

PROPUESTA AMREEB DE MEJORA DE LAS REGLAS DE EXPLOTACIÓN DEL TRASVASE TAJO-SEGURA

Beatriz Larraz, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, UCLM
Enrique San Martín, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, UNED
Domingo Baeza, Facultad de Ciencias, UAM
Miguel Ángel Sánchez, Técnico AMREEB

Grupo de Investigación del Tajo
(Grupo de Investigación de Ciencias de la Tierra y del Espacio)
Universidad de Castilla La Mancha



Tabla de contenidos

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	FUENTES DE INFORMACIÓN	8
3.	METODOLOGÍA	9
4.	COMPORTAMIENTO DE EYB CON LAS ACTUALES REGLAS DE EXPLOTACIÓN	12
5.	MODELIZACIÓN DE ALTERNATIVAS A LAS REGLAS DE EXPLOTACIÓN VIGENTES	16
5.1.	PLANTEAMIENTO Y TANTEOS PREVIOS	16
5.2.	ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DEL CEDEX DE 29 DE JUNIO DE 2020	24
6.	PROPUESTA AMREEB	27
6.1.	DEFINICIÓN LITERAL DE LA REGLA DE EXPLOTACIÓN PROPUESTA AMREEB	28
6.2.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DE LAS PROPUESTAS DE AMREEB Y DEL CEDEX.....	29
6.3.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MODIFICACIÓN DE LOS DESEMBALSES DE REFERENCIA AL TAJO	31
7.	CONCLUSIONES	35
8.	REFERENCIAS	38

Índice de tablas

Tabla 1. Valores estadísticos de llenado de Entrepeñas y Buendía con y sin Reglas de Explotación.....	6
Tabla 2. Distribución mensual de la evaporación en Entrepeñas y Buendía	9
Tabla 3. Variables incluidas en el modelo metodológico	11
Tabla 4. Resultados cuantitativos de la simulación 1.....	14
Tabla 5. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-2	15
Tabla 6. Valores de umbrales (hm ³) y volúmenes de trasvase autorizable en cada mes (hm ³) en las diferentes simulaciones de Reglas de Explotación (RE)	17
Tabla 7. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-3	18
Tabla 8. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-3 y 5.....	20
Tabla 9. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-3 y 5-6.....	21
Tabla 10. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-3 y 5-7.....	23
Tabla 11. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-7	26
Tabla 12. Resultados cuantitativos de las simulaciones 2, 4, 4bis y 8.....	31
Tabla 13. Resultados cuantitativos de las simulaciones 2, 4bis y 8-10.	34

Índice de figuras

Figura 1. Fechas relevantes de las Reglas de Explotación del Traspase Tajo-Segura	5
Figura 2. Relación porcentual de meses de permanencia de Entrepeñas y Buendía en cada uno de los niveles fijados por las Reglas de Explotación	7
Figura 3. Representación gráfica del esquema metodológico	10
Figura 4. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) trasvasando sin cautelas el máximo posible (sin aplicar Reglas de Explotación).....	13
Figura 5. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de las Reglas de Explotación actuales	15
Figura 6. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de la propuesta de Reglas de Explotación de Cabezas (2013)	19
Figura 7. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación del Tanteo 1 de nuevas Reglas de Explotación (trasvase en Nivel 2 de 26 hm ³ /mes).....	19

Figura 8. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación del Tanteo 2 de nuevas Reglas de Explotación (trasvase en Nivel 3 de 15 hm ³ /mes)	20
Figura 9. Comparación de los trasvases resultantes entre la simulación con las reglas vigentes y el Tanteo 2 ...	22
Figura 10. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) en la propuesta de Reglas de Explotación de De Lucas (2019)	23
Figura 11. Existencias mensuales embalsadas obtenidas con la regla vigente y la Propuesta CEDEX	25
Figura 12. Trasvases anuales obtenidos con la regla vigente y la Propuesta CEDEX	25
Figura 13. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación (Propuesta AMREEB)	29
Figura 14. Trasvases estimados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación (Propuesta AMREEB)	29
Figura 15. Evolución de niveles en Entrepeñas y Buendía que se tendría con las Reglas de Explotación de Propuesta CEDEX aplicando el método de cálculo descrito en De Lucas (2019)	30
Figura 16. Trasvases estimados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación de Propuesta CEDEX aplicando el método de cálculo descrito en De Lucas (2019).....	30
Figura 17. Evolución de niveles en Entrepeñas y Buendía que se tendría con las Reglas de Explotación de Propuesta CEDEX, con los desembalses de referencia que contemplan el abastecimiento de Madrid, aplicando el método de cálculo descrito en De Lucas (2019)	32
Figura 18. Trasvases estimados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación de Propuesta CEDEX, con los desembalses de referencia que contemplan el abastecimiento de Madrid, aplicando el método de cálculo descrito en De Lucas (2019)	32
Figura 19. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación (Propuesta AMREEB), con los desembalses de referencia que contemplan el abastecimiento de Madrid (425 hm ³).....	33
Figura 20. Trasvases estimados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación (Propuesta AMREEB), con los desembalses de referencia que contemplan el abastecimiento de Madrid (425 hm ³)	33

PROPUESTA AMREEB DE MEJORA DE LAS REGLAS DE EXPLOTACIÓN DEL TRASVASE TAJO-SEGURA

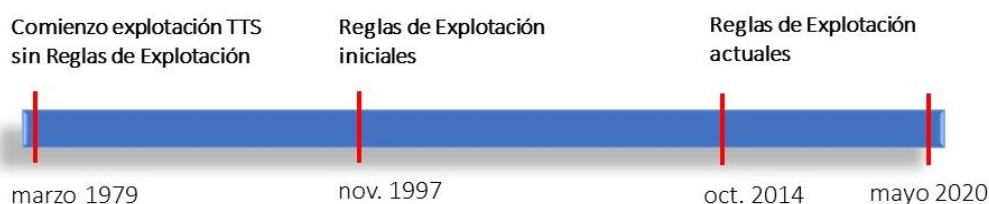
Beatriz Larraz, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, UCLM
Enrique San Martín, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, UNED
Domingo Baeza, Facultad de Ciencias, UAM
Miguel Ángel Sánchez, Técnico AMREEB

1. Introducción

El 26 de mayo de 2020, la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura (en adelante, Comisión Central de Explotación) encargó al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) un informe que, como se indica en la nota de prensa emitida (MITERD, 2020), debe analizar *“las razones de la elevada ocurrencia de situaciones hidrológicas excepcionales (nivel 3) en la aplicación de las normas de explotación del acueducto Tajo-Segura (...) debe revisar la norma para minimizar este tipo de situaciones, dotando así de una mayor estabilidad al sistema”*.

Este elevado número de veces en las que los embalses de Entrepeñas y Buendía (EyB) se encuentran en situación de excepcionalidad hidrológica, por debajo de 586-688 hm³ (dependiendo del mes), ha provocado, y sigue provocando, unos impactos muy negativos para los municipios ribereños de los citados embalses. Estas consecuencias negativas han sido ignoradas sistemáticamente tanto en la planificación hidrológica de la cuenca del Tajo como en la gestión del Trasvase Tajo-Segura (TTS) ya que *“el desarrollo socioeconómico de la cuenca cedente fue subordinado al desarrollo económico de la costa este”* (San Martín, Larraz, & Gallego, 2020, pág. 15). Para los municipios ribereños de EyB, con el inicio de la explotación del trasvase Tajo-Segura comenzó el declive del sector turístico basado en los embalses que había surgido en la zona en la década de los 60. En la actualidad, dichos municipios siguen encontrándose en una situación socioeconómica desfavorable al no poder desarrollar su potencial turístico debido a la ausencia de una lámina de agua estable como consecuencia del agua derivada por el Trasvase Tajo-Segura en base a las Reglas de Explotación en vigor (San Martín, Larraz, & Hernández-Mora, 2018).

Figura 1. Fechas relevantes de las Reglas de Explotación del Trasvase Tajo-Segura



Fuente: elaboración propia a partir de Sandoval (1989), Real Decreto R.D. 773/2014 y CEDEX (2020)

Desde que se aprobaron las primeras Reglas de Explotación (ver Figura 1), en diciembre de 1997¹, hasta mayo de 2020, el sistema de cabecera ha entrado en los niveles 3 y 4 en cien ocasiones, es decir, más de un tercio de los meses (37%), dejando una media de 700 hm³ al año en los embalses, lo que supone un nivel medio de llenado muy bajo (un 28,5%)², acompañado de una alta variabilidad³ que, además, se ha incrementado desde la existencia de las Reglas de Explotación. En la Tabla 1 puede verse cómo, tras la implantación de las Reglas de Explotación, subieron ligeramente los valores medios de embalse (un 3%) pero, a cambio, la variabilidad (desviación típica y coeficiente de variación) aumentó un 20% (columna 3 vs. columna 4). El cambio de Reglas de Explotación en octubre de 2014 supuso un descenso muy acusado (un 37,5%) del volumen medio embalsado (columna 5 vs. columna 6). Con los embalses en mínimos históricos, y con un volumen medio de embalse tan próximo al límite inferior de no trasvase (400 hm³), descendió también la variabilidad.

Tabla 1. Valores estadísticos de llenado de Entrepeñas y Buendía con y sin Reglas de Explotación

Período	Sin Reglas de Explotación (columna 2)	Con Reglas de Explotación (columna 3)	Con Reglas de Explotación iniciales (columna 4)	Con Reglas de Explotación actuales (columna 5)
Promedio mensual de llenado (hm ³) (1)	681,0 hm ³	699,6 hm ³	772,7 hm ³	482,2 hm ³
Desviación típica (hm ³) (2)	262,7 hm ³	321,8 hm ³	332,9 hm ³	137,2 hm ³
Coficiente de variación (2/1)	0,39	0,46	0,43	0,28

Fuente: elaboración propia

Este bajo nivel medio de llenado, junto con su variabilidad, provocan una elevada inestabilidad e incertidumbre en la utilización del principal recurso económico de la comarca que lleva al cierre de negocios, desapareciendo con ello expectativas de empleo y favoreciendo la emigración y el proceso de despoblación. Desde este punto de vista, el impacto de las Reglas de Explotación para la zona de los embalses de cabecera del Tajo ha sido negativo.

Centrándonos en las entradas en Nivel 3, no tienen prácticamente relación con las aportaciones recibidas en los embalses, es decir, que no son debidas a las condiciones climáticas, sino a la gestión del TTS que se lleva a cabo, basado en las actuales Reglas de Explotación. Este hecho puede verse de forma clara al tratar de explicar estadísticamente el

¹ “La regla de explotación original fue aprobada por la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura en su reunión de 28 de noviembre de 1997” (CEDEX, 2020, pág. 3) por lo que hemos iniciado el cálculo de estos indicadores partir de diciembre de 1997. Las Reglas de Explotación actuales se encuentran definidas y reguladas en el Real Decreto 773/2014 y entraron en vigor en octubre de 2014.

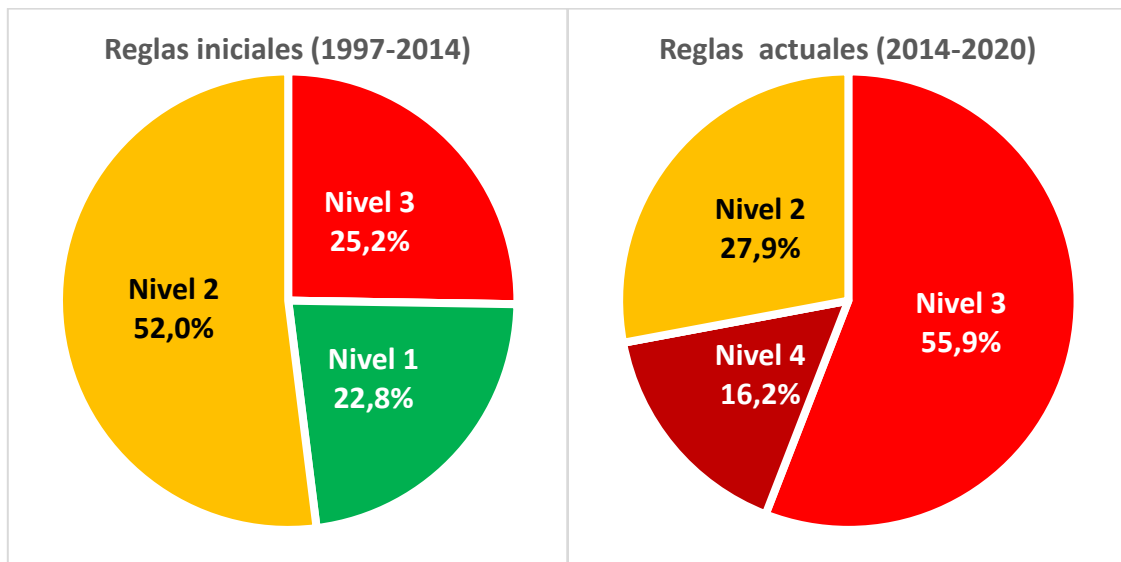
² Para el cálculo de los porcentajes de embalse se utilizan las capacidades de embalse a Nivel Máximo Normal (NMN) en otoño, primavera y verano determinadas en las normas de explotación de los embalses: 802,56 hm³ para Entrepeñas y 1651 hm³ para Buendía (Infraeco, 2007). Por tanto, la capacidad conjunta de embalse NMN es de 2453,56 hm³.

³ Los embalses para cumplir sus funciones presentan ciertos niveles de variabilidad. No obstante, si una excesiva variabilidad genera consecuencias negativas, la lógica lleva a tratar de reducirla.

número de meses que anualmente se entra en el Nivel 3 en función de las aportaciones medias de cada año. Sólo el 16% de la varianza total de las ocasiones en que se entra en Nivel 3 es explicado por la evolución de las aportaciones anuales.⁴

Además, las actuales Reglas de Explotación, vigentes desde octubre de 2014, han dado como resultado que el 72% de los meses los embalses de EyB hayan estado en situación de excepcionalidad hidrológica (Nivel 3) o por debajo de 400 hm³, en Nivel 4, como puede apreciarse en la Figura 2. La situación es muy preocupante puesto que, coincidiendo con el cambio en las Reglas de Explotación, EyB no alcanza el Nivel 1 ningún mes,⁵ la permanencia en el Nivel 2 se reduce a cerca de la mitad, se duplica la proporción de meses que los embalses se encuentran en Nivel 3 y aparece un porcentaje importante (un 16%) de situaciones en el Nivel 4.

