0	0	-108	80%	73%	5	7	0	0
1931-1932	-312	837	-365	0	0	-104	76%	75%	0	12	0	0
1932-1933	-550	1237	-365	0	-121	-112	83%	79%	7	5	0	0
1933-1934	-550	1208	-365	0	-183	-112	83%	79%	7	5	0	0
1934-1935	-600	1262	-365	0	-116	-113	85%	82%	9	3	0	0
1935-1936	-600	2139	-365	0	-676	-122	92%	97%	10	2	0	0
1936-1937	-600	1883	-365	0	-825	-124	95%	96%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-365	0	-1108	-124	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-365	0	0	-113	84%	80%	10	2	0	0
1939-1940	-600	1554	-365	0	-368	-120	92%	85%	11	1	0	0
1940-1941	-600	1969	-365	0	-895	-118	91%	84%	12	0	0	0
1941-1942	-600	1089	-365	0	-87	-111	83%	81%	10	2	0	0

[152] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1942-1943	-600	1195	-365	0	-136	-112	85%	80%	10	2	0	0
1943-1944	-346	726	-365	0	0	-108	80%	77%	1	11	0	0
1944-1945	-312	452	-365	0	0	-100	73%	64%	0	12	0	0
1945-1946	-448	1394	-365	0	0	-108	76%	83%	4	8	0	0
1946-1947	-584	2180	-365	0	-890	-121	91%	92%	8	4	0	0
1947-1948	-600	1468	-365	0	-353	-122	94%	93%	12	0	0	0
1948-1949	-482	406	-365	0	-82	-104	78%	67%	5	7	0	0
1949-1950	-312	466	-365	0	0	-91	65%	55%	0	12	0	0
1950-1951	-516	1772	-365	0	-174	-111	76%	80%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-365	0	-150	-114	86%	79%	9	3	0	0
1952-1953	-312	491	-365	0	0	-103	76%	67%	0	12	0	0
1953-1954	-312	351	-365	0	0	-87	61%	50%	0	12	0	0
1954-1955	-312	874	-365	0	0	-86	57%	55%	0	12	0	0
1955-1956	-482	1718	-365	0	0	-108	76%	86%	5	7	0	0
1956-1957	-550	757	-365	0	0	-108	81%	75%	7	5	0	0
1957-1958	-414	854	-365	0	0	-107	79%	74%	3	9	0	0
1958-1959	-516	1129	-365	0	0	-111	82%	80%	6	6	0	0
1959-1960	-600	2123	-365	0	-845	-123	94%	87%	9	3	0	0
1960-1961	-600	1670	-365	0	-583	-121	94%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-365	0	-724	-122	94%	87%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-365	0	-873	-118	91%	85%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-365	0	-1074	-117	92%	85%	12	0	0	0
1964-1965	-550	760	-365	0	0	-109	81%	74%	7	5	0	0
1965-1966	-600	2616	-365	0	-1322	-114	87%	83%	10	2	0	0
1966-1967	-600	1173	-365	0	-183	-112	85%	80%	10	2	0	0
1967-1968	-516	925	-365	0	0	-111	82%	77%	6	6	0	0
1968-1969	-516	1674	-365	0	-292	-120	89%	92%	6	6	0	0
1969-1970	-600	1645	-365	0	-560	-122	93%	92%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-365	0	-505	-120	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-365	0	-109	-120	91%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-365	0	-48	-118	91%	86%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-365	0	-76	-114	85%	82%	11	1	0	0
1974-1975	-414	758	-365	0	0	-107	79%	77%	3	9	0	0
1975-1976	-312	443	-365	0	0	-97	71%	63%	0	12	0	0
1976-1977	-516	1695	-365	0	-318	-110	79%	79%	6	6	0	0
1977-1978	-584	1515	-365	0	-344	-114	85%	83%	8	4	0	0
1978-1979	-600	1826	-365	0	-511	-119	90%	93%	10	2	0	0
1979-1980	-600	971	-365	0	-148	-114	87%	82%	12	0	0	0
1980-1981	-346	483	-365	0	0	-103	76%	69%	1	11	0	0
1981-1982	-312	616	-365	0	0	-94	67%	62%	0	12	0	0
1982-1983	-312	473	-365	0	0	-84	58%	51%	0	12	0	0
1983-1984	-312	965	-365	0	0	-82	54%	59%	0	12	0	0
1984-1985	-312	1100	-365	0	0	-101	71%	72%	0	12	0	0
1985-1986	-346	847	-365	0	0	-105	76%	73%	1	11	0	0
1986-1987	-312	698	-365	0	0	-102	74%	70%	0	12	0	0
1987-1988	-448	1237	-365	0	0	-109	80%	83%	4	8	0	0
1988-1989	-448	761	-365	0	0	-108	80%	76%	4	8	0	0
1989-1990	-312	611	-365	0	0	-104	76%	70%	0	12	0	0
1990-1991	-312	827	-365	0	0	-102	73%	71%	0	12	0	0
1991-1992	-312	513	-365	0	0	-95	68%	61%	0	12	0	0
1992-1993	-312	462	-365	0	0	-83	57%	49%	0	12	0	0
1993-1994	-312	602	-365	0	0	-76	50%	43%	0	12	0	0
1994-1995	-312	400	-365	0	0	-61	38%	29%	0	12	0	0
1995-1996	-290	940	-365	0	0	-64	37%	38%	0	10	2	0
1996-1997	-312	1378	-365	0	0	-91	60%	63%	0	12	0	0
1997-1998	-448	1229	-365	0	0	-106	77%	75%	4	8	0	0
1998-1999	-312	404	-365	0	0	-96	70%	60%	0	12	0	0
1999-2000	-312	683	-365	0	0	-89	62%	57%	0	12	0	0
2000-2001	-448	1367	-365	0	0	-106	74%	75%	4	8	0	0
2001-2002	-312	471	-365	0	0	-98	71%	63%	0	12	0	0
2002-2003	-346	1091	-365	0	0	-104	74%	74%	1	11	0	0
2003-2004	-414	983	-365	0	0	-108	79%	78%	3	9	0	0
2004-2005	-312	364	-365	0	0	-98	72%	61%	0	12	0	0
2005-2006	-312	423	-365	0	0	-82	56%	47%	0	12	0	0
2006-2007	-312	615	-365	0	0	-73	47%	42%	0	12	0	0
2007-2008	-312	490	-365	0	0	-61	37%	32%	0	12	0	0
2008-2009	-312	681	-365	0	0	-59	34%	30%	0	12	0	0
2009-2010	-301	1339	-365	0	0	-76	46%	54%	0	11	1	0
2010-2011	-312	747	-365	0	0	-85	57%	53%	0	12	0	0
2011-2012	-312	361	-365	0	0	-71	47%	38%	0	12	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
2012-2013	-312	911	-365	0	0	-71	43%	44%	0	12	0	0
2013-2014	-312	730	-365	0	0	-74	47%	43%	0	12	0	0
2014-2015	-312	483	-365	0	0	-65	41%	33%	0	12	0	0
2015-2016	-312	672	-365	0	0	-58	33%	30%	0	12	0	0
2016-2017	-213	307	-365	0	0	-45	25%	17%	0	3	9	0

Tabla 77. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014.

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-531	1339	-365	0	-316	-113	84%	80%	7,70	4,30	0,00	0,00
Mínimo	-312	351	-365	0	0	-82	54%	50%	0	0	0	0
Primer cuartil	-499	884	-365	0	0	-109	80%	77%	6	1	0	0
Mediana	-600	1237	-365	0	-136	-113	85%	81%	9	3	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-365	0	-561	-119	91%	87%	12	7	0	0
Máximo	-600	2616	-365	0	-1322	-124	95%	97%	12	12	0	0
Varianza (σ²)	9773	298880	0			81,51	1%	1%	15,67	15,67	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	98,86	546,70	0,00			9,03	0,09	0,10	3,96	3,96	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,19	0,41	0,00			0,08	0,10	0,12	0,51	0,92		
Moda	-600		-365						12	0	0	0
Curtosis	0,47	-0,92				2,50	2,43	1,90	-0,66	-0,66		
Coef. de asimetría	1,31	0,11				1,39	-1,34	-1,20	-0,65	0,65		
Rango	-288	2265	0			-42	41%	47%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	43	67	67	67	60	50	0	0
1980-2017												
Media	-329	737	-365	0	0	-86	59%	55%	0,57	10,78	0,32	0,00
Mínimo	-213	307	-365	0	0	-45	25%	17%	0	0	0	0
Primer cuartil	-312	483	-365	0	0	-73	47%	43%	0	11	0	0
Mediana	-312	681	-365	0	0	-89	60%	59%	0	12	0	0
Tercer cuartil	-312	940	-365	0	0	-102	74%	70%	0	12	0	0
Máximo	-448	1378	-365	0	0	-109	80%	83%	4	12	9	0
Varianza (σ²)	2445	95689	0			314	3%	3%	2	7	2	0
Desviación típica (σ)	49,44	309,34	0,00			17,71	0,16	0,17	1,32	2,64	1,51	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,15	0,42	0,00			0,21	0,27	0,31	2,33	0,24	4,66	
Moda	-312		-365						0	12	0	0
Curtosis	2,49	-0,54				-0,87	-1,13	-0,89	3,08	8,62	32,53	
Coef. de asimetría	-1,33	0,66				0,46	-0,37	-0,34	2,07	-2,72	5,37	
Rango	-235	1071	0			-64	55%	66%	4	12	9	0
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	0	37	37	37	7	36	3	0

Gráficos para desembalse de referencia de 365 hm³ + toma CYII de 60 hm³/año (DR2014+CYII)

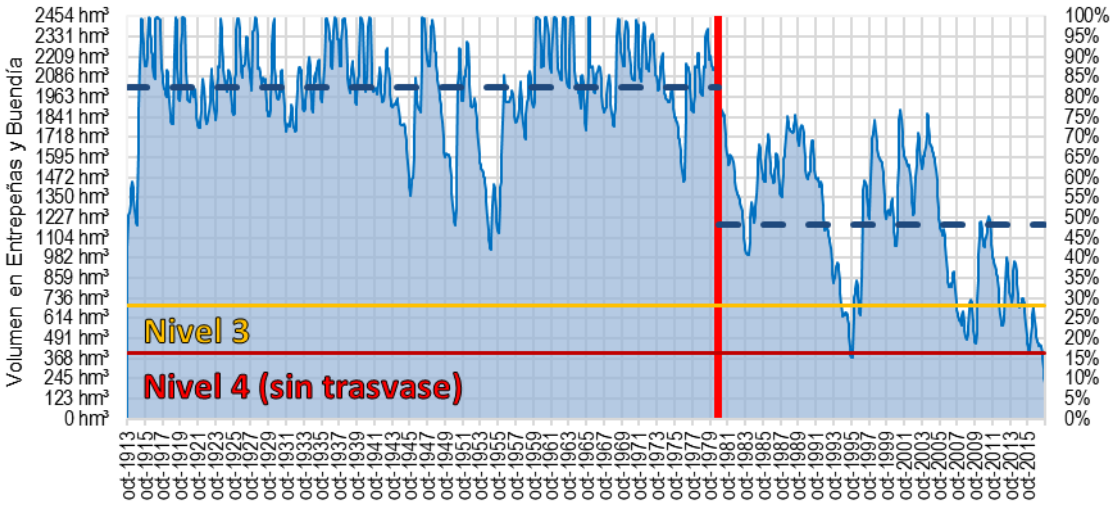


Figura 237. Evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII

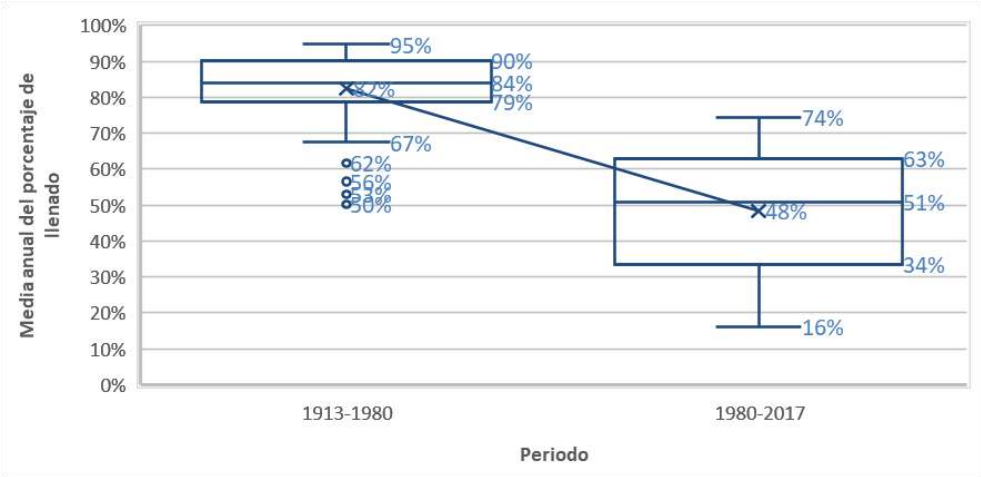


Figura 238. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII.

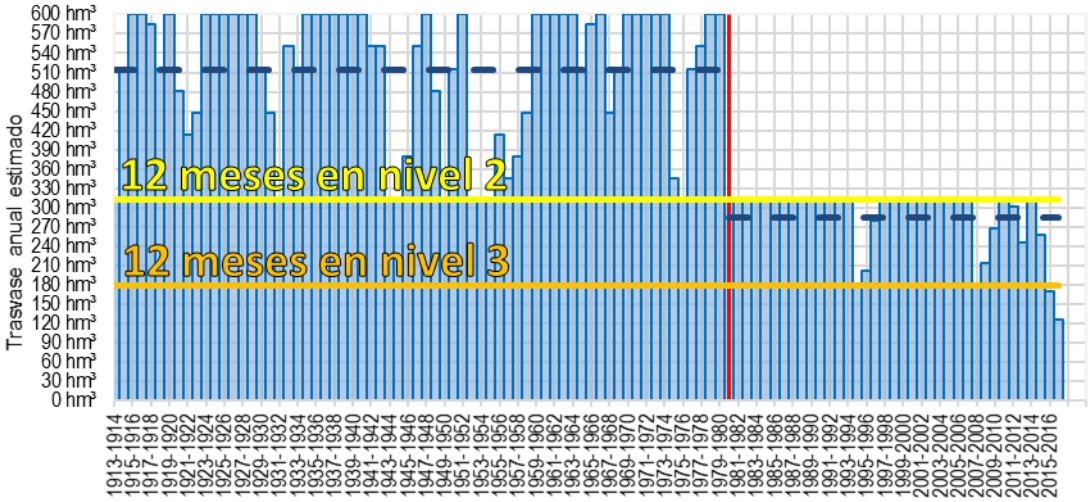


Figura 239. Evolución de volúmenes trasvasados en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII

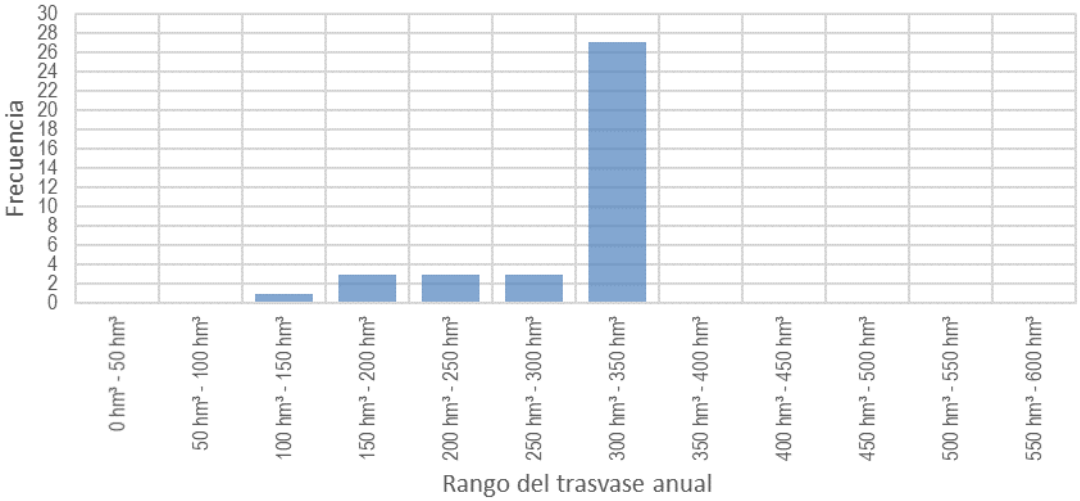


Figura 240. Distribución de frecuencias por rango de trasvases en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII

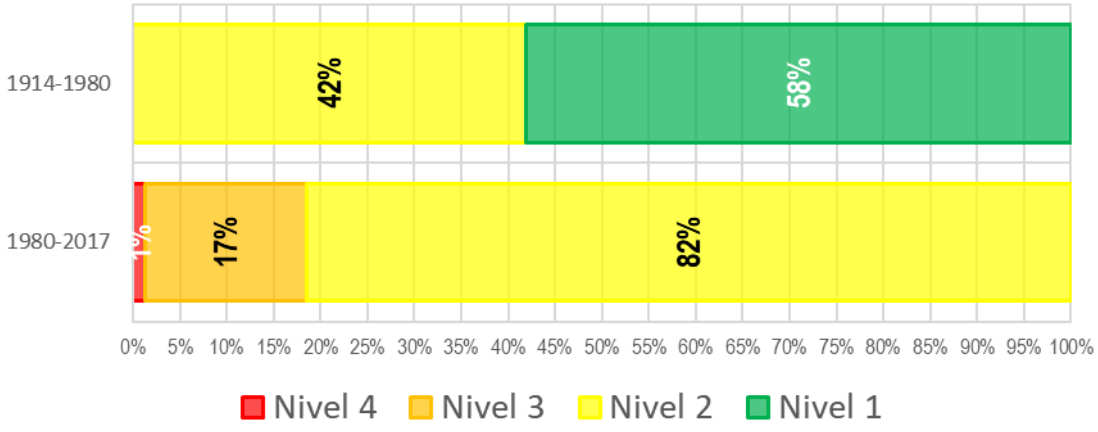


Figura 241. Reparto de tiempo por niveles en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII

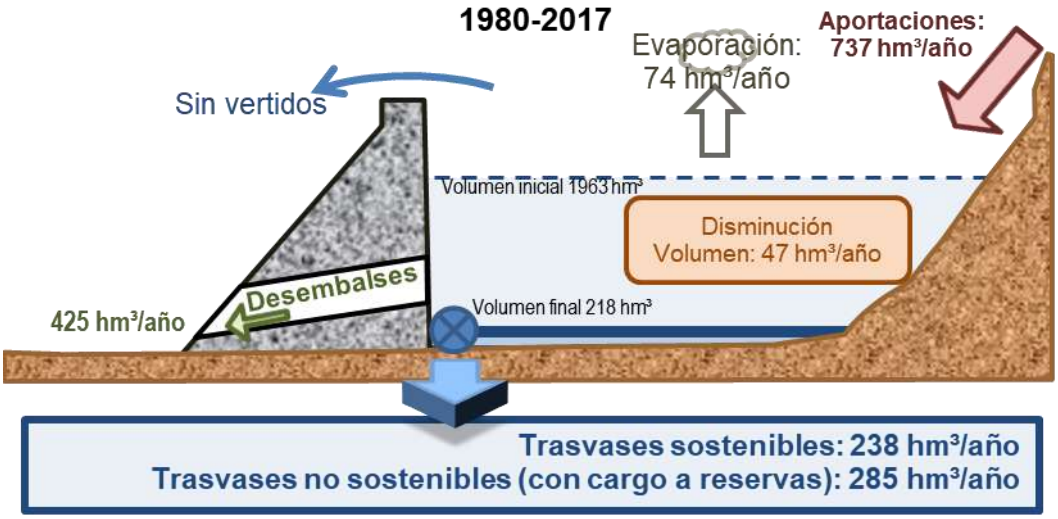


Figura 242. Esquema de valores medios para el periodo 1980-2017 en la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación con DR2014+CYII

Tablas para desembalse de referencia de 365 hm³ + 60 hm³ del CYII (DR2014+CYII)

Tabla 78. Resultados anuales de la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII[153].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-312	1031	-425	0	0	-81	53%	49%	0	12	0	0
1914-1915	-516	2110	-425	0	-38	-115	80%	91%	6	6	0	0
1915-1916	-600	2001	-425	0	-943	-121	92%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-425	0	-1106	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-584	801	-425	0	0	-109	81%	74%	8	4	0	0

