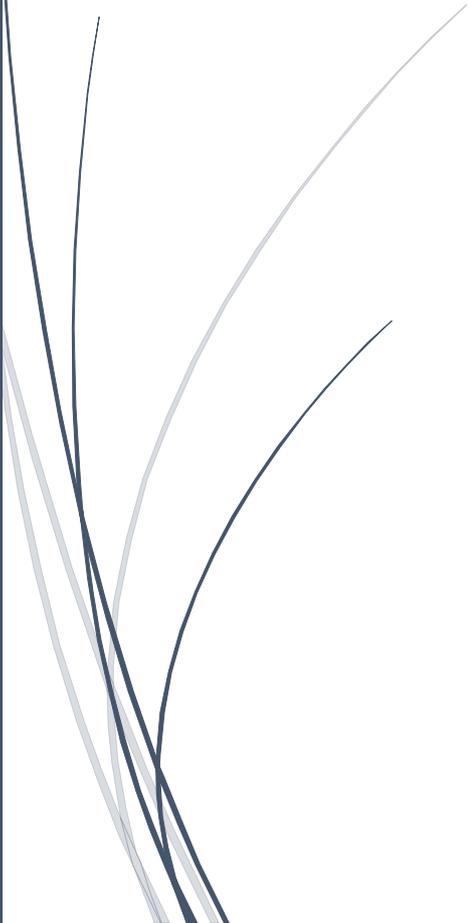




22-10-2018

DISEÑO DE UNA NUEVA REGLA DE EXPLOTACIÓN HIPERANUAL PARA LOS EMBALSES DE CABECERA DEL TAJO



Autor: Fernando Payán Villarrubia

DIRECTORA DEL PROYECTO FIN DE MASTER:
NURIA HERNÁNDEZ MORA

"El presente trabajo es un ejercicio práctico de Master presentado para optar al certificado de aptitud por los autores, realizado en parte como supuesto real y en parte con contenidos académicos. Su contenido, calidad y adecuación a la realidad son de la exclusiva responsabilidad de sus autores, así como los cálculos, aseveraciones, conclusiones y recomendaciones. Éstas no tienen por qué coincidir con las de los tutores-directores del trabajo, ni del Master, ni de sus organismos patrocinadores. La existencia de este trabajo no supone su aprobación ni la aceptación de su contenido."

*<< La propiedad se asustó
al ver que él no era ya el mismo;
dos nombres para una sola naturaleza
que ni dos ni una podía llamarse.*

*La razón, en sí misma confundida
veía unirse la división.>>*

William Shakespeare.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	ANÁLISIS HISTÓRICO DE LAS REGLAS DE EXPLOTACIÓN DEL TRASVASE TAJO – SEGURA.....	4
2.1	Fase previa a la explotación del trasvase Tajo – Segura (Hasta 1980).....	4
2.2	Inicio de la explotación del trasvase Tajo – Segura (1980 – 1998).....	8
2.3	Primera regla de explotación del ATS (1998 – 2014). La determinación de los excedentes.....	20
2.3.1	Determinación de los excedentes y la determinación de la curva de reserva mínima en el Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo de 1998.....	22
2.3.2	Curva de reserva de condiciones hidrológicas excepcionales.....	28
2.3.3	Diseño de la primera regla de explotación.....	30
2.4	Los nuevos ciclos de planificación hidrológica. Segunda regla de explotación del ATS (2014 – 2018).....	49
2.4.1	Proceso jurídico – técnico de aprobación de la segunda regla de explotación del TTS.....	49
2.4.2	Datos históricos desde el inicio del TTS en la cuenca del Tajo.....	65
2.4.3	Datos históricos desde el inicio del TTS en la cuenca del Segura.....	70
2.4.4	Resumen de los cuatro años de vigencia de la regla de explotación del RD 773/2014.....	73
2.4.5	Pérdidas en el TTS.....	74
3	REGLA DE EXPLOTACIÓN DEL RD 773/2014. ERRORES Y ACTUALIZACIÓN.....	76
3.1	Desembalses de referencia a la cuenca del Tajo.....	77
3.1.1	Régimen de caudales ecológicos en el río Tajo.....	84
3.1.2	Actualización de los usos consuntivos a los datos del último Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo.....	85
3.1.3	Usos y demandas fuera del tramo Bolarque – Aranjuez. Márgenes de seguridad.....	89

3.2	Cálculo de las reservas de cabecera.....	90
3.2.1	Curva de reserva mínima con un desembalse al Tajo de 425 hm ³ /año. ...	90
3.2.2	Umbral de recursos no trasvasables de 400 hm ³	92
3.2.3	El dinamismo de la curva de reserva mínima. Correcciones del umbral.	93
3.3	Curva de condiciones hidrológicas excepcionales.....	97
3.3.1	Errores jurídico – técnicos en la determinación de las condiciones hidrológicas excepcionales	97
3.3.2	Comprobación técnica de los errores.....	101
3.3.3	Corrección de los errores técnicos.....	103
3.4	La elección de los volúmenes trasvasables.....	105
3.4.1	Incumplimiento de los objetivos definidos por ley para el desarrollo de la regla de explotación del RD 773/2014. Sobreexplotación de la cabecera del Tajo.....	106
3.4.2	Sobreexplotación en la cuenca del Segura	116
3.4.3	Necesidad de actualizar los umbrales y volúmenes trasvasables de los niveles de explotación del TTS.	121
3.5	Modelo de gestión del TTS.....	124
3.5.1	Gestión de la abundancia en la cuenca del Segura.	126
3.5.2	Modelo teórico alternativo.....	128
3.5.3	Regla de explotación hiperanual con los parámetros del RD 773/2014.	130
4	REGLA DE EXPLOTACIÓN HIPERANUAL. LA PRIORIDAD DE LA CUENCA CEDENTE	142
4.1	Desembalses de referencia.....	143
4.1.1	Distribución mensual del desembalse de referencia para la reserva mínima	144
4.1.2	Distribución mensual del desembalse de referencia para la explotación ordinaria del SE cabecera	149
4.2	Curva de reserva mínima	150

4.3	Curva de condiciones hidrológicas excepcionales.....	152
4.4	Regla de explotación hiperanual	156
4.4.1	El trasvase de diseño en la cuenca del Segura. Umbrales y volúmenes de trasvase.	157
4.4.2	El balance en la cuenca del Tajo	158
4.4.3	El balance en la cuenca del Segura.....	162
4.4.4	Comparación de la regla de explotación hiperanual con la regla del PHDT 2011.	166
5	CONCLUSIONES.....	169
6	BIBLIOGRAFÍA	173
	ANEJO 1.- MODELO MATEMÁTICO Y PROCESO DE CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO.....	176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Distribución de las dotaciones del trasvase Tajo - Segura. Fuente: Disposición Adicional Primera Ley 52/1980	6
Tabla 2.- Definición de condiciones hidrológicas excepcionales (hm^3/mes). Fuente: Normativa del PHCT de 1998	21
Tabla 3.- Desembalse considerado en el PHCT 1998 – (hm^3/mes).....	25
Tabla 4.- Desembalse al río Tajo más trasvase mínimo (hm^3/mes) utilizado para la obtención de la curva de situaciones hidrológicas excepcionales. Elaboración propia..	29
Tabla 5.- Regla de explotación del TTS de 1998. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997).....	33
Tabla 6.- Desembalse de referencia (hm^3/mes) con trasvase de emergencia de $23 \text{ hm}^3/\text{mes}$. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997).....	35
Tabla 7.- Datos estadísticos de las series de recursos hídricos regulados en la cuenca del Segura ($\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)	47
Tabla 8.- Propuesta de distribución trimestral de caudales mínimos (m^3/s) ecológicos en puntos de control. Elaboración propia. Fuente: (CHT, Plan Hidrológico de cuenca de la parte española de la demarcación hidrográfica del Tajo, 2011)	52
Tabla 9.- Definición de niveles 1 y 2 en la regla de explotación de la Ley 21/2015. Elaboración propia. Fuente: (LEY 21/2013, 2013)	55
Tabla 10.- Regla de explotación del TTS en la Ley 21/2015. Elaboración propia. Fuente: (LEY 21/2013, 2013).....	57
Tabla 11.- Circunstancias hidrológicas excepcionales (hm^3). Fuente: Art.26.3 del RD 270/2014	59
Tabla 12.- Régimen de caudales mínimos (m^3/s) en los puntos de control. Elaboración propia. Fuente: Anejo VII Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo 2009 -2015..	60
Tabla 13.- Regla de explotación RD 773/2014. Elaboración propia. Fuente: RD 773/2014	62
Tabla 14.- Curva de reserva mensual de condiciones hidrológicas excepcionales (hm^3). Fuente: RD 773/2014	62
Tabla 15.- Desembalse de referencia hacia el río Tajo. Fuente: RD 773/2014.....	63

Tabla 16.- Indicadores de funcionamiento del TTS en la cabecera del Tajo. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/).	70
Tabla 17.- Indicadores de la cuenca del Segura con el funcionamiento del TTS. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)	72
Tabla 18.- Indicadores de la cuenca del Tajo para la vigencia de la regla de explotación del RD 773/2014. Elaboración Propia. Fuente: Estadísticas de la CHT.	73
Tabla 19.- Demandas consuntivas propias de la cuenca del Tajo asociadas a su cabecera. Fuente: (Cabezas, 2013)	79
Tabla 20.- Desembalse de referencia para el cálculo de la reserva mínima (hm ³). Fuente: (Cabezas, 2013)	80
Tabla 21.- Desembalse de referencia del RD 773/2014 (hm ³). Fuente: (RD 773, 2014)81	
Tabla 22.-Incremento mínimo necesario para elevar el caudal de Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina hasta el régimen de caudales ecológicos trimestrales (hm ³). Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2011)	84
Tabla 23.- Comparación de asignaciones de las unidades de demanda urbana (hm ³ /año). Elaboración propia.....	86
Tabla 24.- Comparación de asignaciones de las unidades de demanda agraria (hm ³ /año). Elaboración propia.....	87
Tabla 25.- Comparación de asignaciones de las unidades de demanda agraria (hm ³ /año). Elaboración propia.....	88
Tabla 26.- Comparación de retornos de las unidades de demanda agraria de cabecera (hm ³ /año). Elaboración propia.....	88
Tabla 27.-Volúmenes asignados a los diferentes usos no habituales de cabecera (hm ³). Elaboración propia. Fuente: (CHT, Feb-2018).....	89
Tabla 28.- Distribución mensual porcentual de la evaporación. Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo - Segura	90
Tabla 29.- Curva de reserva mensual que garantiza los usos de cabecera del Tajo (hm ³). Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura.	91
Tabla 30.- Desembalse de cálculo para las condiciones hidrológicas excepcionales aplicando los criterios del Anexo Técnico (hm ³). Elaboración propia.....	101