Figura 2. Relación porcentual de meses de permanencia de Entrepeñas y Buendía en cada uno de los niveles fijados por las Reglas de Explotación



Fuente: elaboración propia

Parece claro, por tanto, que las Reglas de Explotación deberían ser cambiadas, posibilidad contemplada en la línea marcada en el párrafo sexto del punto primero de la 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:

*“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*

⁴ Este resultado es el coeficiente de determinación R², obtenido al realizar la regresión lineal entre el número de meses que se entra en Nivel 3 al año (variable dependiente, y) en función de las aportaciones anuales (variable independiente, x).

⁵ El cambio de Reglas de Explotación se produce en un momento de muy bajos niveles de embalse y de aportaciones, pero las nuevas Reglas de Explotación impedirán recuperar los volúmenes embalsados, como se verá más adelante.

*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 finalidad inmediata de este informe, parcialmente concordante con el encargo del Ministerio al CEDEX, consiste en analizar el funcionamiento de las Reglas de Explotación, conocer cuáles son las razones por las que la situación de excepcionalidad hidrológica es habitual y proponer un cambio de los parámetros de las Reglas de Explotación mediante un real decreto, como prevé la ya mencionada Ley 21/2015. El objetivo último de esta propuesta es doble: en primer lugar, racionalizar la gestión del TTS en base a criterios y análisis técnicos que permitan estabilizar su explotación y, en segundo lugar, demostrar que existen alternativas para gestionar el trasvase de forma más eficiente pero también más equitativa. En concreto, este informe defiende que haya un reparto de los beneficios de estabilizar la gestión del trasvase y que dichos beneficios no redunden exclusivamente en las cuencas receptoras de las aguas trasvasadas. Por tanto, las nuevas Reglas de Explotación del trasvase deberán tener en cuenta el trasvase, pero también la situación de los municipios de cabecera, que podría mejorar de forma significativa si sus necesidades también son tenidas en cuenta, nos atreveríamos a decir por primera vez, por la planificación hidrológica.

En todo caso, no podemos dejar de recordar que una eventual nueva regla de explotación del trasvase no deja de ser provisional, como reconoce el propio informe del CEDEX (2020), puesto que la regla de explotación definitiva debería fijarse con la entrada en vigor del nuevo Plan Hidrológico del Tajo que actualmente se haya en fase de consulta pública.

Este cambio, que además de necesario es urgente, no contempla, sin embargo, la necesaria incorporación a la gestión y planificación de la cuenca de los caudales ecológicos del Tajo, tal y como ha ordenado el Tribunal Supremo hasta en cinco ocasiones (STS 309/2019, STS 336/2019, STS 340/2019, STS 387/2019 y STS 444/2019).

El informe se estructura como sigue: en las secciones 2 y 3 se describen los datos y la metodología que son base de este informe. En la sección 4 se estudian las Reglas de Explotación vigentes, analizando qué son y qué es lo que se puede esperar de ellas. En el apartado 5 se evalúa el funcionamiento hipotético del sistema de cabecera ante posibles variaciones de las Reglas de Explotación. Ello permite exponer en el apartado 6 una propuesta concreta de modificación de parámetros de las reglas actuales. Por último, el apartado 7 presenta las conclusiones del informe.

2. Fuentes de información

Para la realización del informe se han utilizado datos sobre aportaciones, volúmenes embalsados y evaporación.

La **serie de aportaciones** en Entrepeñas y Buendía consta de las aportaciones de entrada a dichos embalses desde 1954. Hasta septiembre de 2015 se han tomado las aportaciones que figuran en el Anuario de Aforos del Ministerio (MITERD, 2020). 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 (CHT, 2020). 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.

Los datos de **volúmenes embalsados** están disponibles desde 1954 en el Anuario de Aforos del Ministerio (MITERD, 2020), si bien con 2-3 años de retraso debido a la necesaria consolidación y tratamiento de los datos (hasta septiembre de 2015). Por ello, los datos más recientes han sido obtenidos también de los informes mensuales de sequía de la CHT (CHT, 2020). No obstante, los volúmenes embalsados solo se han utilizado para la introducción de este informe, ya que no son necesarios para realizar las simulaciones de las Reglas de Explotación, tal y como se explica a continuación en la sección de metodología.

La **estimación de la evaporación** en Entrepeñas y Buendía se realiza en función de sus reservas en los distintos balances realizados, tomando como base lo dispuesto en el apartado 2.7 de Cabezas (2013), mostrado en la Tabla 2. Para la estimación de la superficie de la lámina de agua sobre la que se estima la evaporación se han utilizado las curvas características de los embalses que figuran en el *Plan de fomento de uso público y adecuación medioambiental del entorno de los embalses de Entrepeñas y Buendía (Guadalajara y Cuenca)* (Infraeco, 2007).⁶

Tabla 2. Distribución mensual de la evaporación en Entrepeñas y Buendía

	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

Fuente: Cabezas (2013: Tabla 10)

3. Metodología

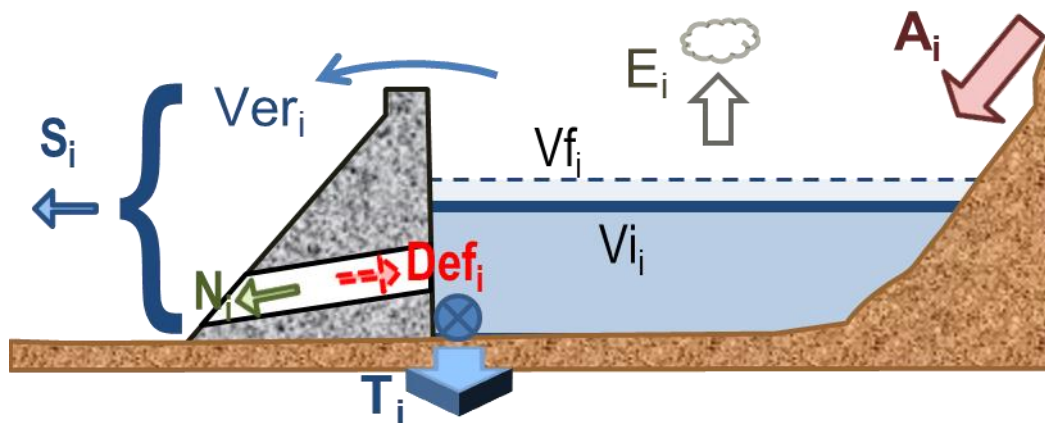
Desde el punto de vista metodológico el presente informe aplicará la metodología y los resultados de la Tesis Doctoral de Antonio de Lucas Sepúlveda: *Concepto, análisis histórico y determinación de excedentes de la cuenca del Tajo: aplicación al trasvase Tajo-Segura* (De Lucas, 2019).

La metodología desarrollada en esta Tesis Doctoral es empleada para modelizar y analizar las diferentes alternativas propuestas para las Reglas de Explotación. Para ello se realiza un balance de entradas y salidas en Entrepeñas y Buendía para los meses de la serie hidrológica de aportaciones considerada, en el que las entradas mensuales son, precisamente, dichas

⁶ Nótese que, en relación con este trabajo, el efecto de considerar estas curvas o las definidas en el *Estudio batimétrico de los embalses de Entrepeñas y Buendía* (Tragsatec, 2018) es prácticamente inapreciable.

aportaciones. Partiendo del volumen de embalse al inicio del mes y de las aportaciones de los 12 meses anteriores, se determina el nivel en el que se encuentra de las Reglas de Explotación y, consecuentemente, el trasvase que se realiza en ese mes —para Nivel 3 se considera el máximo permitido—. La evaporación se estima en función de la superficie de la lámina de agua (calculada a partir del volumen embalsado, conforme los parámetros de las curvas características) y la evaporación media considerada para cada mes (reflejada en la ya mencionada Tabla 2). Los desembalses hacia el Tajo vienen marcados por los desembalses de referencia.⁷ A su vez se considera si el volumen de embalse final está por encima de la máxima capacidad de embalse, en cuyo caso aparece un vertido que no se tiene en cuenta con posterioridad, o bien si se sitúa en el mínimo de explotación, en cuyo caso se determina el correspondiente déficit que reduciría los desembalses hacia el Tajo. Con estos valores, se puede estimar cuál es volumen que se tendría a final de mes en la hipótesis de la simulación, que también sería el inicial del mes siguiente. En esta metodología falta por establecer un parámetro: el volumen inicial en el primer mes de la simulación, que tiene importancia pero solo para los resultados de los primeros años. Sobre este valor se pueden establecer diversos criterios (mitad de embalse, el que tuviera en el histórico, etc.). En este informe se adopta, como valor inicial, el de inicio del período analizado, octubre de 1980.⁸ Eso sí, hay que tener en consideración que el valor de reservas con el que se inicia la serie en octubre de 1980 está condicionado por el balance de los años anteriores, de aportaciones mayores, siendo un valor alto; por encima de la mitad de la capacidad de embalse.

Figura 3. Representación gráfica del esquema metodológico



Fuente: De Lucas (2019, Figura 69)

⁷ En este informe se trabaja con la legislación vigente que incluye el concepto de “desembalses de referencia” (Ley 21/2013, Disposición final quinta). No obstante, desde el punto de vista de la prioridad de la cuenca cedente, estos desembalses suponen una limitación a su desarrollo.

⁸ Los primeros trasvases fueron realizados en marzo de 1979 (Sandoval, 1989). Sin embargo, en los años hidrológicos 1978/1979 y 1979/1980 las cantidades trasvasadas fueron relativamente pequeñas (63,2 y 36 hm³, respectivamente) al estar el sistema en pruebas. Dado que el año hidrológico 1980/1981 es el primer año que se trasvasa una cantidad relevante, 253,1 hm³ (Sandoval, 1989) se ha optado por comenzar la modelización en este año.

A continuación, se describen las variables consideradas en el modelo, la mayor parte representadas en el esquema metodológico de la Figura 3:

Tabla 3. Variables incluidas en el modelo metodológico

A_i	Aportación en el mes i . Conocido, de la serie de aportaciones considerada (De Lucas, 2019, Anejo 2, apartado An.2C)
A_{12m_i}	Aportación de los doce meses anteriores al mes i . Calculada a partir de la serie de aportaciones considerada: $A_{12m_i} = \sum_{k=1}^{12} A_{i-k}$
V_{i_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.
V_{f_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.
V_{\min}	Volumen mínimo de explotación. Se considera 118 hm ³ , el propuesto en el anejo técnico que acompañaba al Real Decreto 773/2014 (Cabezas, 2013, pág. 28).
V_{\max}	Volumen máximo del embalse, que varía según los meses en función de los resguardos requeridos en las normas de explotación; 2153,27 hm ³ para los meses de diciembre, enero y febrero, 2453,56 hm ³ para el resto del año (CHT, 2018, pág. 51).
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 (A_{12m_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 legales en la planificación hidrológica vigente, es decir, 6 m ³ /s en Aranjuez). 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. En esta propuesta se asume, por defecto, que N_i son los desembalses de referencia al Tajo fijados en 365 hm ³ (art. 4.1, R. D. 773/2014). La excepción es el apartado 6.3, en el que los desembalses se aumentan en 60 hm ³ (art. 4.3, R. D. 773/2014).
Def_i	Déficit en el mes i . Por defecto será 0, salvo que V_{f_i} calculado se encuentre por debajo de V_{\min} , en cuyo caso será la diferencia entre estos dos valores. También refleja la diferencia entre la necesidad (N_i) y la salida al Tajo (S_i). La existencia de valores positivos para Def_i implica que no se están cumpliendo los desembalses de referencia para la cuenca del Tajo, que recibe un valor inferior a N_i . ⁹
Ver_i	Vertido o desembalses adicionales en el mes i por haberse sobrepasado la capacidad del embalse. Por defecto es 0, salvo que V_{f_i} calculado sea superior al volumen máximo, en cuyo caso es la diferencia de valores. En la modelización utilizada en este informe no se va a usar esta variable.
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.

Fuente: Elaboración propia a partir de De Lucas (2019, págs. 96-98)

El proceso de cálculo es el siguiente:

⁹ Aunque en el modelo se asume la posibilidad de existencia de déficit, en la práctica supondría el incumplimiento de la prioridad de la cuenca cedente.

- $V_i = Vf_i - 1$. Si $i = 1$, entonces V_i se fija arbitrariamente, por ejemplo, 1000 hm^3 o $V \text{ max}/2$; con la serie de aportaciones considerada, apenas tiene influencia, pues los cuatro primeros años de la serie se superan los $1000 \text{ hm}^3/\text{año}$ (los $2000 \text{ hm}^3/\text{año}$ en los años segundo, tercero y cuarto), que implica una situación de vertido.
- Se estima E_i en función del mes y de V_i .
- En función del volumen al inicio del mes (V_i) y, si procede, de las aportaciones de los meses anteriores (A_{12m_i} ; caso, por ejemplo, de las Reglas de Explotación del R.D. 773/2014), se determina T_i .
- Se calcula Vf_i aplicando un balance, con la expresión: $\Delta \text{Volumen} = \text{Entradas} - \text{Salidas}$

$$Vf_i = V_i + A_i - E_i - S_i - T_i$$
- Si se supera el volumen máximo ($Vf_i > V \text{ max}$), se determina:
 - $Ver_i = Vf_i - V \text{ max}$
 - $Vf_i = V \text{ max}$
- Si se baja del volumen mínimo ($Vf_i < V \text{ min}$), se determina:
 - $Def_i = \begin{cases} 0 & \text{si } Vf_i \geq V \text{ min} \\ V \text{ min} - Vf_i & \text{si } Vf_i < V \text{ min} \end{cases}$
- Si hay déficit, se recalcula la salida al Tajo:
 - $S_i = \begin{cases} N_i & \text{si } Def_i = 0 \text{ (} Vf_i \geq V \text{ min)} \\ N_i - Def_i & \text{si } Def_i > 0 \text{ (} Vf_i < V \text{ min)} \end{cases}$
- 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).