[153] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1918-1919	-516	1851	-425	0	-672	-115	84%	79%	6	6	0	0
1919-1920	-600	1898	-425	0	-757	-116	90%	79%	10	2	0	0
1920-1921	-482	880	-425	0	0	-107	79%	73%	5	7	0	0
1921-1922	-414	946	-425	0	0	-106	77%	74%	3	9	0	0
1922-1923	-448	1022	-425	0	0	-108	79%	75%	4	8	0	0
1923-1924	-600	1909	-425	0	-487	-118	88%	87%	9	3	0	0
1924-1925	-600	889	-425	0	0	-111	83%	76%	9	3	0	0
1925-1926	-600	1558	-425	0	-167	-120	90%	86%	9	3	0	0
1926-1927	-600	1405	-425	0	-304	-117	89%	85%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-425	0	-704	-122	93%	87%	11	1	0	0
1928-1929	-600	860	-425	0	0	-110	82%	76%	10	2	0	0
1929-1930	-516	1636	-425	0	-482	-115	85%	80%	6	6	0	0
1930-1931	-448	785	-425	0	0	-109	80%	72%	4	8	0	0
1931-1932	-312	837	-425	0	0	-102	74%	72%	0	12	0	0
1932-1933	-550	1237	-425	0	-26	-110	81%	77%	7	5	0	0
1933-1934	-516	1208	-425	0	-158	-111	82%	77%	6	6	0	0
1934-1935	-600	1262	-425	0	-60	-113	84%	80%	9	3	0	0
1935-1936	-600	2139	-425	0	-635	-121	92%	94%	9	3	0	0
1936-1937	-600	1883	-425	0	-737	-123	94%	94%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-425	0	-1009	-123	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-425	0	0	-112	84%	78%	9	3	0	0
1939-1940	-600	1554	-425	0	-302	-120	91%	82%	10	2	0	0
1940-1941	-600	1969	-425	0	-851	-118	90%	81%	10	2	0	0
1941-1942	-550	1089	-425	0	-71	-110	82%	79%	7	5	0	0
1942-1943	-550	1195	-425	0	-130	-112	84%	78%	7	5	0	0
1943-1944	-312	726	-425	0	0	-105	77%	73%	0	12	0	0
1944-1945	-312	452	-425	0	0	-95	69%	58%	0	12	0	0
1945-1946	-380	1394	-425	0	0	-101	69%	78%	2	10	0	0
1946-1947	-550	2180	-425	0	-779	-120	89%	90%	7	5	0	0
1947-1948	-600	1468	-425	0	-302	-122	93%	91%	12	0	0	0
1948-1949	-482	406	-425	0	-29	-103	77%	65%	5	7	0	0
1949-1950	-312	466	-425	0	0	-88	62%	50%	0	12	0	0
1950-1951	-516	1772	-425	0	-23	-107	72%	79%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-425	0	-106	-113	85%	78%	9	3	0	0
1952-1953	-312	491	-425	0	0	-101	74%	64%	0	12	0	0
1953-1954	-312	351	-425	0	0	-82	56%	45%	0	12	0	0
1954-1955	-312	874	-425	0	0	-79	50%	47%	0	12	0	0
1955-1956	-414	1718	-425	0	0	-100	67%	79%	3	9	0	0
1956-1957	-346	757	-425	0	0	-106	79%	74%	1	11	0	0
1957-1958	-380	854	-425	0	0	-105	77%	71%	2	10	0	0
1958-1959	-448	1129	-425	0	0	-109	79%	77%	4	8	0	0
1959-1960	-600	2123	-425	0	-735	-122	93%	87%	9	3	0	0
1960-1961	-600	1670	-425	0	-523	-121	93%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-425	0	-683	-122	94%	86%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-425	0	-828	-118	90%	83%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-425	0	-1024	-117	91%	84%	12	0	0	0
1964-1965	-516	760	-425	0	0	-108	80%	72%	6	6	0	0
1965-1966	-584	2616	-425	0	-1272	-113	86%	81%	8	4	0	0
1966-1967	-600	1173	-425	0	-145	-111	84%	76%	9	3	0	0
1967-1968	-448	925	-425	0	0	-108	79%	74%	4	8	0	0
1968-1969	-516	1674	-425	0	-196	-119	88%	91%	6	6	0	0
1969-1970	-600	1645	-425	0	-521	-121	93%	90%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-425	0	-392	-119	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-425	0	-50	-120	90%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-425	0	-7	-118	91%	85%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-425	0	-31	-113	85%	80%	10	2	0	0
1974-1975	-346	758	-425	0	0	-107	79%	76%	1	11	0	0
1975-1976	-312	443	-425	0	0	-95	69%	60%	0	12	0	0
1976-1977	-516	1695	-425	0	-224	-108	77%	77%	6	6	0	0
1977-1978	-550	1515	-425	0	-319	-113	84%	81%	7	5	0	0
1978-1979	-600	1826	-425	0	-488	-118	89%	89%	9	3	0	0
1979-1980	-600	971	-425	0	-60	-113	86%	80%	11	1	0	0
1980-1981	-312	483	-425	0	0	-101	74%	66%	0	12	0	0
1981-1982	-312	616	-425	0	0	-90	63%	57%	0	12	0	0
1982-1983	-312	473	-425	0	0	-77	52%	43%	0	12	0	0
1983-1984	-312	965	-425	0	0	-73	46%	49%	0	12	0	0
1984-1985	-312	1100	-425	0	0	-90	60%	60%	0	12	0	0
1985-1986	-312	847	-425	0	0	-93	64%	61%	0	12	0	0
1986-1987	-312	698	-425	0	0	-89	61%	56%	0	12	0	0
1987-1988	-312	1237	-425	0	0	-95	66%	72%	0	12	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1988-1989	-312	761	-425	0	0	-100	72%	69%	0	12	0	0
1989-1990	-312	611	-425	0	0	-96	69%	60%	0	12	0	0
1990-1991	-312	827	-425	0	0	-92	63%	60%	0	12	0	0
1991-1992	-312	513	-425	0	0	-83	56%	48%	0	12	0	0
1992-1993	-312	462	-425	0	0	-68	43%	34%	0	12	0	0
1993-1994	-312	602	-425	0	0	-58	34%	26%	0	12	0	0
1994-1995	-180	400	-425	0	0	-43	24%	16%	0	0	12	0
1995-1996	-201	940	-425	0	0	-51	27%	26%	0	6	3	3
1996-1997	-279	1378	-425	0	0	-79	49%	51%	0	9	3	0
1997-1998	-312	1229	-425	0	0	-96	66%	67%	0	12	0	0
1998-1999	-312	404	-425	0	0	-87	61%	50%	0	12	0	0
1999-2000	-312	683	-425	0	0	-77	51%	44%	0	12	0	0
2000-2001	-312	1367	-425	0	0	-96	63%	66%	0	12	0	0
2001-2002	-312	471	-425	0	0	-88	61%	52%	0	12	0	0
2002-2003	-312	1091	-425	0	0	-92	62%	62%	0	12	0	0
2003-2004	-312	983	-425	0	0	-98	69%	68%	0	12	0	0
2004-2005	-312	364	-425	0	0	-88	62%	50%	0	12	0	0
2005-2006	-312	423	-425	0	0	-69	44%	34%	0	12	0	0
2006-2007	-312	615	-425	0	0	-57	33%	27%	0	12	0	0
2007-2008	-180	490	-425	0	0	-45	24%	20%	0	0	12	0
2008-2009	-213	681	-425	0	0	-46	24%	20%	0	3	9	0
2009-2010	-268	1339	-425	0	0	-66	37%	44%	0	8	4	0
2010-2011	-312	747	-425	0	0	-73	46%	41%	0	12	0	0
2011-2012	-301	361	-425	0	0	-56	34%	24%	0	11	1	0
2012-2013	-246	911	-425	0	0	-57	31%	32%	0	6	6	0
2013-2014	-312	730	-425	0	0	-59	34%	29%	0	12	0	0
2014-2015	-257	483	-425	0	0	-48	27%	19%	0	7	5	0
2015-2016	-170	672	-425	0	0	-44	22%	20%	0	0	12	0
2016-2017	-127	307	-425	0	0	-32	16%	9%	0	0	9	3

Tabla 79. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación del tanteo 2º de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII.

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-515	1339	-425	0	-274	-111	82%	78%	6,97	5,03	0,00	0,00
Mínimo	-312	351	-425	0	0	-79	50%	45%	0	0	0	0
Primer cuartil	-448	884	-425	0	0	-107	79%	74%	4	2	0	0
Mediana	-550	1237	-425	0	-60	-113	84%	79%	7	5	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-425	0	-504	-119	90%	86%	10	8	0	0
Máximo	-600	2616	-425	0	-1272	-123	95%	94%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	11282	298880	0			101,31	1%	1%	16,91	16,91	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	106,22	546,70	0,00			10,07	0,10	0,11	4,11	4,11	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,21	0,41	0,00			0,09	0,12	0,14	0,59	0,82		
Moda	-600		-425						12	0	0	0
Curtosis	-0,60	-0,92				2,16	1,93	2,03	-1,06	-1,06		
Coef. de asimetría	0,93	0,11				1,35	-1,27	-1,29	-0,40	0,40		
Rango	-288	2265	0			-44	45%	50%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	42	67	67	67	58	53	0	0
1980-2017												
Media	-285	737	-425	0	0	-74	48%	44%	0,00	9,46	2,05	0,16
Mínimo	-127	307	-425	0	0	-32	16%	9%	0	0	0	0
Primer cuartil	-279	483	-425	0	0	-57	34%	27%	0	8	0	0
Mediana	-312	681	-425	0	0	-77	51%	48%	0	12	0	0
Tercer cuartil	-312	940	-425	0	0	-92	63%	60%	0	12	3	0
Máximo	-312	1378	-425	0	0	-101	74%	72%	0	12	12	3
Varianza (σ^2)	2621	95689	0			395	3%	3%	0	19	15	0
Desviación típica (σ)	51,20	309,34	0,00			19,88	0,17	0,18	0,00	4,36	3,85	0,69
Coef. Variación (σ/media)	0,18	0,42	0,00			0,27	0,35	0,41		0,46	1,87	4,24
Moda	-312		-425						0	12	0	0
Curtosis	2,12	-0,54				-1,13	-1,31	-1,21		0,64	1,93	15,77
Coef. de asimetría	1,73	0,66				0,40	-0,28	-0,20		-1,42	1,72	3,94
Rango	-185	1071	0			-69	58%	64%	0	12	12	3
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	0	37	37	37	0	32	11	2

An.6G. Propuesta revisada de modificación de las Reglas de Explotación

Gráficos para desembalse de referencia de 365 hm³ (DR2014)

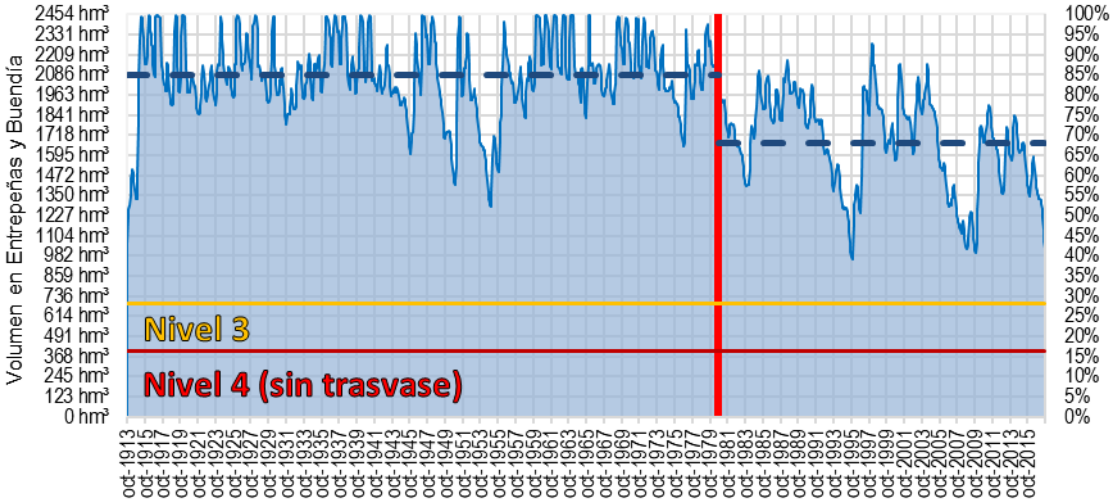


Figura 243. Evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014.

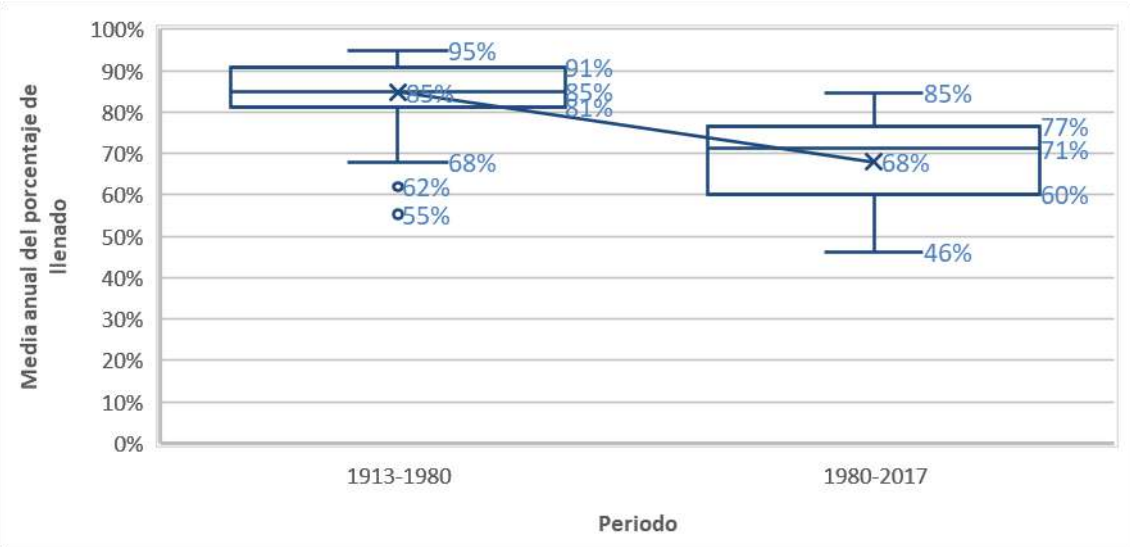


Figura 244. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014.

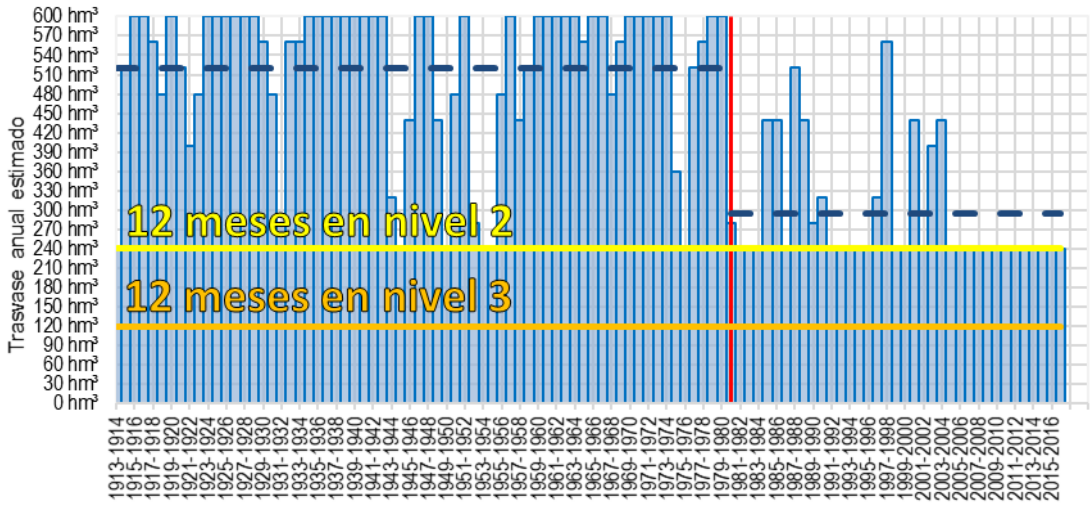


Figura 245. Evolución de los volúmenes trasvasados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014

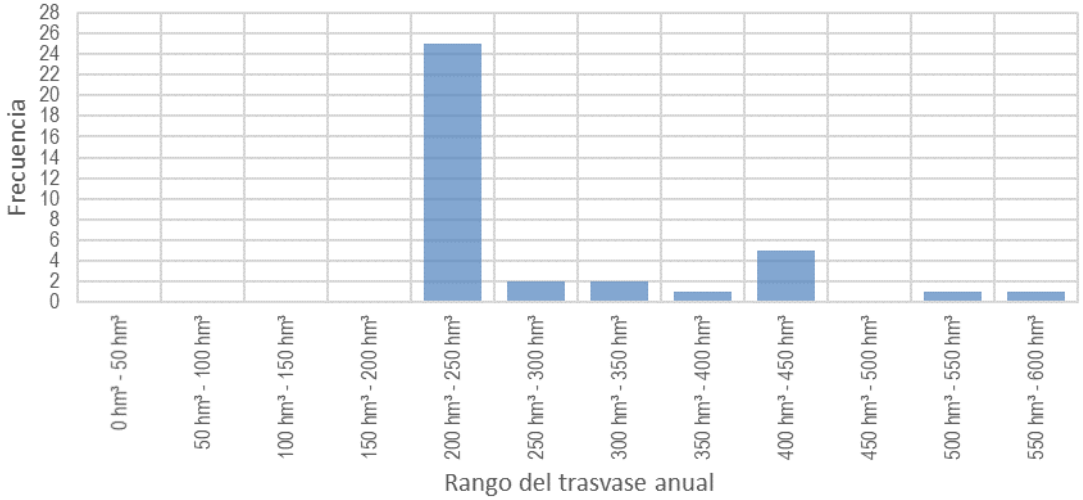


Figura 246. Distribución de frecuencias por rango de los volúmenes trasvasados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014

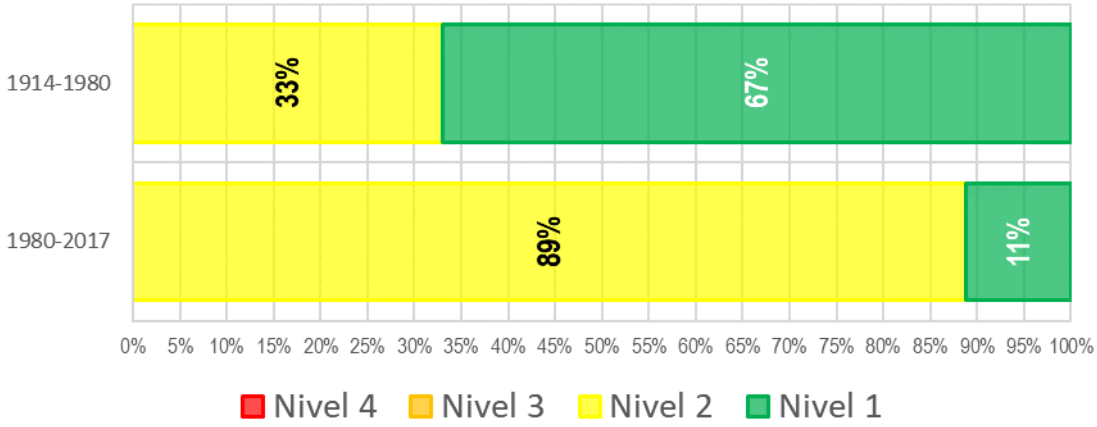


Figura 247. Reparto del tiempo en función de niveles en Entrepeñas y Buendía con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014.

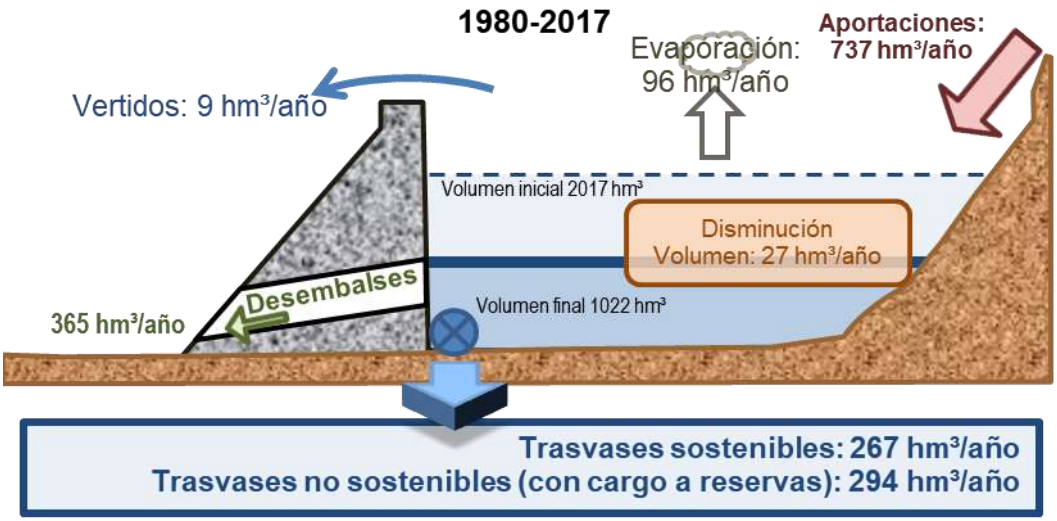


Figura 248. Esquema de los valores medios en el periodo 1980-2017 con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación con DR2014.

Tablas para desembalse de referencia de 365 hm³ (DR2014)

Tabla 80. Resultados anuales de la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014[154].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-240	1031	-365	0	0	-84	55%	55%	0	12	0	0
1914-1915	-520	2110	-365	0	-187	-117	83%	92%	7	5	0	0
1915-1916	-600	2001	-365	0	-1037	-121	92%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-365	0	-1159	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-560	801	-365	0	0	-111	83%	78%	8	4	0	0
1918-1919	-480	1851	-365	0	-816	-116	87%	81%	6	6	0	0
1919-1920	-600	1898	-365	0	-819	-116	91%	80%	10	2	0	0
1920-1921	-520	880	-365	0	0	-109	81%	76%	7	5	0	0
1921-1922	-400	946	-365	0	-5	-110	81%	78%	4	8	0	0
1922-1923	-480	1022	-365	0	-78	-110	82%	78%	6	6	0	0
1923-1924	-600	1909	-365	0	-591	-119	89%	88%	9	3	0	0
1924-1925	-600	889	-365	0	0	-111	84%	80%	11	1	0	0
1925-1926	-600	1558	-365	0	-286	-121	92%	87%	9	3	0	0
1926-1927	-600	1405	-365	0	-333	-118	90%	87%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-365	0	-818	-123	94%	87%	12	0	0	0
1928-1929	-600	860	-365	0	0	-110	83%	79%	10	2	0	0
1929-1930	-560	1636	-365	0	-556	-116	87%	80%	8	4	0	0
1930-1931	-480	785	-365	0	0	-109	81%	73%	6	6	0	0
1931-1932	-280	837	-365	0	0	-105	77%	77%	1	11	0	0
1932-1933	-560	1237	-365	0	-138	-112	84%	79%	8	4	0	0
1933-1934	-560	1208	-365	0	-173	-112	84%	79%	8	4	0	0
1934-1935	-600	1262	-365	0	-140	-113	85%	81%	9	3	0	0
1935-1936	-600	2139	-365	0	-710	-122	92%	95%	9	3	0	0
1936-1937	-600	1883	-365	0	-773	-124	95%	96%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-365	0	-1108	-124	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-365	0	0	-113	85%	80%	10	2	0	0
1939-1940	-600	1554	-365	0	-374	-120	92%	84%	11	1	0	0
1940-1941	-600	1969	-365	0	-889	-118	91%	84%	12	0	0	0
1941-1942	-600	1089	-365	0	-93	-111	83%	81%	10	2	0	0