Tabla 31.- Comparativa entre el trasvase mínimo propuesto en el RD 773/2014 y el del PH Cuenca del Tajo 1998 (hm ³). Elaboración propia. Fuentes: CHT, 1998 y Cabezas, 2013.....	101
Tabla 32.- Desembalse aplicado para obtener la curva de condiciones hidrológicas excepcionales (362 + 200) (hm ³). Elaboración propia	101
Tabla 33.- Desembalse de cálculo de la curva de condiciones hidrológicas excepcionales (425 + 200) (hm ³). Elaboración propia.....	103
Tabla 34.- Curva de reserva de las condiciones hidrológicas excepcionales sin aplicar restricciones en la cuenca del Tajo (hm ³). Elaboración propia.	104
Tabla 35.- Indicadores de la regla de explotación del RD 773/2104 38/20. Elaboración propia.....	107
Tabla 36.- Rango de funcionamiento de la regla de explotación del RD 773/2014 variando el trasvase en Nivel 3 entre 0 y 20 hm ³ /mes. Elaboración propia	112
Tabla 37.- Resultado de indicadores modificando el volumen trasvasable en Nivel 2 a 30 hm ³ . Elaboración propia	113
Tabla 38.- Comparativa entre indicadores modificando el volumen trasvasable en Nivel 2. Elaboración propia.....	113
Tabla 39.- Indicadores con la nueva curva de condiciones hidrológicas excepcionales. Elaboración propia.....	122
Tabla 40.- Indicadores de la cuenca del Segura con la regla de explotación del RD 773/2014. Elaboración propia	127
Tabla 41.- Recursos gestionados en la cuenca del Segura (aportaciones + TTS) en los diferentes periodos húmedos y secos. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).....	127
Tabla 42.- Volumen trasvasable en los niveles de explotación del TTS con la regla de explotación hiperanual según los criterios del RD 773/2014. Elaboración propia	133
Tabla 43.- Volumen de existencias conjuntas indicadoras de incrementar el volumen trasvasable mensual hasta 68 hm ³ /mes (hm ³). Elaboración propia	134
Tabla 44.- Regla de explotación hiperanual del TTS, basada en los criterios del RD 773/2014. Elaboración propia.	134
Tabla 45.- Curva de los umbrales de la regla de explotación hiperanual del TTS, según los criterios del RD 773/2014. Elaboración propia.	135

Tabla 46.- Comparación de indicadores de la cuenca del Tajo. RD 773/2014 y Regla alternativa. Elaboración propia.....	139
Tabla 47.- Comparativa de indicadores de recursos regulados en la cuenca del Segura. Elaboración propia.....	140
Tabla 48.- Asignaciones de usos de cabecera del Tajo aguas arriba de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Distribución mensual y anual (hm^3/mes y $\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2016)	144
Tabla 49.- Asignaciones de usos de cabecera del Tajo aguas abajo de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Distribución mensual y anual (hm^3/mes y $\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2016)	144
Tabla 50.- Necesidades ambientales del Tajo para implantar el régimen de caudales ecológicos. Distribución mensual y anual (hm^3/mes y $\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2011).	145
Tabla 51.- Reservas dependientes del SE cabecera. Distribución mensual y anual (hm^3/mes y $\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2016).....	145
Tabla 52.- Desembalses de referencia para cumplir con la garantía “ <i>de las demandas actuales y futuras de todos los usos y aprovechamientos de la cuenca cedente, incluidas las restricciones medioambientales</i> ”. Distribución mensual y anual (hm^3/mes y $\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración Propia. Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011).....	146
Tabla 53.- Desembalse de referencia para la curva de reserva mínima. Distribución mensual y anual (hm^3/mes y $\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración propia. Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011)	148
Tabla 54.- Desembalse de referencia en situación ordinaria. Distribución mensual y anual (hm^3/mes y $\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración propia. Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011).....	149
Tabla 55.- Desembalses de referencia en situación de sequía y situación ordinaria. Distribución mensual y anual (hm^3/mes y $\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración propia. Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011)	149
Tabla 56.- Curva de reserva definitiva de las condiciones hidrológicas excepcionales (hm^3). Elaboración propia	156
Tabla 57.- Trasvase mensual en cada uno de los niveles de explotación del TTS (hm^3/mes).	158
Tabla 58.- Umbral de existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía que define el trasvase de $68 \text{ hm}^3/\text{mes}$. Distribución mensual hm^3/mes . Curva de resguardo – 50 hm^3 . Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2017).....	158

Tabla 59.-Regla de explotación del TTS (hm ³). Elaboración propia	158
Tabla 60.- Umbrales del estado de los embalses de cabecera del Tajo	160
Tabla 61.- Indicadores de la regla de explotación del TTS hiperanual relativos a la cuenca del Tajo. Elaboración propia	162
Tabla 62.- Indicadores en la cuenca del Segura con la regla de explotación hiperanual y 200 hm ³ /año de agua desalada. Elaboración propia.	165
Tabla 63.- Regla de explotación del PHDT 2011. Fuente: (CHT, 2011)	167

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Aportaciones en Bolarque y media móvil de 10 años. Elaboración propia. Fuente (Martín Mendiluce & Pliego Gutierrez, 1967).	5
Gráfico 2.- Aportaciones – Salidas – Existencias en la cabecera del Tajo 1913 – 1980. Elaboración propia. Fuente: Red de seguimiento del estado e Información Hidrológica. 7	7
Gráfico 3.- Descenso de aportaciones en Entrepeñas y Buendía en los periodos 1912 - 1980 y 1980 -2017. Elaboración Propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/).	8
Gráfico 4.- Aportaciones aforadas en la cabecera del Segura en el periodo 1930 – 2018. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).	9
Gráfico 5.- Trasvase a las Tablas de Daimiel por el TTS 1987 - 1996. Elaboración propia. Fuente: Informe CCEATS 2014	10
Gráfico 6.- Serie de aportaciones y existencias embalsadas en cabecera del Tajo en el periodo 1958-1998. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	11
Gráfico 7.- Desembalses al río Tajo y Volumen trasvasado en la serie 1978-1998, en comparación con el máximo volumen trasvasable teórico. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	12
Gráfico 8.- Aportaciones en cabecera y desembalses al Tajo (1958 - 1998). Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	13

Gráfico 9.- Relación entre los desembalses anuales al Tajo y las aportaciones anuales a los embalses de cabecera. Elaboración Propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	14
Gráfico 10.- Correlación entre desembalses al Tajo y Aportaciones a los embalses de cabecera. Elaboración Propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	15
Gráfico 11.- Desembalses promedio al río Tajo en los periodos 1948 - 1980 y 1980 - 1998. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/).	15
Gráfico 12.- Datos hidrológicos fundamentales del funcionamiento de los embalses de cabecera del Tajo. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	16
Gráfico 13.- Desembalses anuales en la cuenca del Segura 1960-1982. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).....	18
Gráfico 14.- Gráfico 9.- Desembalses anuales, existencias embalsadas al finalizar el año hidrológico y aportaciones + TTS en la cuenca del Segura (aportaciones más trasvase Tajo – Segura) 1960-1982. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)	18
Gráfico 15.- Desembalses anuales, existencias embalsadas al finalizar el año hidrológico y aportaciones + TTS en la cuenca del Segura (aportaciones más trasvase Tajo – Segura) 1960-1998. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)	19
Gráfico 16.- Curvas definitorias de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Elaboración propia. Fuente: CHT, 1998	22
Gráfico 17.- Desembalses a la cuenca del Tajo 1949 - 1998 y desembalse de referencia (370 hm ³ /año). Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	25
Gráfico 18.- Caudal del río Tajo en Aranjuez en dos periodos de tiempo antes y después del TTS. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/).	25
Gráfico 19.- Valores mensuales de la curva de reserva mínima de los embalses de Entrepeñas y Buendía, calculada según los parámetros establecidos en el PHCT 1998. Elaboración propia. Fuente: (CHT, 1998)	27
Gráfico 20.- Comparativa de valores mensuales de la curva de reserva mínima de los embalses de Entrepeñas y Buendía según los desembalses de referencia del PHCT 1998	

aplicados a la sequía de 1994-1995 y 2016-2017. Elaboración propia. Fuente: (CHT, 1998).....	27
Gráfico 21.- Curva de reserva de condiciones hidrológicas excepcionales del PHCT 1998. Elaboración propia. Fuente: PHCT 1998	29
Gráfico 22.- Curva de situación hidrológica excepcional del PH Tajo 1998. Elaboración propia. Fuente: Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo 1998.....	30
Gráfico 23.- Niveles de explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía para el TTS. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997).....	34
Gráfico 24.- Curva de situación hidrológica excepcional aplicando un trasvase en Nivel 3 de 23 hm ³ /mes. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997)	35
Gráfico 25.- Diferencia entre curvas de reservas de condiciones hidrológicas excepcionales. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997).....	36
Gráfico 26.- Niveles de explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía para el TTS con el trasvase mensual de 23 hm ³ /mes. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997). ..	36
Gráfico 27.- Aportaciones en los embalses de Entrepeñas y Buendía 1980 - 2014. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	42
Gráfico 28.- Desembalses al río Tajo 1980-2014. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/).....	42
Gráfico 29.- Aportaciones y existencias embalsadas en los embalses de Entrepeñas y Buendía (1980 - 2014). Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	43
Gráfico 30.- Desembalse al Tajo y Volumen trasvasado a la Cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)e Informe de la CCEATS 2014.....	44
Gráfico 31.- Comparación de series de aportaciones en la cabecera del Tajo. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	45
Gráfico 32.- Recursos hídricos totales regulados en la cuenca del Segura 1960 - 2014. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)	46
Gráfico 33.- Desembalses desde la cabecera del Segura 1980 – 2014 (recursos propios + TTS). Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es) 47	

Gráfico 34.- Datos hidrológicos básicos en la cuenca del Segura 1980 - 2014. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).....	48
Gráfico 35.- Periodo transitorio del volumen de reserva no trasvasable (hm ³). Elaboración propia. Fuente: (LEY 21/2013, 2013)	58
Gráfico 36.- Diferencia entre los parámetros de la curva de condiciones hidrológicas excepcionales establecidos por el Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo 2009 – 2015 y el RD 773/2014. Elaboración propia. Fuentes: Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo 2009 – 2015 y RD 773/2014.	63
Gráfico 37.- Serie de aportaciones 1912 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	66
Gráfico 38.- Aportaciones mensuales medias en las series consideradas. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/)	66
Gráfico 39.- Aportaciones naturales y desembalse de referencia en la serie 1980 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/) y RD 773/2014.....	67
Gráfico 40.- Desembalse al Tajo en la serie 1949 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/).	68
Gráfico 41.- Volumen trasvasado 1980 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Informe CCEATS.....	68
Gráfico 42.- Datos hidrológicos básicos durante el periodo 1978 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/).	69
Gráfico 43.- Evolución del funcionamiento del TTS en la cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).....	71
Gráfico 44.- Datos hidrológicos básicos en la Cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).....	72
Gráfico 45.- Pérdidas reales en el TTS entre la cuenca del Tajo y la cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuentes: Informe de la CCEATS 2014 y Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).	74
Gráfico 46.- Aportaciones intermedias medias totales y truncadas en el percentil 20. Elaboración propia. Fuente: CHT.....	79

Gráfico 47.- Desembalse de referencia mensual. Fuente: (Cabezas, 2013)	80
Gráfico 48.- Comparativa de los desembalses al Tajo en el periodo 2014 – 2017 y el desembalse de referencia. Elaboración propia. Fuente: CHT	83
Gráfico 49.- Incremento mínimo necesario para elevar el caudal de Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina hasta el régimen de caudales ecológicos trimestrales (hm ³ /mes). Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2011)	85
Gráfico 50.- Cálculo de la reserva mínima para la cabecera del Tajo. Elaboración propia.	91
Gráfico 51.-Diferencia entre reservas calculadas y reserva parametrizada en el Anexo Técnico del RD 773/2014. Elaboración propia. Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura.....	91
Gráfico 52.- Reserva mínima mensual para garantizar un caudal de 7,6 m ³ /s en Aranjuez. Elaboración propia.....	93
Gráfico 53.- Incremento en la reserva de cabecera por la sequía 2016-2018. Elaboración propia.....	94
Gráfico 54.- Diferencia entre reservas calculadas y reserva parametrizada en el Anexo Técnico del RD 773/2014. Elaboración propia.	94
Gráfico 55.- Reserva mínima mensual para garantizar un caudal de 7,6 m ³ /s en Aranjuez con la sequía de 2016. Elaboración propia.....	95
Gráfico 56.- Comparación de la reserva de cálculo de las condiciones hidrológicas excepcionales. Elaboración propia. Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo - Segura	102
Gráfico 57.- Diferencia entre la curva de las condiciones hidrológicas excepcionales del Anexo Técnico y la calculada en el modelo matemático	102
Gráfico 58.- Comparación de la reserva de cálculo de las condiciones hidrológicas excepcionales 2. Elaboración propia. Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura.....	103
Gráfico 59.- Incremento en las condiciones hidrológicas excepcionales por la sequía de 2016. Elaboración propia.....	104
Gráfico 60.- Diferencia entre condiciones hidrológicas excepcionales calculadas y parametrizadas en el Anexo Técnico del RD 773/2014. Elaboración propia.....	105
Gráfico 61.- Frecuencia mensual de presentación de los niveles de las reglas de explotación del trasvase Tajo - Segura. Elaboración propia	108