4. Comportamiento de EyB con las actuales Reglas de Explotación

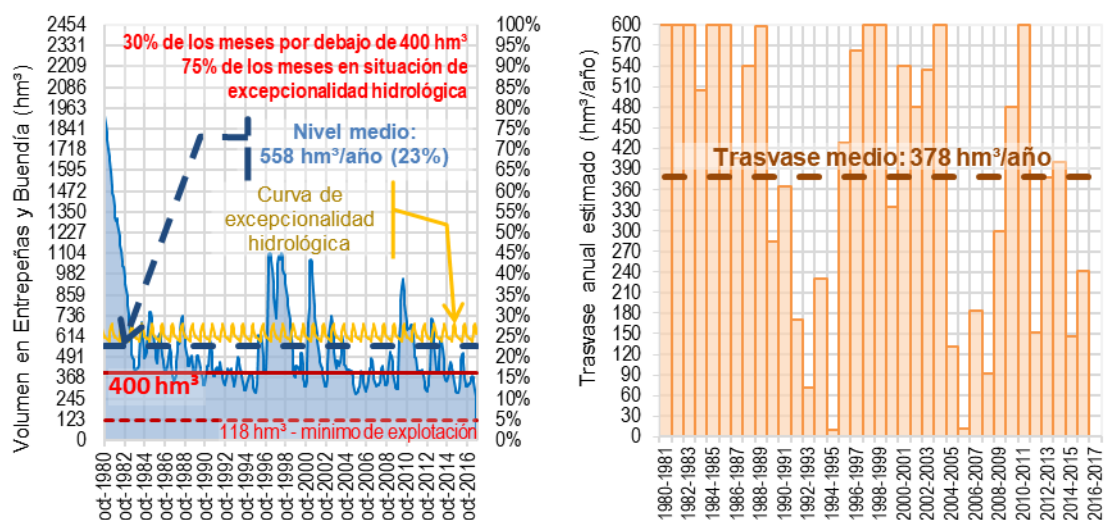
Las Reglas de Explotación fueron aprobadas en noviembre de 1997 por la Comisión Central de Explotación. Para entender el motivo de su aparición hay que retrotraerse unos años. La Ley 52/1980 recoge, fruto de un trabajado consenso en su tramitación en el Senado, en su disposición adicional novena la condición de que sólo pueden trasvasarse aguas excedentarias del Tajo. Además, la Ley encomienda al Plan Hidrológico de Cuenca del Tajo que defina el carácter excedentario de las aguas a trasvasar.

Atendiendo a este mandato, en el borrador del Plan del Tajo de 1995 se planteaba una definición que determinaba la cuantía del excedente que se podría trasvasar cada mes en

función de las existencias embalsadas en Entrepeñas y Buendía. Sin embargo, la definición de excedentes que se introdujo en la versión final del Plan de 1998¹⁰ declaraba excedentarias todas las reservas embalsadas en Entrepeñas y Buendía por encima de los 240 hm³ (art. 23.2),¹¹ aproximadamente el 10% de su capacidad.

Dejando al margen la controvertida existencia real de excedentes en un río, ya que es muy discutible que a un río le sobre agua, la definición legal de excedentes del Plan de 1998 es muy lesiva para los intereses de la cuenca del Tajo, siendo los municipios ribereños de los embalses de Entrepeñas y Buendía uno de sus principales damnificados. En primer lugar, porque estos excedentes legales no son excedentes reales, ya que hay serias afecciones a la cuenca cedente. En segundo lugar, porque, a diferencia del planteamiento que había en el borrador del Plan del Tajo de 1995, el Plan aprobado no determina cuál es la cantidad de agua que puede ser trasvasada cada mes. Ante esta indeterminación podría pensarse que, mientras que se estuviera por encima del umbral de no trasvase (240 hm³ en el Plan del Tajo de 1998, 400 hm³ desde 2013) y no se superara el máximo trasvase anual, se podría trasvasar lo máximo que diera de sí la infraestructura. Esta gestión provocaría unos resultados desastrosos (ver Figura 4). Los embalses estarían en niveles bajos, siendo frecuentes las bajadas por debajo del umbral de no trasvase, con una alta irregularidad.

Figura 4. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) trasvasando sin cautelas el máximo posible (sin aplicar Reglas de Explotación)



Fuente: De Lucas (2019, Figura 75)

¹⁰ La justificación de esta definición legal de excedentes no se incluyó en el Plan del Tajo de 1998. Años después se incluyó en *Tres casos de Planificación Hidrológica* (MIMAM, 2001)

¹¹ 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.

Tabla 4. Resultados cuantitativos de la simulación 1

Simulación	% meses Nivel 4	% meses Nivel 3	Vol. Medio (hm ³)	Vol. Medio (%)	Trasvase medio (hm ³ /año)
1. Ausencia de cautelas (sin RE)	30	45	558	23 %	378

Fuente: elaboración propia a partir de De Lucas (2019, Figura 75)

Para corregirlo, en lugar de hacer otro planteamiento de la definición de excedentes, se recurrió a la definición de una regla tabular para determinar cuánta agua podría trasvasarse cada mes, que fue adoptada internamente con carácter orientativo por la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura en noviembre de 1997. De esta manera, formalmente se daba cumplimiento al mandato de la disposición adicional novena de la Ley 52/1980, introduciendo en el Plan del Tajo una definición legal de excedentes, si bien estaba planteada desde fuera de la planificación del Tajo y tenía serias deficiencias. Mientras, para la determinación del volumen a trasvasar se desarrolló otro procedimiento, determinándolo dentro de la Comisión Central de Explotación, con el apoyo no vinculante de las Reglas de Explotación.

En 2013, se introdujeron múltiples cambios en la legislación del TTS, aunque algunos debieron ser modificados en 2015 tras la declaración de inconstitucionalidad y nulidad de la STC 13/2015. Tras este cambio legislativo, los excedentes quedan fijados en la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional, las Reglas de Explotación están definidas en la Ley 21/2015 mientras que los desembalses al Tajo desde Entrepeñas y Buendía se encuentran limitados por la Ley 21/2013 de evaluación ambiental mediante el concepto “desembalses de referencia” (Disposición final quinta). Con posterioridad, el artículo 4.1 del Real Decreto 773/2014 determina la cuantía de estos desembalses de referencia estableciéndolos en 365 hm³ anuales. Este concepto se ha tenido en cuenta en todas las simulaciones para todo el período considerado, excepto en el apartado 6.3 en el que los desembalses se aumentan en 60 hm³ para el abastecimiento de Madrid (art. 4.3, R. D. 773/2014). Los parámetros de las Reglas de Explotación, conforme a lo dispuesto para su definición en la disposición adicional quinta de la Ley 21/2015, se modificaron mediante el artículo 1 del Real Decreto 773/2014 quedando establecidos de la siguiente forma:

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

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 1.300 hm³, o cuando las aportaciones conjuntas entrantes a estos embalses en los últimos doce meses sean iguales o mayores que 1.200 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 1.300 hm³, sin llegar a los volúmenes previstos en el Nivel 3, y las aportaciones conjuntas registradas en los últimos doce meses sean inferiores a 1.200 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):

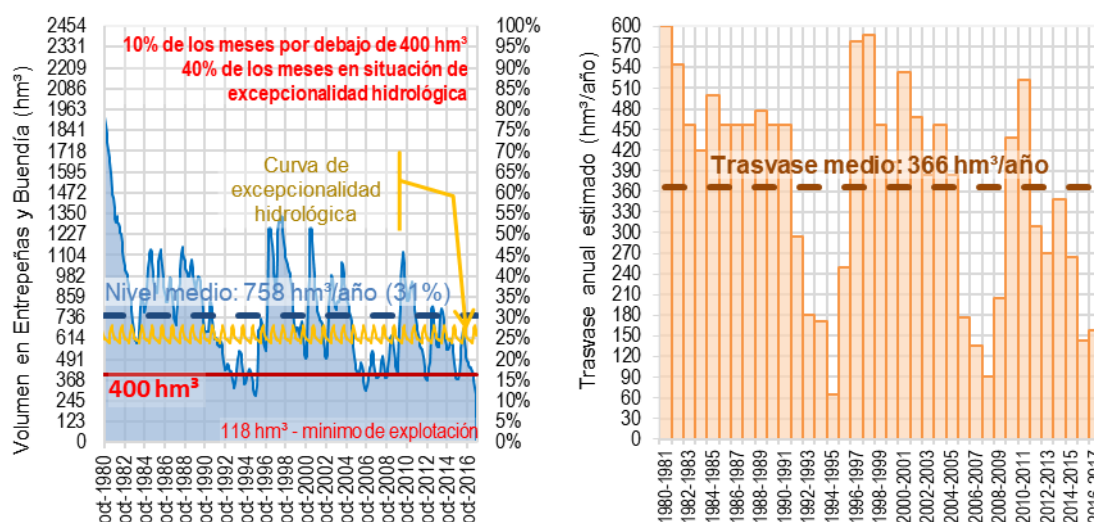
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
613	609	605	602	597	591	586	645	673	688	661	631

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.

Aunque las Reglas de Explotación debieron intentar minimizar las situaciones hidrológicas excepcionales proporcionando mayor estabilidad interanual a los envíos, es público y notorio, como se puede comprobar en los informes mensuales de la situación de la cabecera del Tajo¹² presentados en la Comisión Central de Explotación y hemos explicado brevemente en la introducción de este informe (ver Figura 2), que estos objetivos no se cumplen y que las Reglas de Explotación fracasan en su teórica misión de minimizar las situaciones de Nivel 3.

Figura 5. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de las Reglas de Explotación actuales



Fuente: De Lucas (2019, Figura 76)

Tabla 5. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-2

Simulación	% meses Nivel 4	% meses Nivel 3	Vol. Medio (hm ³)	Vol. Medio (%)	Trasvase medio (hm ³ /año)
1. Ausencia de cautelas (sin RE)	30	45	558	23 %	378
2. Reglas de Explotación actuales (R.D. 773/2014)	10	30	758	31 %	366

Fuente: elaboración propia a partir de De Lucas (2019, Figura 76)

Este mal comportamiento de las Reglas de Explotación era y es predecible con el apoyo de una modelización sencilla, un balance simple de entradas y salidas en Entrepeñas y Buendía

¹² <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/Trasvase-Tajo-Segura/>.

(Figura 5). En estas gráficas, a pesar de iniciarse el periodo mostrado con unas reservas de embalse bastantes altas, el resultado esperable para los desembalses de referencia básicos es que el 40% de los meses se esté por debajo de la curva de excepcionalidad hidrológica, y el 10% por debajo del umbral de 400 hm³. Consecuentemente, los trasvases que se realizan son irregulares, con agrupaciones de años consecutivos con trasvases bajos. Es, en definitiva, la situación que se está viviendo estos años.

Por tanto, parece claro que se hace necesaria la modificación de las Reglas de Explotación vigentes para que respondan adecuadamente en la situación actual.

5. Modelización de alternativas a las Reglas de Explotación vigentes

5.1. Planteamiento y tanteos previos

Las Reglas de Explotación, tal y como están definidas, como acabamos de ver, causan un mal funcionamiento de los embalses de EyB. Un indicador es que en Nivel 2, el trasvase que se aprobaría durante un año, a razón de 38 hm³/mes, es de 456 hm³/año. Una cifra que se sitúa por encima del trasvase medio esperado (366 hm³)¹³ o que la media registrada. Se está forzando el sistema a llevar un ritmo de desembalses (incluyendo los de la propia cuenca del Tajo y las pérdidas por evaporación) que no se puede mantener, por lo que lógicamente son frecuentes las entradas en Nivel 3.

Además, en el Nivel 1 –en el que se puede trasvasar el máximo permitido por la infraestructura– se puede entrar con cierta facilidad, ya sea porque se supere poco más de la mitad de la capacidad de embalse o porque las aportaciones de los doce meses anteriores superen el nivel fijado (1300 hm³). Esto significa que la recuperación de los niveles de embalse en los periodos de mayores aportaciones no llega a producirse. Cuando se termina esta abundancia relativa, las existencias embalsadas apenas superen el 50% de la capacidad de embalse en el mejor de los casos. Por tanto, al iniciarse los periodos de menores aportaciones con unas reservas ya bajas, se facilita que el sistema entre en los niveles de emergencia.

También conviene una reflexión sobre el comportamiento en Nivel 3. Como se aprecia en la Figura 5, las Reglas de Explotación tienen problemas para frenar la caída de los embalses en este nivel, tanto por la estrechez de la franja como porque el caudal máximo que se permite extraer no evita esta caída.

Un detalle menor es que las fluctuaciones que tiene mes a mes la curva de excepcionalidad hidrológica son prácticamente irrelevantes teniendo en cuenta la capacidad de Entrepeñas y

¹³ Esta cifra está condicionada por el hecho de que en este periodo de la simulación se empieza con las reservas altas y se terminan con bajos niveles. Es decir, parte de la cantidad trasvasada, algo más de 40 hm³/año, sería a costa de reservas anteriores. Por tanto, un nivel de trasvase sostenible sería aquel que eliminara la influencia de esas elevados niveles iniciales de embalse, lo que ocurriría alrededor de unos 320 hm³/año.

Buendía y sus ciclos de vaciado y llenado. Funcionaría prácticamente igual si se marcara un nivel constante todos los meses. Que varíe el umbral entre los niveles 2 y 3 es una complejidad innecesaria.

Para llegar a la propuesta que realizamos en este informe, es muy descriptivo repasar las diferentes simulaciones realizadas por De Lucas (2019) en su tesis doctoral *Concepto, análisis histórico y determinación de excedentes de la cuenca del Tajo: aplicación al trasvase Tajo-Segura*. Mediante estas simulaciones o tanteos se puede visualizar el comportamiento del sistema y la sensibilidad a cada cambio que se realiza, de forma que es muy útil para valorar la magnitud del cambio de los parámetros que se tiene que hacer si realmente se quiere conseguir el objetivo de minimizar las situaciones de excepcionalidad hidrológica y conseguir una regularidad en los trasvases. La Tabla 6 recoge, en su mayor parte, las iteraciones realizadas por De Lucas, añadiendo los resultados de la propuesta del CEDEX y de la que hacemos aquí con el ánimo de situar al lector desde el principio ante las distintas posibilidades. La estructura de las reglas utilizadas por De Lucas es la misma que la de la Ley 21/2015 y el Real Decreto 773/2014 por dos motivos: en primer lugar, porque es lo que se puede hacer legalmente de forma sencilla y rápida, como ya hemos explicado, de acuerdo con la disposición adicional quinta de la Ley 21/2015 y, en segundo lugar para permitir la comparación de los diferentes tanteos y alternativas con las Reglas de Explotación actuales y la propuesta del CEDEX. En dicha tabla se marcan en negrita los parámetros que se cambian en cada simulación. La ordenación de las propuestas es decreciente en función de los volúmenes trasvasados en los niveles 2 y 3.