[154] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1942-1943	-600	1195	-365	0	-136	-112	85%	80%	10	2	0	0
1943-1944	-320	726	-365	0	0	-108	80%	78%	2	10	0	0
1944-1945	-240	452	-365	0	0	-102	76%	67%	0	12	0	0
1945-1946	-440	1394	-365	0	0	-112	80%	87%	5	7	0	0
1946-1947	-600	2180	-365	0	-887	-122	92%	95%	11	1	0	0
1947-1948	-600	1468	-365	0	-433	-122	94%	93%	12	0	0	0
1948-1949	-440	406	-365	0	-82	-105	79%	69%	5	7	0	0
1949-1950	-240	466	-365	0	0	-95	68%	59%	0	12	0	0
1950-1951	-480	1772	-365	0	-317	-114	79%	80%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-365	0	-161	-115	86%	79%	9	3	0	0
1952-1953	-280	491	-365	0	0	-103	76%	68%	1	11	0	0
1953-1954	-240	351	-365	0	0	-90	63%	54%	0	12	0	0
1954-1955	-240	874	-365	0	0	-92	62%	61%	0	12	0	0
1955-1956	-480	1718	-365	0	-31	-114	82%	91%	6	6	0	0
1956-1957	-600	757	-365	0	0	-110	84%	78%	10	2	0	0
1957-1958	-440	854	-365	0	0	-109	81%	76%	5	7	0	0
1958-1959	-520	1129	-365	0	0	-112	83%	81%	7	5	0	0
1959-1960	-600	2123	-365	0	-881	-123	94%	87%	10	2	0	0
1960-1961	-600	1670	-365	0	-583	-121	94%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-365	0	-724	-122	94%	87%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-365	0	-873	-118	91%	85%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-365	0	-1074	-117	92%	85%	12	0	0	0
1964-1965	-560	760	-365	0	0	-109	81%	74%	8	4	0	0
1965-1966	-600	2616	-365	0	-1324	-114	87%	83%	10	2	0	0
1966-1967	-600	1173	-365	0	-171	-112	85%	80%	10	2	0	0
1967-1968	-480	925	-365	0	0	-111	83%	78%	6	6	0	0
1968-1969	-560	1674	-365	0	-284	-121	90%	92%	8	4	0	0
1969-1970	-600	1645	-365	0	-560	-122	93%	92%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-365	0	-505	-120	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-365	0	-109	-120	91%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-365	0	-48	-118	91%	86%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-365	0	-81	-114	85%	81%	11	1	0	0
1974-1975	-360	758	-365	0	0	-108	81%	78%	3	9	0	0
1975-1976	-240	443	-365	0	0	-101	74%	68%	0	12	0	0
1976-1977	-520	1695	-365	0	-422	-111	81%	79%	7	5	0	0
1977-1978	-560	1515	-365	0	-374	-114	85%	83%	8	4	0	0
1978-1979	-600	1826	-365	0	-523	-119	90%	92%	10	2	0	0
1979-1980	-600	971	-365	0	-136	-114	87%	82%	12	0	0	0
1980-1981	-280	483	-365	0	0	-105	77%	71%	1	11	0	0
1981-1982	-240	616	-365	0	0	-99	71%	68%	0	12	0	0
1982-1983	-240	473	-365	0	0	-91	65%	59%	0	12	0	0
1983-1984	-240	965	-365	0	0	-92	63%	70%	0	12	0	0
1984-1985	-440	1100	-365	0	0	-108	79%	77%	5	7	0	0
1985-1986	-440	847	-365	0	0	-108	79%	74%	5	7	0	0
1986-1987	-240	698	-365	0	0	-105	76%	74%	0	12	0	0
1987-1988	-520	1237	-365	0	0	-111	82%	84%	7	5	0	0
1988-1989	-440	761	-365	0	0	-109	81%	78%	5	7	0	0
1989-1990	-280	611	-365	0	0	-105	78%	72%	1	11	0	0
1990-1991	-320	827	-365	0	0	-105	76%	73%	2	10	0	0
1991-1992	-240	513	-365	0	0	-99	72%	66%	0	12	0	0
1992-1993	-240	462	-365	0	0	-90	63%	56%	0	12	0	0
1993-1994	-240	602	-365	0	0	-86	59%	53%	0	12	0	0
1994-1995	-240	400	-365	0	0	-75	49%	41%	0	12	0	0
1995-1996	-240	940	-365	0	0	-79	50%	52%	0	12	0	0
1996-1997	-320	1378	-365	0	0	-104	73%	76%	2	10	0	0
1997-1998	-560	1229	-365	0	-136	-112	85%	78%	8	4	0	0
1998-1999	-240	404	-365	0	0	-101	74%	66%	0	12	0	0
1999-2000	-240	683	-365	0	0	-97	69%	65%	0	12	0	0
2000-2001	-440	1367	-365	0	-186	-108	78%	76%	5	7	0	0
2001-2002	-240	471	-365	0	0	-100	73%	66%	0	12	0	0
2002-2003	-400	1091	-365	0	0	-106	77%	75%	4	8	0	0
2003-2004	-440	983	-365	0	0	-110	81%	78%	5	7	0	0
2004-2005	-240	364	-365	0	0	-100	73%	64%	0	12	0	0
2005-2006	-240	423	-365	0	0	-87	60%	53%	0	12	0	0
2006-2007	-240	615	-365	0	0	-81	54%	50%	0	12	0	0
2007-2008	-240	490	-365	0	0	-73	47%	42%	0	12	0	0
2008-2009	-240	681	-365	0	0	-73	46%	43%	0	12	0	0
2009-2010	-240	1339	-365	0	0	-92	60%	69%	0	12	0	0
2010-2011	-240	747	-365	0	0	-102	73%	70%	0	12	0	0
2011-2012	-240	361	-365	0	0	-92	65%	57%	0	12	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
2012-2013	-240	911	-365	0	0	-93	63%	65%	0	12	0	0
2013-2014	-240	730	-365	0	0	-98	69%	66%	0	12	0	0
2014-2015	-240	483	-365	0	0	-92	65%	58%	0	12	0	0
2015-2016	-240	672	-365	0	0	-88	59%	57%	0	12	0	0
2016-2017	-240	307	-365	0	0	-77	51%	42%	0	12	0	0

Tabla 81. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación con desembalse y DR2014.

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-521	1339	-365	0	-325	-113	85%	81%	8,06	3,94	0,00	0,00
Mínimo	-240	351	-365	0	0	-84	55%	54%	0	0	0	0
Primer cuartil	-480	884	-365	0	0	-110	81%	78%	6	1	0	0
Mediana	-600	1237	-365	0	-140	-114	85%	81%	9	3	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-365	0	-571	-120	91%	87%	12	6	0	0
Máximo	-600	2616	-365	0	-1324	-124	95%	96%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	14181	298880	0			67,38	1%	1%	14,42	14,42	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	119,09	546,70	0,00			8,21	0,08	0,09	3,80	3,80	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,23	0,41	0,00			0,07	0,09	0,11	0,47	0,96		
Moda	-600		-365						12	0	0	0
Curtosis	0,82	-0,92				2,60	2,98	1,56	-0,29	-0,29		
Coef. de asimetría	1,43	0,11				1,35	-1,38	-1,00	-0,84	0,84		
Rango	-360	2265	0			-40	40%	42%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	45	67	67	67	62	50	0	0
1980-2017												
Media	-294	737	-365	0	-9	-96	68%	64%	1,32	10,35	0,00	0,00
Mínimo	-240	307	-365	0	0	-73	46%	41%	0	0	0	0
Primer cuartil	-240	483	-365	0	0	-90	60%	57%	0	10	0	0
Mediana	-240	681	-365	0	0	-99	71%	66%	0	12	0	0
Tercer cuartil	-320	940	-365	0	0	-105	77%	74%	2	12	0	0
Máximo	-560	1378	-365	0	-186	-112	85%	84%	8	12	0	0
Varianza (σ^2)	8730	95689	0			131	1%	1%	6	9	0	0
Desviación típica (σ)	93,44	309,34	0,00			11,43	0,11	0,12	2,35	2,92	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,32	0,42	0,00			0,12	0,16	0,18	1,77	0,28		
Moda	-240		-365						0	12	0	0
Curtosis	1,13	-0,54				-0,60	-0,71	-0,59	1,14	3,43		
Coef. de asimetría	-1,49	0,66				0,56	-0,51	-0,55	1,50	-1,82		
Rango	-320	1071	0			-40	38%	43%	8	12	0	0
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	2	37	37	37	11	36	0	0

Gráficos para desembalse de referencia de 365 hm³ + toma CYII de 60 hm³/año (DR2014+CYII)

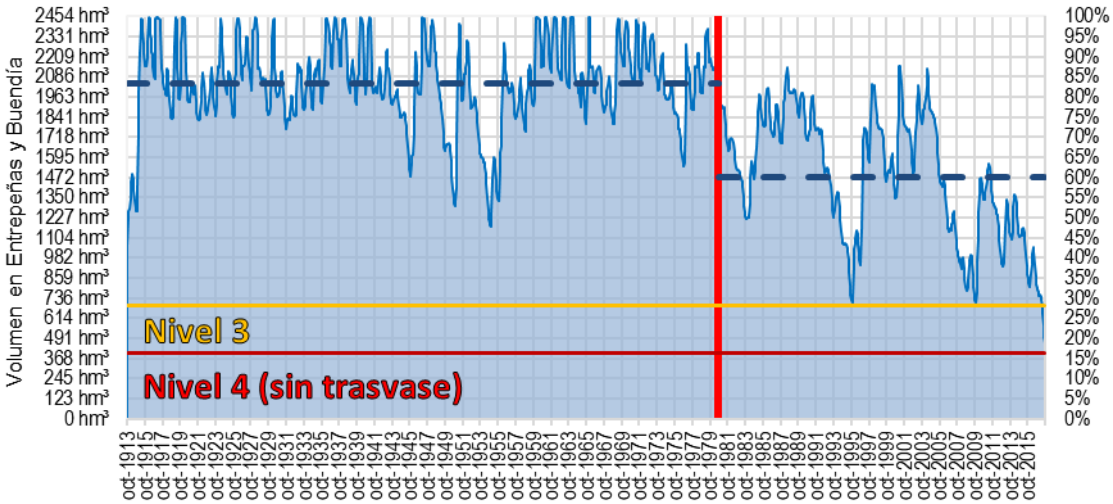


Figura 249. Evolución de volúmenes en Entrepeñas y Buendía en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII

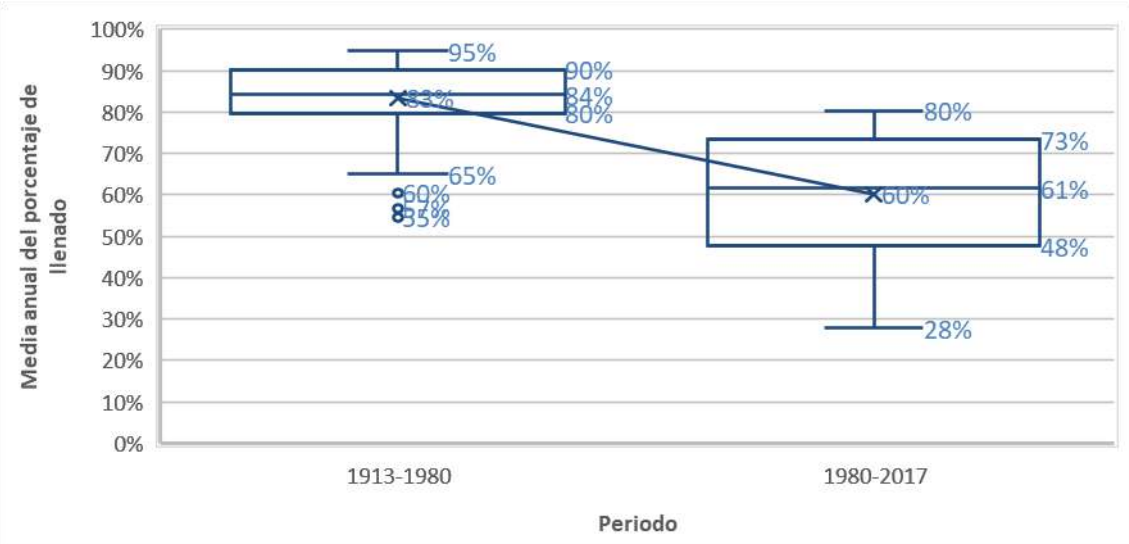


Figura 250. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII.

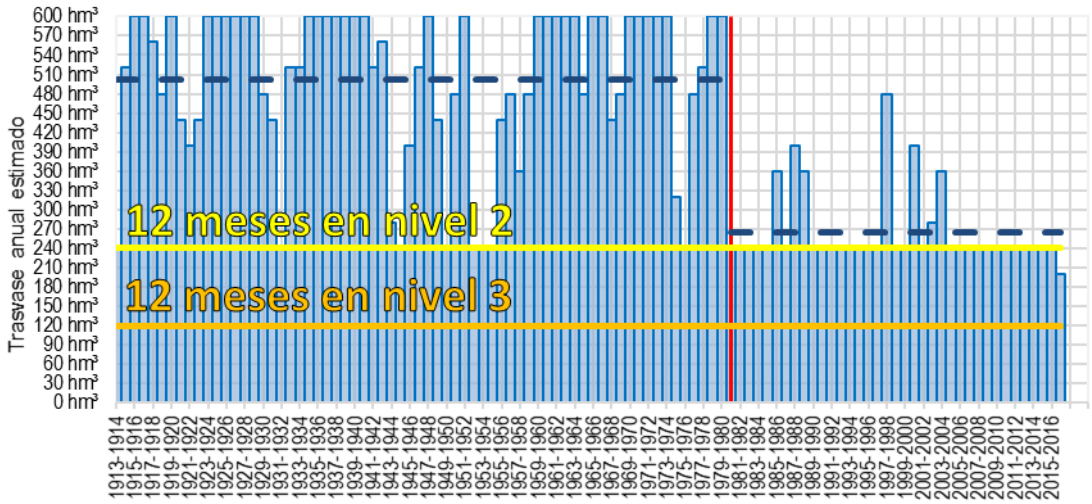


Figura 251. Evolución de volúmenes trasvasados en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII

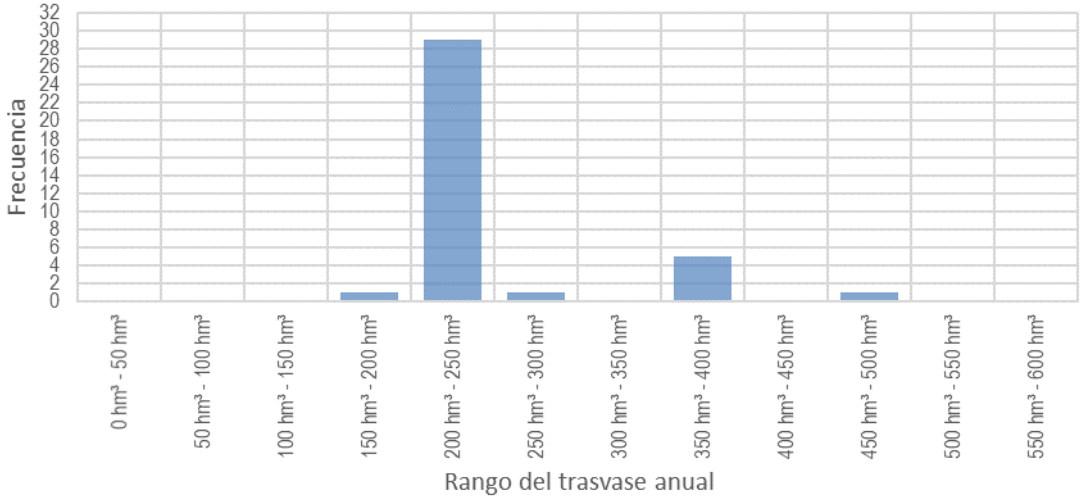


Figura 252. Distribución de frecuencias por rango de trasvases en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII

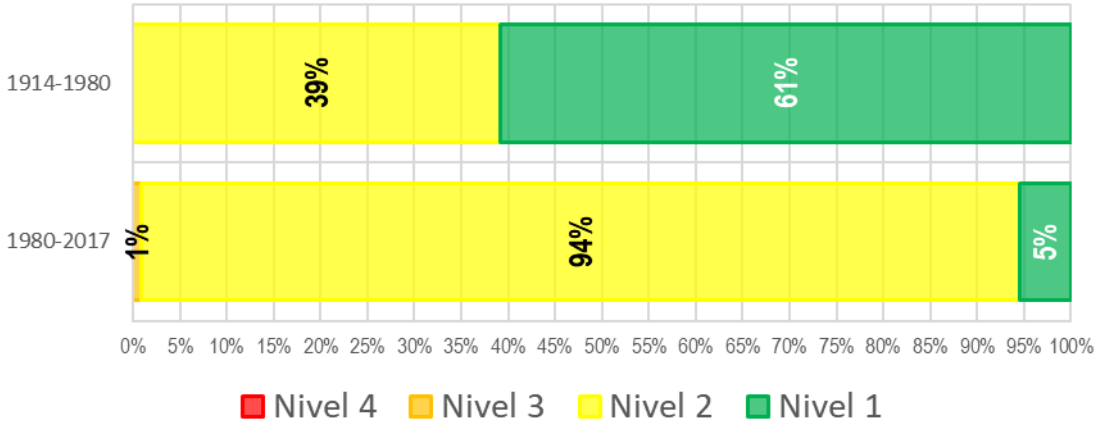


Figura 253. Reparto de tiempo por niveles en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII

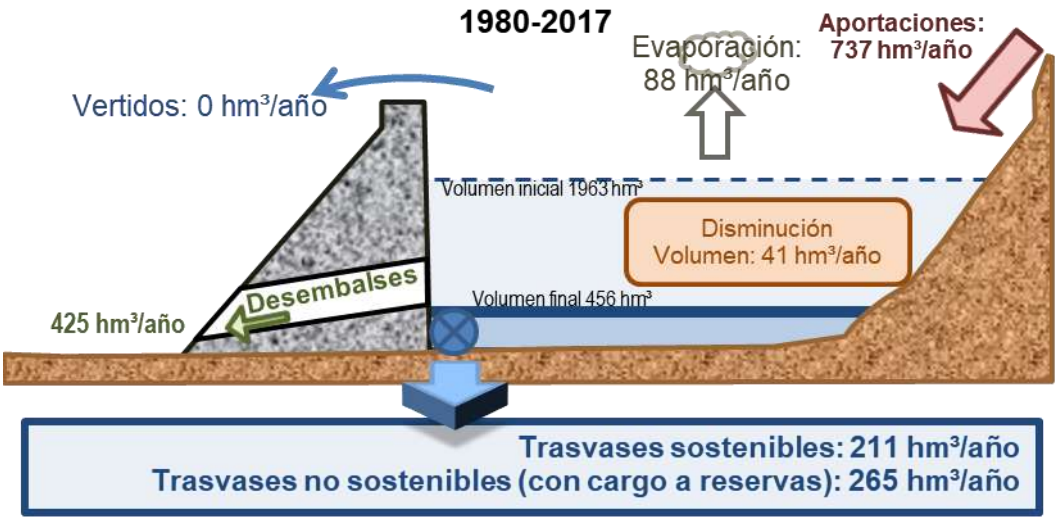


Figura 254. Esquema de valores medios para el periodo 1980-2017 en la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación con DR2014+CYII

Tablas para desembalse de referencia de 365 hm³ + 60 hm³ del CYII (DR2014+CYII)

Tabla 82. Resultados anuales de la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII [155].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-240	1031	-425	0	0	-83	55%	52%	0	12	0	0
1914-1915	-520	2110	-425	0	-103	-116	82%	91%	7	5	0	0
1915-1916	-600	2001	-425	0	-943	-121	92%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-425	0	-1106	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-560	801	-425	0	0	-110	82%	75%	8	4	0	0
1918-1919	-480	1851	-425	0	-725	-116	85%	79%	6	6	0	0
1919-1920	-600	1898	-425	0	-769	-116	90%	79%	10	2	0	0
1920-1921	-440	880	-425	0	0	-108	80%	75%	5	7	0	0
1921-1922	-400	946	-425	0	0	-108	79%	75%	4	8	0	0
1922-1923	-440	1022	-425	0	-32	-109	80%	76%	5	7	0	0
1923-1924	-600	1909	-425	0	-528	-119	88%	86%	9	3	0	0
1924-1925	-600	889	-425	0	0	-110	82%	76%	9	3	0	0
1925-1926	-600	1558	-425	0	-167	-120	90%	86%	9	3	0	0
1926-1927	-600	1405	-425	0	-286	-117	89%	85%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-425	0	-704	-122	93%	87%	11	1	0	0
1928-1929	-600	860	-425	0	0	-110	82%	76%	10	2	0	0
1929-1930	-480	1636	-425	0	-512	-116	85%	80%	6	6	0	0
1930-1931	-440	785	-425	0	0	-109	81%	73%	5	7	0	0
1931-1932	-240	837	-425	0	0	-104	76%	75%	0	12	0	0
1932-1933	-520	1237	-425	0	-133	-111	83%	77%	7	5	0	0
1933-1934	-520	1208	-425	0	-154	-111	82%	77%	7	5	0	0
1934-1935	-600	1262	-425	0	-84	-113	84%	79%	9	3	0	0
1935-1936	-600	2139	-425	0	-635	-121	91%	94%	9	3	0	0
1936-1937	-600	1883	-425	0	-719	-123	94%	94%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-425	0	-1009	-123	94%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-425	0	0	-112	84%	78%	9	3	0	0

[155] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1939-1940	-600	1554	-425	0	-314	-120	91%	82%	10	2	0	0
1940-1941	-600	1969	-425	0	-845	-118	90%	81%	10	2	0	0
1941-1942	-520	1089	-425	0	-83	-111	83%	79%	7	5	0	0
1942-1943	-560	1195	-425	0	-120	-112	84%	78%	8	4	0	0
1943-1944	-280	726	-425	0	0	-107	79%	75%	1	11	0	0
1944-1945	-240	452	-425	0	0	-99	72%	62%	0	12	0	0
1945-1946	-400	1394	-425	0	0	-107	75%	81%	4	8	0	0
1946-1947	-520	2180	-425	0	-893	-121	90%	90%	7	5	0	0
1947-1948	-600	1468	-425	0	-302	-122	93%	91%	12	0	0	0
1948-1949	-440	406	-425	0	-29	-104	78%	67%	5	7	0	0
1949-1950	-240	466	-425	0	0	-92	65%	55%	0	12	0	0
1950-1951	-480	1772	-425	0	-166	-111	76%	79%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-425	0	-117	-114	85%	77%	9	3	0	0
1952-1953	-240	491	-425	0	0	-102	75%	66%	0	12	0	0
1953-1954	-240	351	-425	0	0	-86	60%	50%	0	12	0	0
1954-1955	-240	874	-425	0	0	-86	57%	55%	0	12	0	0
1955-1956	-440	1718	-425	0	0	-108	76%	85%	5	7	0	0
1956-1957	-480	757	-425	0	0	-108	81%	75%	6	6	0	0
1957-1958	-360	854	-425	0	0	-107	78%	73%	3	9	0	0
1958-1959	-480	1129	-425	0	0	-110	81%	78%	6	6	0	0
1959-1960	-600	2123	-425	0	-741	-122	93%	87%	9	3	0	0
1960-1961	-600	1670	-425	0	-523	-121	93%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-425	0	-683	-122	94%	86%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-425	0	-828	-118	90%	83%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-425	0	-1024	-117	91%	84%	12	0	0	0
1964-1965	-480	760	-425	0	0	-108	80%	73%	6	6	0	0
1965-1966	-600	2616	-425	0	-1285	-113	87%	81%	9	3	0	0
1966-1967	-600	1173	-425	0	-156	-111	84%	76%	9	3	0	0
1967-1968	-440	925	-425	0	0	-108	79%	74%	5	7	0	0
1968-1969	-480	1674	-425	0	-234	-119	88%	91%	6	6	0	0
1969-1970	-600	1645	-425	0	-521	-121	93%	90%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-425	0	-392	-119	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-425	0	-50	-120	90%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-425	0	-7	-118	91%	85%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-425	0	-37	-113	85%	80%	10	2	0	0
1974-1975	-320	758	-425	0	0	-108	80%	76%	2	10	0	0
1975-1976	-240	443	-425	0	0	-98	71%	63%	0	12	0	0
1976-1977	-480	1695	-425	0	-341	-109	79%	77%	6	6	0	0
1977-1978	-520	1515	-425	0	-354	-114	84%	81%	7	5	0	0
1978-1979	-600	1826	-425	0	-506	-118	89%	88%	9	3	0	0
1979-1980	-600	971	-425	0	-42	-113	86%	80%	11	1	0	0
1980-1981	-240	483	-425	0	0	-103	76%	68%	0	12	0	0
1981-1982	-240	616	-425	0	0	-95	67%	63%	0	12	0	0
1982-1983	-240	473	-425	0	0	-85	59%	51%	0	12	0	0
1983-1984	-240	965	-425	0	0	-84	55%	60%	0	12	0	0
1984-1985	-240	1100	-425	0	0	-103	72%	74%	0	12	0	0
1985-1986	-360	847	-425	0	0	-105	76%	72%	3	9	0	0
1986-1987	-240	698	-425	0	0	-102	73%	69%	0	12	0	0
1987-1988	-400	1237	-425	0	0	-109	79%	81%	4	8	0	0
1988-1989	-360	761	-425	0	0	-108	80%	76%	3	9	0	0
1989-1990	-240	611	-425	0	0	-104	77%	70%	0	12	0	0
1990-1991	-240	827	-425	0	0	-103	74%	72%	0	12	0	0
1991-1992	-240	513	-425	0	0	-97	70%	62%	0	12	0	0
1992-1993	-240	462	-425	0	0	-85	59%	50%	0	12	0	0
1993-1994	-240	602	-425	0	0	-79	52%	44%	0	12	0	0
1994-1995	-240	400	-425	0	0	-64	40%	31%	0	12	0	0
1995-1996	-240	940	-425	0	0	-67	39%	39%	0	12	0	0
1996-1997	-240	1378	-425	0	0	-93	62%	65%	0	12	0	0
1997-1998	-480	1229	-425	0	0	-106	77%	74%	6	6	0	0
1998-1999	-240	404	-425	0	0	-95	69%	59%	0	12	0	0
1999-2000	-240	683	-425	0	0	-89	61%	56%	0	12	0	0
2000-2001	-400	1367	-425	0	-6	-106	74%	74%	4	8	0	0
2001-2002	-240	471	-425	0	0	-97	70%	62%	0	12	0	0
2002-2003	-280	1091	-425	0	0	-104	73%	73%	1	11	0	0
2003-2004	-360	983	-425	0	0	-108	79%	77%	3	9	0	0
2004-2005	-240	364	-425	0	0	-98	71%	61%	0	12	0	0
2005-2006	-240	423	-425	0	0	-83	56%	47%	0	12	0	0
2006-2007	-240	615	-425	0	0	-74	48%	42%	0	12	0	0
2007-2008	-240	490	-425	0	0	-63	38%	33%	0	12	0	0
2008-2009	-240	681	-425	0	0	-61	36%	31%	0	12	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
2009-2010	**-240**	**1339**	**-425**	**0**	**0**	**-78**	**48%**	**55%**	**0**	**12**	**0**	**0**
2010-2011	-240	747	-425	0	0	-87	59%	55%	0	12	0	0
2011-2012	-240	361	-425	0	0	-74	49%	40%	0	12	0	0
2012-2013	-240	911	-425	0	0	-74	46%	47%	0	12	0	0
2013-2014	-240	730	-425	0	0	-78	50%	46%	0	12	0	0
2014-2015	-240	483	-425	0	0	-69	44%	36%	0	12	0	0
2015-2016	-240	672	-425	0	0	-63	37%	34%	0	12	0	0
2016-2017	-200	307	-425	0	0	-48	28%	19%	0	8	4	0

Tabla 83. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación y DR2014+CYII.