Gráfico 62.- Volumen trasvasado anual con la regla de explotación del RD 773/2014. Elaboración propia.....	109
Gráfico 63.- Volumen de reserva al inicio del año hidrológico en los embalses de cabecera del Tajo con la regla de explotación del RD 773/2014. Elaboración propia.....	109
Gráfico 64.- Variabilidad de frecuencia en los niveles de explotación con u Elaboración propia.....	110
Gráfico 65.- Variabilidad de los parámetros de trasvase en la regla de explotación del RD 773/2104. Elaboración propia	111
Gráfico 66.- Variabilidad de los parámetros de reserva en los embalses de cabecera del Tajo con la aplicación de las reglas de explotación del RD 773/2014. Elaboración propia	112
Gráfico 67.- Variabilidad de frecuencia en los niveles de explotación para un trasvase en Nivel 3 de 30 hm ³ . Elaboración propia.....	114
Gráfico 68.- Variabilidad de los parámetros de trasvase en la regla de explotación del RD 773/2104. Elaboración propia	114
Gráfico 69.- Variabilidad de los parámetros de reserva en los embalses de cabecera del Tajo con la aplicación de 30 hm ³ /mes en Nivel 3. Elaboración propia.....	115
Gráfico 70.- Recursos gestionados en la cuenca del Segura con las reglas de explotación del RD 773/2014. Elaboración propia.	119
Gráfico 71.- Volumen anual trasvasable con el trasvase funcionando a la máxima capacidad. Elaboración propia.....	120
Gráfico 72.- Volumen de reserva al inicio del año hidrológico en los embalses de Entrepeñas y Buendía cuando el trasvase funciona a su máxima capacidad. Elaboración propia.....	120
Gráfico 73.- Comparativa de indicadores de frecuencia de niveles de explotación. Elaboración propia.....	123
Gráfico 74.- Comparativa de indicadores de volumen trasvasado. Elaboración propia	123
Gráfico 75.- Comparativa de indicadores de existencias almacenadas en los embalses de Entrepeñas y Buendía. Elaboración propia.....	124
Gráfico 76.- Recursos regulados en la cuenca del Segura con las reglas de explotación alternativas teóricas. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).	130

Gráfico 77.- Distribución mensual de aportaciones propias medias en la cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).	131
Gráfico 78.- Comparación entre la distribución mensual de recursos propios de la cuenca del Segura y la distribución mensual objetivo. Elaboración propia	131
Gráfico 79.- Umbrales seleccionados de los niveles de explotación del TTS en función de los percentiles de aportaciones propias. Elaboración propia.....	132
Gráfico 80.- Datos hidrológicos básicos de la regla de explotación alternativa en la cabecera del Tajo. Elaboración propia	136
Gráfico 81.- Existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía al inicio del año hidrológico con la regla de explotación alternativa. Elaboración propia.....	136
Gráfico 82.- Funcionamiento de la regla de explotación alternativa a escala mensual durante un ciclo seco. Elaboración propia.....	137
Gráfico 83.- Volumen trasvasado anual con las reglas de explotación alternativas. Elaboración propia.....	138
Gráfico 84.- Frecuencia de los niveles de explotación de los embalses de cabecera del Tajo. Elaboración propia.	138
Gráfico 85.- Recursos regulados en la cuenca del Segura con las reglas de explotación alternativas. Elaboración propia.	140
Gráfico 86.- Curva de reserva mínima calculada para los desembalses de referencia de la Tabla 52. Elaboración propia. Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011).....	147
Gráfico 87.- Curva de reserva mínima de los embalses de cabecera con la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. Elaboración propia.....	150
Gráfico 88.- Umbral de recursos no trasvasables en la cabecera del Tajo con la implantación del régimen de caudales ecológicos 1980 – 2018. Elaboración propia..	152
Gráfico 89.-Demanda mensual de la Mancomunidad de Canales del Taibilla por tipo de recurso entre septiembre de 2016 y agosto de 2018 (hm ³). Fuente: https://www.mct.es/web/mct/-/ban_demanda-de-agua?_101_INSTANCE_12MIR2G025So_redirect=%2F	154
Gráfico 90.- Curva de condiciones hidrológicas excepcionales con caudales ecológicos Elaboración propia.....	155

Gráfico 91.- Niveles de explotación del TTS sobre los percentiles de aportaciones mensuales de la cuenca del Segura (hm^3/mes). Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).....	157
Gráfico 92.- Volumen trasvasado anual con la regla de explotación del TTS hiperanual. Elaboración propia.....	159
Gráfico 93.- Existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía al inicio del año hidrológico con la regla de explotación hiperanual. Elaboración propia.....	160
Gráfico 94.- Estado de los embalses de Entrepeñas y Buendía con la regla de explotación hiperanual.	161
Gráfico 95.- Datos hidrológicos básicos de la cabecera del Tajo con la regla de explotación hiperanual. Elaboración propia.	161
Gráfico 96.- Recursos regulados en la cuenca del Segura con la regla de explotación del TTS hiperanual. Elaboración propia.....	163
Gráfico 97.- Recursos regulados en la cuenca del Segura con la regla de explotación hiperanual del TTS y la producción de $200 \text{ hm}^3/\text{año}$ de agua desalada.	165
Gráfico 98.- Comparación de recursos hídricos gestionados en la cuenca del Segura. Elaboración propia.....	166
Gráfico 99.- Recursos embalsados al inicio del año hidrológico en la cabecera del Tajo con la regla de explotación del PHDT 2011. Elaboración propia.	167
Gráfico 100.- Volumen trasvasado anual con la regla de explotación del PHDT 2011. Elaboración propia.....	168

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Regla de explotación del PHD Tajo 2011. Fuente: (CHT, Plan Hidrológico de cuenca de la parte española de la demarcación hidrográfica del Tajo, 2011)	53
Ilustración 2.- Esquema de la cabecera del Tajo. Fuente: (Cabezas, 2013)	78
Ilustración 3.- Cálculo del indicador de sequía en la cuenca del Segura. Fuente: (CHS, 2007).....	116
Ilustración 4.- Indicadores de sequía de la cuenca del Segura. Serie 1980 – 2007. Fuente: (CHS, 2007).....	117

Ilustración 5.- Resumen de sequías históricas en la cuenca del Segura. Fuente: (CHS, Borrador del Plan Especial de Sequía, 2017) 117

Ilustración 6.- Indicadores de escasez en la cuenca del Segura. Fuente: (CHS, 2017) 118

Ilustración 7. Variables, umbrales y coeficientes de ponderación utilizados para la definición del indicador de sequía de la UTS 01- Cabecera. Fuente: CHT, 2017..... 159

ACRÓNIMOS, SIGLAS Y UNIDADES DE MEDIDAS

ANEXO TÉCNICO	- El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura
CB ALBERCHE	- Canal Bajo del Alberche
CCEATS	- Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo - Segura
CEDEX	- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CHS	- Confederación Hidrográfica del Segura
CHT	- Confederación Hidrográfica del Tajo
CLM	- Castilla - La Mancha
CYII	- Canal de Isabel II
DA	- Disposición Adicional
DGA	- Dirección General del Agua
DMA	- Directiva Marco del Agua
DGOH	- Dirección General de Obras Hidráulicas
ETI	- Esquema de Temas Importantes
hm ³	- Hectómetros cúbicos
MCT	- Mancomunidad de Canales del Taibilla
MAPAMA	- Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación y medio ambiente
mm	- milímetros
PES	- Plan Especial de Sequía
PHCT	- Plan Hidrológico de Cuenca del Tajo
PHDS	- Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Segura
PHDT	- Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo
PHDT 2011	- Borrador del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2009-2015 publicado en noviembre 2011
PHDT 2009-2015	- Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2009-2015
PHDT 2015-2021	- Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2015-2021
PHN	- Plan Hidrológico Nacional
RD	- Real Decreto
RDL	- Real Decreto Ley
SCRATS	- Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo - Segura
SE	- Sistema de Explotación
TRLA	- Texto Refundido de la Ley de Aguas
TTS	- Trasvase Tajo - Segura
UE	- Unión Europea

AGRADECIMIENTOS Y RECUERDOS

Por muchas letras, palabras o frases que se hayan plasmado en este texto, un trabajo nunca es un acto completamente individual. Hay partícipes conscientes de ello, y los hay que no lo son.

Los primeros saben perfectamente cuál ha sido su contribución, aun así, insisto en recordárselo. Entre ellos está indudablemente la directora de este máster, Nuria, a la que tengo que agradecer su inestimable ayuda, así como su prolífico interés, para mejorar el contenido de este documento. Julia piensa que encajaría más fuera de este grupo, sin embargo, suyo es un aporte esencial que me ha facilitado la labor de programación informática, aunque no solamente merece el reconocimiento por eso. A Salvio quiero manifestarle su colaboración en el sesudo debate constructivo que ha edificado alguna de las argumentaciones aquí desarrolladas, sus notas han sido muy certeras. El último de los primeros es Paco, Francisco Blázquez, al que estaré eternamente agradecido por la ingente labor didáctica que ha invertido, me atrevería a decir que gustosamente, en un servidor. Si estoy en lo cierto, el placer ha sido mutuo.

Los segundos para mí son tan relevantes como los primeros para que este trabajo tuviera un punto final. Pero en su caso es más importante expresárselo, porque no desearía que se sintieran indiferentes frente a la realidad. Antonio y Pepe, a los que respeto y admiro a partes iguales, me han facilitado en absolutamente cualquier circunstancia el tiempo y la dedicación que yo consideraba necesarios. Mi familia, en especial mi padre, que aguanta mis silencios eternos cuando tengo la cabeza embebida en un charco muy profundo. En cambio, Cate me ha escuchado demasiado.

Como siempre se suele decir, son más los que me dejo que los que incluyo, pero quiero recordar especialmente a aquellos que ya no están, pero que seguro que se alegrarían mucho por mí.

A todos vosotros, GRACIAS.

1 INTRODUCCIÓN

El Acueducto Tajo-Segura es la infraestructura hidráulica que define por antonomasia la política hidráulica española. Esta famosa obra detrae agua de la cabecera del río Tajo, almacenada en los macroembalses de Entrepeñas y Buendía, para derivarla hasta el río Mundo en la cuenca del Segura, donde comienza un complejo entramado de distribución de agua conocido como el “Post-trasvase”.

Se trata de una obra que en su proceso de materialización ha traspasado todas las fronteras ideológicas de la historia española más reciente. Desde el arquetipo inicial de la obra hasta el primer envío de agua, España atraviesa la II República, tres años de Guerra Civil, treinta y seis años de dictadura y los primeros pasos de una democracia en forma de monarquía parlamentaria.