Tabla 6. Valores de umbrales (hm³) y volúmenes de trasvase autorizable en cada mes (hm³) en las diferentes simulaciones de Reglas de Explotación (RE)

Simulación	UV1-2	UA1-2	UV2-3	UV3-4	TN1	TN2	TN3	TN4
1. Ausencia de cautelas (sin RE)	1300	1200	Curva E.H.	400	60	60	60	0
2. Reglas de Explotación actuales (R.D. 773/2014)	1300	1200	Curva E.H.	400	60	38	20	0
3. Propuesta Cabezas (2013) ¹⁴	1300	1200	Curva E.H.	400	60	30	20	0
4. Propuesta CEDEX (2020)	1300	1400	Curva E.H.	400	60	27	20	0
5. Tanteo 1	1300	1200	Curva E.H.	400	60	26	20	0
6. Tanteo 2	2000	9999	688	400	60	26	15	0
7. Propuesta De Lucas (2019)	2000	9999	688	400	60	20	10	0
8. Propuesta AMREEB. (2020)	2000	1400	Curva E.H.	400	60	20	10	0

Fuente: Elaboración propia con información parcial de De Lucas (2019, Tabla 4)

Las definiciones de cada una de las columnas son las siguientes:¹⁵

- UV1-2: umbral del volumen de existencias en Entrepeñas y Buendía que separan los niveles 1 y 2 de las Reglas de Explotación.

¹⁴ El documento que incluye esta propuesta de Reglas de Explotación (Cabezas, 2013) fue presentado como un anejo técnico del R.D. 773/2014 durante la consulta pública. No obstante, debido a cuestiones políticas, las Reglas de Explotación aprobadas en el R.D. 773/2014 no fueron exactamente las propuestas en dicho documento, ya que autoriza trasvases en Nivel 2 de 38 hm³ en vez de los 30 hm³ propuestos. Una explicación detallada de esta cuestión puede consultarse en De Lucas (2019, nota al pie 59, pág. 110).

¹⁵ Definiciones tomadas literalmente de De Lucas (2019).

- 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 Real Decreto 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 hasta el valor dado, siendo una decisión que ha de realizar, de manera motivada, el/la ministro/a competente. En las simulaciones contempla tiene en cuenta el máximo trasvase que se puede autorizar cuando el sistema entra en Nivel 3. Es decir, no tiene en cuenta otras consideraciones como las que está haciendo actualmente en situaciones hidrológicas excepcionales la Comisión Central de Explotación.
- TN4: trasvase a autorizar en Nivel 4. Siempre es 0, pues no habría excedentes.

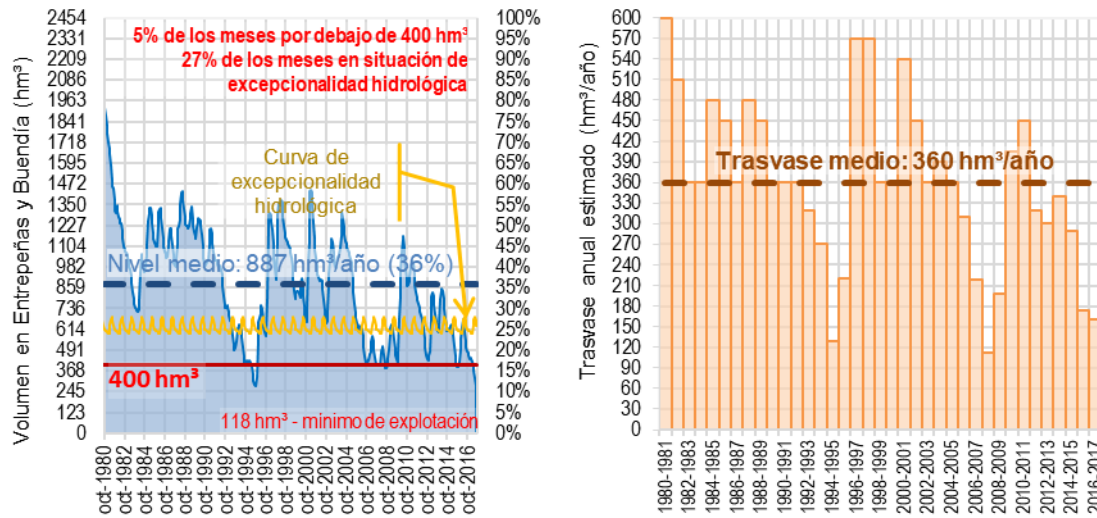
Las dos primeras simulaciones se han mostrado en el punto anterior. La tercera analiza el resultado de las Reglas de Explotación planteadas en el documento que se presentó como justificación técnica del R.D. 773/2014, que son diferentes a las que finalmente se aprobaron, pues planteaban un trasvase de 30 hm³/mes en Nivel 2. El resultado gráfico se reproduce en la Figura 6. En estas gráficas se observa un mejor comportamiento respecto a las Reglas de Explotación actuales, pero el número de meses en situación de excepcionalidad hidrológica sigue siendo elevado (27%), con una alta variabilidad en los trasvases. Por tanto, no parece una buena solución.

Tabla 7. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-3

Simulación	% meses Nivel 4	% meses Nivel 3	Vol. Medio (hm ³)	Vol. Medio (%)	Trasvase medio (hm ³ /año)
1. Ausencia de cautelas	30	45	558	23 %	378
2. Reglas de Explotación actuales (R.D. 773/2014)	10	30	758	31 %	366
3. Propuesta Cabezas (2013)	5	22	887	36 %	360

Fuente: elaboración propia a partir de De Lucas (2019, Figura 79)

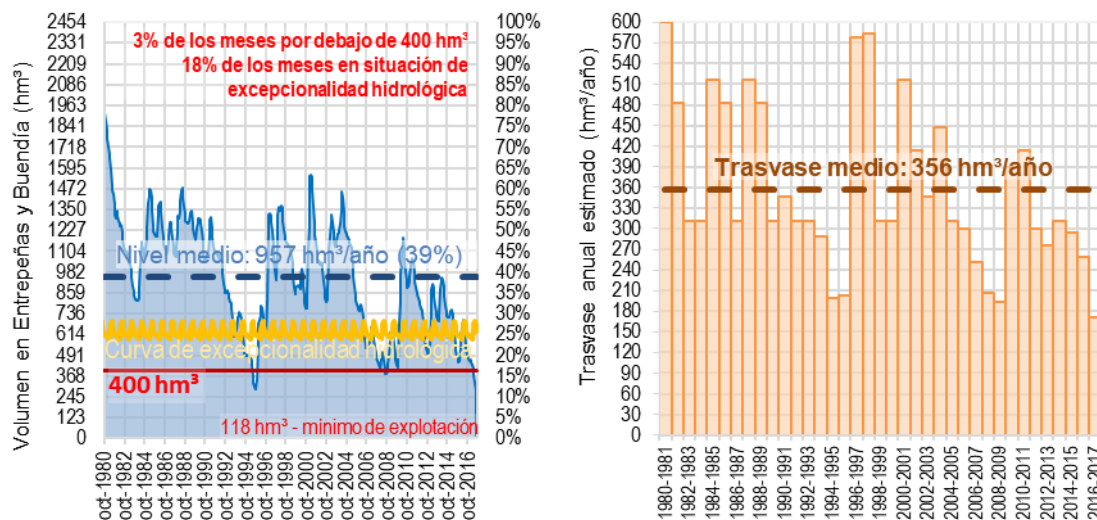
Figura 6. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación de la propuesta de Reglas de Explotación de Cabezas (2013)



Fuente: De Lucas (2019, Figura 79)

La siguiente simulación que realiza De Lucas (2019), denominada Tanteo 1, consiste en bajar el trasvase en Nivel 2 a 26 hm³/mes. Este número es el que sale de equilibrar las aportaciones medias del periodo 1980-2017 (737 hm³/año) con la suma de: desembalses de referencia (365 hm³/año) más trasvase en Nivel 2 en estas condiciones (312 hm³/año) más evaporación de 60 hm³/año (aproximadamente, la que corresponde a un año con Entrepeñas y Buendía en 900 hm³). El resultado se muestra en la Figura 7. Supondría una mejora adicional, pero también insuficiente. Las facilidades que se dan para entrar en Nivel 1 de las Reglas de Explotación hacen que haya varios años en los que se trasvase por encima de los 312 hm³/año que se tendrían con un año en Nivel 2. Pero estas cantidades trasvasadas se pagan con bastantes entradas en Nivel 3, cayendo hasta el Nivel 4. Por lo tanto, la solución tampoco es satisfactoria.

Figura 7. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación del Tanteo 1 de nuevas Reglas de Explotación (trasvase en Nivel 2 de 26 hm³/mes)



Fuente: De Lucas (2019, Figura 80)

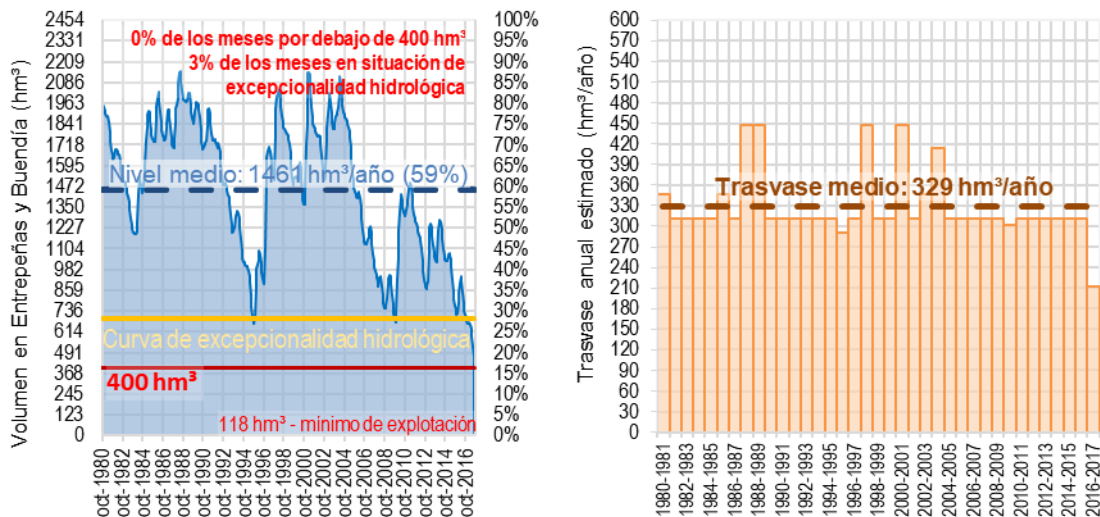
Tabla 8. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-3 y 5

Simulación	% meses Nivel 4	% meses Nivel 3	Vol. Medio (hm ³)	Vol. Medio (%)	Trasvase medio (hm ³ /año)
1. Ausencia de cautelas (sin RE)	30	45	558	23 %	378
2. Reglas de Explotación actuales (R.D. 773/2014)	10	30	758	31 %	366
3. Propuesta Cabezas (2013)	5	22	887	36 %	360
5. Tanteo 1	3	15	957	39 %	356

Fuente: elaboración propia a partir de De Lucas (2019, Figura 80)

De Lucas (2019) prosigue con la simulación denominada Tanteo 2, en la que se endurecen las condiciones para entrar en Nivel 1, aumentando el umbral de reservas embalsadas hasta 2000 hm³ y eliminando de facto la posibilidad de entrar en este nivel por la aportación acumulada en los últimos 12 meses.¹⁶ También baja ligeramente la cantidad a trasvasar en Nivel 3, con el fin de aumentar el efecto de amortiguación para las reservas embalsadas provocado por las menores cantidades trasvasadas al caer en este nivel. También, para simplificar la comprensión, se plantea el cambio de la curva de excepcionalidad hidrológica por su valor máximo (688 hm³). El resultado se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) con la simulación del Tanteo 2 de nuevas Reglas de Explotación (trasvase en Nivel 3 de 15 hm³/mes)



Fuente: De Lucas (2019, Figura 83)

Como se aprecia comparando los resultados gráficos de las dos últimas iteraciones (5 y 6, Figura 7 y Figura 8), la diferencia de comportamiento es radical. Las situaciones en excepcionalidad hidrológica (Nivel 3) se reducirían al 3%, mientras que los trasvases anuales que se realizarían tendrían una gran regularidad como puede verse en la Figura 8.

¹⁶ De Lucas (2019) aboga por eliminar de la Regla de Explotación las aportaciones acumuladas en los últimos doce meses pero, dado que, de acuerdo con la disposición adicional quinta de la Ley 21/2015, no se puede cambiar la estructura de la Regla de Explotación, sino solo los parámetros, opta por subir el umbral a 9999 hm³, por lo que nunca entraría en funcionamiento.