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-501	1339	-425	0	-287	-112	83%	79%	7,30	4,70	0,00	0,00
Mínimo	-240	351	-425	0	0	-83	55%	50%	0	0	0	0
Primer cuartil	-440	884	-425	0	0	-108	80%	75%	5	2	0	0
Mediana	-560	1237	-425	0	-117	-113	84%	79%	8	4	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-425	0	-522	-119	90%	86%	10	7	0	0
Máximo	-600	2616	-425	0	-1285	-123	95%	94%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	15386	298880	0			78,82	1%	1%	14,94	14,94	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	124,04	546,70	0,00			8,88	0,09	0,09	3,87	3,87	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,25	0,41	0,00			0,08	0,10	0,12	0,53	0,82		
Moda	-600		-425						12	0	0	0
Curtosis	-0,01	-0,92				2,23	2,23	1,66	-0,66	-0,66		
Coef. de asimetría	1,08	0,11				1,30	-1,26	-1,12	-0,54	0,54		
Rango	-360	2265	0			-41	40%	45%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	43	67	67	67	59	53	0	0
1980-2017												
Media	-265	737	-425	0	0	-88	60%	56%	0,65	10,92	0,11	0,00
Mínimo	-200	307	-425	0	0	-48	28%	19%	0	0	0	0
Primer cuartil	-240	483	-425	0	0	-74	48%	44%	0	12	0	0
Mediana	-240	681	-425	0	0	-89	61%	59%	0	12	0	0
Tercer cuartil	-240	940	-425	0	0	-103	73%	70%	0	12	0	0
Máximo	-480	1378	-425	0	-6	-109	80%	81%	6	12	4	0
Varianza (σ^2)	3676	95689	0			273	2%	3%	2	6	0	0
Desviación típica (σ)	60,63	309,34	0,00			16,51	0,15	0,16	1,49	2,43	0,66	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,23	0,42	0,00			0,19	0,25	0,29	2,30	0,22	6,08	
Moda	-240		-425						0	12	0	0
Curtosis	4,22	-0,54				-0,79	-1,07	-0,78	4,42	10,92	37,00	
Coef. de asimetría	-2,12	0,66				0,48	-0,38	-0,38	2,19	-2,90	5,83	
Rango	-280	1071	0			-61	53%	63%	6	12	4	0
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	1	37	37	37	7	36	1	0

An.6H. Simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1

Gráficos

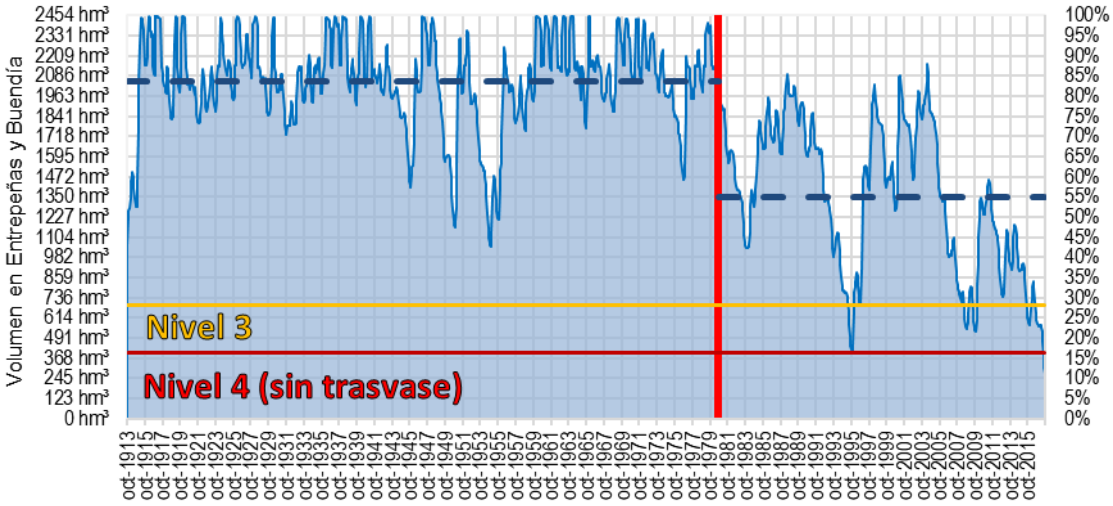


Figura 255. Volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía para la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1

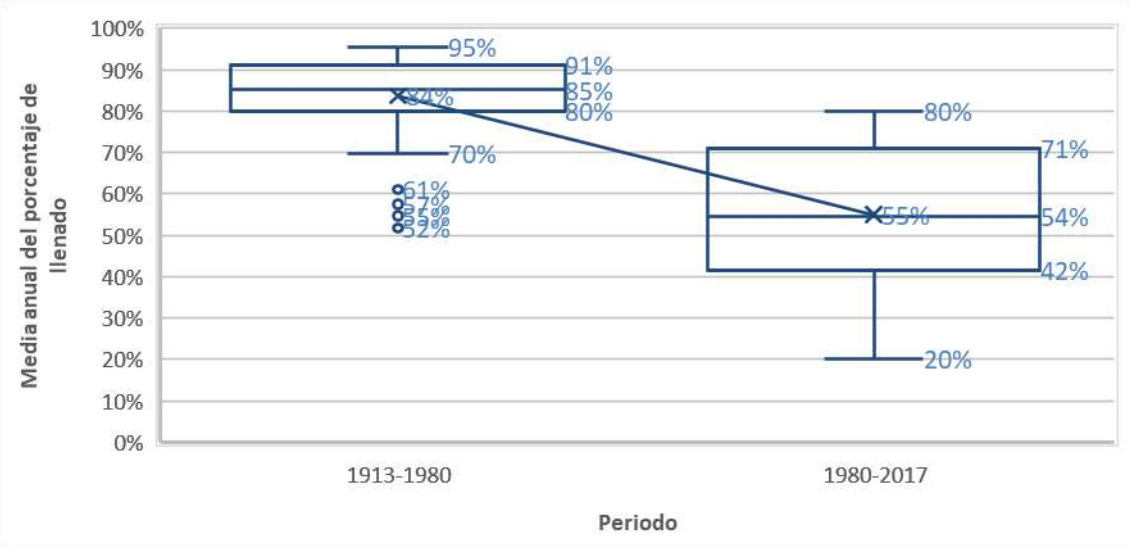


Figura 256. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1

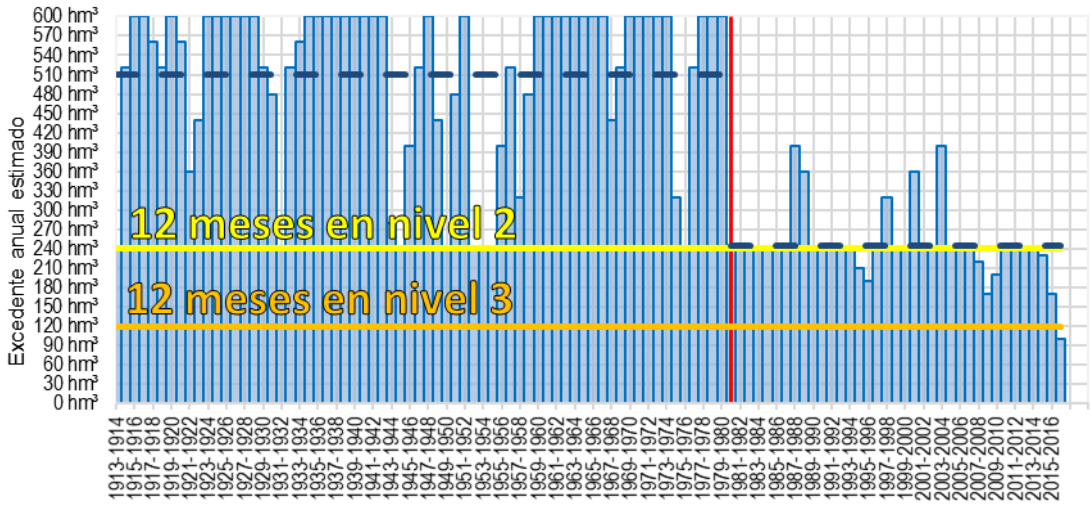


Figura 257. Estimación de excedentes en la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1

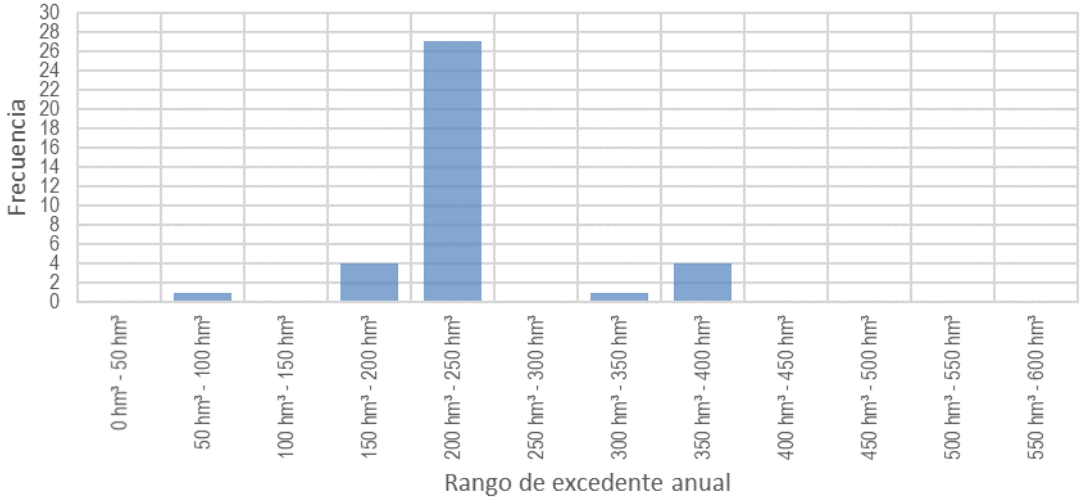


Figura 258. Frecuencias por rango de la estimación de excedentes con la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1, para el periodo 1980-2017

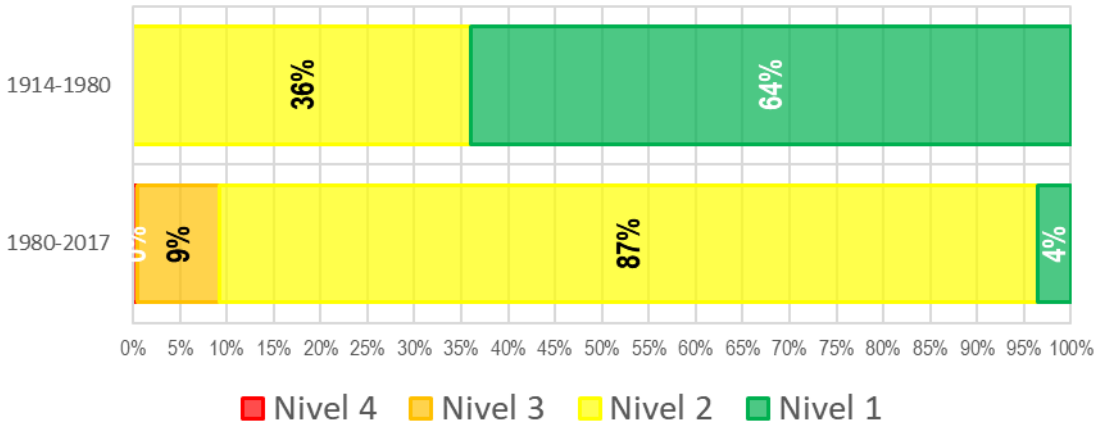


Figura 259. Situación respecto a los niveles de la definición de excedentes en la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1

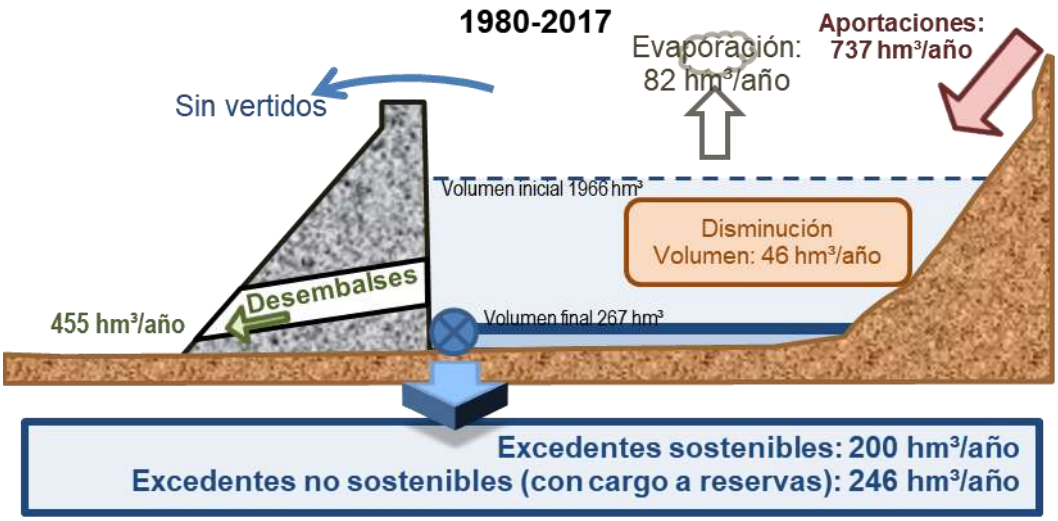


Figura 260. Esquema de los valores medios en el periodo 1980-2017 de la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1

Tablas

Tabla 84. Valores anuales de la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1[156].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-240	1031	-411	0	0	-83	55%	53%	0	12	0	0
1914-1915	-520	2110	-238	0	-198	-117	83%	95%	7	5	0	0
1915-1916	-600	2001	-256	0	-1217	-122	93%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-217	0	-1303	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	-560	801	-448	0	0	-110	82%	74%	8	4	0	0
1918-1919	-520	1851	-280	0	-776	-116	86%	81%	7	5	0	0
1919-1920	-600	1898	-272	0	-854	-117	92%	83%	11	1	0	0
1920-1921	-560	880	-435	0	0	-108	81%	74%	8	4	0	0
1921-1922	-360	946	-425	0	0	-108	79%	76%	3	9	0	0
1922-1923	-440	1022	-412	0	-52	-110	81%	76%	5	7	0	0
1923-1924	-600	1909	-270	0	-581	-120	90%	90%	9	3	0	0
1924-1925	-600	889	-434	0	0	-113	86%	80%	11	1	0	0
1925-1926	-600	1558	-327	0	-294	-121	92%	89%	9	3	0	0
1926-1927	-600	1405	-351	0	-367	-118	90%	87%	12	0	0	0
1927-1928	-600	1912	-270	0	-920	-123	94%	87%	12	0	0	0
1928-1929	-600	860	-438	0	0	-109	82%	76%	10	2	0	0
1929-1930	-520	1636	-314	0	-547	-116	86%	81%	7	5	0	0
1930-1931	-480	785	-450	0	0	-108	80%	71%	6	6	0	0
1931-1932	-240	837	-442	0	0	-102	74%	73%	0	12	0	0
1932-1933	-520	1237	-378	0	-86	-111	82%	79%	7	5	0	0
1933-1934	-560	1208	-383	0	-159	-112	83%	79%	8	4	0	0
1934-1935	-600	1262	-374	0	-125	-113	85%	81%	9	3	0	0
1935-1936	-600	2139	-234	0	-775	-122	93%	97%	9	3	0	0
1936-1937	-600	1883	-275	0	-872	-124	95%	98%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-258	0	-1265	-124	95%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-600	911	-430	0	0	-112	84%	78%	9	3	0	0
1939-1940	-600	1554	-327	0	-375	-120	91%	83%	10	2	0	0
1940-1941	-600	1969	-261	0	-907	-119	91%	87%	12	0	0	0

[156] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1941-1942	-600	1089	-402	0	-100	-112	84%	82%	10	2	0	0
1942-1943	-600	1195	-385	0	-144	-112	85%	80%	9	3	0	0
1943-1944	-280	726	-460	0	0	-107	80%	75%	1	11	0	0
1944-1945	-240	452	-500	0	0	-98	71%	59%	0	12	0	0
1945-1946	-400	1394	-353	0	0	-105	73%	81%	4	8	0	0
1946-1947	-520	2180	-227	0	-957	-122	92%	95%	7	5	0	0
1947-1948	-600	1468	-341	0	-447	-123	94%	94%	12	0	0	0
1948-1949	-440	406	-500	0	-93	-103	77%	64%	5	7	0	0
1949-1950	-240	466	-500	0	0	-88	61%	49%	0	12	0	0
1950-1951	-480	1772	-292	0	-118	-108	73%	81%	6	6	0	0
1951-1952	-600	1214	-382	0	-177	-115	87%	78%	9	3	0	0
1952-1953	-240	491	-497	0	0	-102	75%	64%	0	12	0	0
1953-1954	-240	351	-500	0	0	-83	57%	45%	0	12	0	0
1954-1955	-240	874	-436	0	0	-81	52%	50%	0	12	0	0
1955-1956	-400	1718	-301	0	0	-106	73%	87%	4	8	0	0
1956-1957	-520	757	-455	0	0	-108	81%	73%	7	5	0	0
1957-1958	-320	854	-439	0	0	-106	78%	73%	2	10	0	0
1958-1959	-480	1129	-395	0	0	-111	81%	79%	6	6	0	0
1959-1960	-600	2123	-236	0	-956	-123	94%	87%	9	3	0	0
1960-1961	-600	1670	-309	0	-638	-122	94%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-288	0	-787	-122	94%	87%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-271	0	-928	-119	91%	87%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-228	0	-1181	-118	93%	89%	12	0	0	0
1964-1965	-600	760	-454	0	-6	-109	82%	72%	9	3	0	0
1965-1966	-600	2616	-200	0	-1357	-114	88%	86%	9	3	0	0
1966-1967	-600	1173	-388	0	-243	-112	86%	79%	10	2	0	0
1967-1968	-440	925	-428	0	0	-111	82%	77%	5	7	0	0
1968-1969	-520	1674	-308	0	-307	-121	90%	94%	7	5	0	0
1969-1970	-600	1645	-313	0	-597	-123	94%	94%	12	0	0	0
1970-1971	-600	1464	-342	0	-575	-120	90%	87%	12	0	0	0
1971-1972	-600	1195	-385	0	-89	-120	91%	87%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-401	0	-24	-118	91%	85%	12	0	0	0
1973-1974	-600	1058	-407	0	-52	-113	85%	81%	10	2	0	0
1974-1975	-320	758	-455	0	0	-107	80%	76%	2	10	0	0
1975-1976	-240	443	-500	0	0	-96	70%	60%	0	12	0	0
1976-1977	-520	1695	-305	0	-274	-110	79%	79%	7	5	0	0
1977-1978	-600	1515	-333	0	-348	-115	86%	84%	9	3	0	0
1978-1979	-600	1826	-284	0	-521	-120	91%	97%	11	1	0	0
1979-1980	-600	971	-421	0	-239	-113	87%	80%	11	1	0	0
1980-1981	-240	483	-499	0	0	-102	75%	66%	0	12	0	0
1981-1982	-240	616	-477	0	0	-91	64%	58%	0	12	0	0
1982-1983	-240	473	-500	0	0	-79	53%	44%	0	12	0	0
1983-1984	-240	965	-421	0	0	-75	48%	53%	0	12	0	0
1984-1985	-240	1100	-400	0	0	-96	66%	68%	0	12	0	0
1985-1986	-240	847	-440	0	0	-102	73%	70%	0	12	0	0
1986-1987	-240	698	-464	0	0	-100	71%	66%	0	12	0	0
1987-1988	-400	1237	-378	0	0	-107	77%	80%	4	8	0	0
1988-1989	-360	761	-454	0	0	-107	79%	74%	3	9	0	0
1989-1990	-240	611	-478	0	0	-102	74%	65%	0	12	0	0
1990-1991	-240	827	-444	0	0	-99	70%	67%	0	12	0	0
1991-1992	-240	513	-494	0	0	-91	64%	55%	0	12	0	0
1992-1993	-240	462	-500	0	0	-76	51%	40%	0	12	0	0
1993-1994	-240	602	-480	0	0	-67	42%	33%	0	12	0	0
1994-1995	-210	400	-500	0	0	-49	28%	18%	0	9	3	0
1995-1996	-190	940	-426	0	0	-54	28%	29%	0	7	5	0
1996-1997	-240	1378	-355	0	0	-83	53%	58%	0	12	0	0
1997-1998	-320	1229	-379	0	0	-104	74%	75%	2	10	0	0
1998-1999	-240	404	-500	0	0	-96	69%	57%	0	12	0	0
1999-2000	-240	683	-467	0	0	-87	59%	53%	0	12	0	0
2000-2001	-360	1367	-357	0	0	-104	72%	75%	3	9	0	0
2001-2002	-240	471	-500	0	0	-97	70%	60%	0	12	0	0
2002-2003	-240	1091	-401	0	0	-103	72%	74%	0	12	0	0
2003-2004	-400	983	-419	0	0	-109	80%	76%	4	8	0	0
2004-2005	-240	364	-500	0	0	-97	70%	57%	0	12	0	0
2005-2006	-240	423	-500	0	0	-78	52%	41%	0	12	0	0
2006-2007	-240	615	-478	0	0	-66	41%	34%	0	12	0	0
2007-2008	-220	490	-498	0	0	-52	30%	23%	0	10	2	0
2008-2009	-170	681	-467	0	0	-50	27%	23%	0	5	7	0
2009-2010	-200	1339	-362	0	0	-72	42%	51%	0	8	4	0
2010-2011	-240	747	-456	0	0	-82	54%	50%	0	12	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
2011-2012	-240	361	-500	0	0	-67	43%	32%	0	12	0	0
2012-2013	-240	911	-430	0	0	-66	38%	39%	0	12	0	0
2013-2014	-240	730	-459	0	0	-69	42%	37%	0	12	0	0
2014-2015	-230	483	-499	0	0	-58	35%	25%	0	11	1	0
2015-2016	-170	672	-468	0	0	-51	28%	24%	0	5	7	0
2016-2017	-100	307	-500	0	0	-38	20%	11%	0	0	10	2