La primera iniciativa para construir una infraestructura destinada a corregir el “*desequilibrio hidráulico*” de la Península Ibérica surge en tiempos de la Segunda República, cuando el entonces Ministro de Obras Públicas Indalecio Prieto encomienda al ingeniero Manuel Lorenzo Pardo la realización del *Plan Nacional de Obras Hidráulicas*, siguiendo los principios del Regeneracionismo de Joaquín Costa. Este Plan es presentado en el año 1933, y en él se incluyen, entre otras actuaciones, las líneas maestras del trasvase Tajo-Segura (Lorenzo Pardo, 1933). Esta idea inicial se descarta en aquellos tiempos por varias razones. En primer lugar, por motivos sociopolíticos, a causa del estallido de la Guerra Civil (1936–1939) tres años después. Pero también, por razones económicas, debido al elevado coste de las obras, que incluían la construcción de grandes embalses en la cabecera del Tajo (Gallego Bernad & Sánchez Pérez, 2006).

La Dictadura de Francisco Franco retoma el proyecto una vez construidos y costeados los hiperembalses de Entrepeñas y Buendía —1954—, cuyo origen tenía más que ver con la regulación hiperanual del río Tajo que con la idea que Manuel Lorenzo Pardo tenía del trasvase Tajo – Segura (Aparicio, 1947). Al menos, eso se pensaba. Sin embargo, en el año 1966 se ordena la redacción del *Anteproyecto General del Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro y el Sureste de España, Complejo Tajo – Segura*. Tan solo dos años después, en 1968, se autoriza la realización de las obras. Estas obras, no exentas de problemas durante su ejecución (incluidos varios fallecimientos), tienen su punto final cuando en 1979 llegan las primeras aguas a la cuenca del Segura procedentes del Tajo, con la democracia recién instaurada y la Constitución Española prácticamente encima de la mesa.

Finalmente, tras 48 años desde su concepción, en 1981, se inicia definitivamente la puesta en marcha de la explotación del acueducto Tajo-Segura. Desde entonces, el trasvase no ha dejado nunca de funcionar. Y no precisamente porque se haya articulado el consenso a su alrededor. En torno al trasvase Tajo-Segura (TTS en adelante) se cruzan ingentes ríos, en este caso de tinta, en forma de argumentos de detractores y defensores de su causa y sus efectos. Ha sido la fuente de innumerables conflictos a todos los niveles. Ha

paralizado las calles en los puntos de origen y destino. Con regularidad protagoniza debates, proclamas o axiomas contrarios y contradictorios. Hasta el posicionamiento colectivo respecto al trasvase es un icono de la identidad territorial. En definitiva, el TTS trasciende a la obra del TTS.

En este inmenso paraje, este breve documento contiene un análisis técnico pasado, pero también futuro, del régimen de explotación del TTS desde su puesta en marcha hasta nuestros días.

La inercia que dotó de realidad una obra de estas dimensiones y repercusión ahora mismo está quebrada. Cualquier análisis técnico o económico riguroso dejaría en evidencia un planteamiento de este tipo. A pesar de ello, siguen siendo numerosas las voces que pretenden su durabilidad. En el caso del TTS, su permanencia en el tiempo tal como lo conocemos, una vez construida la infraestructura, solo puede ser en perjuicio de la cuenca del Tajo y así se demostrará a lo largo de estas páginas.

El presente documento tiene como objetivo proponer un modelo de gestión sostenible para el TTS teniendo en cuenta los intereses y limitaciones de las cuencas involucradas. Para ello, es necesario modificar fundamentalmente dos aspectos del funcionamiento actual. En primer lugar, definir e implantar un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, con el fin de lograr los objetivos medioambientales previstos en la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE, DMA en adelante). En segundo lugar, y consecuencia inmediata de lo anterior, plantear unas nuevas reglas de explotación del TTS. Como se verá más adelante, la aplicación de las reglas actualmente vigentes junto a la implantación de un régimen de caudales ecológicos real, vaciaría los embalses de cabecera.

Para alcanzar su cometido, este trabajo se estructura en cinco capítulos. Tras esta introducción, el segundo capítulo contiene un análisis histórico de las diferentes leyes, documentos técnicos y propuestas que sirvieron como base para formalizar las reglas de explotación que se han estado utilizando hasta la actualidad.

En el tercer capítulo se cuestiona técnica y jurídicamente la regla de explotación vigente. En especial, en lo relativo al cumplimiento de la normativa europea en materia de agua, es decir, la DMA cuyos objetivos medioambientales son de obligado cumplimiento para todas las masas de agua de los estados miembro. Igualmente, en este capítulo se valorará la lógica que subyace en el modelo de gestión actual y cómo afronta los retos que se nos presentan en el futuro.

Entre los retos de futuro indudablemente está la adaptación al cambio climático. Por eso, en este mismo capítulo, se examinan los posibles efectos del cambio climático en el funcionamiento del TTS y cómo afectan éstos a la gestión de los recursos hídricos. En consecuencia, se proporcionarán diversas opciones para conjugar las reglas de explotación del TTS con la disponibilidad de agua prevista en las cuencas del Tajo y del Segura en un contexto de cambio climático.

En el cuarto capítulo, se detallarán los requerimientos de la cuenca cedente para garantizar su prioridad frente a cualquier trasvase. Entre los requerimientos están todos los potenciales usos y necesidades (ya sean ambientales, socioeconómicas, patrimoniales, etc.) que pueden atenderse desde la cabecera del río y que deben estar totalmente garantizados sin ninguna restricción para que los trasvases realizados se ajusten a la legalidad.

Posteriormente, y en base a estos requerimientos, se desarrolla el diseño de las reglas de explotación del TTS con las nuevas condiciones de contorno. Se propondrá un modelo alternativo de regulación hiperanual de los embalses de cabecera, coherente con las premisas previas, y se evaluará su comportamiento para comprobar su idoneidad

Por último, el quinto capítulo contiene las conclusiones más relevantes extraídas de los apartados anteriores.

2 ANÁLISIS HISTÓRICO DE LAS REGLAS DE EXPLOTACIÓN DEL TRASVASE TAJO - SEGURA

Las reglas de explotación del TTS han variado con el tiempo y se fundamentan en textos legales que formulan los objetivos principales de funcionamiento. Dichos objetivos se desarrollan a través de documentos técnicos que definen los criterios técnicos de gestión.

Además de la legislación específica del TTS, hay que tener presente la existencia de los llamados planes hidrológicos en la legislación española de aguas. Si los situamos de mayor a menor rango legal existen:

- a) El Plan Hidrológico Nacional, con rango de ley y encargado, entre otros objetivos, de estudiar y regular las posibles transferencias de agua intercuenas.
- b) Los planes hidrológicos de la demarcación¹ cuya normativa posee el rango de real decreto. Estos planes se elaboran periódicamente y son los responsables de gestionar los recursos hídricos de cada demarcación hidrográfica.
- c) Los planes especiales de sequía y los planes de gestión de riesgo de inundación, con rango de orden y supeditados a los planes hidrológicos de la demarcación.

Todos estos documentos técnico-legales contienen directa o indirectamente implicaciones o mandatos sobre el TTS.

Por tanto, cualquier modificación que se quiera abordar en la manera de proceder del TTS llevará irremediablemente asociado reformas legales de distinto rango, en función de los cambios que se pretendan acometer.

En este capítulo se detallan cronológicamente las disposiciones legales que han intervenido en la adopción de las diferentes reglas de explotación del TTS, así como sus implicaciones técnicas. Para ello, se distinguen cuatro periodos temporales, detallando para cada uno de ellos las modificaciones legislativas que permiten comprender los criterios de diseño de la regla en dicho periodo.

2.1 Fase previa a la explotación del trasvase Tajo - Segura (Hasta 1980)

El primer texto legal, aún vigente, que especifica un criterio de la explotación del TTS es la Ley 21/1971, de 19 de junio, sobre el aprovechamiento conjunto Tajo-Segura, la cual consolida el volumen máximo de trasvase recogido en el "*Anteproyecto General de Aprovechamiento Conjunto de los Recursos Hidráulicos del Centro y Sureste de España*". A partir de esta primera disposición legal procedente de la época

¹ Anteriormente eran conocidos como los planes hidrológicos de cuenca. Esta denominación se modifica a partir de la aplicación de la DMA.

predemocrática, con el trasvase todavía en construcción, comienza la legislación específica del TTS.

El volumen máximo anual de recursos trasvasados de la cuenca del Tajo a la cuenca del Segura se fija en el artículo 1 de la Ley 21/1971 en la cantidad de 600 hm³.

A su vez, en el artículo 2 de esta misma ley, se posibilita ampliar esta cantidad (600 hm³) hasta los 1.000 hm³ en una segunda fase; siempre y cuando resulten recursos excedentarios, se hayan ejecutado las obras necesarias en la cuenca del Tajo y se atiendan las nuevas necesidades de la propia cuenca (Ley 21/1971).

Los posibles excedentes anuales de la cabecera del Tajo estimados en el Anteproyecto se apoyaron en los estudios que el Centro de Estudios Hidrográficos realizó sobre las aportaciones aforadas en la estación de Bolarque. Este estudio validó la medición de las aportaciones obtenidas entre 1913 y 1965 (Cabezas, 2013). En este periodo, las aportaciones registraban valores medios superiores a los 1.300 hm³, lo que teóricamente permitiría garantizar los excedentes que se recogen en la Ley 21/1971 (Gráfico 1).

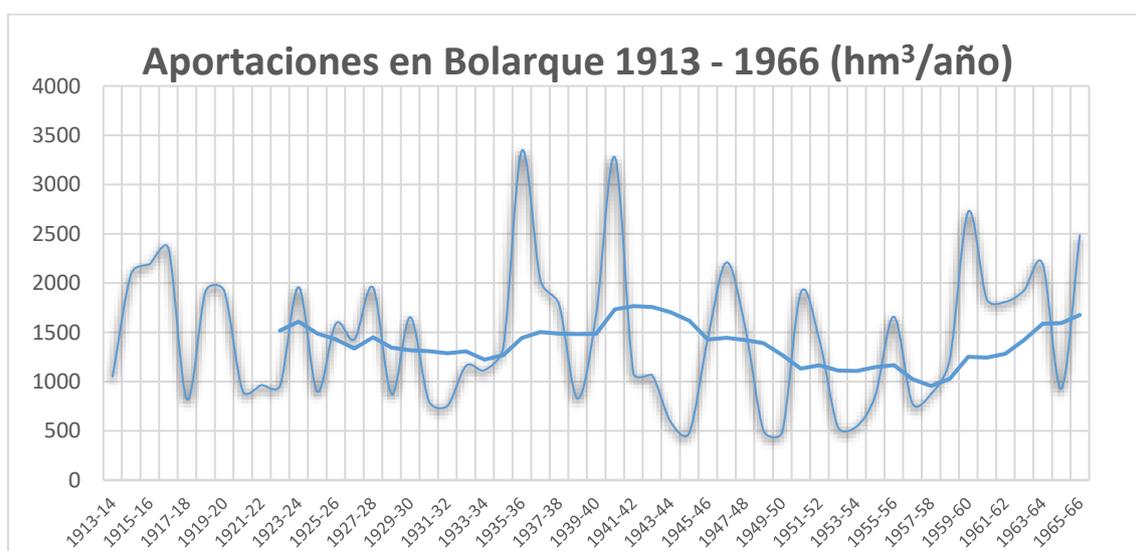


Gráfico 1.- Aportaciones en Bolarque y media móvil de 10 años. Elaboración propia. Fuente (Martín Mendiluce & Pliego Gutierrez, 1967).