Tabla 9. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-3 y 5-6

Simulación	% meses Nivel 4	% meses Nivel 3	Vol. Medio (hm ³)	Vol. Medio (%)	Trasvase medio (hm ³ /año)
1. Ausencia de cautelas (sin RE)	30	45	558	23 %	378
2. Reglas de Explotación actuales (R.D. 773/2014)	10	30	758	31 %	366
3. Propuesta Cabezas (2013)	5	22	887	36 %	360
5. Tanteo 1	3	15	957	39 %	356
6. Tanteo 2	0	3	1461	59 %	329

Fuente: elaboración propia a partir de De Lucas (2019, Figura 83)

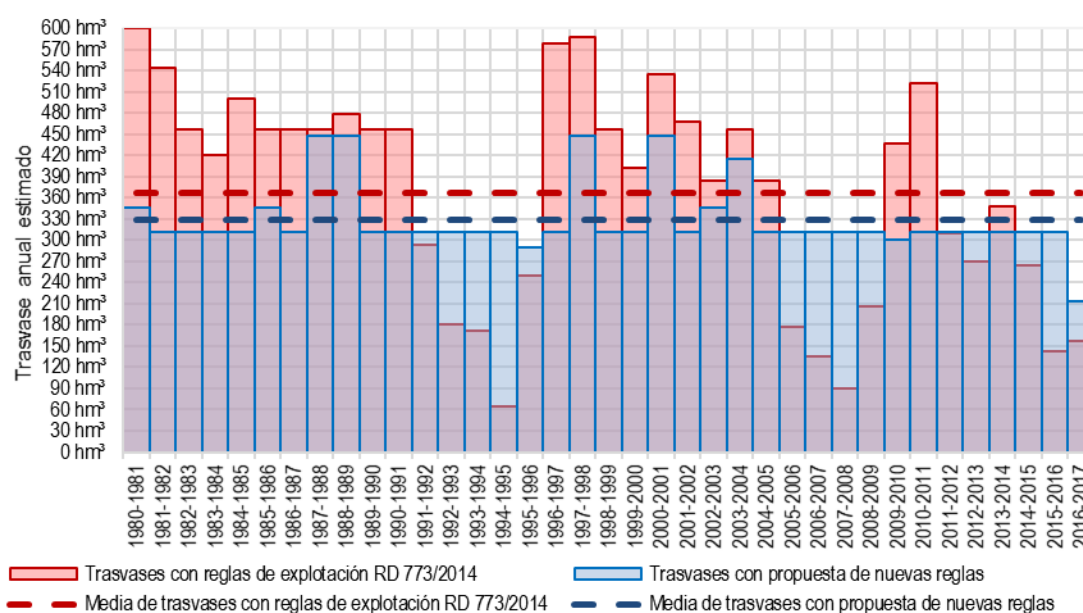
En relación con las Reglas de Explotación actuales, en el Tanteo 2 las existencias medias en Entrepeñas y Buendía prácticamente se duplicarían, pasando del 31% de la simulación con las reglas actuales –un porcentaje similar al de la explotación real– al 59% en la simulación de este tanteo. En esta última hipótesis se aprovecha más la capacidad de regulación de Entrepeñas y Buendía, consiguiéndose una explotación más regular, minorándose las situaciones de excepcionalidad hidrológica y consiguiendo una mayor regularidad en los trasvases, acorde con los objetivos planteados en la modificación de los parámetros de las Reglas de Explotación.

Comparando los parámetros de este Tanteo 2 con los de las Reglas de Explotación vigentes (ver Tabla 9) puede pensarse que se produce una reducción importante del agua trasvasada, pues se endurece la entrada en Nivel 1 y se reducen los volúmenes a trasvasar en niveles 2 y 3. Pero, como se ha podido ver en esta exposición de casos, estos cambios lo que hacen es evitar las entradas en situación de excepcionalidad hidrológica, por lo que si bien es cierto que en Nivel 2 se va a trasvasar mensualmente menos, se compensaría porque se estaría más tiempo en este nivel, consiguiéndose el trasvase más regular. No obstante, sí es cierto que se produce algo de merma en el volumen medio trasvasado, asociada a un efecto indirecto: el aumento que habría en la evaporación de Entrepeñas y Buendía. A este respecto, en la Figura 9 (De Lucas, 2019) se muestra una comparación entre el volumen trasvasado con las actuales Reglas de Explotación y el Tanteo 2.

En la Figura 9 puede apreciarse cómo la diferencia se aproxima al 10% del volumen. Esto implica un trasvase medio algo menor que hay que asumir si se quiere tener una mayor regularidad y una gestión más estable. El planteamiento contrario, buscar intencionadamente que Entrepeñas y Buendía estén semivaciados para tener menor evaporación, que es sobre el que se ha basado el diseño de las Reglas de Explotación vigentes –como así se reconoce en la justificación de estas Reglas de Explotación (Cabezas, 2013, pág. 117)–, es lo que ha llevado a la situación actual.

Adicionalmente, hay que tener en cuenta que la comparación de las simulaciones que se representa en la Figura 9 es retrospectiva o histórica. De cara al futuro, los volúmenes trasvasados acumulados serán mayores cuantas menos veces entren EyB en situaciones de excepcionalidad hidrológica, es decir, en los niveles 3 y 4. En este sentido, el Tanteo 2 prácticamente elimina esta posibilidad (3%) frente al 50% de meses en los que se daría esta situación con las actuales Reglas de Explotación.

Figura 9. Comparación de los trasvases resultantes entre la simulación con las reglas vigentes y el Tanteo 2



Fuente: De Lucas (2019, Figura 86)

No obstante, a pesar de las mejoras que se aprecian con este Tanteo 2, De Lucas (2019) detecta todavía la existencia de dos problemas: un posible aumento de los desembalses de referencia para el abastecimiento de Madrid y un descenso acusado de las reservas embalsadas justo al final del período de análisis. Ambos problemas se describen continuación:

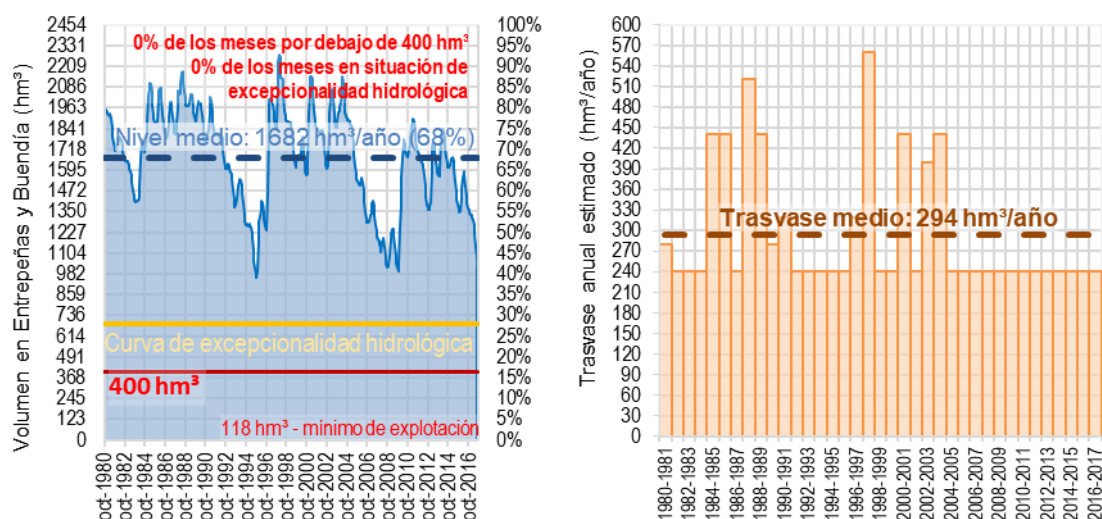
- Si en los desembalses de referencia se considera la posibilidad de ampliarlos en 60 hm³/año para atender las demandas de abastecimiento de Madrid (artículo 4.3 del Real Decreto 773/2014), el tiempo en excepcionalidad hidrológica subiría al 18%, llegando a bajar en algún momento de los 400 hm³. Este hecho, además de recoger un escenario posible en la gestión actual, muestra que con este Tanteo 2 el sistema seguiría siendo vulnerable ante mayores necesidades de desembalse o situaciones sobrevenidas de menores aportaciones.
- Dentro del periodo 1983-2017, en la evolución de los niveles embalsados (Figura 8, gráfica de la izquierda), tras un descenso entre 1980-1983, pueden apreciarse tres ciclos de subidas y bajadas: 1983-1995, 1995-2009 y 2009-2017¹⁷. No obstante, la fase ascendente de este último ciclo es muy inferior al de los dos anteriores, por lo que las reservas al final del ciclo son sensiblemente inferiores a las del inicio.

En consecuencia, De Lucas (2019) propone una modificación adicional en los parámetros de las Reglas de Explotación, respecto a lo planteado en el Tanteo 2, bajando a 20 hm³/mes el trasvase en Nivel 2 y a 10 hm³/mes en Nivel 3. De esta forma se podría asumir el incremento de desembalses de EyB para el sistema de abastecimiento del Canal de Isabel II (Madrid) y,

¹⁷ El final de este último ciclo coincide con el del periodo, por lo que es posible que, conforme se contemple la serie el ciclo se alargue.

además, se facilitaría la recuperación de los niveles embalsados en los ciclos húmedos para afrontar los ciclos secos con unos volúmenes de embalse adecuados. En las simulaciones o iteraciones la hemos nombrado Propuesta De Lucas (2019) y sus resultados pueden verse en la Figura 10 y en la Tabla 10.

Figura 10. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía (izquierda) y trasvases estimados (derecha) en la propuesta de Reglas de Explotación de De Lucas (2019)



Fuente: De Lucas (2019, Figura 90)

Tabla 10. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-3 y 5-7

Simulación	% meses Nivel 4	% meses Nivel 3	Vol. Medio (hm ³)	Vol. Medio (%)	Trasvase medio (hm ³ /año)
1. Ausencia de cautelas (sin RE)	30	45	558	23 %	378
2. Reglas de Explotación actuales (R.D. 773/2014)	10	30	758	31 %	366
3. Propuesta Cabezas (2013)	5	22	887	36 %	360
5. Tanteo 1	3	15	957	39 %	356
6. Tanteo 2	0	3	1461	59 %	329
7. Propuesta De Lucas (2019)	0	0	1682	68 %	294

Fuente: elaboración propia a partir de De Lucas (2019, Figura 90)

Esta propuesta de modificación de los parámetros de las Reglas de Explotación eliminaría por completo las situaciones de excepcionalidad hidrológica. Entrepeñas y Buendía harían una regulación efectiva del recurso, en sintonía con el fin de la modificación: “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”. Es decir, sin tener en consideración en ningún momento aspectos específicos de la cuenca del Tajo. No obstante, de forma indirecta, un mejor funcionamiento de la regulación de los embalses de Entrepeñas y Buendía da lugar a una situación favorable para el uso turístico y recreativo de estos embalses, lo que favorecerá sin ninguna duda la economía de sus municipios ribereños. Por otra parte, creemos que la disminución de los volúmenes trasvasados respecto al Tanteo 2 (35 hm³) es razonable teniendo en cuenta los beneficios de esta propuesta:

- Sostenibilidad y robustez del sistema incluso aunque se aumentasen los desembalses de referencia para el abastecimiento de Madrid en 60 hm³. Téngase en cuenta que esta simulación se ha realizado con los desembalses de referencia actuales sin incluir los 60 hm³ del abastecimiento de Madrid. Del mismo modo, unas mayores reservas de agua permitirían una mejor respuesta ante fenómenos o ciclos extraordinarios de sequía.
- Estabilidad y continuidad de los volúmenes trasvasados en el futuro al evitar las situaciones de excepcionalidad hidrológica.
- Por último, mejora significativa del volumen medio de embalse permitiendo el desarrollo socioeconómico de la zona.

5.2. Análisis de la propuesta del CEDEX de 29 de junio de 2020

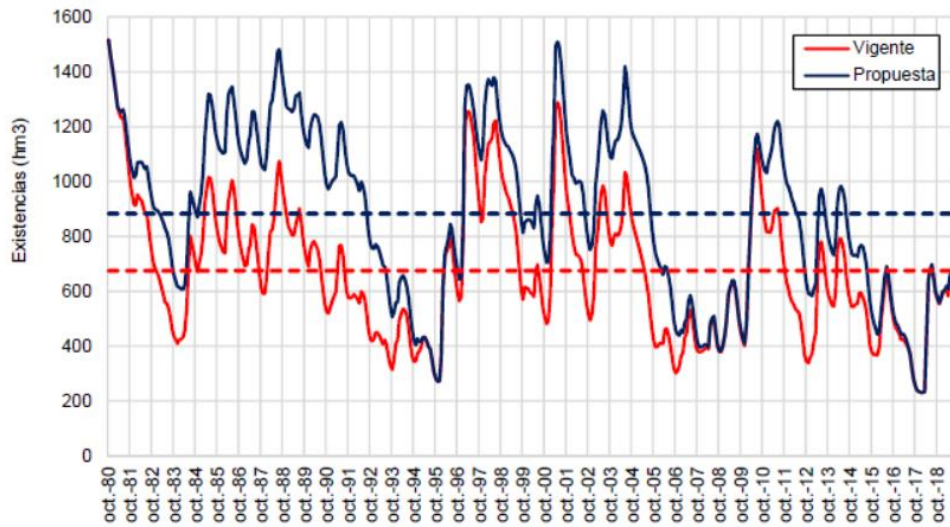
En este apartado se analiza la propuesta del informe *Nota técnica sobre la propuesta de actualización parcial de la Regla de Explotación del Traspase Tajo-Segura* (CEDEX, 2020), en adelante Propuesta CEDEX. Esta propuesta plantea modificar el umbral de aportaciones de los 12 meses anteriores para entrar en Nivel 1, subiéndolo de los 1200 hm³ actuales a 1400 hm³, y bajar el volumen de trasvase autorizado en Nivel 2 de 38 hm³/mes a 27 hm³/mes.

Respecto a los escenarios simulados en De Lucas (2019), tiene bastantes similitudes con el denominado Tanteo 1. Cambia ligeramente el trasvase en Nivel 2 (26 hm³/mes en el Tanteo 1, frente a 27 hm³/mes de Propuesta CEDEX) y el umbral para entrar en Nivel 1 por la vía de las aportaciones de los 12 meses anteriores (1200 hm³ en el Tanteo 1 –al igual que en las Reglas de Explotación vigentes– que se eleva a 1400 hm³ en Propuesta CEDEX).

Este cambio de elevar el umbral de aportaciones de los 12 meses anteriores para entrar a Nivel 1 a 1400 hm³ es, en cierta manera, similar al razonamiento que se hace en el Tanteo 2 de De Lucas (2019), cuando se indica que lo ideal es eliminar esta posibilidad de entrar en Nivel 1 por las aportaciones pero, como no se puede tocar la estructura, se plantea un umbral muy alto (9999 hm³). El valor de la Propuesta CEDEX no es tan alto, pero es un valor que raramente se supera en la serie histórica, especialmente a partir de 1980 (véase De Lucas, 2019, Figura 76 y Tabla 47), lo que equivale a que en la práctica apenas tenga transcendencia.

Sin embargo, esto que parece ir en la línea de lo comentado de endurecer la entrada en Nivel 1, es insuficiente al mantenerse el umbral de acceso a este nivel en el volumen de reservas embalsadas de la Regla de Explotación actual. En la Figura 11 se puede observar que, con la propuesta del CEDEX la forma de las curvas es prácticamente la misma que con la regla vigente, con un nivel medio de explotación por debajo del 40%. Cuando se supera el umbral de los 1300 hm³ de volumen de embalse (que permite la entrada en Nivel 1) el incremento de trasvases impide que se recuperen los niveles adecuadamente. Ciertamente mejora la situación respecto a las Reglas de Explotación actuales, pero siguen siendo elevadas las situaciones de excepcionalidad hidrológica, previéndose la entrada, incluso, en Nivel 4.