Tabla 85. Estadísticos de los valores anuales de la simulación utilizando la propuesta de Reglas de Explotación como determinación de excedentes y las demandas variables del ejemplo 1

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-510	1339	-362	0	-341	-112	84%	80%	7,67	4,33	0,00	0,00
Mínimo	-240	351	-200	0	0	-81	52%	45%	0	0	0	0
Primer cuartil	-460	884	-286	0	0	-108	80%	76%	6	1	0	0
Mediana	-600	1237	-378	0	-144	-113	85%	81%	9	3	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-434	0	-589	-120	91%	87%	11	7	0	0
Máximo	-600	2616	-500	0	-1357	-124	95%	98%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	16247	298880	7235			97,30	1%	1%	15,95	15,95	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	127,46	546,70	85,06			9,86	0,10	0,11	3,99	3,99	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,25	0,41	0,24			0,09	0,12	0,14	0,52	0,92		
Moda	-600		-500						12	0	0	0
Curtosis	0,09	-0,92	-1,15			2,29	2,12	1,53	-0,59	-0,59		
Coef. de asimetría	1,22	0,11	0,08			1,38	-1,33	-1,11	-0,72	0,72		
Rango	-360	2265	-300			-43	44%	53%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	44	67	67	67	59	51	0	0
1980-2017												
Media	-246	737	-455	0	0	-82	55%	50%	0,43	10,46	1,05	0,05
Mínimo	-100	307	-355	0	0	-38	20%	11%	0	0	0	0
Primer cuartil	-240	483	-426	0	0	-67	42%	34%	0	9	0	0
Mediana	-240	681	-467	0	0	-83	54%	53%	0	12	0	0
Tercer cuartil	-240	940	-499	0	0	-100	71%	66%	0	12	0	0
Máximo	-400	1378	-500	0	0	-109	80%	80%	4	12	10	2
Varianza (σ^2)	3336	95689	2169			411	3%	4%	1	7	6	0
Desviación típica (σ)	57,76	309,34	46,58			20,27	0,18	0,19	1,14	2,70	2,43	0,33
Coef. Variación (σ/media)	0,24	0,42	0,10			0,25	0,33	0,38	2,64	0,26	2,30	6,08
Moda	-240		-500						0	12	0	0
Curtosis	2,74	-0,54	-0,40			-1,03	-1,25	-1,04	4,75	5,42	5,52	37,00
Coef. de asimetría	-0,94	0,66	0,83			0,41	-0,31	-0,27	2,37	-2,10	2,36	5,83
Rango	-300	1071	-145			-71	60%	70%	4	12	10	2
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	0	37	37	37	5	36	8	1

An.6I. Simulación del caso 1 – Caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

Gráficos

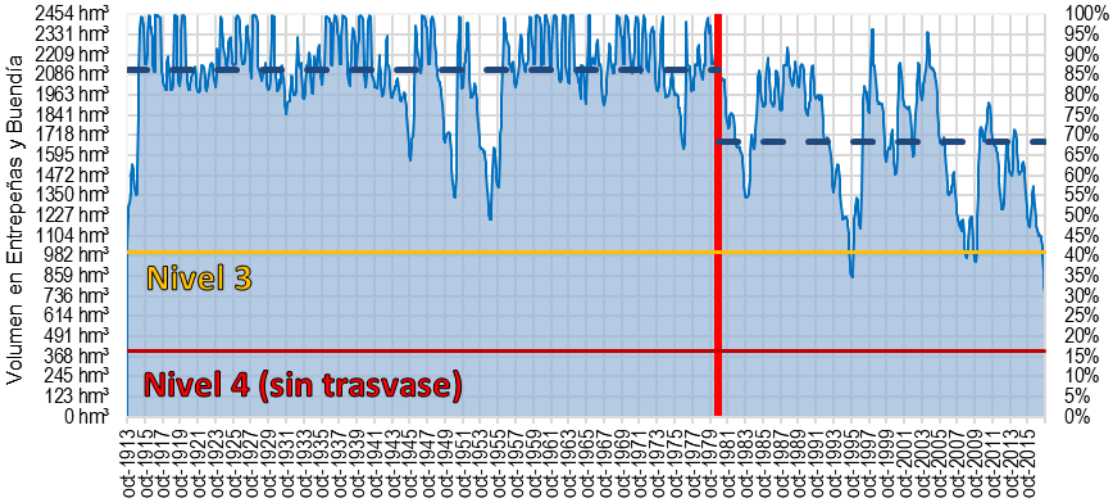


Figura 261. Volúmenes embalsados en Entrepeñas y Buendía en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes

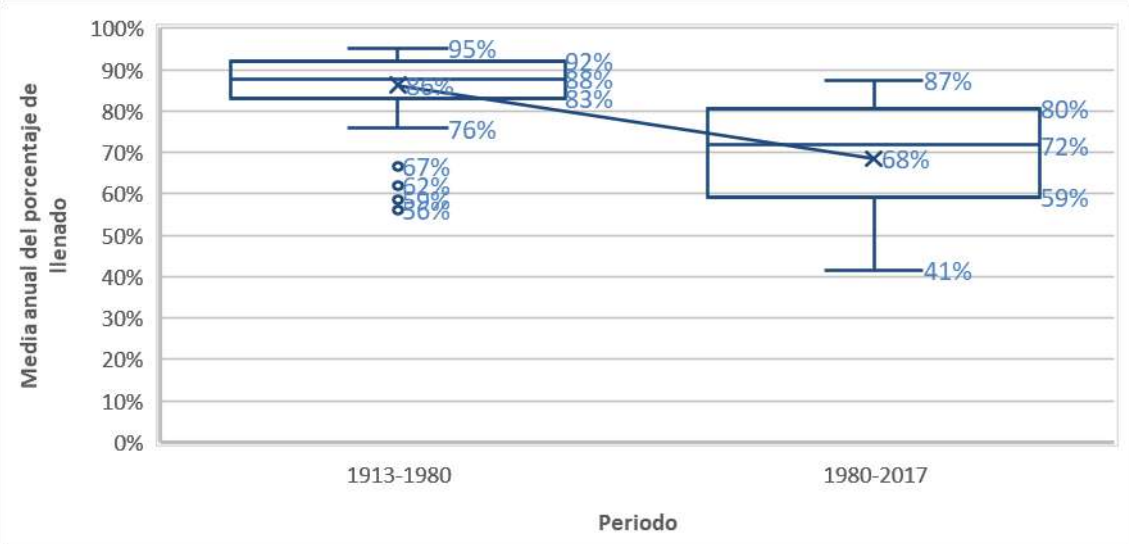


Figura 262. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes

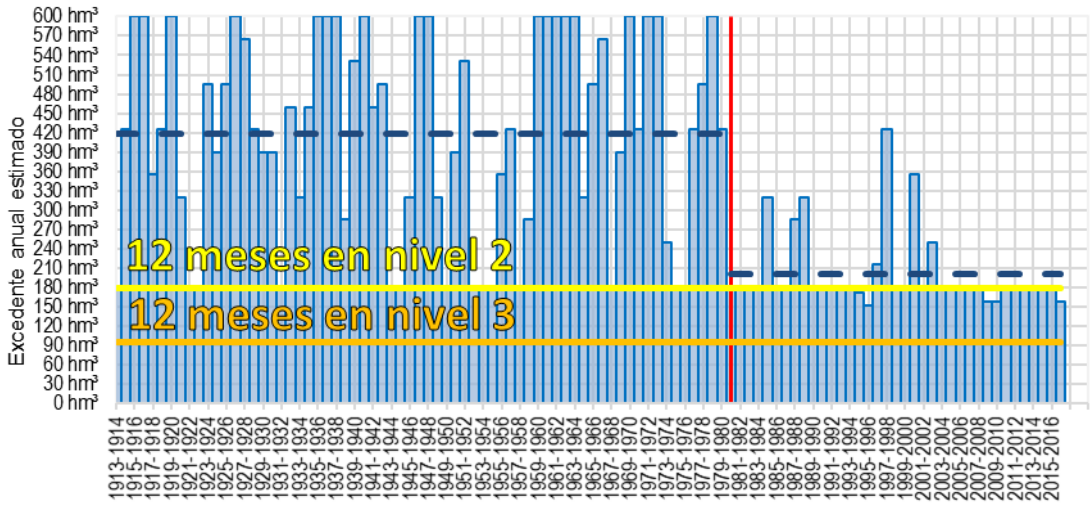


Figura 263. Excedentes anuales en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes

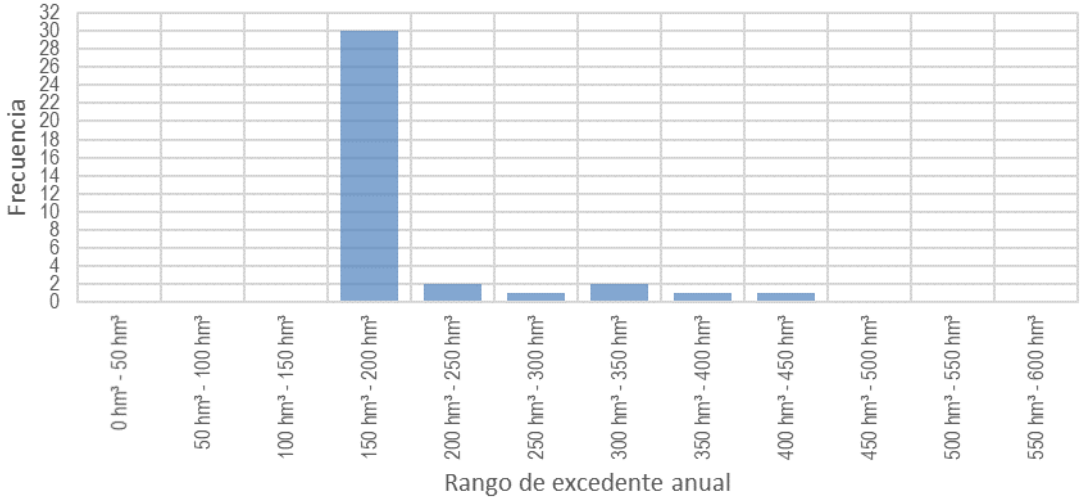


Figura 264. Frecuencia por rango de excedentes en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes

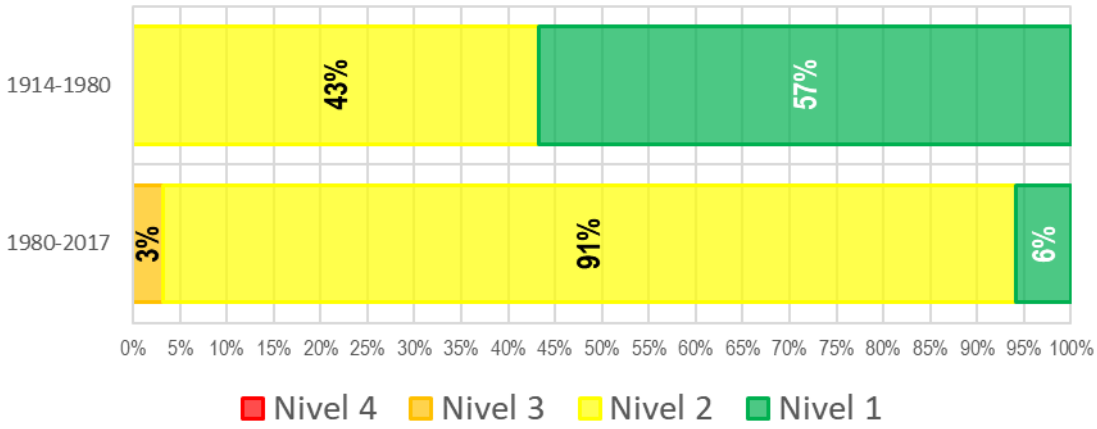


Figura 265. Situación en niveles de la determinación de excedentes en la simulación del caso 1 de determinación de excedentes

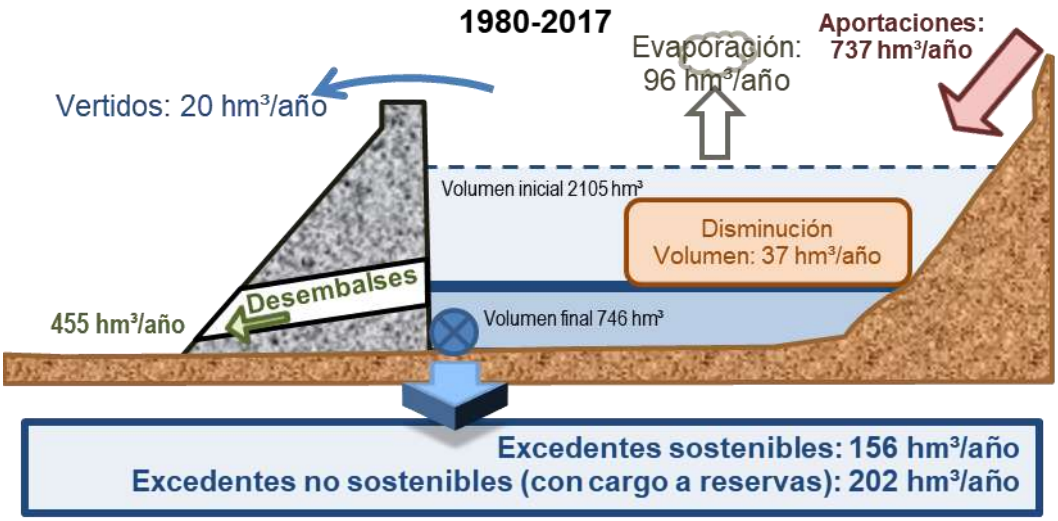


Figura 266. Esquema de valores medios anuales para el periodo 1980-2017 de la simulación del caso 1 de determinación de excedentes

Tablas

Tabla 86. Resultados anuales de la simulación del caso 1 de determinación de excedentes[157].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-180	1031	-411	0	0	-84	56%	55%	0	12	0	0
1914-1915	-425	2110	-238	0	-320	-118	85%	96%	7	5	0	0
1915-1916	-600	2001	-256	0	-1246	-122	93%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-217	0	-1340	-123	95%	86%	12	0	0	0
1917-1918	-355	801	-448	0	0	-113	84%	81%	5	7	0	0
1918-1919	-425	1851	-280	0	-1005	-118	89%	82%	7	5	0	0
1919-1920	-600	1898	-272	0	-929	-117	92%	81%	12	0	0	0
1920-1921	-320	880	-435	0	-18	-112	84%	81%	4	8	0	0
1921-1922	-180	946	-425	0	-235	-112	84%	81%	0	12	0	0
1922-1923	-180	1022	-412	0	-279	-113	85%	82%	0	12	0	0
1923-1924	-495	1909	-270	0	-788	-121	92%	92%	9	3	0	0
1924-1925	-390	889	-434	0	-46	-118	90%	88%	6	6	0	0
1925-1926	-495	1558	-327	0	-557	-123	94%	90%	9	3	0	0
1926-1927	-600	1405	-351	0	-431	-120	91%	86%	12	0	0	0
1927-1928	-565	1912	-270	0	-959	-123	94%	86%	11	1	0	0
1928-1929	-425	860	-438	0	0	-113	85%	81%	7	5	0	0
1929-1930	-390	1636	-314	0	-786	-118	89%	82%	6	6	0	0
1930-1931	-390	785	-450	0	0	-110	82%	76%	6	6	0	0
1931-1932	-180	837	-442	0	0	-109	80%	80%	0	12	0	0
1932-1933	-460	1237	-378	0	-305	-113	86%	79%	8	4	0	0
1933-1934	-320	1208	-383	0	-363	-113	85%	80%	4	8	0	0
1934-1935	-460	1262	-374	0	-214	-115	87%	84%	8	4	0	0
1935-1936	-600	2139	-234	0	-848	-123	93%	98%	12	0	0	0
1936-1937	-600	1883	-275	0	-982	-124	95%	94%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-258	0	-1175	-124	95%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-285	911	-430	0	-104	-119	89%	86%	3	9	0	0
1939-1940	-530	1554	-327	0	-668	-121	94%	82%	10	2	0	0
1940-1941	-600	1969	-261	0	-976	-118	91%	83%	12	0	0	0
1941-1942	-460	1089	-402	0	-196	-111	83%	80%	8	4	0	0

[157] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1942-1943	-495	1195	-385	0	-208	-113	85%	79%	9	3	0	0
1943-1944	-180	726	-460	0	0	-109	81%	79%	0	12	0	0
1944-1945	-180	452	-500	0	0	-103	76%	65%	0	12	0	0
1945-1946	-320	1394	-353	0	0	-112	80%	90%	4	8	0	0
1946-1947	-600	2180	-227	0	-1067	-123	94%	97%	12	0	0	0
1947-1948	-600	1468	-341	0	-557	-123	94%	90%	12	0	0	0
1948-1949	-320	406	-500	0	-22	-106	80%	68%	4	8	0	0
1949-1950	-180	466	-500	0	0	-94	67%	56%	0	12	0	0
1950-1951	-390	1772	-292	0	-345	-113	78%	81%	6	6	0	0
1951-1952	-530	1214	-382	0	-241	-116	88%	79%	10	2	0	0
1952-1953	-180	491	-497	0	0	-104	78%	67%	0	12	0	0
1953-1954	-180	351	-500	0	0	-88	62%	50%	0	12	0	0
1954-1955	-180	874	-436	0	0	-88	59%	57%	0	12	0	0
1955-1956	-355	1718	-301	0	-27	-114	81%	95%	5	7	0	0
1956-1957	-425	757	-455	0	-78	-114	88%	82%	7	5	0	0
1957-1958	-180	854	-439	0	-1	-117	88%	87%	0	12	0	0
1958-1959	-285	1129	-395	0	-231	-121	92%	91%	3	9	0	0
1959-1960	-600	2123	-236	0	-1247	-124	95%	87%	12	0	0	0
1960-1961	-600	1670	-309	0	-652	-122	94%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-288	0	-863	-122	94%	84%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-271	0	-928	-118	90%	83%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-228	0	-1182	-118	92%	85%	12	0	0	0
1964-1965	-320	760	-454	0	-52	-111	83%	78%	4	8	0	0
1965-1966	-495	2616	-200	0	-1564	-115	90%	88%	9	3	0	0
1966-1967	-565	1173	-388	0	-352	-113	87%	78%	11	1	0	0
1967-1968	-180	925	-428	0	0	-115	85%	86%	0	12	0	0
1968-1969	-390	1674	-308	0	-626	-122	93%	95%	6	6	0	0
1969-1970	-600	1645	-313	0	-702	-123	94%	91%	12	0	0	0
1970-1971	-425	1464	-342	0	-672	-122	92%	87%	7	5	0	0
1971-1972	-600	1195	-385	0	-118	-121	92%	86%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-401	0	-94	-119	91%	81%	12	0	0	0
1973-1974	-250	1058	-407	0	-316	-116	87%	80%	2	10	0	0
1974-1975	-180	758	-455	0	0	-109	81%	80%	0	12	0	0
1975-1976	-180	443	-500	0	0	-102	76%	67%	0	12	0	0
1976-1977	-425	1695	-305	0	-502	-112	82%	81%	7	5	0	0
1977-1978	-495	1515	-333	0	-442	-115	87%	86%	9	3	0	0
1978-1979	-600	1826	-284	0	-598	-121	92%	95%	12	0	0	0
1979-1980	-425	971	-421	0	-244	-116	90%	86%	7	5	0	0
1980-1981	-180	483	-499	0	0	-109	82%	73%	0	12	0	0
1981-1982	-180	616	-477	0	0	-101	73%	68%	0	12	0	0
1982-1983	-180	473	-500	0	0	-91	64%	56%	0	12	0	0
1983-1984	-180	965	-421	0	0	-90	61%	67%	0	12	0	0
1984-1985	-320	1100	-400	0	0	-108	78%	78%	4	8	0	0
1985-1986	-180	847	-440	0	-93	-111	82%	79%	0	12	0	0
1986-1987	-180	698	-464	0	0	-109	80%	76%	0	12	0	0
1987-1988	-285	1237	-378	0	-183	-114	85%	88%	3	9	0	0
1988-1989	-320	761	-454	0	0	-112	85%	83%	4	8	0	0
1989-1990	-180	611	-478	0	-18	-111	83%	75%	0	12	0	0
1990-1991	-180	827	-444	0	0	-110	81%	79%	0	12	0	0
1991-1992	-180	513	-494	0	0	-104	77%	68%	0	12	0	0
1992-1993	-180	462	-500	0	0	-92	65%	56%	0	12	0	0
1993-1994	-180	602	-480	0	0	-85	58%	50%	0	12	0	0
1994-1995	-173	400	-500	0	0	-71	46%	36%	0	11	1	0
1995-1996	-152	940	-426	0	0	-75	47%	48%	0	8	4	0
1996-1997	-215	1378	-355	0	0	-103	72%	76%	1	11	0	0
1997-1998	-425	1229	-379	0	-249	-113	86%	79%	7	5	0	0
1998-1999	-180	404	-500	0	0	-101	74%	63%	0	12	0	0
1999-2000	-180	683	-467	0	0	-95	67%	61%	0	12	0	0
2000-2001	-355	1367	-357	0	-133	-108	77%	78%	5	7	0	0
2001-2002	-180	471	-500	0	0	-102	74%	65%	0	12	0	0
2002-2003	-250	1091	-401	0	0	-109	78%	79%	2	10	0	0
2003-2004	-180	983	-419	0	-58	-117	87%	87%	0	12	0	0
2004-2005	-180	364	-500	0	0	-109	82%	70%	0	12	0	0
2005-2006	-180	423	-500	0	0	-93	66%	56%	0	12	0	0
2006-2007	-180	615	-478	0	0	-84	56%	51%	0	12	0	0
2007-2008	-180	490	-498	0	0	-73	47%	40%	0	12	0	0
2008-2009	-159	681	-467	0	0	-71	44%	39%	0	9	3	0
2009-2010	-159	1339	-362	0	0	-91	59%	69%	0	9	3	0
2010-2011	-180	747	-456	0	0	-102	73%	69%	0	12	0	0
2011-2012	-180	361	-500	0	0	-90	64%	53%	0	12	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
2012-2013	-180	911	-430	0	0	-90	60%	61%	0	12	0	0
2013-2014	-180	730	-459	0	0	-94	65%	61%	0	12	0	0
2014-2015	-180	483	-499	0	0	-86	59%	50%	0	12	0	0
2015-2016	-180	672	-468	0	0	-79	51%	47%	0	12	0	0
2016-2017	-159	307	-500	0	0	-65	41%	30%	0	9	3	0