Por otro lado, previo a la puesta en marcha de la infraestructura del TTS, se creó un organismo específico cuyo cometido sería “la supervisión del régimen de explotación del acueducto” (RD 1982/1978). Este organismo recibe posteriormente el nombre de Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo – Segura (CCEATS en adelante).

A la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT en adelante) se le encomiendan las tareas de gestión técnica y económica de la explotación del tramo “trasvase”, desde la toma en el río Tajo hasta la entrada al embalse del Talave, en la cuenca del Segura. Mientras que a la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS en adelante) se le atribuyen las labores

de gestión de la explotación del tramo del “postrasvase”, es decir, desde la salida del embalse del Talave, hasta la entrega a los usuarios.

Tras la llegada de las primeras aguas del trasvase en fase de pruebas en 1979, se dispusieron por ley, un año después, criterios fundamentales para la gestión de la explotación del trasvase. Así, la Ley 52/1980, de 16 de octubre, de regulación del régimen económico de explotación del trasvase Tajo – Segura incorpora numerosos aspectos, aún hoy, claves para la gestión.

El cometido principal de esta ley es determinar para los usuarios del trasvase los conceptos por los que deben abonar el pago de la tarifa. Sin entrar en detalle, puesto que el análisis de las tarifas del TTS excede el cometido de este documento, diremos que la tarifa se divide en tres conceptos que gravan; por un lado, la disponibilidad de la infraestructura hidráulica (conceptos a y b); por el otro, el aprovechamiento del agua conducida por la infraestructura (concepto c). Estos tres conceptos son:

- a) Amortización del coste de las obras.
- b) Los gastos fijos de funcionamiento.
- c) Los gastos variables de funcionamiento.

Esta misma ley distribuye las dotaciones de la primera fase del trasvase entre los usuarios beneficiarios del siguiente modo (Tabla 1):

Tabla 1.- Distribución de las dotaciones del trasvase Tajo - Segura. Fuente: Disposición Adicional Primera Ley 52/1980

Zonas	Hm ³ anuales
Para regadíos:	
Vega alta y media del Segura	65
Regadíos de Mula y su comarca	8
Lorca y valle del Guadalantín	65
Riegos de Levante, margen izquierda y derecha, vegas bajas del Segura y saladares de Alicante	125
Campos de Cartagena	122
Valle del Almanzora, en Almería	15
Total regadíos	400
Para abastecimientos	110

El resto, hasta los 600 hm³/año, se corresponde con una estimación de un 15 % de pérdidas de los volúmenes trasvasados. Sin embargo, como las pérdidas reales son en la práctica inferiores a las estimadas inicialmente por esta ley, en el mismo texto legal se regula la metodología para distribuir los recursos asociados a las menores pérdidas (10%). Originalmente, la distribución del agua trasvasada tras aplicar las menores pérdidas se realizaba del siguiente modo:

- Total regadíos → 400 hm³/año
- Total abastecimientos → 110 + 30 hm³/año

En lo que respecta a la cuenca del Tajo, la Ley 52/1980 impone dos condicionantes. El primero de ellos obliga a garantizar en el río Tajo, antes de su confluencia con el Jarama (en Aranjuez), un caudal no inferior a 6 m³/s. El segundo condicionante se refiere al carácter de las aguas trasvasadas. Dichas aguas deberán ser en todo momento excedentarias, imponiendo al Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo (PHCT en adelante) la obligación de determinar el carácter de excedentario de las mismas. Para su determinación, se habrá de tener en cuenta tanto los potenciales aprovechamientos de la cuenca, como aquellos que sean consecuencia del desarrollo natural de las provincias de la cuenca del Tajo².

Por último, en lo que concierne al objetivo de este trabajo, la Ley 52/1980 requiere la revisión del RD 1982/1978 a fin de incorporar en la CCEATS a las Confederaciones Hidrográficas afectadas.

Así, en el RD 2529/1980, de 14 de noviembre, por el que se incorporan nuevos vocales a la CCEATS, el Gobierno central cumple con el mandato anterior y se añaden como miembros de la CCEATS a representantes de la Confederación Hidrográfica del Júcar y la Confederación Hidrográfica del Sur³.

Por fin, el marco normativo estaba preparado para gestionar el envío de 600 hm³ anuales a la cuenca del Segura procedentes de la cuenca del Tajo. Los datos acumulados eran esperanzadores. Las aportaciones medias se mantenían por encima de los 1.300 hm³/año. Los embalses de cabecera de Entrepeñas y Buendía almacenaban de promedio anual entre 830 y 2.100 hm³ (Gráfico 2). Todo estaba a punto para comenzar el trasvase.

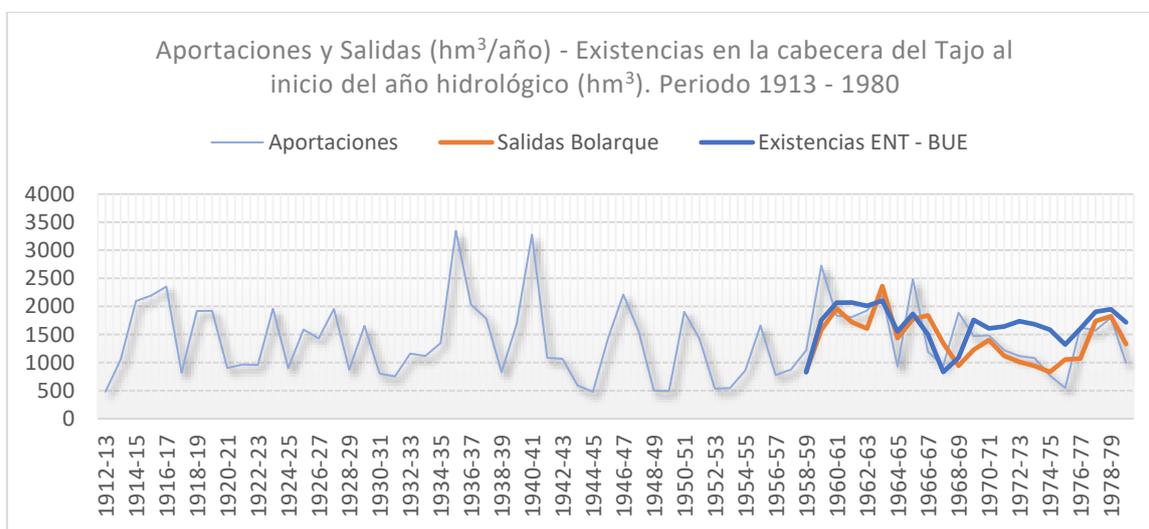


Gráfico 2.- Aportaciones – Salidas – Existencias en la cabecera del Tajo 1913 – 1980. Elaboración propia. Fuente: Red de seguimiento del estado e Información Hidrológica.

² El Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo, con la determinación de los excedentes, no se aprobará hasta 1998, dieciocho años después de la publicación de esta ley.

³ Actualmente denominada la Demarcación Hidrográfica de las cuencas mediterráneas andaluzas.

Pero como veremos más detenidamente en los siguientes apartados, la realidad ha sido muy diferente. La segunda fase no ha llegado a concretarse nunca y únicamente en el año 2.000 el trasvase ha alcanzado el máximo anual de 600 hm³/año. El paso del tiempo ha demostrado la incapacidad de la cabecera del Tajo para suministrar los volúmenes pretendidos en el Anteproyecto, siendo éste el primero de los numerosos fracasos del TTS.

2.2 Inicio de la explotación del trasvase Tajo - Segura (1980 - 1998)

En el año hidrológico 1980 – 1981 el trasvase comienza a funcionar oficialmente. El periodo inicial de la explotación se podría calificar como un periodo transcendental, capaz de explicar por sí solo el funcionamiento que posteriormente se consolidaría con la aprobación del PHCT de 1998 (RD 1664/1998) y el resto de normas reguladoras del régimen de explotación del TTS.

Este periodo se caracteriza principalmente por el cambio hidrológico, aún sin detectar por aquellas fechas, que sufren las aportaciones de numerosas cuencas españolas, el conocido hoy en día como “*efecto 80*”. Este fenómeno se traduce, muy simplificado, en la reducción drástica de las aportaciones. En el caso concreto de la cabecera del Tajo el descenso de aportaciones medias entre los periodos 1912-1980 y 1980 – 2018 ha sido del 47% (Gráfico 3).

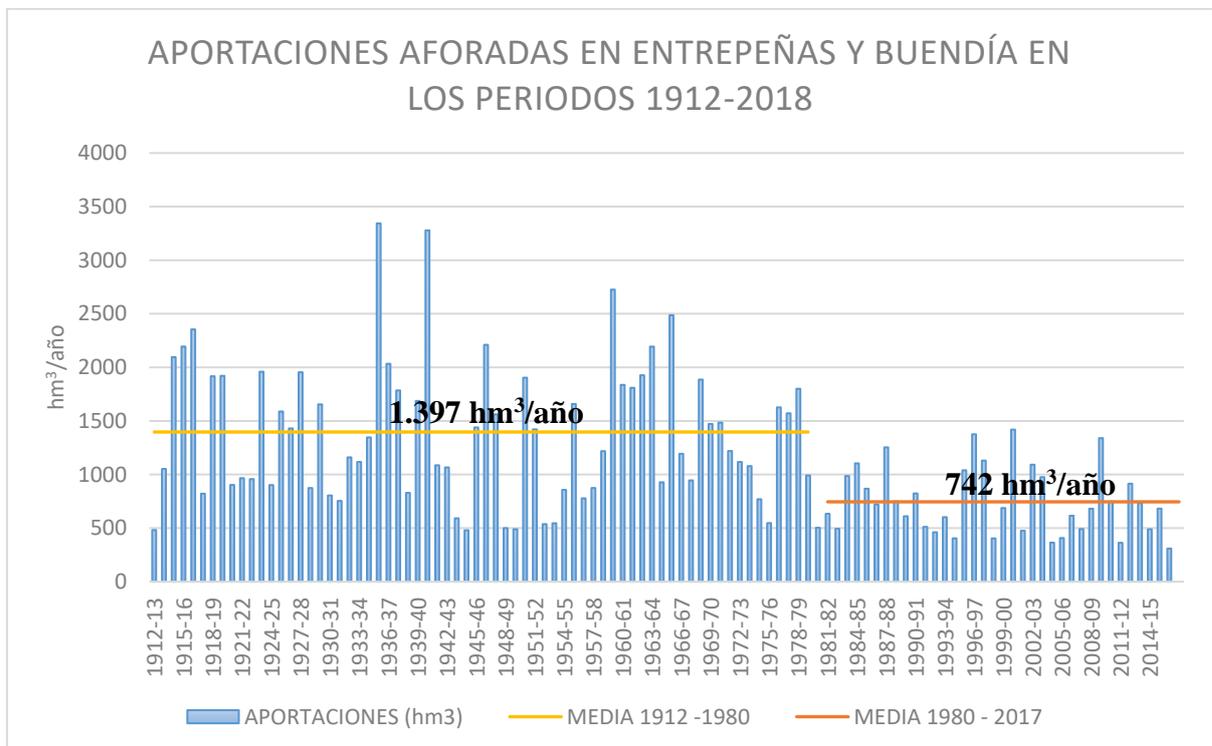


Gráfico 3.- Descenso de aportaciones en Entrepeñas y Buendía en los periodos 1912 -1980 y 1980 -2017. Elaboración Propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>).

En la cuenca del Segura el descenso de aportaciones medias como consecuencia del *efecto 80* se cifra en el 43,6 % (Gráfico 4).