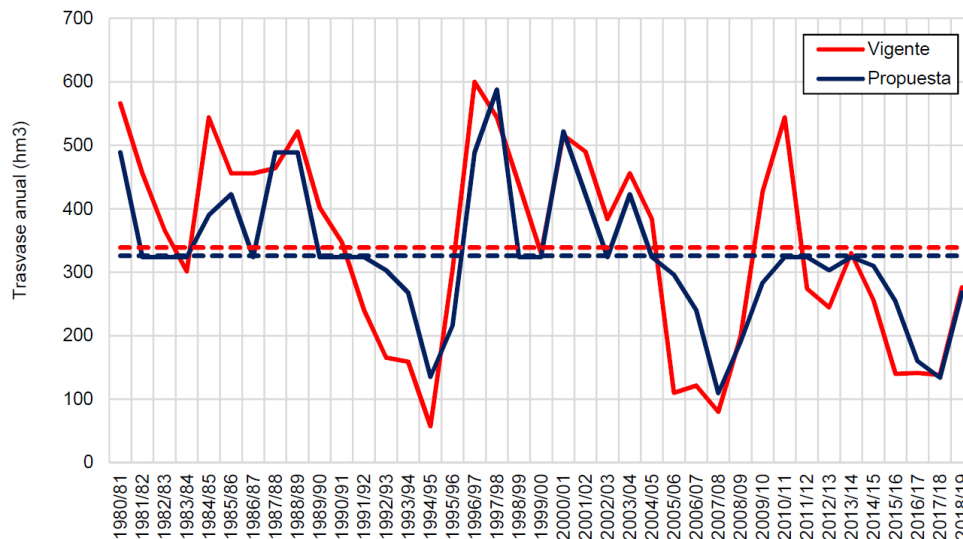
Figura 11. Existencias mensuales embalsadas obtenidas con la regla vigente y la Propuesta CEDEX



Fuente: CEDEX (2020, Figura 27)

Análogo a este comportamiento de las reservas, los trasvases también tienen irregularidades, aunque ligeramente menores que con las actuales Reglas de Explotación, como se puede ver en la Figura 12. No obstante, la estabilidad de las cantidades trasvasadas dista mucho de la lograda en las simulaciones 5 (Tanteo 1) y 6 (Tanteo 2) (Figura 7 y Figura 8) cuando, en teoría, este es uno de los objetivos del cambio de Reglas de Explotación. Adicionalmente, en las simulaciones 5 y 6, los valores atípicos de la serie de trasvases son siempre positivos, es decir, trasvases por encima de la media, mientras que en la serie de trasvases del CEDEX (Figura 12), los valores atípicos están tanto por encima como por debajo de la media, situación indicativa de las restricciones sufridas en los trasvases al entrar EyB en los niveles 3 y 4.

Figura 12. Traslases anuales obtenidos con la regla vigente y la Propuesta CEDEX



Fuente: CEDEX (2020, Figura 26)

En la Tabla 11 se incorporan los resultados de la simulación del CEDEX a la tabla de resultados de las simulaciones que hemos presentado en este informe. Como se puede ver, los órdenes de magnitud son similares aunque las metodologías de cálculo sean distintas.

Tabla 11. Resultados cuantitativos de las simulaciones 1-7

Simulación	% meses Nivel 4	% meses Nivel 3	Vol. medio (hm ³)	Vol. medio (%)	Trasvase medio (hm ³ /año)
1. Ausencia de cautelas (sin RE)	30	45	558	23 %	378
2. Reglas de Explotación actuales (R.D. 773/2014)	10	30	758	31 %	366
3. Propuesta Cabezas (2013)	5	22	887	36 %	360
4. Propuesta CEDEX (2020)	5	19	883	36 %	326
5. Tanteo 1	3	15	957	39 %	356
6. Tanteo 2	0	3	1461	59 %	329
7. Propuesta De Lucas (2019)	0	0	1682	68 %	294

Fuente: elaboración propia a partir de De Lucas (2019) y CEDEX (2020)

La Propuesta CEDEX (2020) podríamos situarla entre la propuesta de Cabezas (2013) y el Tanteo 1, aunque hay que tener en cuenta que esta propuesta ha sido elaborada con una metodología distinta a la de todas las demás simulaciones de esta tabla y que también hay algunas diferencias en el período analizado: en el caso del CEDEX acaba en el último año hidrológico completo disponible (2018/2019), mientras que en nuestra propuesta se ha modelizado hasta mayo de 2020.

Sin embargo, a la vista de los resultados de la Tabla 11, no podríamos afirmar, ni siquiera, que esta propuesta sea mejor que la propuesta de Cabezas (2013), ya que se mantiene el porcentaje del Nivel 4, el descenso de los períodos en Nivel 3 es pequeño (de 22% a 19%) y el volumen medio de embalse es similar.

Por tanto, la propuesta de modificación de Reglas de Explotación presentada por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX es, desde nuestro punto de vista, claramente insuficiente al no cumplir con ninguno de los dos objetivos principales del cambio normativo que se pretende realizar de acuerdo con la Disposición adicional quinta de la Ley 21/2015:

1. “(...) dotar de mayor estabilidad interanual a los suministros,”
2. “minimizando la presentación de situaciones hidrológicas excepcionales a las que se refiere el nivel 3”.

Como ya hemos mencionado, la mayor estabilidad de los volúmenes trasvasados no mejora sustancialmente con esta propuesta (ver Figura 12) y mucho menos en comparación con las simulaciones 5 y 6 (tanteos 1 y 2, figuras 7 y 8). Tampoco se minimiza la entrada en el Nivel 3, aunque sí que desciende de forma acusada respecto a las Reglas de Explotación actuales, pasando del 30% a 20%. Ahora bien, las simulaciones 5 y 6 logran mayores descensos en la aparición del Nivel 3 sin que ello repercuta en los volúmenes medios trasvasados. Adicionalmente, la propuesta del CEDEX tampoco elimina la entrada en Nivel 4 de las Reglas de Explotación, un escenario que creemos que se debe evitar a toda costa. La Propuesta De Lucas (2019) consigue eliminar por completo las situaciones de excepcionalidad hidrológica y no trasvase por lo que nos lleva a descartar las simulaciones 5 y 6 (tanteos 1 y 2).

Por tanto, teniendo en cuenta los análisis realizados y los resultados obtenidos a lo largo de este apartado, consideramos que la Propuesta CEDEX (2020) debe ser rechazada desde un punto de vista racional y reemplazada por una mejor propuesta, como la que planteamos en el siguiente capítulo, partiendo de la Propuesta De Lucas (2019), pero manteniendo la comparabilidad con la Propuesta CEDEX.

6. Propuesta AMREEB

En el apartado anterior se ha mostrado el proceso que se hace siguiendo a De Lucas (2019) para llegar a la propuesta de modificación de Reglas de Explotación que aquí se presenta. En este proceso se ha ido avanzando paso a paso, modificando ligeramente las hipótesis de partida en cada simulación y mostrando los resultados de la evolución previsible de los niveles de embalse en Entrepeñas y Buendía, así como las cantidades trasvasadas, con diferentes Reglas de Explotación en el periodo 1980-mayo de 2020. Un punto clave de las simulaciones es considerar que las salidas hacia el Tajo son las dadas por los desembalses de referencia actuales, es decir, 365 hm³. Recopilando lo aprendido de estas simulaciones, las líneas de la propuesta de cambio son:

- En el Nivel 1, que sería una situación de “abundancia” si recuperamos la terminología que se planteó en la determinación de excedentes del borrador del Plan del Tajo de 1995, se puede entrar con relativa facilidad, lo que desestabiliza el sistema. Las Reglas de Explotación actuales no permiten que se recupere totalmente en los periodos de mayores aportaciones, ocasionando que los periodos secos se afronten con un nivel bajo de reservas. En este sentido, la propuesta de modificación de los parámetros va en dos líneas. La primera es elevar el umbral de reservas de 1300 hm³ a 2000 hm³. La segunda debiera ser eliminar la posibilidad de que se pueda entrar en este nivel cuando las aportaciones de los 12 meses anteriores superen un determinado umbral (actualmente 1200 hm³). Elevar este umbral a 1400 hm³, como se plantea en la Propuesta CEDEX, tiene prácticamente el mismo efecto, asumiéndose el cambio en esta propuesta.
- En el Nivel 2, que se puede asociar a la normalidad en el planteamiento de excedentes del borrador del Plan del Tajo de 1995, la cantidad que se trasvasa actualmente (38 hm³/mes, que mantenida 12 meses es 456 hm³/año) es desproporcionadamente alta. No es sostenible mantener este trasvase continuamente con las aportaciones actuales, provocando las recurrentes situaciones de Nivel 3, llegando al Nivel 4. El valor planteado en Propuesta CEDEX (27 hm³/mes) es una reducción importante, que permite una mejora de la situación. No obstante, esta mejora es insuficiente, planteándose el valor de 20 hm³/mes en esta propuesta. Se han realizado simulaciones con valores intermedios (entre 20 y 27 hm³/mes), en los que se puede ver cómo se reduce el tiempo en Nivel 3 al disminuir el trasvase en Nivel 2.

- A su vez, acompañando a esta reducción en el Nivel 2, se propone rebajar también el máximo trasvase a autorizar en Nivel 3 a 10 hm³/mes, con la finalidad de que la gestión sea diferente a la del Nivel 2 y funcione en la práctica como un nivel de protección, que evite la caída del sistema hasta el Nivel 4.
- Respecto a la regla vigente, las cantidades trasvasadas en el Nivel 1 (60 hm³), la curva de excepcionalidad hidrológica del Nivel 3 y el volumen de embalse mínimo en el que no se realizan trasvases (400 hm³) se mantienen respecto a la Regla de Explotación actual.

La redacción literal de la Propuesta AMREEB de Regla de Explotación, teniendo en cuenta los puntos aquí mencionados, se muestra en el apartado siguiente.

6.1. Definición literal de la Regla de Explotación Propuesta AMREEB

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).¹⁸

- 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 1400 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, y las aportaciones conjuntas registradas en los últimos doce meses sean inferiores a 1400 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, 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 10 hm³/mes.

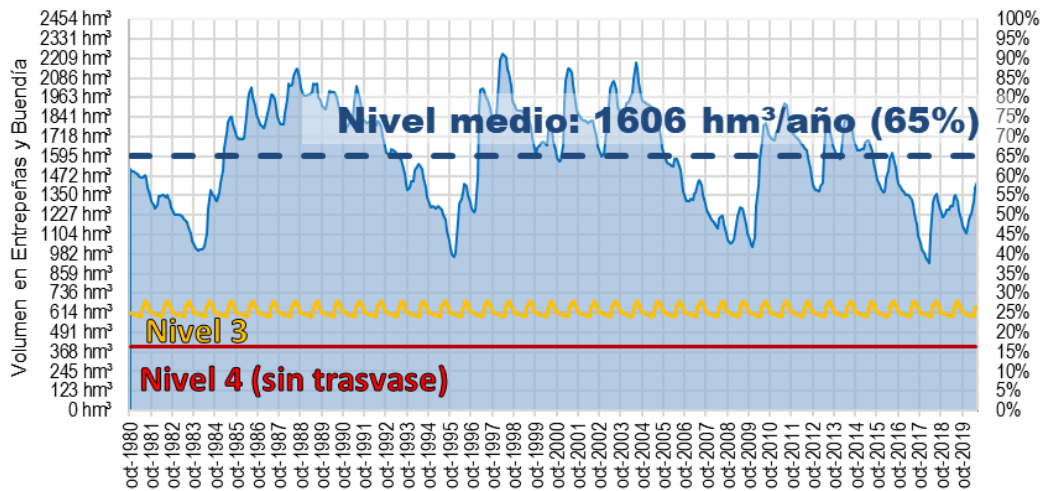
- Nivel 4. Se dará esta situación cuando las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 400 hm³, en cuyo caso no cabe aprobar trasvase alguno.

¹⁸ Este es el primer párrafo del artículo 1 del Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura. La redacción de la regla propuesta aquí reproduce línea por línea la Regla de Explotación actual modificando solamente sus parámetros, tal y como autoriza el párrafo sexto del punto primero de la disposición adicional quinta de la Ley 21/2015.

6.2. Análisis comparativo de los resultados de las propuestas de AMREEB y del CEDEX

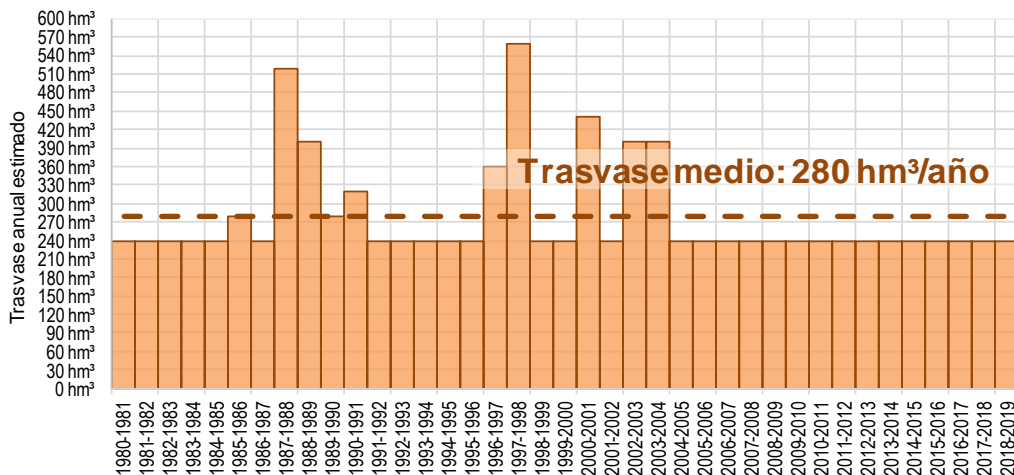
El resultado de la modelización de la Regla de Explotación propuesta por AMREEB se muestra en las figuras 13 y 14. La propuesta es muy similar a la de De Lucas (2019) siendo las principales diferencias la adopción de la curva de excepcionalidad hidrológica y la fijación del umbral de 1400 hm³ para las aportaciones acumuladas en los últimos doce meses. De esta forma la propuesta es fácilmente comparable con la regla actual y la propuesta del CEDEX.