Tabla 87. Estadísticos de los valores anuales de la simulación del caso 1 de determinación de excedentes

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-418	1339	-362	0	-428	-115	86%	82%	6,81	5,19	0,00	0,00
Mínimo	-180	351	-200	0	0	-84	56%	50%	0	0	0	0
Primer cuartil	-303	884	-286	0	-20	-112	83%	80%	4	0	0	0
Mediana	-425	1237	-378	0	-305	-116	88%	83%	7	5	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-434	0	-744	-121	92%	87%	12	9	0	0
Máximo	-600	2616	-500	0	-1564	-124	95%	98%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	24991	298880	7235			72,64	1%	1%	20,40	20,40	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	158,09	546,70	85,06			8,52	0,08	0,10	4,52	4,52	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,38	0,41	0,24			0,07	0,10	0,12	0,66	0,87		
Moda	-600		-500						12	0	0	0
Curtosis	-1,30	-0,92	-1,15			3,63	3,81	2,40	-1,30	-1,30		
Coef. de asimetría	0,30	0,11	0,08			1,72	-1,74	-1,33	-0,30	0,30		
Rango	-420	2265	-300			-40	39%	48%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	52	67	67	67	53	48	0	0
1980-2017												
Media	-202	737	-455	0	-20	-96	68%	64%	0,70	10,92	0,38	0,00
Mínimo	-152	307	-355	0	0	-65	41%	30%	0	5	0	0
Primer cuartil	-180	483	-426	0	0	-90	59%	53%	0	10	0	0
Mediana	-180	681	-467	0	0	-101	72%	67%	0	12	0	0
Tercer cuartil	-180	940	-499	0	0	-109	80%	76%	0	12	0	0
Máximo	-425	1378	-500	0	-249	-117	87%	88%	7	12	4	0
Varianza (σ^2)	3648	95689	2169			200	2%	2%	3	3	1	0
Desviación típica (σ)	60,40	309,34	46,58			14,14	0,13	0,15	1,68	1,83	1,04	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,30	0,42	0,10			0,15	0,20	0,23	2,39	0,17	2,74	
Moda	-180		-500						0	12	0	0
Curtosis	5,33	-0,54	-0,40			-0,71	-0,91	-0,62	5,73	1,90	5,66	
Coef. de asimetría	-2,30	0,66	0,83			0,52	-0,43	-0,42	2,40	-1,56	2,53	
Rango	-273	1071	-145			-51	46%	57%	7	7	4	0
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	6	37	37	37	7	37	5	0

An.6J. Simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase

Gráficos

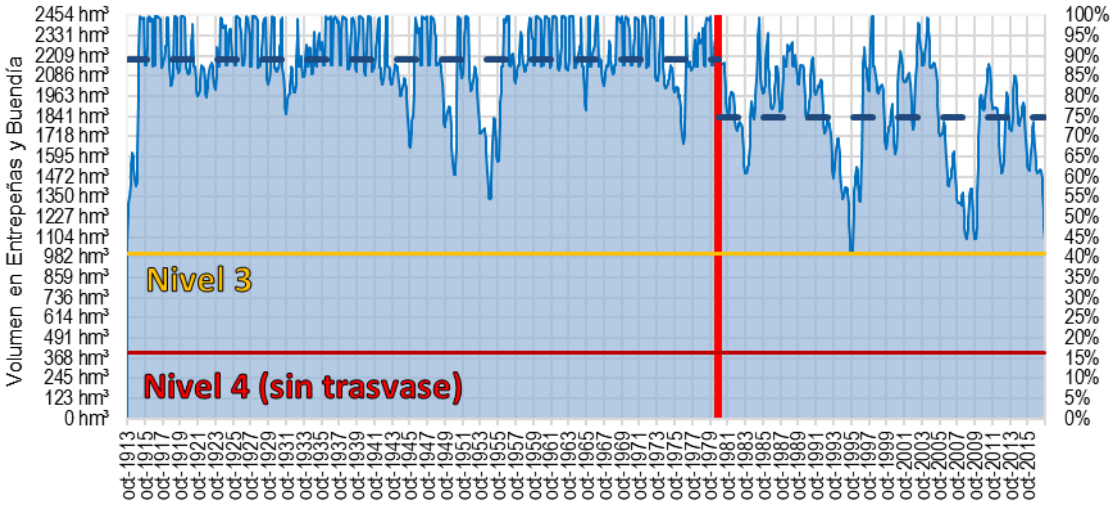


Figura 267. Evolución de los volúmenes en Entrepeñas y Buendía de los resultados de la simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase

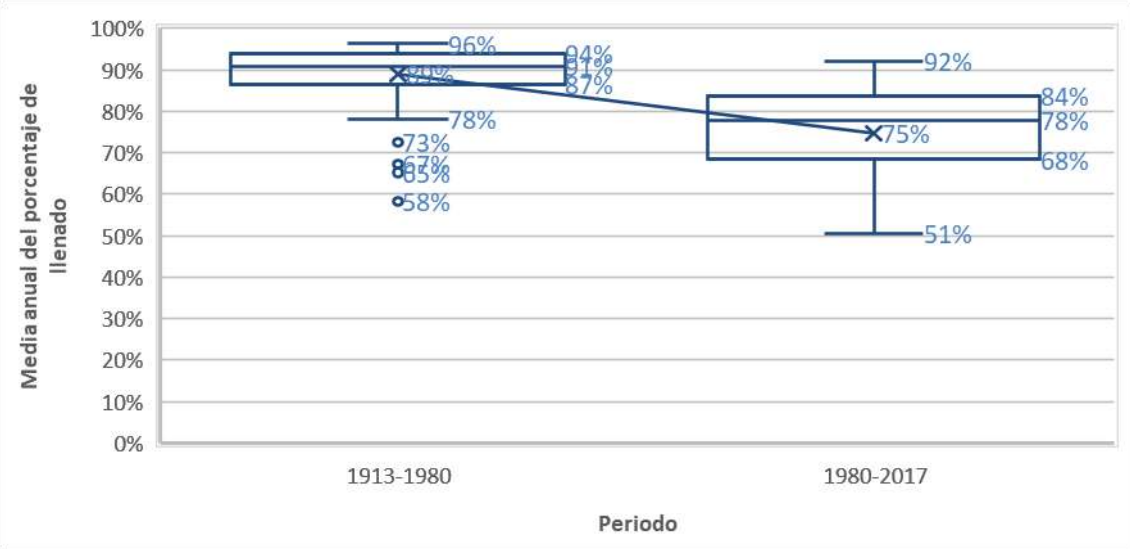


Figura 268. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación de las demandas del caso 2 –con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010– sin trasvase.

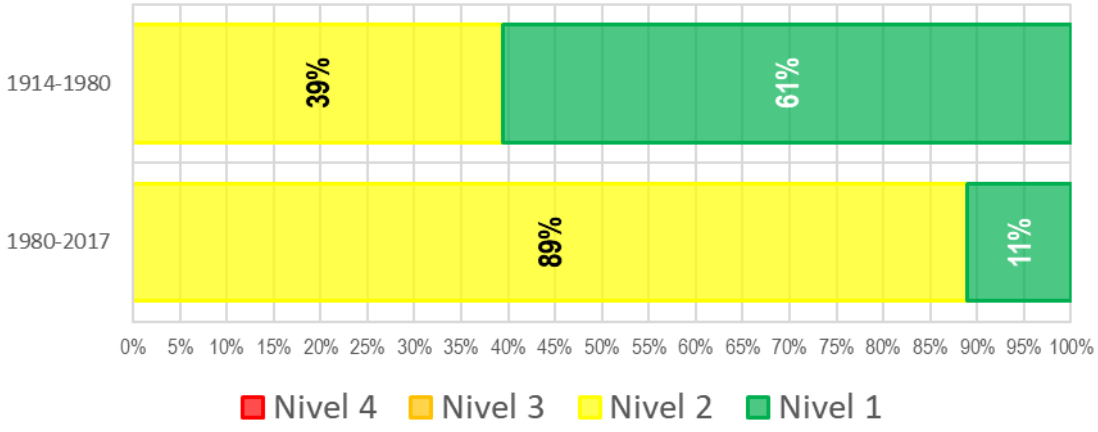


Figura 269. Porcentaje de tiempo en cada nivel (de la definición de excedentes del caso 1) en la simulación de las demandas del caso 2 —con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010— sin trasvase

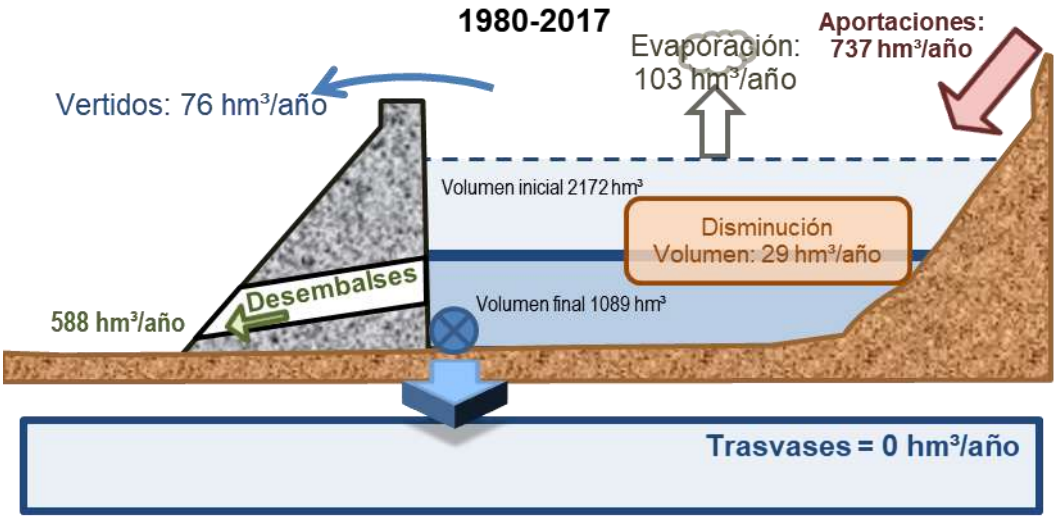


Figura 270. Esquema de los valores medios anuales para el periodo 1980-2017 en la simulación de las demandas del caso 2 —con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010— sin trasvase

Tablas

Tabla 88. Valores anuales de la simulación de las demandas del caso 2 —con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010— sin trasvase [158].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	0	1031	-530	0	0	-87	58%	58%	0	12	0	0
1914-1915	0	2110	-312	0	-651	-120	87%	99%	7	5	0	0

[158] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1915-1916	0	2001	-334	0	-1843	-124	95%	87%	12	0	0	0
1916-1917	0	2244	-300	0	-1819	-123	95%	87%	12	0	0	0
1917-1918	0	801	-577	0	-226	-120	91%	82%	6	6	0	0
1918-1919	0	1851	-365	0	-1272	-118	90%	86%	7	5	0	0
1919-1920	0	1898	-355	0	-1444	-118	93%	85%	12	0	0	0
1920-1921	0	880	-561	0	-338	-115	88%	80%	6	6	0	0
1921-1922	0	946	-547	0	-294	-112	84%	80%	0	12	0	0
1922-1923	0	1022	-532	0	-333	-113	85%	81%	0	12	0	0
1923-1924	0	1909	-353	0	-1056	-121	93%	97%	9	3	0	0
1924-1925	0	889	-559	0	-403	-120	93%	89%	6	6	0	0
1925-1926	0	1558	-424	0	-858	-124	95%	95%	9	3	0	0
1926-1927	0	1405	-455	0	-1022	-123	94%	87%	12	0	0	0
1927-1928	0	1912	-352	0	-1436	-123	95%	87%	11	1	0	0
1928-1929	0	860	-565	0	-285	-120	92%	83%	7	5	0	0
1929-1930	0	1636	-408	0	-1029	-119	91%	86%	6	6	0	0
1930-1931	0	785	-580	0	-346	-115	88%	76%	8	4	0	0
1931-1932	0	837	-569	0	-24	-110	82%	81%	0	12	0	0
1932-1933	0	1237	-489	0	-547	-115	88%	85%	8	4	0	0
1933-1934	0	1208	-494	0	-576	-116	88%	86%	8	4	0	0
1934-1935	0	1262	-484	0	-515	-118	91%	91%	11	1	0	0
1935-1936	0	2139	-306	0	-1512	-124	95%	99%	12	0	0	0
1936-1937	0	1883	-358	0	-1428	-125	96%	98%	12	0	0	0
1937-1938	0	1987	-337	0	-1798	-125	95%	87%	12	0	0	0
1938-1939	0	911	-554	0	-262	-122	93%	86%	3	9	0	0
1939-1940	0	1554	-425	0	-1031	-122	94%	85%	10	2	0	0
1940-1941	0	1969	-341	0	-1460	-119	93%	87%	12	0	0	0
1941-1942	0	1089	-518	0	-559	-117	90%	83%	9	3	0	0
1942-1943	0	1195	-497	0	-584	-115	89%	83%	12	0	0	0
1943-1944	0	726	-592	0	-92	-112	85%	80%	3	9	0	0
1944-1945	0	452	-647	0	0	-107	79%	68%	0	12	0	0
1945-1946	0	1394	-457	0	-140	-116	84%	95%	4	8	0	0
1946-1947	0	2180	-300	0	-1658	-124	96%	99%	12	0	0	0
1947-1948	0	1468	-442	0	-1020	-124	95%	95%	12	0	0	0
1948-1949	0	406	-650	0	-199	-111	84%	72%	4	8	0	0
1949-1950	0	466	-644	0	0	-100	73%	61%	0	12	0	0
1950-1951	0	1772	-381	0	-699	-116	82%	84%	6	6	0	0
1951-1952	0	1214	-493	0	-677	-119	92%	81%	12	0	0	0
1952-1953	0	491	-639	0	0	-109	82%	71%	1	11	0	0
1953-1954	0	351	-650	0	0	-94	67%	55%	0	12	0	0
1954-1955	0	874	-562	0	0	-96	65%	64%	0	12	0	0
1955-1956	0	1718	-391	0	-346	-117	86%	99%	5	7	0	0
1956-1957	0	757	-586	0	-441	-116	90%	83%	7	5	0	0
1957-1958	0	854	-566	0	-88	-118	89%	86%	0	12	0	0
1958-1959	0	1129	-510	0	-308	-122	93%	94%	3	9	0	0
1959-1960	0	2123	-310	0	-1858	-125	95%	87%	12	0	0	0
1960-1961	0	1670	-401	0	-1144	-123	95%	87%	12	0	0	0
1961-1962	0	1797	-376	0	-1317	-122	95%	87%	12	0	0	0
1962-1963	0	1905	-354	0	-1414	-120	93%	87%	12	0	0	0
1963-1964	0	2172	-300	0	-1729	-118	94%	88%	12	0	0	0
1964-1965	0	760	-585	0	-354	-114	87%	76%	5	7	0	0
1965-1966	0	2616	-300	0	-1799	-116	91%	93%	9	3	0	0
1966-1967	0	1173	-502	0	-806	-116	91%	83%	12	0	0	0
1967-1968	0	925	-552	0	-184	-116	88%	85%	1	11	0	0
1968-1969	0	1674	-400	0	-819	-123	94%	99%	6	6	0	0
1969-1970	0	1645	-406	0	-1184	-124	96%	96%	12	0	0	0
1970-1971	0	1464	-443	0	-1116	-123	94%	87%	7	5	0	0
1971-1972	0	1195	-497	0	-575	-122	94%	87%	12	0	0	0
1972-1973	0	1091	-518	0	-541	-122	94%	84%	12	0	0	0
1973-1974	0	1058	-525	0	-460	-118	89%	82%	3	9	0	0
1974-1975	0	758	-585	0	-86	-112	84%	81%	2	10	0	0
1975-1976	0	443	-649	0	0	-105	78%	68%	0	12	0	0
1976-1977	0	1695	-396	0	-738	-113	84%	86%	7	5	0	0
1977-1978	0	1515	-432	0	-800	-118	91%	93%	12	0	0	0
1978-1979	0	1826	-370	0	-1185	-123	95%	99%	12	0	0	0
1979-1980	0	971	-542	0	-572	-119	92%	89%	7	5	0	0
1980-1981	0	483	-641	0	-35	-113	85%	76%	0	12	0	0
1981-1982	0	616	-614	0	0	-106	78%	72%	0	12	0	0
1982-1983	0	473	-643	0	0	-97	70%	61%	0	12	0	0
1983-1984	0	965	-543	0	0	-98	68%	74%	0	12	0	0
1984-1985	0	1100	-516	0	-303	-116	86%	81%	8	4	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1985-1986	0	847	-567	0	-252	-113	85%	77%	0	12	0	0
1986-1987	0	698	-597	0	-18	-110	81%	76%	0	12	0	0
1987-1988	0	1237	-489	0	-268	-115	86%	91%	3	9	0	0
1988-1989	0	761	-585	0	-255	-115	89%	83%	4	8	0	0
1989-1990	0	611	-615	0	-104	-111	84%	74%	0	12	0	0
1990-1991	0	827	-571	0	0	-111	82%	80%	0	12	0	0
1991-1992	0	513	-635	0	0	-108	80%	71%	0	12	0	0
1992-1993	0	462	-645	0	0	-97	70%	59%	0	12	0	0
1993-1994	0	602	-617	0	0	-92	64%	55%	0	12	0	0
1994-1995	0	400	-650	0	0	-79	53%	42%	0	12	0	0
1995-1996	0	940	-549	0	0	-83	54%	54%	0	12	0	0
1996-1997	0	1378	-460	0	-134	-110	79%	82%	8	4	0	0
1997-1998	0	1229	-490	0	-636	-115	89%	81%	10	2	0	0
1998-1999	0	404	-650	0	0	-106	78%	67%	0	12	0	0
1999-2000	0	683	-600	0	0	-100	72%	66%	0	12	0	0
2000-2001	0	1367	-462	0	-365	-113	82%	84%	7	5	0	0
2001-2002	0	471	-643	0	0	-110	82%	72%	3	9	0	0
2002-2003	0	1091	-518	0	0	-119	88%	91%	3	9	0	0
2003-2004	0	983	-540	0	-403	-122	92%	87%	3	9	0	0
2004-2005	0	364	-650	0	0	-111	84%	71%	0	12	0	0
2005-2006	0	423	-650	0	0	-96	69%	58%	0	12	0	0
2006-2007	0	615	-614	0	0	-89	61%	54%	0	12	0	0
2007-2008	0	490	-639	0	0	-79	52%	45%	0	12	0	0
2008-2009	0	681	-601	0	0	-79	51%	45%	0	12	0	0
2009-2010	0	1339	-468	0	0	-99	66%	77%	0	12	0	0
2010-2011	0	747	-587	0	-25	-111	82%	78%	0	12	0	0
2011-2012	0	361	-650	0	0	-101	73%	62%	0	12	0	0
2012-2013	0	911	-554	0	0	-102	71%	72%	0	12	0	0
2013-2014	0	730	-591	0	0	-107	78%	73%	0	12	0	0
2014-2015	0	483	-641	0	0	-101	73%	63%	0	12	0	0
2015-2016	0	672	-603	0	0	-95	66%	62%	0	12	0	0
2016-2017	0	307	-650	0	0	-84	57%	44%	0	12	0	0

Tabla 89. Estadísticos de los valores anuales de la simulación de las demandas del caso 2 —con desembalses para cumplir los caudales ecológicos propuestos en el ETI del Tajo de 2010— sin trasvase

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	0	1339	-469	0	-736	-117	89%	85%	7,27	4,73	0,00	0,00
Mínimo	0	351	-300	0	0	-87	58%	55%	0	0	0	0
Primer cuartil	0	884	-373	0	-290	-115	87%	82%	4	0	0	0
Mediana	0	1237	-489	0	-576	-118	91%	86%	7	5	0	0
Tercer cuartil	0	1811	-560	0	-1164	-122	94%	89%	12	9	0	0
Máximo	0	2616	-650	0	-1858	-125	96%	99%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	0	298880	11375			55,38	1%	1%	19,90	19,90	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	0,00	546,70	106,65			7,44	0,07	0,10	4,46	4,46	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)		0,41	0,23			0,06	0,08	0,12	0,61	0,94		
Moda	0		-300					99%	12	0	0	0
Curtosis		-0,92	-1,19			4,53	5,16	1,47	-1,24	-1,24		
Coef. de asimetría		0,11	0,01			1,88	-2,04	-0,98	-0,40	0,40		
Rango	0	2265	-350			-38	38%	45%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	0	67	67	0	60	67	67	67	57	44	0	0
1980-2017												
Media	0	737	-588	0	-76	-103	75%	69%	1,32	10,68	0,00	0,00
Mínimo	0	307	-460	0	0	-79	51%	42%	0	2	0	0
Primer cuartil	0	483	-549	0	-35	-97	68%	61%	0	12	0	0
Mediana	0	681	-601	0	0	-106	78%	72%	0	12	0	0
Tercer cuartil	0	940	-641	0	0	-111	84%	78%	0	12	0	0
Máximo	0	1378	-650	0	-636	-122	92%	91%	10	12	0	0
Varianza (σ^2)	0	95689	3613			139	1%	2%	7	7	0	0
Desviación típica (σ)	0,00	309,34	60,10			11,77	0,12	0,13	2,71	2,71	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)		0,42	0,10			0,11	0,15	0,19	2,05	0,25		
Moda	0		-650						0	12	0	0
Curtosis		-0,54	-0,47			-0,42	-0,58	-0,51	3,35	3,35		
Coef. de asimetría		0,66	0,78			0,66	-0,59	-0,45	1,99	-1,99		
Rango	0	1071	-190			-43	42%	49%	10	10	0	0
Cuenta (<> 0)	0	37	37	0	12	37	37	37	9	37	0	0