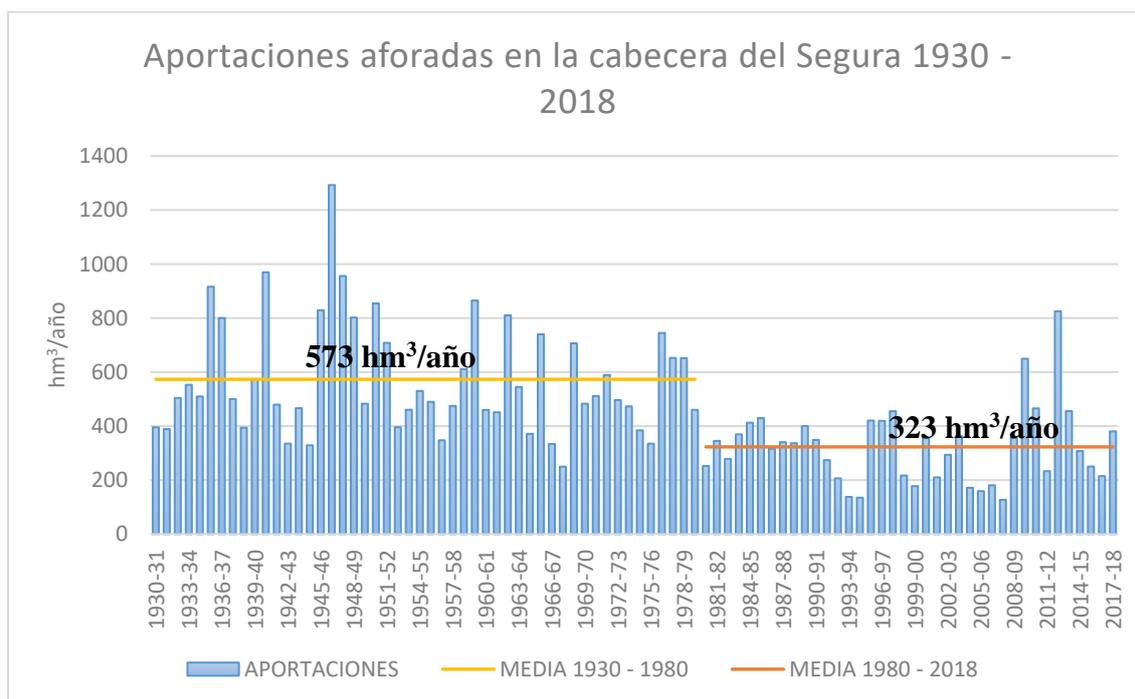


Gráfico 4.- Aportaciones aforadas en la cabecera del Segura en el periodo 1930 – 2018. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chseguera.es).

Por tanto, este periodo inicial deberá resolver dos cuestiones importantísimas para el devenir de la gestión de los recursos hídricos en las cuencas del Tajo y del Segura. En primer lugar, la necesaria adaptación ante la nueva situación hidrológica de disminución de recursos de ambas cuencas. En segundo lugar, administrar la puesta en marcha de una infraestructura que comunica los recursos almacenados en la cabecera del Tajo con los recursos almacenados en la cabecera del Segura. La repercusión de las decisiones que se tomaran estaba asegurada.

En el ámbito jurídico, en lo referido a la explotación del TTS hasta 1998, se identifican tres rasgos diferenciados:

Se fortalece el papel de la CCEATS. Mediante el RD 2530/1985, se desarrolla el RD 1982/1978 de creación de la comisión. En situación ordinaria se atribuye la decisión sobre los volúmenes trasvasados a la CCEATS, previo informe de las confederaciones hidrográficas afectadas. En “circunstancias hidrológicas excepcionales”, que no define, la CCEATS tan solo elevará una propuesta al Consejo de Ministros, que será el organismo competente de decidir el volumen trasvasado.

Se aprueba la utilización de la infraestructura del TTS para derivar agua a la cuenca del Guadiana. La Ley 13/1987, de 17 de julio, de Derivación de Volúmenes de Agua de la Cuenca Alta del Tajo, a través del Acueducto Tajo – Segura, con carácter experimental,

con destino al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel permite derivar hasta 60 hm³ en los tres años siguientes para la protección del Parque. Según lo establecido en esta misma ley, el volumen anual máximo no puede superar 30 hm³. En 1990 y 1993 se prorroga esta ley en los mismos términos mediante los RRDD 6/1990 y 5/1993 respectivamente.

Finalmente, a través del RD LEY 8/1995, de 4 de agosto, por el que se adoptan medidas urgentes de mejora del aprovechamiento del trasvase Tajo – Segura, se autoriza la derivación, con carácter permanente, de recursos hídricos del TTS para el abastecimiento humano en la cuenca del Guadiana. El volumen medio anual derivado, computado en un máximo de 10 años, no podrá superar los 50 hm³. Entre estos 50 hm³ se incluyen, también con carácter permanente, los recursos derivados a las Tablas de Daimiel con los mismos criterios volumétricos que establecían la Ley 13/1987 y sus sucesivas prórrogas (Gráfico 5).

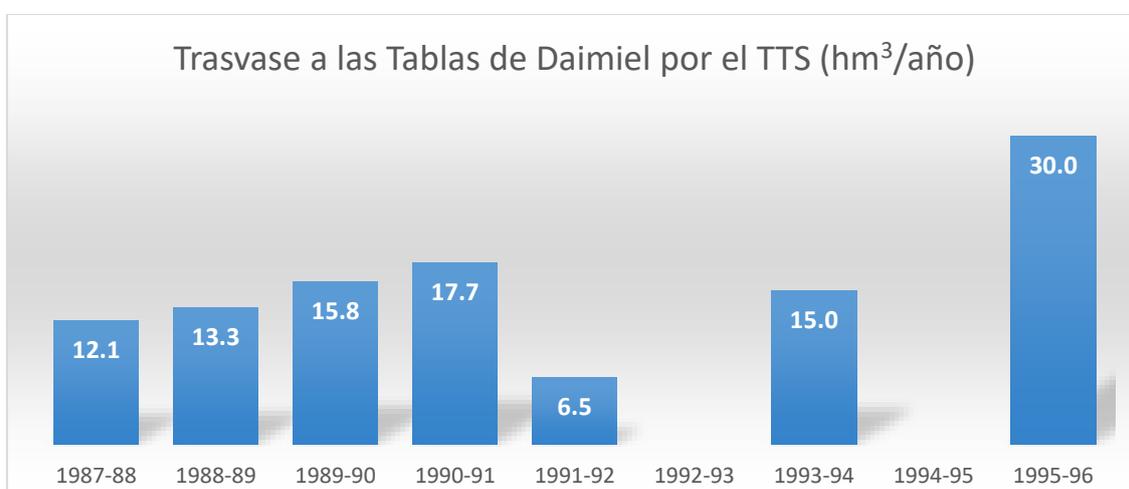


Gráfico 5.- Trasvase a las Tablas de Daimiel por el TTS 1987 - 1996. Elaboración propia. Fuente: Informe CCEATS 2014

Se aprueban medidas extraordinarias para paliar los efectos de la sequía. Entre las actuaciones más destacadas podemos señalar el RD 789/1989, que autoriza para 1989 y 1990 un incremento en la dotación de 25 hm³ en el agua del TTS con destino al abastecimiento humano en la cuenca del Segura, siempre que no se supere el límite máximo de 600 hm³. Igualmente, el RD 531/1992, incrementa en 10 hm³ la dotación del agua trasvasada para el abastecimiento humano en la cuenca del Segura en 1992 y 1993.

Por último, el RDL 6/1995 reduce, con carácter extraordinario, el caudal mínimo circulante por Aranjuez de 6 m³/s a 3 m³/s, entre el 15 de julio de 1995 y el 30 de septiembre de 1996.

Con los antecedentes hidrológicos y jurídicos descritos, se afrontó la explotación del TTS en el periodo comprendido entre 1980 y 1998. A continuación, detallaremos la historia de lo acontecido desde una perspectiva técnica.

El TTS comienza su andadura en un ciclo seco para la cabecera del Tajo. El año hidrológico 1979-1980 es un año de sequía. Pero el trienio comprendido entre los años hidrológicos 1980-1981 y 1982-1983 fue el más seco de los 40 años precedentes.

Los siguientes años, desde 1983 hasta 1987, fue un periodo húmedo con un promedio de tan solo 986 hm³/año, 514 hm³ de diferencia respecto al promedio del cuatrienio húmedo anterior 1976-1980 (1.500 hm³/año).

Como consecuencia, si la Confederación Hidrográfica del Tajo pretendía mantener los desembalses realizados hacia el río Tajo, el trasvase provocaría que el volumen de existencias almacenado en los embalses de cabecera descendiera drásticamente respecto a su rango habitual. Es más, con estos niveles de aportaciones ni siquiera sería posible trasvasar volúmenes cercanos a los 600 hm³ anuales. A pesar de todo, lo más complicado estaba aún por llegar. El gran reto para los gestores del trasvase sería afrontar la siguiente sequía con existencias embalsadas mucho más bajas de lo habitual.

Durante los años hidrológicos 1991-1992 hasta 1994-1995, se produjo nuevamente el ciclo más seco de la historia de la cabecera del Tajo desde que se registraban datos. Por primera vez, las aportaciones anuales estuvieron muy cerca de no alcanzar los 400 hm³ (Gráfico 6).

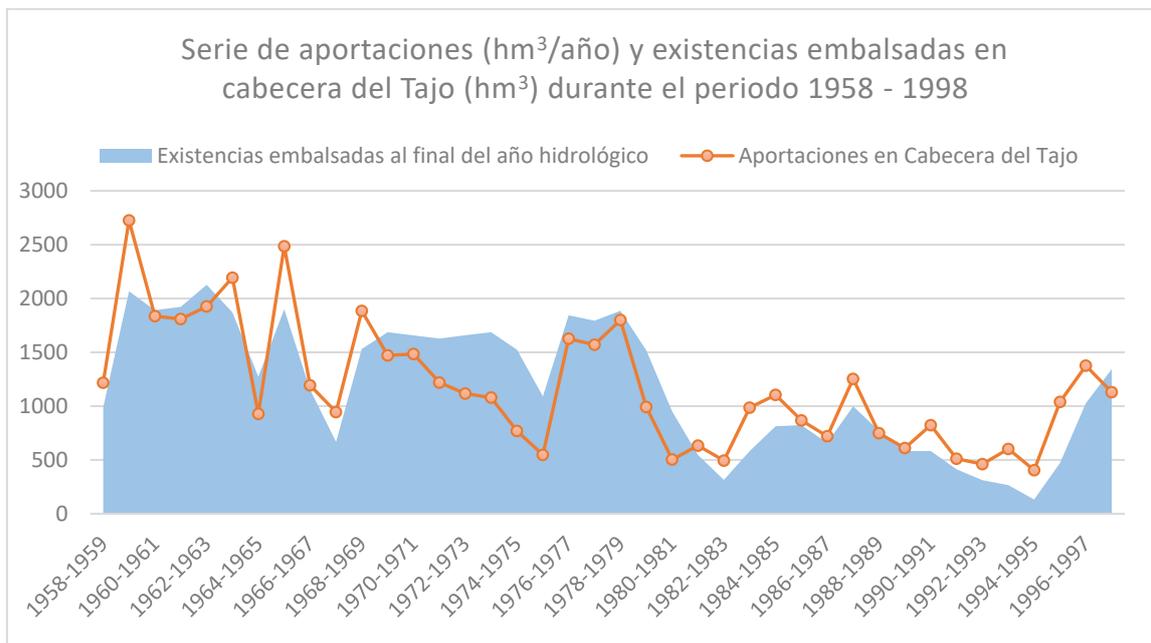


Gráfico 6.- Serie de aportaciones y existencias embalsadas en cabecera del Tajo en el periodo 1958-1998. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

Durante estos mismos años la gestión del TTS no había dejado indiferente a nadie. Por un lado, los usuarios de la cuenca del Tajo contemplaban como los embalses de cabecera, que no habían descendido nunca de 650 hm³, se vaciaban casi por completo. El año hidrológico 1994 – 1995 los embalses de cabecera terminaron con unas existencias de

131,79 hm³. El 13 de octubre de 1995 el volumen embalsado del conjunto de Entrepeñas y Buendía registró su mínimo histórico de 123,33 hm³, apenas 5,33 hm³ de embalse útil⁴ (Gráfico 6). Por el otro, los usuarios de la Cuenca del Segura veían limitadas sus pretensiones (el trasvase medio anual desde 1980 hasta 1995 fue de 276 hm³, un 46% del volumen de diseño de una obra magna para el Estado, ver Gráfico 7).