Figura 13. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación (Propuesta AMREEB)



Fuente: elaboración propia

Figura 14. Trasvases estimados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación (Propuesta AMREEB)

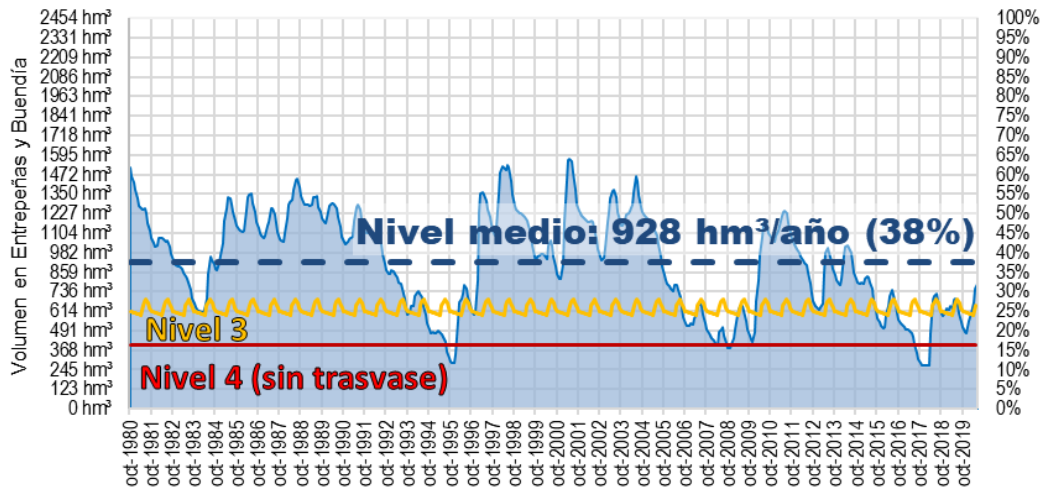


Fuente: elaboración propia

Con el objetivo de comparar nuestra propuesta con la del CEDEX, tanto desde un punto de vista visual como cuantitativo, y poder realizar alguna simulación adicional, se han introducido los parámetros de referencia del CEDEX en nuestro modelo de simulación que sigue la

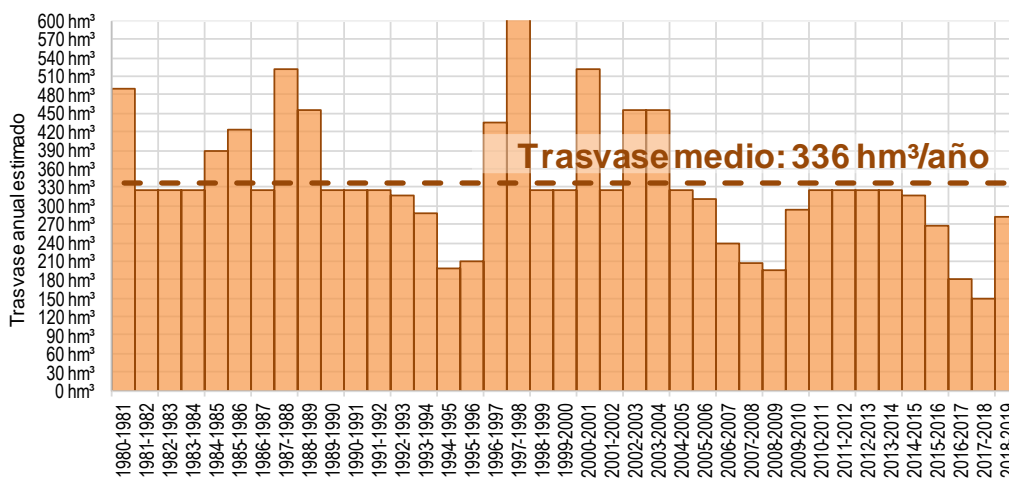
metodología de De Lucas (2019). Los resultados de esta modelización aparecen en las figuras 15 Y 16.

Figura 15. Evolución de niveles en Entrepeñas y Buendía que se tendría con las Reglas de Explotación de Propuesta CEDEX aplicando el método de cálculo descrito en De Lucas (2019)



Fuente: elaboración propia a partir de las hipótesis CEDEX (2020)

Figura 16. Trasvases estimados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación de Propuesta CEDEX aplicando el método de cálculo descrito en De Lucas (2019)



Fuente: elaboración propia a partir de las hipótesis CEDEX (2020)

La modelización de la propuesta del CEDEX mediante la metodología de De Lucas (2019) se aproxima mucho a los resultados de la modelización original del CEDEX. Por ejemplo, en cuanto a los meses de permanencia en los niveles 3 y 4, los resultados son, respectivamente, 4% y 19% frente al 5% y 19% del CEDEX y los volúmenes medios de trasvase son 336 hm³ frente a los 326 hm³ del CEDEX, una diferencia de apenas un 3%. En el caso del volumen medio de embalse la diferencia, aunque es más elevada (un 5%, 928 hm³ vs. 883 hm³ del CEDEX), se mantiene dentro de un intervalo razonable. En consecuencia, desde nuestro punto de vista, esta diferencia del 5%, junto con una coincidencia casi perfecta en los niveles de las Reglas de Explotación y las cantidades trasvasadas, utilizando metodologías diferentes, es

perfectamente asumible a los efectos de las comparaciones y simulaciones realizadas aquí. En la Tabla 12 se muestran los principales resultados de nuestra propuesta comparándolos con las reglas vigentes y la propuesta del CEDEX simulada mediante nuestra metodología.

Tabla 12. Resultados cuantitativos de las simulaciones 2, 4, 4bis y 8

Simulación	% meses Nivel 4	% meses Nivel 3	Vol. medio (hm ³)	Vol. medio (%)	Trasvase medio (hm ³ /año)
2. Reglas de Explotación actuales (R.D. 773/2014)	10	30	758	31 %	366
4. Propuesta CEDEX (2020)	5	19	883	36 %	326
4bis. Propuesta CEDEX (2020) simulada mediante De Lucas (2019)	4	19	928	38 %	336
8. Propuesta AMREEB (2020)	0	0	1606	65 %	280

Fuente: elaboración propia, De Lucas (2019) y CEDEX (2020)

Teniendo en cuenta tanto los datos de la Tabla 12 creemos, sinceramente, que la propuesta de AMREEB desde una perspectiva global es mejor que la del CEDEX, especialmente en lo relativo a los objetivos principales especificados por la Comisión Central de Explotación en su encargo al CEDEX (MITERD, 2020) y la Ley 21/2015. Más específicamente, consideramos que la Propuesta AMREEB es mejor que la propuesta del CEDEX porque:

1. Elimina por completo la entrada en los niveles 3 y 4. Este es uno de los objetivos principales de la modificación de la Regla de Explotación.
2. Estabiliza mucho mejor los trasvases interanualmente. Este es el otro de los objetivos principales de la modificación, aunque no se puede deducir la prioridad de uno u otro.
3. Aumenta de forma significativa el nivel medio de embalse.

El aumento del volumen medio de embalse y la reducción del trasvase medio anual (de un 15% aproximadamente respecto a la propuesta del CEDEX) no son sino consecuencias obligadas del cumplimiento de los objetivos solicitados por la Comisión Central de Explotación: minimización de la entrada en el Nivel 3 y estabilización de los trasvases. Nuestra propuesta cumple completamente, al 100%, la petición de la Comisión. Adicionalmente, consideramos que las consecuencias positivas de la Propuesta AMREEB compensan sobradamente los impactos de la reducción estimada de los volúmenes trasvasados.

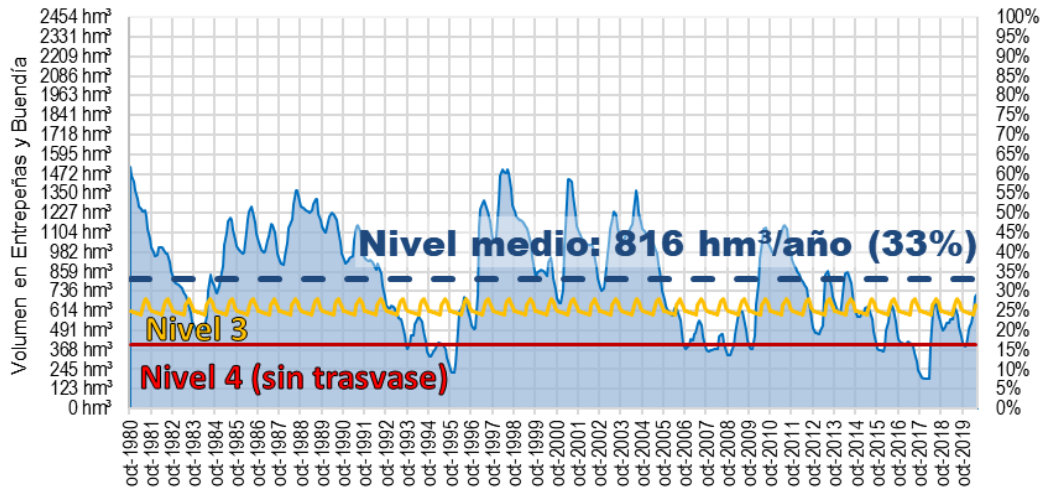
Para terminar el análisis llevado a cabo, en la siguiente sección, evaluaremos la robustez de las Reglas de Explotación de ambas propuestas cuando se produce un cambio significativo en las condiciones del sistema de cabecera del Tajo.

6.3. Análisis comparativo de la modificación de los desembalses de referencia al Tajo

La planificación del funcionamiento de las infraestructuras no puede limitarse a tener en cuenta el presente; los sistemas y las normas que los rigen deben tener en cuenta, en la medida de lo posible, el futuro y, especialmente, el futuro cercano. En este sentido es imprescindible contemplar en los análisis aquellas posibilidades que ya han sido previstas aunque todavía no hayan sucedido. Este es el caso de los desembalses de referencia desde EyB a la cuenca del Tajo para el abastecimiento de Madrid, cuestión que queda recogida en el

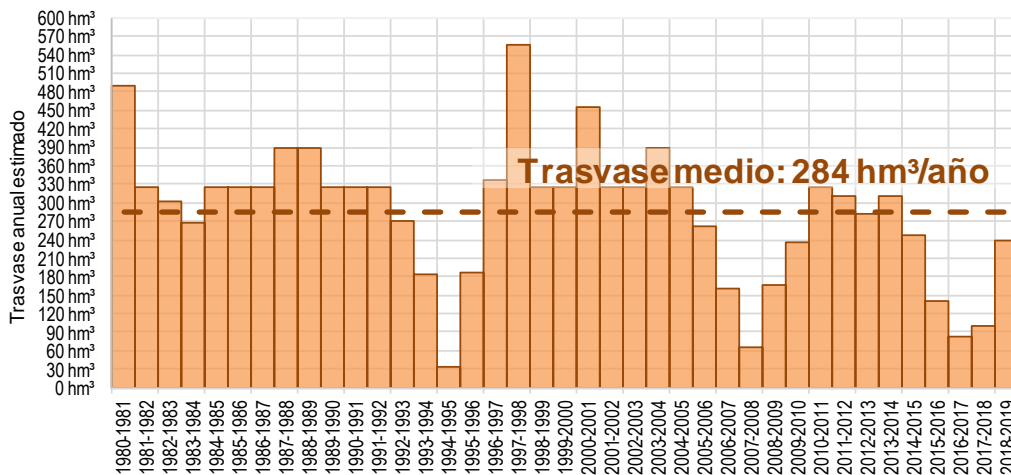
artículo 4.3 del Real Decreto 773/2014. En dicho artículo esta cantidad se fija en 2 m³/s que, redondeando, son unos 60 hm³ anuales. Por tanto, en este apartado analizaremos el impacto del aumento de los desembalses de referencia sobre las propuestas de Reglas de Explotación del CEDEX (2020) y de AMREEB (2020).

Figura 17. Evolución de niveles en Entrepeñas y Buendía que se tendría con las Reglas de Explotación de Propuesta CEDEX, con los desembalses de referencia que contemplan el abastecimiento de Madrid, aplicando el método de cálculo descrito en De Lucas (2019)



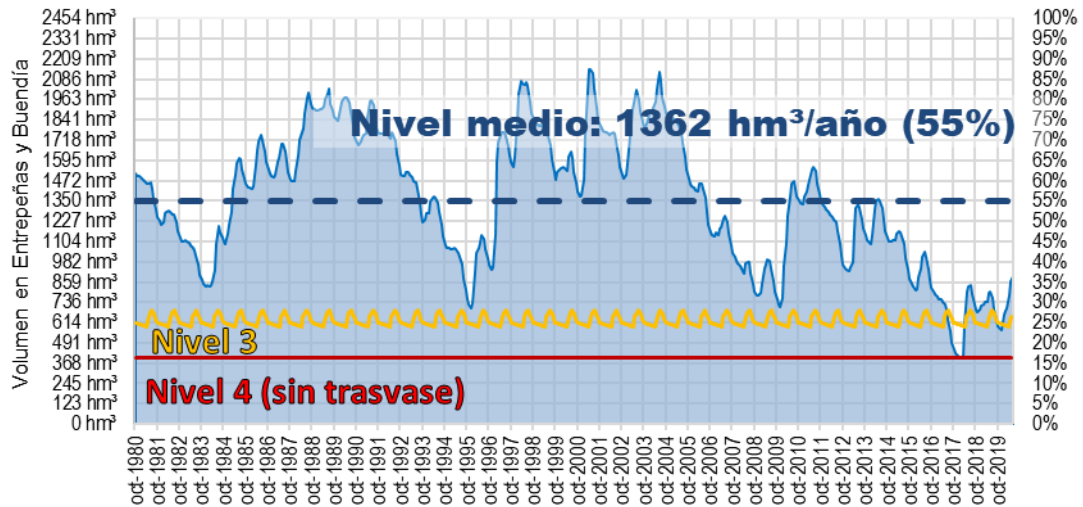
Fuente: elaboración propia a partir de las hipótesis CEDEX (2020)

Figura 18. Trasvases estimados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación de Propuesta CEDEX, con los desembalses de referencia que contemplan el abastecimiento de Madrid, aplicando el método de cálculo descrito en De Lucas (2019)