An.6K. Simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable

Gráficos

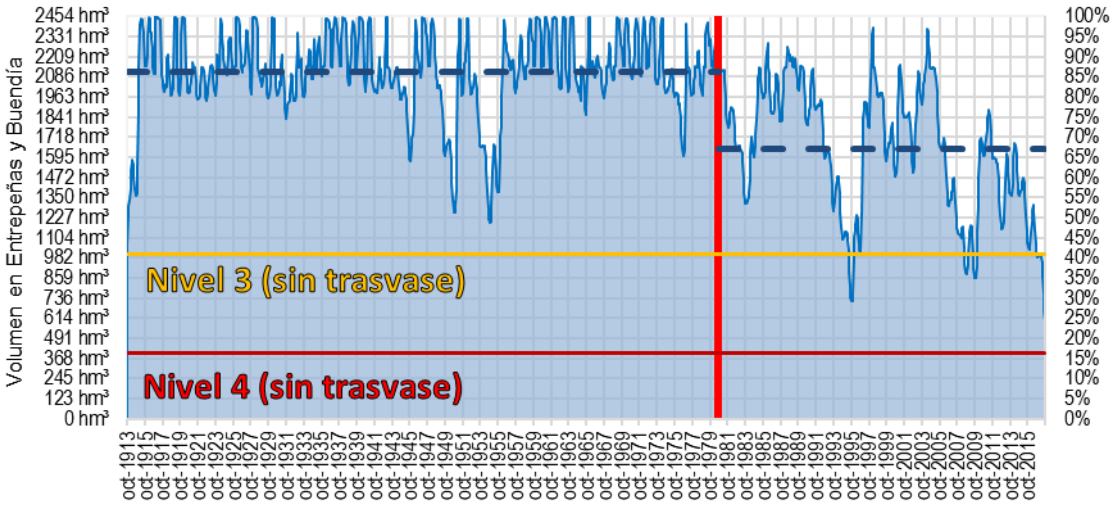


Figura 271. Estimación de la evolución de volúmenes en la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable

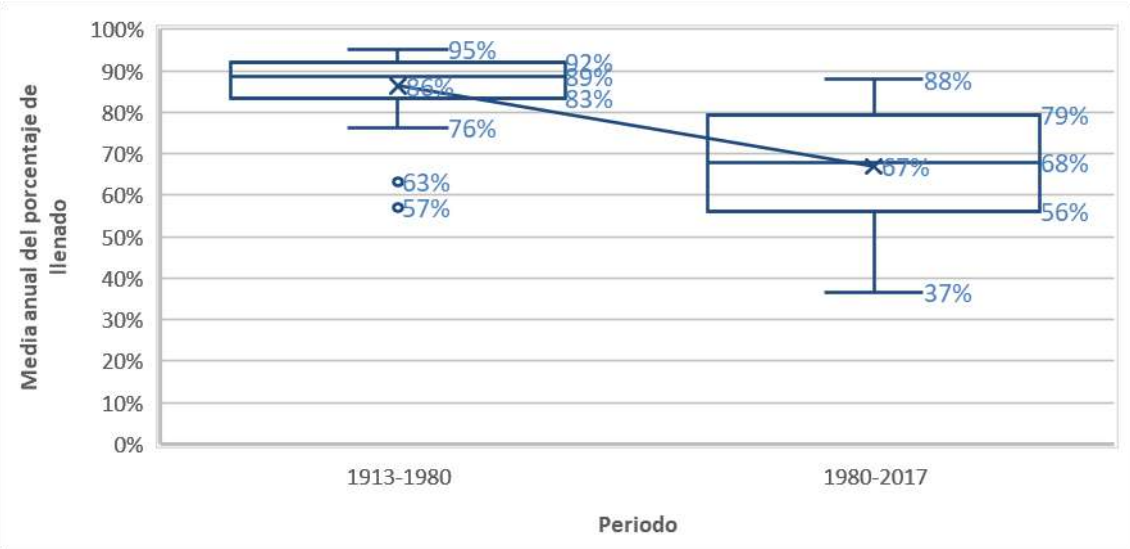


Figura 272. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable

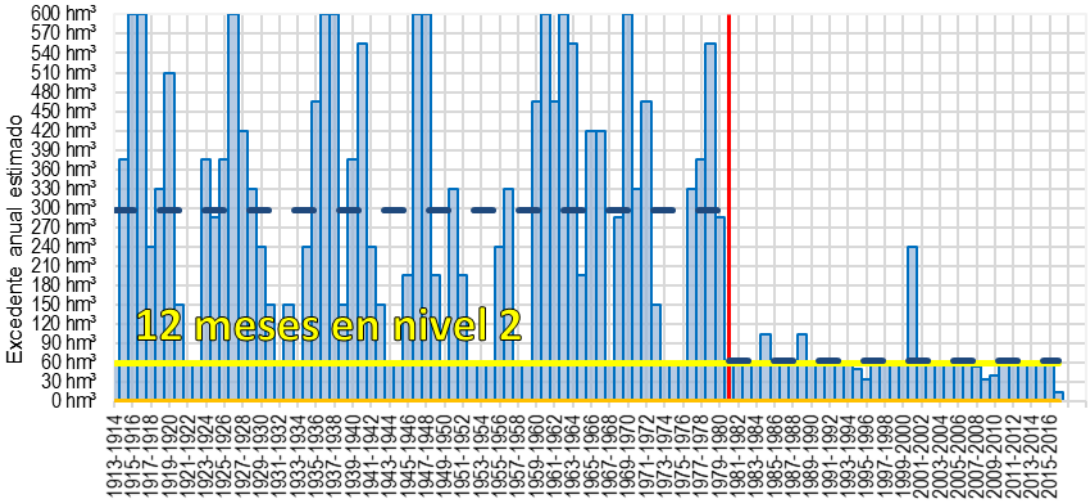


Figura 273. Excedentes anuales en la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable

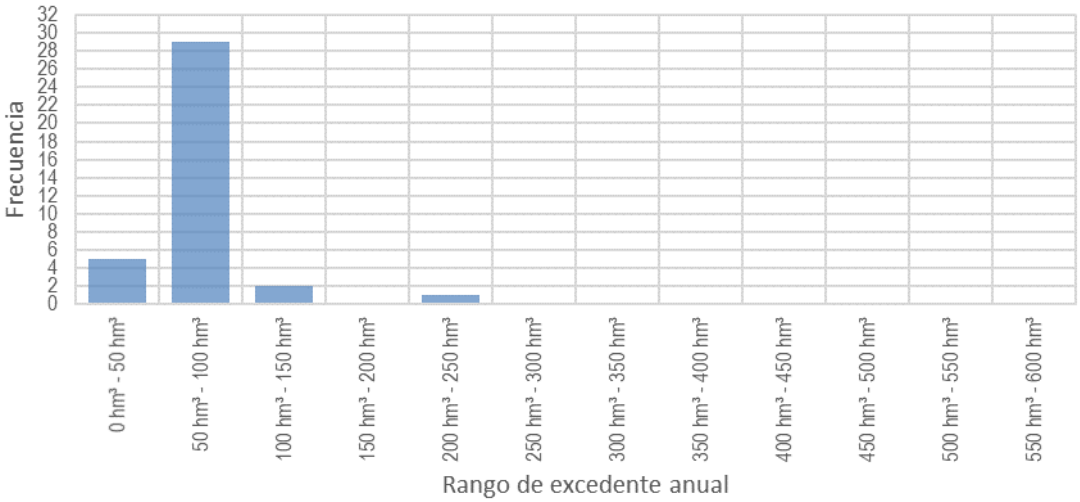


Figura 274. Frecuencias por rangos de los excedentes anuales de la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable

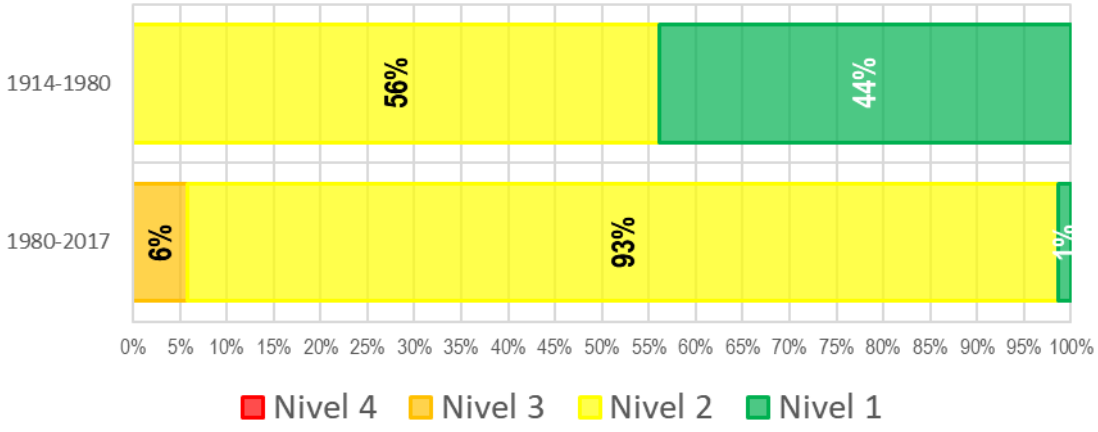


Figura 275. Tiempo estimado en cada nivel de la definición de excedentes en la simulación del caso 2 — Caudales ecológicos y demanda variable

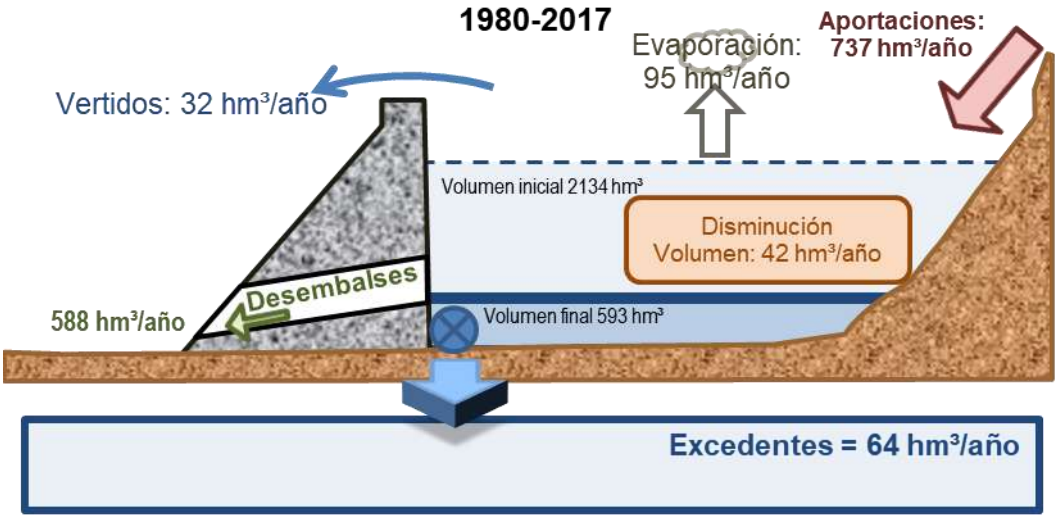


Figura 276. Esquema de valores medios anuales, en el periodo 1980-2017, de la simulación del caso 2 — Caudales ecológicos y demanda variable

Tablas

Tabla 90. Resultados anuales de la simulación del caso 2 — Caudales ecológicos y demanda variable[159].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-60	1031	-530	0	0	-86	57%	55%	0	12	0	0
1914-1915	-375	2110	-312	0	-337	-118	85%	95%	7	5	0	0
1915-1916	-600	2001	-334	0	-1126	-122	93%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-300	0	-1266	-123	95%	85%	12	0	0	0
1917-1918	-240	801	-577	0	0	-113	84%	80%	4	8	0	0
1918-1919	-330	1851	-365	0	-1039	-117	88%	80%	6	6	0	0
1919-1920	-510	1898	-355	0	-897	-117	92%	81%	10	2	0	0
1920-1921	-150	880	-561	0	-95	-112	84%	79%	2	10	0	0

[159] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1921-1922	-60	946	-547	0	-239	-112	83%	79%	0	12	0	0
1922-1923	-60	1022	-532	0	-278	-112	84%	80%	0	12	0	0
1923-1924	-375	1909	-353	0	-839	-120	91%	90%	7	5	0	0
1924-1925	-285	889	-559	0	0	-118	89%	87%	5	7	0	0
1925-1926	-375	1558	-424	0	-617	-122	93%	87%	7	5	0	0
1926-1927	-600	1405	-455	0	-354	-119	90%	82%	12	0	0	0
1927-1928	-420	1912	-352	0	-938	-122	94%	86%	8	4	0	0
1928-1929	-330	860	-565	0	0	-112	84%	80%	6	6	0	0
1929-1930	-240	1636	-408	0	-855	-117	88%	80%	4	8	0	0
1930-1931	-150	785	-580	0	-77	-111	83%	75%	2	10	0	0
1931-1932	-60	837	-569	0	0	-109	80%	79%	0	12	0	0
1932-1933	-150	1237	-489	0	-454	-114	86%	80%	2	10	0	0
1933-1934	-60	1208	-494	0	-432	-115	86%	84%	0	12	0	0
1934-1935	-240	1262	-484	0	-370	-117	89%	87%	4	8	0	0
1935-1936	-465	2139	-306	0	-984	-123	94%	97%	9	3	0	0
1936-1937	-600	1883	-358	0	-923	-124	95%	92%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-337	0	-1049	-124	95%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-150	911	-554	0	-118	-120	91%	86%	2	10	0	0
1939-1940	-375	1554	-425	0	-752	-121	94%	81%	7	5	0	0
1940-1941	-555	1969	-341	0	-956	-118	90%	81%	11	1	0	0
1941-1942	-240	1089	-518	0	-193	-112	84%	82%	4	8	0	0
1942-1943	-150	1195	-497	0	-436	-115	89%	82%	2	10	0	0
1943-1944	-60	726	-592	0	-33	-112	84%	79%	0	12	0	0
1944-1945	-60	452	-647	0	0	-104	77%	65%	0	12	0	0
1945-1946	-195	1394	-457	0	-19	-113	81%	89%	3	9	0	0
1946-1947	-600	2180	-300	0	-1024	-123	93%	95%	12	0	0	0
1947-1948	-600	1468	-442	0	-488	-122	93%	87%	12	0	0	0
1948-1949	-195	406	-650	0	0	-105	78%	65%	3	9	0	0
1949-1950	-60	466	-644	0	0	-91	64%	52%	0	12	0	0
1950-1951	-330	1772	-381	0	-251	-112	76%	80%	6	6	0	0
1951-1952	-195	1214	-493	0	-399	-117	89%	81%	3	9	0	0
1952-1953	-60	491	-639	0	0	-107	80%	68%	0	12	0	0
1953-1954	-60	351	-650	0	0	-90	63%	50%	0	12	0	0
1954-1955	-60	874	-562	0	0	-89	59%	56%	0	12	0	0
1955-1956	-240	1718	-391	0	-77	-114	81%	93%	4	8	0	0
1956-1957	-330	757	-586	0	-14	-114	87%	81%	6	6	0	0
1957-1958	-60	854	-566	0	-13	-117	88%	85%	0	12	0	0
1958-1959	-60	1129	-510	0	-229	-122	92%	94%	0	12	0	0
1959-1960	-465	2123	-310	0	-1378	-124	95%	87%	9	3	0	0
1960-1961	-600	1670	-401	0	-570	-122	94%	86%	12	0	0	0
1961-1962	-465	1797	-376	0	-927	-121	94%	83%	9	3	0	0
1962-1963	-600	1905	-354	0	-865	-118	89%	81%	12	0	0	0
1963-1964	-555	2172	-300	0	-1149	-117	92%	83%	11	1	0	0
1964-1965	-195	760	-585	0	-61	-111	82%	75%	3	9	0	0
1965-1966	-420	2616	-300	0	-1557	-115	89%	85%	8	4	0	0
1966-1967	-420	1173	-502	0	-259	-113	86%	80%	8	4	0	0
1967-1968	-60	925	-552	0	-86	-115	86%	84%	0	12	0	0
1968-1969	-285	1674	-400	0	-655	-122	93%	93%	5	7	0	0
1969-1970	-600	1645	-406	0	-623	-122	93%	89%	12	0	0	0
1970-1971	-330	1464	-443	0	-600	-121	92%	87%	6	6	0	0
1971-1972	-465	1195	-497	0	-112	-121	91%	87%	9	3	0	0
1972-1973	-150	1091	-518	0	-401	-121	94%	83%	2	10	0	0
1973-1974	-60	1058	-525	0	-406	-117	89%	81%	0	12	0	0
1974-1975	-60	758	-585	0	-27	-111	83%	80%	0	12	0	0
1975-1976	-60	443	-649	0	0	-103	76%	65%	0	12	0	0
1976-1977	-330	1695	-396	0	-490	-111	81%	80%	6	6	0	0
1977-1978	-375	1515	-432	0	-523	-115	86%	83%	7	5	0	0
1978-1979	-555	1826	-370	0	-543	-120	90%	93%	11	1	0	0
1979-1980	-285	971	-542	0	-168	-118	90%	87%	5	7	0	0
1980-1981	-60	483	-641	0	0	-111	84%	74%	0	12	0	0
1981-1982	-60	616	-614	0	0	-102	74%	67%	0	12	0	0
1982-1983	-60	473	-643	0	0	-91	64%	54%	0	12	0	0
1983-1984	-60	965	-543	0	0	-89	60%	65%	0	12	0	0
1984-1985	-105	1100	-516	0	0	-109	79%	80%	1	11	0	0
1985-1986	-60	847	-567	0	-195	-112	84%	77%	0	12	0	0
1986-1987	-60	698	-597	0	0	-108	79%	74%	0	12	0	0
1987-1988	-60	1237	-489	0	-169	-114	85%	90%	0	12	0	0
1988-1989	-105	761	-585	0	-155	-115	88%	82%	1	11	0	0
1989-1990	-60	611	-615	0	-50	-110	83%	73%	0	12	0	0
1990-1991	-60	827	-571	0	0	-109	80%	77%	0	12	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1991-1992	-60	513	-635	0	0	-103	75%	65%	0	12	0	0
1992-1993	-60	462	-645	0	0	-90	63%	52%	0	12	0	0
1993-1994	-60	602	-617	0	0	-82	55%	45%	0	12	0	0
1994-1995	-50	400	-650	0	0	-67	42%	30%	0	10	2	0
1995-1996	-35	940	-549	0	0	-70	42%	42%	0	7	5	0
1996-1997	-60	1378	-460	0	0	-100	68%	73%	0	12	0	0
1997-1998	-60	1229	-490	0	-373	-113	85%	81%	0	12	0	0
1998-1999	-60	404	-650	0	0	-104	77%	64%	0	12	0	0
1999-2000	-60	683	-600	0	0	-96	68%	61%	0	12	0	0
2000-2001	-240	1367	-462	0	-207	-108	77%	75%	4	8	0	0
2001-2002	-60	471	-643	0	0	-100	72%	62%	0	12	0	0
2002-2003	-60	1091	-518	0	0	-107	76%	78%	0	12	0	0
2003-2004	-60	983	-540	0	-42	-117	88%	87%	0	12	0	0
2004-2005	-60	364	-650	0	0	-109	83%	69%	0	12	0	0
2005-2006	-60	423	-650	0	0	-92	65%	53%	0	12	0	0
2006-2007	-60	615	-614	0	0	-82	55%	48%	0	12	0	0
2007-2008	-55	490	-639	0	0	-70	44%	36%	0	11	1	0
2008-2009	-35	681	-601	0	0	-68	41%	35%	0	7	5	0
2009-2010	-40	1339	-468	0	0	-88	56%	66%	0	8	4	0
2010-2011	-60	747	-587	0	0	-100	71%	66%	0	12	0	0
2011-2012	-60	361	-650	0	0	-87	60%	48%	0	12	0	0
2012-2013	-60	911	-554	0	0	-86	56%	56%	0	12	0	0
2013-2014	-60	730	-591	0	0	-90	61%	56%	0	12	0	0
2014-2015	-60	483	-641	0	0	-82	55%	44%	0	12	0	0
2015-2016	-60	672	-603	0	0	-74	46%	41%	0	12	0	0
2016-2017	-15	307	-650	0	0	-60	37%	24%	0	3	9	0

Tabla 91. Estadísticos de los resultados anuales de la simulación del caso 2 – Caudales ecológicos y demanda variable

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-297	1339	-469	0	-441	-115	86%	82%	5,27	6,73	0,00	0,00
Mínimo	-60	351	-300	0	0	-86	57%	50%	0	0	0	0
Primer cuartil	-105	884	-373	0	-47	-112	83%	80%	1	3	0	0
Mediana	-285	1237	-489	0	-370	-117	89%	82%	5	7	0	0
Tercer cuartil	-465	1811	-560	0	-795	-121	92%	87%	9	11	0	0
Máximo	-600	2616	-650	0	-1557	-124	95%	97%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	37897	298880	11375			68,84	1%	1%	18,71	18,71	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	194,67	546,70	106,65			8,30	0,08	0,10	4,33	4,33	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,66	0,41	0,23			0,07	0,10	0,12	0,82	0,64		
Moda	-60		-300						0	12	0	0
Curtosis	-1,29	-0,92	-1,19			3,89	3,94	2,83	-1,29	-1,29		
Coef. de asimetría	-0,24	0,11	0,01			1,81	-1,81	-1,51	0,24	-0,24		
Rango	-540	2265	-350			-38	38%	48%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	55	67	67	67	50	57	0	0
1980-2017												
Media	-64	737	-588	0	-32	-95	67%	61%	0,16	11,14	0,70	0,00
Mínimo	-15	307	-460	0	0	-60	37%	24%	0	3	0	0
Primer cuartil	-60	483	-549	0	0	-86	56%	48%	0	12	0	0
Mediana	-60	681	-601	0	0	-100	68%	65%	0	12	0	0
Tercer cuartil	-60	940	-641	0	0	-109	79%	74%	0	12	0	0
Máximo	-240	1378	-650	0	-373	-117	88%	90%	4	12	9	0
Varianza (σ^2)	1103	95689	3613			249	2%	3%	0	4	4	0
Desviación típica (σ)	33,22	309,34	60,10			15,79	0,15	0,17	0,69	1,99	1,93	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,52	0,42	0,10			0,17	0,22	0,27	4,24	0,18	2,74	
Moda	-60		-650						0	12	0	0
Curtosis	23,08	-0,54	-0,47			-0,73	-0,94	-0,64	28,71	7,60	9,93	
Coef. de asimetría	-4,17	0,66	0,78			0,52	-0,40	-0,36	4,98	-2,60	2,98	
Rango	-225	1071	-190			-57	51%	66%	4	9	9	0
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	7	37	37	37	3	37	6	0