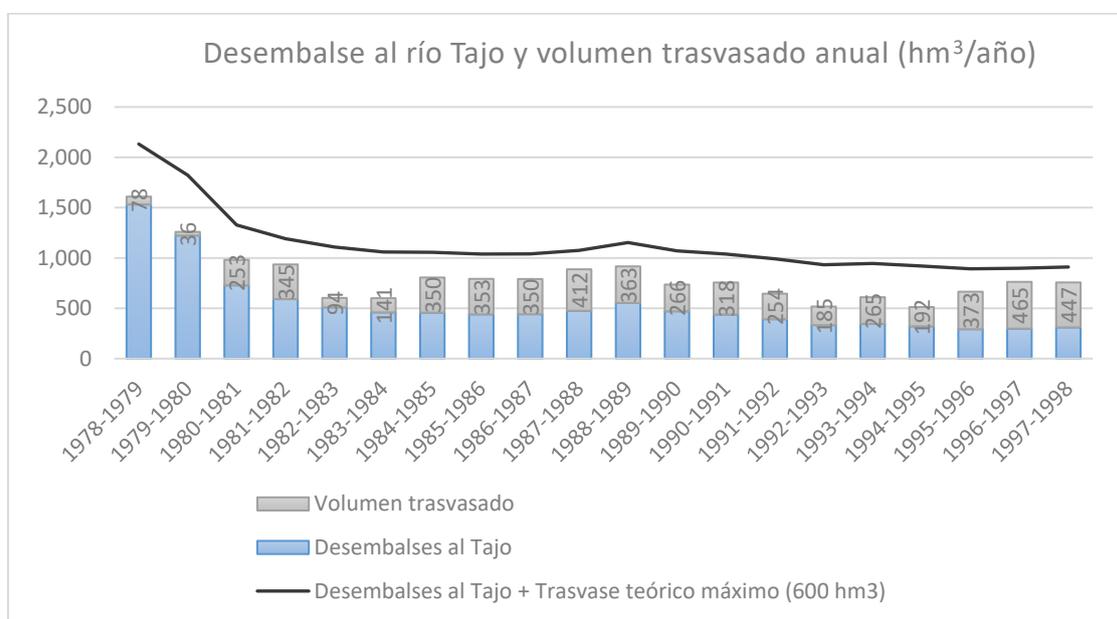


Gráfico 7.- Desembalses al río Tajo y Volumen trasvasado en la serie 1978-1998, en comparación con el máximo volumen trasvasable teórico. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

Además, las limitaciones resultantes de esta contradicción hidrológica se aplicaron principalmente a la cuenca del Tajo, disminuyendo los desembalses al río (Gráfico 8). La única garantía medioambiental, el caudal mínimo fijado en la Ley 52/1980 de 6 m³/s en Aranjuez, no supuso ninguna restricción cuando los datos hidrológicos rebatían los cálculos iniciales del TTS. El caudal del Tajo en Aranjuez, como hemos aludido anteriormente, se redujo en periodo de sequía desde 6 m³/s a 3 m³/s. Las causas para esta disminución de caudal no eran únicamente respetar los usos prioritarios de abastecimiento de la cuenca del Tajo. El TTS continuaba funcionando mientras se limitaban los caudales circulantes por el río y se deterioraba su estado. Con este modelo de funcionamiento es complicado compaginar el concepto de aguas excedentarias, que son las únicas aguas con posibilidad de trasvasarse, con las restricciones medioambientales impuestas a la cuenca cedente.

Las restricciones a la cuenca del Tajo se pueden corroborar calculando la relación entre los promedios de aportaciones y desembalses al río Tajo desde los embalses de cabecera.

⁴ El embalse útil actualmente se establece a partir del valor de existencias conjuntas de los embalses de Entrepeñas y Buendía de 118 hm³. Este dato procede de numerosos trabajos relativos al TTS. El trabajo más reciente que valida este dato es el Anexo Técnico que acompaña al proyecto de RD 773/2014 (Cabezas, 2013).

En la serie 1958 – 1980, desde que se inicia la explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía hasta el inicio del TTS, este valor es de 0,9. Mientras que esta misma relación entre los años 1980 y 1998 desciende hasta 0,55. En el Gráfico 8 se aprecia este cambio de tendencia en los valores anuales de desembalse al río Tajo a partir del año 1980.

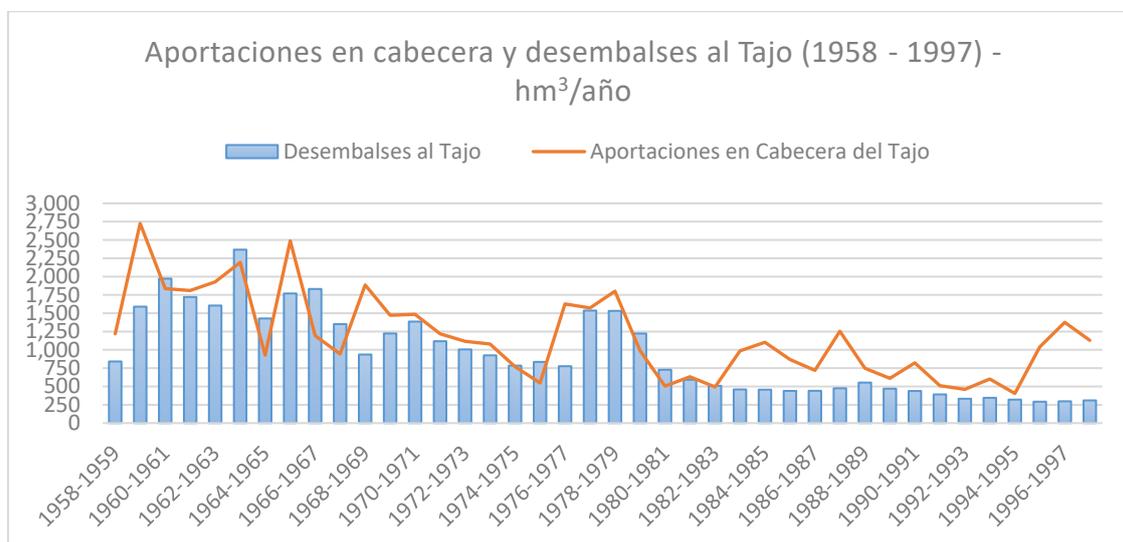


Gráfico 8.- Aportaciones en cabecera y desembalses al Tajo (1958 - 1998). Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

En este contexto, el caldo de cultivo que fraguaba un conflicto territorial latente estaba servido en bandeja. Se había desatado una fuerte competencia por el recurso entre los caudales desembalsados al río Tajo y los volúmenes trasvasados a la cuenca del Segura, entre la cuenca del Segura y la cuenca del Tajo, entre Castilla – La Mancha y las regiones receptoras, entre trasvasistas y antitrasvasistas.

Desde la presidencia del Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo – Segura (SCRATS en adelante) no tardaron en acusar a la Confederación Hidrográfica del Tajo como responsable de malgastar el agua: “[...] hasta el año 90 los desembalses efectuados desde Entrepeñas y Buendía hacia el curso del Tajo supusieron un innecesario despilfarro del agua embalsada” (García Yelo, 1997). La Dirección General de Obras Hidráulicas (DGOH en adelante) era del mismo parecer. En el informe emitido el 4 de julio de 1994 para el Consejo de Ministros se decía que “la explotación, durante el primer tercio aproximado de la existencia del Acueducto Tajo – Segura, de los embalses de Entrepeñas y Buendía no ha sido la adecuada por el exceso evidente de desembalses hacia el Tajo, situación que se ha ido corrigiendo paulatinamente, especialmente en los últimos 3 años, hasta ajustarse a las necesidades reales del Tajo; sin embargo, el daño causado en aquellos años iniciales es el responsable fundamental de la escasez actual de recursos, al presentarse una racha seca tan intensa como la que padecemos desde 1991/1992 en la España meridional” (García Yelo, 1997).

Estas afirmaciones dejaban clara una postura: el caudal mínimo de Aranjuez de 6 m³/s (Ley 52/1980) era considerado por el SCRATS y la DGOH un caudal máximo al que la Confederación Hidrográfica del Tajo debía ajustarse, desembalsar agua para el río por encima de esta cantidad era considerado un despilfarro y la causa de la situación de escasez.

Sin embargo, los datos hidrológicos facilitan el desarrollo de otro argumento. Un argumento que exime a la Confederación Hidrográfica del Tajo parte de culpa respecto a la causa de la escasez.

En primer lugar, del análisis del Gráfico 8 se deduce que la Confederación Hidrográfica del Tajo realizaba una regulación prácticamente anual del río hasta el año hidrológico 1982-1983. Entre los desembalses al río Tajo y las aportaciones en los embalses de cabecera se aprecia una relación anual significativa. En el Gráfico 9 se muestra la correspondencia entre el volumen desembalsado y las aportaciones recibidas en cada año hidrológico de la serie 1948-1983:

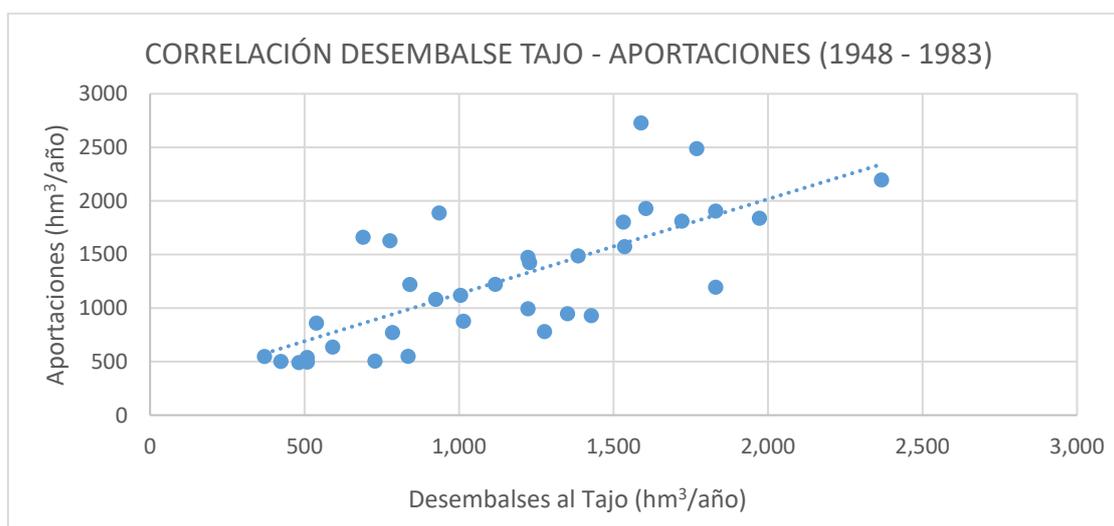


Gráfico 9.- Relación entre los desembalses anuales al Tajo y las aportaciones anuales a los embalses de cabecera. Elaboración Propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

En cambio, si analizamos esta misma relación a partir del año 1983 hasta 1998, la correspondencia entre aportaciones y desembalses desaparece por completo en lo que respecta al río Tajo. El desembalse al río no aumenta a medida que aumentan las aportaciones recibidas (Gráfico 10).