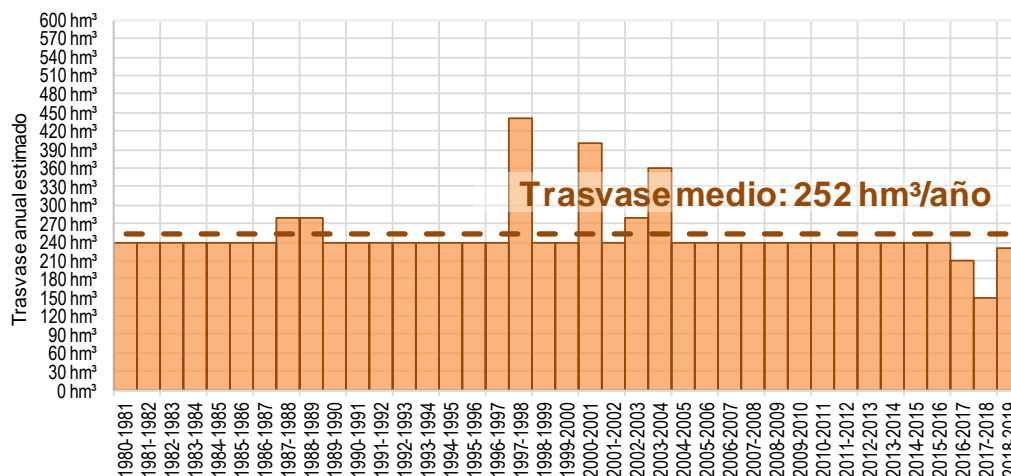
Fuente: elaboración propia a partir de las hipótesis CEDEX (2020)

Figura 19. Volúmenes en Entrepeñas y Buendía con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación (Propuesta AMREEB), con los desembalses de referencia que contemplan el abastecimiento de Madrid (425 hm³)



Fuente: elaboración propia

Figura 20. Traslases estimados con la simulación de la propuesta de nuevas Reglas de Explotación (Propuesta AMREEB), con los desembalses de referencia que contemplan el abastecimiento de Madrid (425 hm³)



Fuente: elaboración propia

En la propuesta del CEDEX no se considera esta posibilidad, a pesar de que se encuentra contemplada en la legislación. Por ello, para evaluar el impacto de esta modificación recurriremos de nuevo a parametrizar nuestro modelo con los datos de la propuesta del CEDEX, aumentando los desembalses de referencia desde los 365 hm³ anuales por defecto hasta 425 hm³. Con estos desembalses hacia el Tajo la situación previsible de existencias en Entrepeñas y Buendía, así como las cantidades trasvasadas serían las de las figuras 17 Y 18. Los resultados de la propuesta de AMREEB se muestran en las figuras 19 Y 20, mientras que la comparación cuantitativa entre ambos resultados se puede ver en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultados cuantitativos de las simulaciones 2, 4bis y 8-10.

Simulación	% meses Nivel 4	% meses Nivel 3	Vol. medio (hm ³)	Vol. medio (%)	Trasvase medio (hm ³ /año)
2. Reglas de Explotación actuales (R.D. 773/2014)	10	30	758	31 %	366
4bis. Propuesta CEDEX (2020) simulada mediante De Lucas (2019)	4	19	928	38 %	336
9. Propuesta CEDEX (2020) simulada mediante De Lucas (2019) con abastecimiento a Madrid	11	25	816	33 %	284
8. Propuesta AMREEB (2020)	0	0	1.606	65 %	280
10. Propuesta AMREEB (2020) con abastecimiento a Madrid	0,6	2	1.362	55 %	252

Fuente: elaboración propia, De Lucas (2019) y elaboración propia a partir de las hipótesis CEDEX (2020).

En este escenario la propuesta del CEDEX nos devolvería a una situación muy similar a la de las actuales Reglas de Explotación (ver simulación 1); situación que se consideraba no admisible y que ha generado la demanda de modificar las Reglas de Explotación. EyB pasarían un 36% de los meses en los niveles 3 y 4 y el embalse estaría en términos medios a un tercio de su capacidad. Respecto a la simulación sin modificar los desembalses de referencia (4bis), el nivel de embalse descendería más de 100 hm² y el trasvase medio unos 50 hm³. Este resultado, en un escenario contemplado en la legislación, muestra la falta de robustez de la Propuesta CEDEX ante cambios negativos imprevistos.

Dado que De Lucas sí que tuvo en cuenta esta posibilidad cuando realizó su propuesta (ver final del apartado 5.1) sus reglas son más robustas. En consecuencia, la propuesta de AMREEB, solo entraría en los niveles 3 y 4 menos de un 3% de las veces. Esto solo sucedería al final del período analizado, coincidiendo con el peor ciclo de escasez de aportaciones. Respecto a la situación donde no se modificaban los desembalses de referencia, el nivel de embalse descendería de forma muy acusada (unos 240 hm³) al estar suficientemente lleno como para poder amortiguar el impacto de la nueva situación. No obstante, dicho nivel se mantendría al 55%, muy por encima de la situación con las reglas actuales. Como consecuencia de esta capacidad de amortiguación, el descenso del trasvase medio no llega a los 30 hm³. En definitiva, la propuesta de AMREEB permitiría a los embalses de EyB cumplir su función de regulación.

Por tanto, la propuesta de AMREEB no solo cumple mejor los objetivos del encargo de la Comisión Central de Explotación sino que, además, es más robusta que la del CEDEX y, en consecuencia, el sistema de cabecera funcionando bajo estas reglas tendría una mayor capacidad de gestionar situaciones imprevistas que incrementasen el consumo de recursos hídricos. No hace falta mencionar que, con el cambio climático, estas situaciones son cada vez más probables. Por el contrario, ante una situación así, con las reglas de explotación del CEDEX, ante la permanencia de más de un tercio del tiempo en los niveles 3 y 4, sería necesario plantear una nueva modificación de las reglas.

Una vez definida específicamente la propuesta de AMREEB y habiendo procedido a comparar sus resultados con los de la propuesta del CEDEX, no queda más que ofrecer nuestras conclusiones.

7. Conclusiones

Este (contra)informe se prepara a raíz de la petición que la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura realiza al CEDEX para que elabore un informe sobre las Reglas de Explotación del Trasvase Tajo Segura, incluyendo una propuesta de modificación que minimice la permanencia de los embalses de Entrepeñas y Buendía en el Nivel 3 y proporcione estabilidad interanual a los volúmenes trasvasados. Tras analizar las Reglas de Explotación se plantea una propuesta de modificación de algunos de sus parámetros: la Propuesta AMREEB, al amparo de lo dispuesto en la disposición adicional quinta de la Ley 21/2015.

Tras analizar los resultados de la Propuesta AMREEB y compararlos con los de la propuesta del CEDEX, tanto con los desembalses de referencia hacia el Tajo vigentes (365 hm³) como incluyendo también la cuantía legalmente reservada para el abastecimiento a Madrid (60 hm³), se concluye que la propuesta AMREEB se comporta, tanto en términos generales como particulares, mejor que la del CEDEX.

La propuesta del CEDEX reduce, pero no minimiza, las situaciones hidrológicas excepcionales (Nivel 3) ni elimina las de Nivel 4 (trasvase nulo). Tampoco mejora sustancialmente la estabilidad interanual de los volúmenes trasvasados. En definitiva, la propuesta del CEDEX evita hacer los cambios sustanciales imprescindibles. Nuestra propuesta, en comparación con la del CEDEX logra:

- La estabilización interanual de los trasvases (ver Figura 14). Este hecho proporciona una certidumbre que permite la adopción de decisiones en condiciones óptimas en relación con el suministro de agua en la cuenca receptora.
- La eliminación completa de las situaciones de excepcionalidad hidrológica (Nivel 3) así como también de las de Nivel 4 (trasvase nulo), tal y como puede verse en la Figura 13 y la Tabla 12.

Estos dos puntos son los objetivos fundamentales de la modificación de las Reglas de Explotación. No obstante, la Propuesta AMREEB aporta beneficios adicionales, tanto para la cuenca receptora de las aguas del trasvase como para la cuenca cedente o para ambas.

Beneficios adicionales en la cuenca receptora del trasvase:

- Fijación de un límite inferior a los volúmenes trasvasados, como consecuencia de su estabilización. Por tanto, la cuenca receptora recibirá siempre un mismo volumen mínimo o más, pero nunca menos.
- Eliminación de los trasvases nulos, al desaparecer por completo el Nivel 4.

- Aumento de las cantidades totales trasvasadas acumuladas en el futuro al evitar la aparición de situaciones de los niveles 3 y 4 que tienen restricciones a los trasvases. Teniendo en cuenta la evolución del cambio climático esta cuestión puede llegar a ser muy importante.

Beneficios adicionales para ambas cuencas:

- Incremento de la capacidad de regulación hiperanual de Entrepeñas y Buendía al reducirse los volúmenes mensuales de trasvase.
- Incremento de la robustez del sistema, permitiendo una mejor gestión de eventos o sucesos imprevistos, especialmente los asociados a situaciones de escasez. El incremento de los desembalses de referencia podría ser un buen ejemplo de este tipo de suceso.
- Reducción de las tensiones interterritoriales debido a una gestión más justa y equitativa del TTS.

Beneficios adicionales para la cuenca cedente:

- Aumento muy significativo del volumen medio de embalse que permite también su utilización para actividades turísticas, de ocio y recreativas, promoviendo el desarrollo socioeconómico de la zona y evitando la despoblación.

Como ya hemos mencionado al principio del informe, los impactos negativos del trasvase en la cabecera de la cuenca del Tajo han sido ignorados tradicionalmente de forma sistemática. No obstante, esta situación no puede prolongarse más ya que el TTS es una infraestructura para el “aprovechamiento conjunto de los recursos” y la consideración del desarrollo económico de la cuenca cedente está incluida en la normativa desde el principio mismo de la aprobación del trasvase. Por ejemplo, de acuerdo con la Ley 21/1971, sobre el aprovechamiento conjunto Tajo-Segura, **“los distintos usuarios de la cuenca del Tajo, (que) no han de ver mermadas sus posibilidades de desarrollo por escasez de recursos hidráulicos, como consecuencia del trasvase”** (Preámbulo). Más recientemente, la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional, al hablar del volumen por debajo del que no se puede trasvasar dice **“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”** (Disposición adicional tercera).

Por tanto, instamos a la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura a implementar urgentemente la Propuesta AMREEB de Reglas de Explotación puesto que dicha propuesta, además de cumplir escrupulosamente con los objetivos solicitados, proporcionaría beneficios adicionales a la zona de cabecera de la cuenca, beneficios razonables a la luz tanto del espíritu como de la letra de las normas.

Por el contrario, la propuesta del CEDEX cumple los objetivos solicitados en mucha menor medida que la de AMREEB (o directamente no los cumple), no proporciona beneficios adicionales a la cuenca cedente y perpetúa unas reglas de explotación que han provocado la desastrosa situación actual que ha obligado a solicitar este informe.

Toledo, a 18 de julio de 2020

8. Referencias

1. BOE. (1971). Ley 21/1971, de 19 de junio, sobre el aprovechamiento conjunto Tajo-Segura. «BOE» núm. 148, de 22/06/1971(148, de 22/06/1971). Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1971-778>
2. BOE. (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. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1980-23062>
3. BOE. (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.
4. BOE. (2001). Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. «BOE» núm. 161, de 06/07/2001. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-13042>
5. BOE. (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. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-14276>
6. BOE. (2003). Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. «BOE» núm. 280, de 22/11/2003. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-21339>
7. BOE. (2013). Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. «BOE» núm. 296, de 11/12/2013. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12913>
8. BOE. (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, 71634 a 71639. Obtenido de https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2014-9336
9. BOE. (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. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2015-8146>
10. Cabezas, F. (2013). *El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo-Segura. Anejo técnico. Consulta pública del RD 773/2014*. Madrid.
11. CEDEX. (2020). *Nota técnica sobre la propuesta de actualización parcial de la Regla de Explotación del Trasvase Tajo-Segura*. CEDEX, Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid: CEDEX.
12. CHT. (2018). *Plan Especial de Sequía. Demarcación Hidrográfica del Tajo. Orden TEC/1399/2018, de 28 de noviembre de 2018*. Confederación Hidrográfica del Tajo.
13. CHT. (2020). *Indicadores de escasez y de sequía*. Recuperado el 27 de 6 de 2020, de <http://www.chtajo.es/LaCuenca/SequiasAvenidas/Paginas/IndicadoresSequia.aspx>
14. De Lucas, A. (2019). *Concepto, análisis histórico y determinación de excedentes de la cuenca del Tajo: aplicación al trasvase Tajo-Segura. Tesis Doctoral*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá. Obtenido de http://elmeandro.com/td_cahdet/
15. 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: Infraestructura y Ecología, S.L. Recuperado el 03 de 03 de 2018, de http://www.chtajo.es/Servicios/InformPub/Documents/UsPubEmBuen/PLAN_EMBUEN/01_MEMORIA_ANEJOS/01_Memoria.pdf
16. MIMAM. (2001). *Tres casos de Planificación Hidrológica*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
17. MITERD. (2020). *Anuario de aforos 2016-17: Red Integrada de Estaciones de Aforos (SAIH-ROEA)*. Recuperado el 10 de 5 de 2020, de <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/anuario-de-aforos.aspx>
18. MITERD. (2020). La Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura encarga al CEDEX un informe para el abordaje de situaciones hidrológicas excepcionales. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Obtenido de <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/la-comisi%C3%B3n-central-de-explotaci%C3%B3n-del-acueducto-tajo-segura-encarga-al-cedex-un-informe-para-el-abordaje-de-situaciones-hidrol%C3%B3gicas-excepciona/tcm:30-509373>
19. San Martín, E., Larraz, B., & Gallego, M. S. (2020). When the river does not naturally flow: a case study of unsustainable management in the Tagus River (Spain). *Water International*, 45(3), 189-221.
20. San Martín, E., Larraz, 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. Obtenido de http://blog.uclm.es/grupotajo/files/2018/03/Informe-impactos-socioecon%C3%B3micos-ATS-en-AMREB-7-Marzo-2018_baja-resoluci%C3%B3n.pdf
21. Sandoval, J. M. (1989). *El Trasvase Tajo-Segura. Solución al desequilibrio hidrológico*. Madrid: Ediciones Nuevos Enfoques.
22. Tragsatec. (2018). *Estudio batimétrico de los embalses de Entrepeñas y Buendía*. Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo. Obtenido de http://www.chtajo.es/Confederacion/Publicaciones/Documents/Estudio%20Batimetrico%20Entrepe%C3%B1as-Buend%C3%ADa_2018.pdf