An.6L. Simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

Gráficos

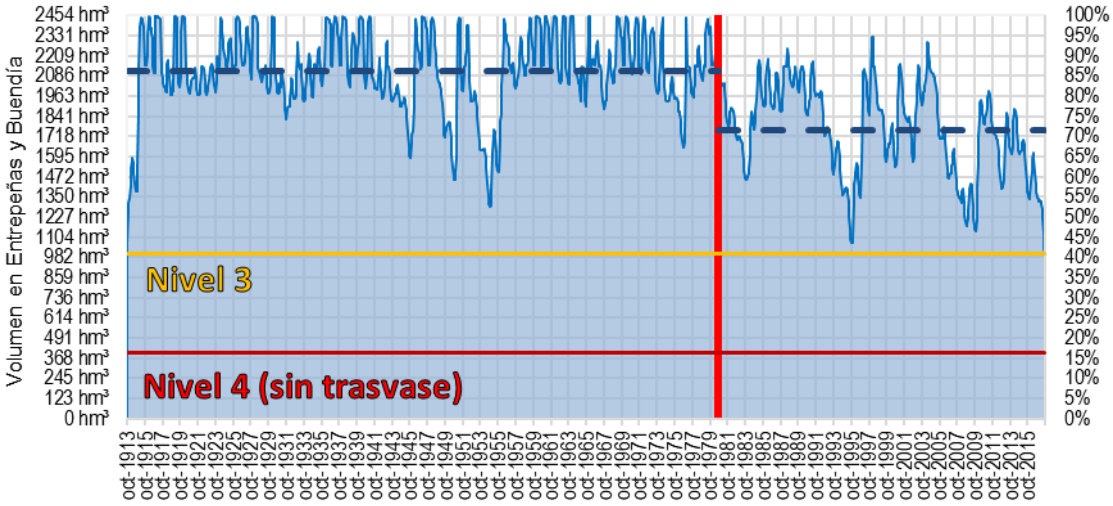


Figura 277. Volúmenes de llenado en Entrepeñas y Buendía en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

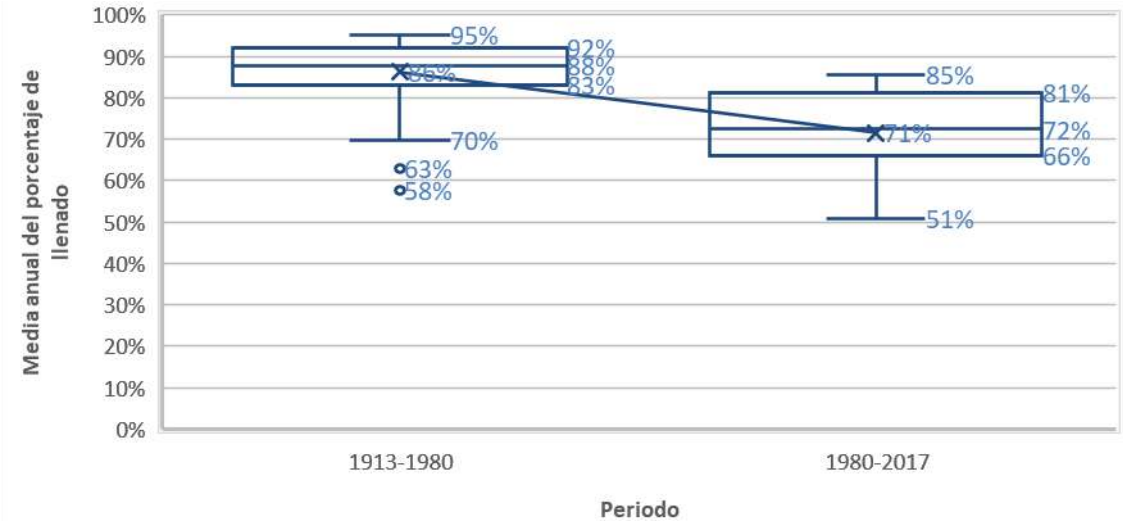


Figura 278. Gráfico de cajas-bigotes (la caja representa los tres cuartiles, los bigotes los mínimos y máximos, la "X" la media y el círculo un valor atípico) de los valores medios anuales de llenado en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

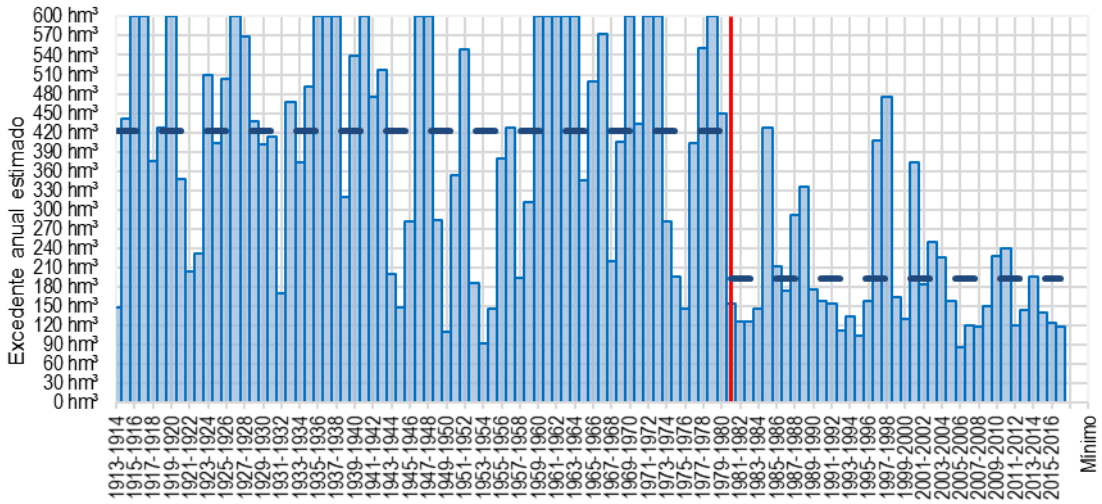


Figura 279. Excedentes anuales en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

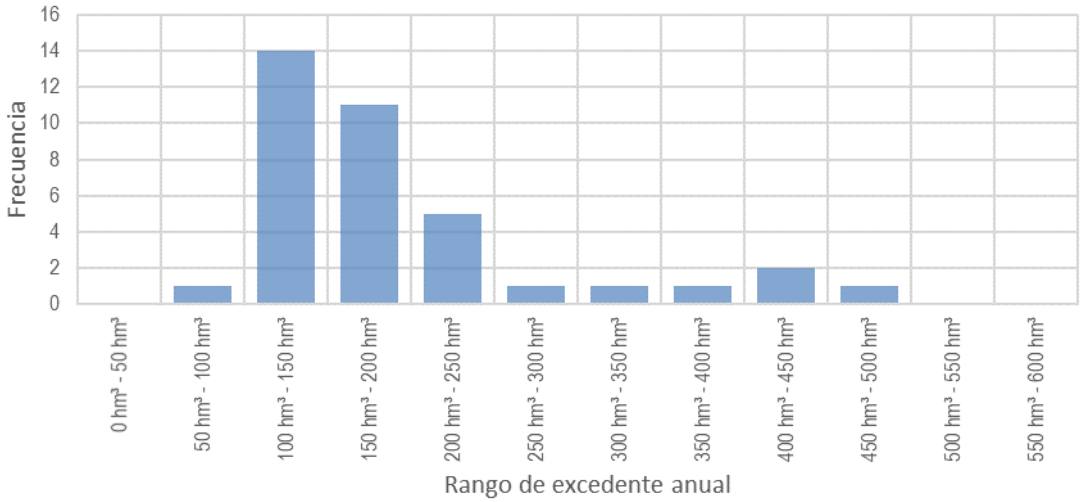


Figura 280. Frecuencia por rangos de excedentes anuales en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

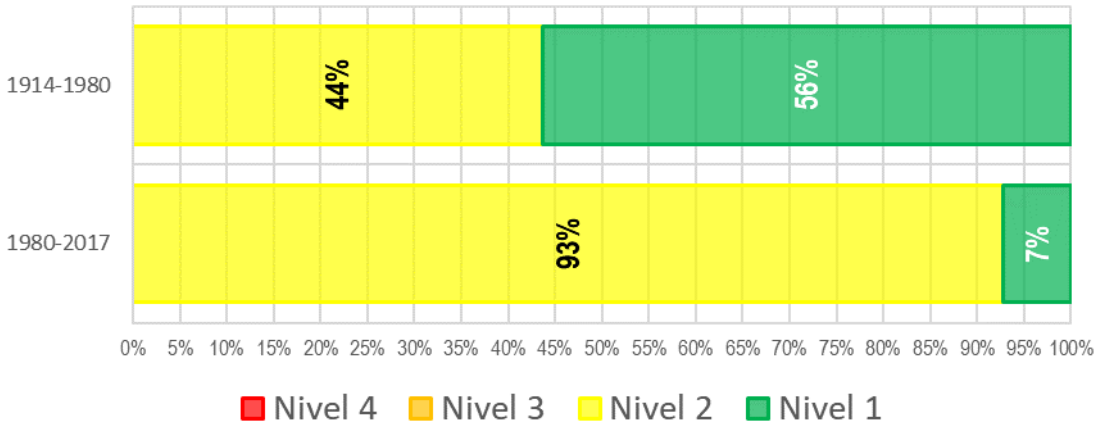


Figura 281. Tiempo en cada nivel de definición de excedente en la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

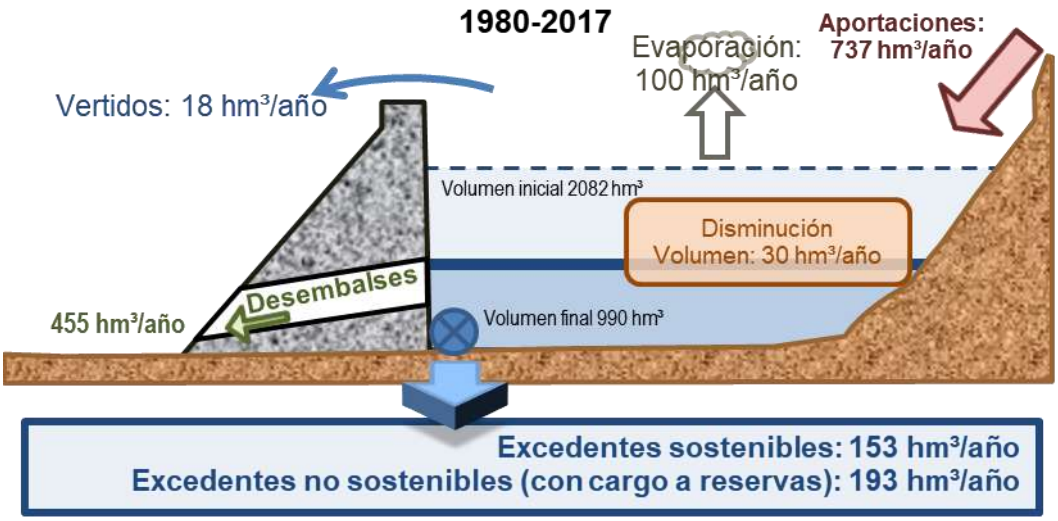


Figura 282. Esquema de valores medios para el periodo 1980-2017 de la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

Tablas

Tabla 92. Valores anuales de la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable[160].

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1913-1914	-149	1031	-411	0	0	-86	58%	56%	0	12	0	0
1914-1915	-440	2110	-238	0	-334	-119	86%	96%	7	5	0	0
1915-1916	-600	2001	-256	0	-1246	-122	93%	87%	12	0	0	0
1916-1917	-600	2244	-217	0	-1340	-123	95%	86%	12	0	0	0
1917-1918	-376	801	-448	0	0	-112	84%	80%	5	7	0	0
1918-1919	-428	1851	-280	0	-982	-118	89%	82%	7	5	0	0
1919-1920	-600	1898	-272	0	-929	-117	92%	81%	12	0	0	0
1920-1921	-348	880	-435	0	0	-111	83%	81%	3	9	0	0
1921-1922	-204	946	-425	0	-217	-112	84%	80%	0	12	0	0
1922-1923	-231	1022	-412	0	-239	-113	85%	81%	0	12	0	0
1923-1924	-510	1909	-270	0	-748	-120	91%	92%	9	3	0	0
1924-1925	-403	889	-434	0	-46	-118	90%	87%	6	6	0	0
1925-1926	-502	1558	-327	0	-536	-123	94%	90%	9	3	0	0
1926-1927	-600	1405	-351	0	-431	-120	91%	86%	12	0	0	0
1927-1928	-569	1912	-270	0	-956	-123	94%	86%	11	1	0	0
1928-1929	-437	860	-438	0	0	-113	85%	81%	7	5	0	0
1929-1930	-402	1636	-314	0	-763	-118	89%	82%	6	6	0	0
1930-1931	-414	785	-450	0	0	-110	82%	75%	5	7	0	0
1931-1932	-171	837	-442	0	0	-108	79%	79%	0	12	0	0
1932-1933	-466	1237	-378	0	-286	-113	85%	79%	8	4	0	0
1933-1934	-374	1208	-383	0	-318	-113	84%	80%	4	8	0	0
1934-1935	-492	1262	-374	0	-179	-115	87%	84%	8	4	0	0
1935-1936	-600	2139	-234	0	-842	-122	93%	98%	12	0	0	0
1936-1937	-600	1883	-275	0	-982	-124	95%	94%	12	0	0	0
1937-1938	-600	1987	-258	0	-1175	-124	95%	87%	12	0	0	0
1938-1939	-320	911	-430	0	-72	-118	89%	86%	3	9	0	0
1939-1940	-539	1554	-327	0	-656	-121	94%	82%	10	2	0	0

[160] T: trasvase a realizar, en hm³/año
A: aportación anual a los embalses de Entrepeñas y Buendía, en hm³/año
S: desembalses hacia el Tajo, en hm³/año
Def: déficit en la atención de las demandas de la cuenca del Tajo, en hm³/año
Ver: vertidos por aliviadero (cuando se alcanza el volumen máximo), en hm³/año
E: evaporación estimada, en hm³/año
% Vf: % del volumen conjunto en Entrepeñas y Buendía sobre la capacidad de embalse (2454 hm³) a final del año hidrológico

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1940-1941	-600	1969	-261	0	-976	-118	91%	83%	12	0	0	0
1941-1942	-476	1089	-402	0	-186	-111	83%	79%	8	4	0	0
1942-1943	-516	1195	-385	0	-189	-113	85%	79%	9	3	0	0
1943-1944	-201	726	-460	0	0	-108	80%	77%	0	12	0	0
1944-1945	-148	452	-500	0	0	-102	75%	65%	0	12	0	0
1945-1946	-281	1394	-353	0	0	-114	82%	92%	4	8	0	0
1946-1947	-600	2180	-227	0	-1109	-123	94%	97%	12	0	0	0
1947-1948	-600	1468	-341	0	-557	-123	94%	90%	12	0	0	0
1948-1949	-285	406	-500	0	-22	-107	80%	70%	4	8	0	0
1949-1950	-110	466	-500	0	0	-97	70%	60%	0	12	0	0
1950-1951	-354	1772	-292	0	-480	-115	81%	81%	6	6	0	0
1951-1952	-548	1214	-382	0	-232	-116	87%	79%	9	3	0	0
1952-1953	-186	491	-497	0	0	-103	76%	67%	0	12	0	0
1953-1954	-92	351	-500	0	0	-90	63%	53%	0	12	0	0
1954-1955	-147	874	-436	0	0	-93	63%	61%	0	12	0	0
1955-1956	-378	1718	-301	0	-103	-115	83%	95%	5	7	0	0
1956-1957	-428	757	-455	0	-78	-114	88%	82%	7	5	0	0
1957-1958	-193	854	-439	0	0	-117	88%	86%	0	12	0	0
1958-1959	-311	1129	-395	0	-190	-121	92%	91%	3	9	0	0
1959-1960	-600	2123	-236	0	-1247	-124	95%	87%	12	0	0	0
1960-1961	-600	1670	-309	0	-652	-122	94%	87%	12	0	0	0
1961-1962	-600	1797	-288	0	-863	-122	94%	84%	12	0	0	0
1962-1963	-600	1905	-271	0	-928	-118	90%	83%	12	0	0	0
1963-1964	-600	2172	-228	0	-1182	-118	92%	85%	12	0	0	0
1964-1965	-345	760	-454	0	-34	-111	83%	77%	4	8	0	0
1965-1966	-499	2616	-200	0	-1553	-115	90%	88%	9	3	0	0
1966-1967	-574	1173	-388	0	-352	-113	87%	77%	11	1	0	0
1967-1968	-220	925	-428	0	0	-113	84%	84%	0	12	0	0
1968-1969	-405	1674	-308	0	-563	-122	93%	95%	6	6	0	0
1969-1970	-600	1645	-313	0	-702	-123	94%	91%	12	0	0	0
1970-1971	-433	1464	-342	0	-664	-122	92%	87%	7	5	0	0
1971-1972	-600	1195	-385	0	-118	-121	92%	86%	12	0	0	0
1972-1973	-600	1091	-401	0	-94	-119	91%	81%	12	0	0	0
1973-1974	-283	1058	-407	0	-289	-116	87%	80%	2	10	0	0
1974-1975	-196	758	-455	0	0	-109	80%	80%	0	12	0	0
1975-1976	-146	443	-500	0	0	-102	75%	67%	0	12	0	0
1976-1977	-403	1695	-305	0	-537	-112	83%	81%	7	5	0	0
1977-1978	-551	1515	-333	0	-386	-115	86%	86%	9	3	0	0
1978-1979	-600	1826	-284	0	-598	-121	92%	95%	12	0	0	0
1979-1980	-448	971	-421	0	-244	-116	89%	85%	7	5	0	0
1980-1981	-154	483	-499	0	0	-108	81%	74%	0	12	0	0
1981-1982	-126	616	-477	0	0	-102	74%	70%	0	12	0	0
1982-1983	-126	473	-500	0	0	-94	67%	60%	0	12	0	0
1983-1984	-145	965	-421	0	0	-96	66%	72%	0	12	0	0
1984-1985	-428	1100	-400	0	-2	-111	82%	79%	6	6	0	0
1985-1986	-212	847	-440	0	-92	-111	82%	78%	0	12	0	0
1986-1987	-174	698	-464	0	0	-109	80%	76%	0	12	0	0
1987-1988	-291	1237	-378	0	-179	-114	85%	88%	3	9	0	0
1988-1989	-335	761	-454	0	0	-112	84%	82%	4	8	0	0
1989-1990	-175	611	-478	0	0	-111	83%	76%	0	12	0	0
1990-1991	-158	827	-444	0	0	-111	82%	80%	0	12	0	0
1991-1992	-154	513	-494	0	0	-106	78%	70%	0	12	0	0
1992-1993	-113	462	-500	0	0	-96	69%	60%	0	12	0	0
1993-1994	-133	602	-480	0	0	-91	64%	56%	0	12	0	0
1994-1995	-104	400	-500	0	0	-80	54%	45%	0	12	0	0
1995-1996	-157	940	-426	0	0	-85	55%	56%	0	12	0	0
1996-1997	-408	1378	-355	0	0	-107	76%	76%	5	7	0	0
1997-1998	-476	1229	-379	0	-211	-113	85%	78%	7	5	0	0
1998-1999	-165	404	-500	0	0	-100	73%	64%	0	12	0	0
1999-2000	-131	683	-467	0	0	-96	68%	63%	0	12	0	0
2000-2001	-373	1367	-357	0	-193	-109	78%	77%	5	7	0	0
2001-2002	-184	471	-500	0	0	-100	72%	64%	0	12	0	0
2002-2003	-249	1091	-401	0	0	-108	78%	78%	2	10	0	0
2003-2004	-225	983	-419	0	0	-115	85%	87%	0	12	0	0
2004-2005	-158	364	-500	0	0	-108	81%	70%	0	12	0	0
2005-2006	-86	423	-500	0	0	-96	68%	60%	0	12	0	0
2006-2007	-120	615	-478	0	0	-90	62%	57%	0	12	0	0
2007-2008	-117	490	-498	0	0	-81	54%	49%	0	12	0	0
2008-2009	-151	681	-467	0	0	-81	53%	48%	0	12	0	0
2009-2010	-228	1339	-362	0	0	-98	66%	74%	0	12	0	0

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
2010-2011	-239	747	-456	0	0	-105	76%	72%	0	12	0	0
2011-2012	-121	361	-500	0	0	-94	67%	58%	0	12	0	0
2012-2013	-144	911	-430	0	0	-97	66%	68%	0	12	0	0
2013-2014	-196	730	-459	0	0	-100	71%	67%	0	12	0	0
2014-2015	-139	483	-499	0	0	-93	65%	56%	0	12	0	0
2015-2016	-124	672	-468	0	0	-88	59%	56%	0	12	0	0
2016-2017	-117	307	-500	0	0	-76	51%	40%	0	12	0	0

Tabla 93. Estadísticos de valores anuales de la simulación del caso 3 – Definición de excedentes como fracción de las aportaciones de los 12 meses anteriores, caudal de 6 m³/s en Aranjuez y demanda variable

	T	A	S	Def	Ver	E	Llenado medio	% Vf	Meses en nivel 1	Meses en nivel 2	Meses en nivel 3	Meses en nivel 4
1914-1980												
Media	-423	1339	-362	0	-424	-115	86%	82%	6,76	5,24	0,00	0,00
Mínimo	-92	351	-200	0	0	-86	58%	53%	0	0	0	0
Primer cuartil	-298	884	-286	0	-11	-112	83%	80%	3	0	0	0
Mediana	-437	1237	-378	0	-286	-116	88%	83%	7	5	0	0
Tercer cuartil	-600	1811	-434	0	-725	-121	92%	87%	12	9	0	0
Máximo	-600	2616	-500	0	-1553	-124	95%	98%	12	12	0	0
Varianza (σ^2)	26387	298880	7235			65,61	1%	1%	20,46	20,46	0,00	0,00
Desviación típica (σ)	162,44	546,70	85,06			8,10	0,08	0,09	4,52	4,52	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,38	0,41	0,24			0,07	0,09	0,11	0,67	0,86		
Moda	-600		-500						12	0	0	0
Curtosis	-1,06	-0,92	-1,15			2,78	3,07	1,70	-1,32	-1,32		
Coef. de asimetría	0,47	0,11	0,08			1,50	-1,54	-1,07	-0,28	0,28		
Rango	-508	2265	-300			-38	38%	45%	12	12	0	0
Cuenta (<> 0)	67	67	67	0	50	67	67	67	53	48	0	0
1980-2017												
Media	-193	737	-455	0	-18	-100	71%	67%	0,86	11,14	0,00	0,00
Mínimo	-86	307	-355	0	0	-76	51%	40%	0	5	0	0
Primer cuartil	-126	483	-426	0	0	-94	66%	58%	0	12	0	0
Mediana	-157	681	-467	0	0	-100	72%	70%	0	12	0	0
Tercer cuartil	-225	940	-499	0	0	-109	81%	76%	0	12	0	0
Máximo	-476	1378	-500	0	-211	-115	85%	88%	7	12	0	0
Varianza (σ^2)	9397	95689	2169			115	1%	1%	4	4	0	0
Desviación típica (σ)	96,94	309,34	46,58			10,73	0,10	0,12	1,95	1,95	0,00	0,00
Coef. Variación (σ/media)	0,50	0,42	0,10			0,11	0,14	0,18	2,25	0,17		
Moda			-500						0	12	0	0
Curtosis	1,80	-0,54	-0,40			-0,67	-0,85	-0,53	3,22	3,22		
Coef. de asimetría	-1,53	0,66	0,83			0,49	-0,41	-0,37	2,03	-2,03		
Rango	-389	1071	-145			-38	35%	47%	7	7	0	0
Cuenta (<> 0)	37	37	37	0	5	37	37	37	7	37	0	0