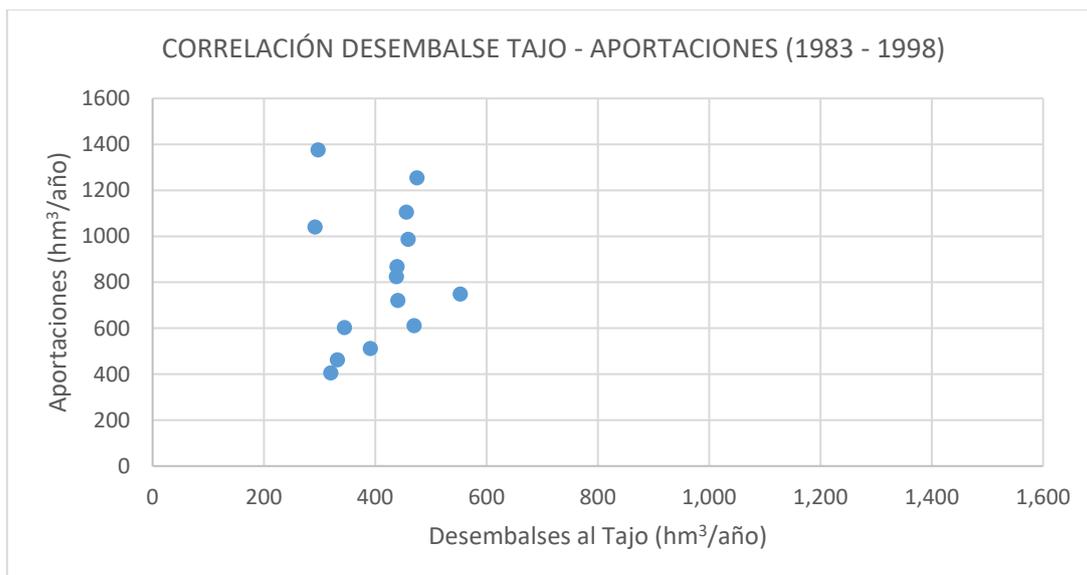


Gráfico 10.- Correlación entre desembalses al Tajo y Aportaciones a los embalses de cabecera. Elaboración Propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

Pero la regulación de los embalses de Entrepeñas y Buendía continúa siendo anual en este periodo, no se incrementan las reservas pese a desembalsar menores recursos al río. La razón es que el volumen trasvasado a la cuenca del Segura complementa el desembalse que se ha detraído del río Tajo, compartiendo los recursos entre los usuarios del trasvase y los desembalses al río Tajo. Si el promedio de aportaciones en la cabecera del Tajo había descendido un 47% (Gráfico 3), el promedio de desembalse al río entre los periodos 1940-1980 y 1980-1998 se reducía en un 63,4 % (Gráfico 11).

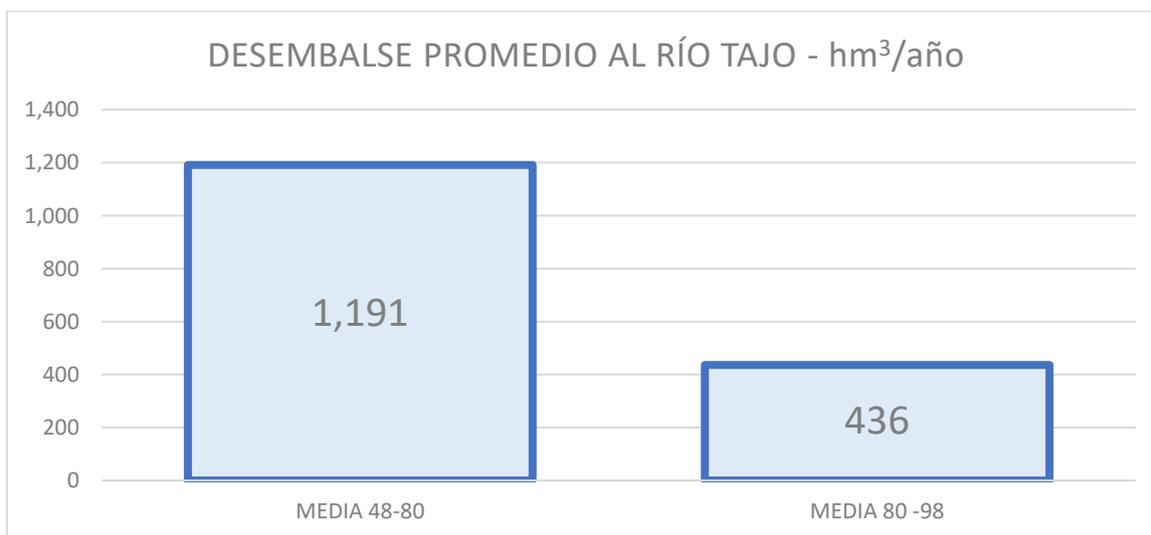


Gráfico 11.- Desembalses promedio al río Tajo en los periodos 1948 - 1980 y 1980 - 1998. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>).

Los desembalses al río Tajo no solo permitían caudales circulantes por encima de 6 m³/s en Aranjuez, sino que incrementaban sustancialmente la producción hidroeléctrica a lo largo del eje de un río que cuenta desde la provincia de Cáceres hasta su entrada en Portugal con numerosas centrales de este tipo. Es decir, existían usos económicos, además de los patrimoniales, socioculturales o ambientales, que se beneficiaban del caudal circulante por el río Tajo y que habían visto mermadas a causa del TTS sus posibilidades.

Pero los datos se iban aclarando con el tiempo. Con el nuevo régimen de aportaciones en la cabecera del Tajo (entre 1980 y 1995) era físicamente imposible trasvasar caudales próximos a los 600 hm³/año. La única posibilidad para optimizar al máximo el rendimiento del TTS, es decir, para aumentar el volumen trasvasable anual, era limitar los desembalses al río Tajo (el resto de las aportaciones serían para el TTS) y mantener las existencias embalsadas en Entrepeñas y Buendía en niveles bajos, con el objetivo de disponer de mayores recursos reduciendo la evaporación. Este método aseguraba el incremento del volumen trasvasado. Si no se cumplía alguno de estos dos criterios el trasvase fracasaría. De modo que con un descenso en los desembalses del 63,4 % y un descenso en el nivel medio de los volúmenes embalsados en Entrepeñas y Buendía del 54,5 %, se consiguió trasvasar a la cuenca del Segura en el periodo 1980–1998 un volumen medio de 295 hm³/año, menos del 50% del volumen máximo definido como objetivo (Gráfico 12).

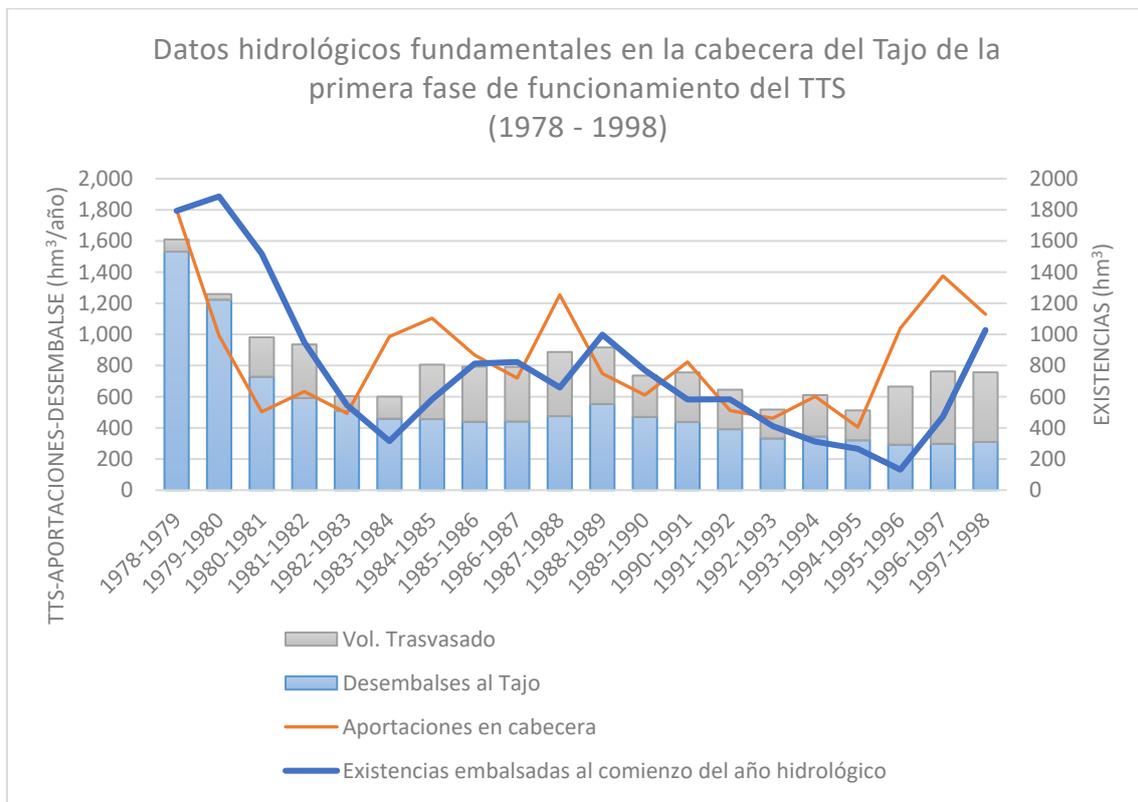


Gráfico 12.- Datos hidrológicos fundamentales del funcionamiento de los embalses de cabecera del Tajo. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

Aun así, desde el SCRATS o la DGOH no dudaron en culpar a la CHT de la situación de los embalses de cabecera del Tajo. Pero, al mismo tiempo, se ignoraban otras variables que contribuían a dilucidar las causas de la situación de crisis hidrológica vivida durante los años ochenta y el primer lustro de los noventa.

Es cierto que los desembalses al Tajo en los años previos al inicio del trasvase fueron elevados, no más que en años anteriores, pero sí más que los pretendidos por los usuarios del trasvase. No obstante, ello estuvo en gran parte motivado por contrarrestar la crisis energética de los años 80, aumentando la producción hidroeléctrica (Santamaría, 1979). Asimismo, como hemos podido comprobar, los desembalses se redujeron un 63,4 %, pese a las consecuencias medioambientales y económicas que pudiera suponer para la cuenca del Tajo.

Además, si dirigimos el foco hacia la cuenca del Segura para estudiar más detenidamente la incidencia del TTS en la crisis hidrológica, observamos que las expectativas generadas allí por la llegada del agua del trasvase eliminaron cualquier posibilidad de reconducir la situación cuando los datos evidenciaron que las previsiones anteriores se invalidaban a causa del “efecto 80”.

Alfonso Botía Pantoja relataba perfectamente el fenómeno que se produjo los años previos a la llegada de agua procedente del Tajo:

“El agricultor [...] comienza a preparar la llegada de agua como esta se merece.

La propiedad se reajusta en el mercado libre, las tierras se laborean adecuadamente y, aunque parezca alucinante para quienes no están en estos entresijos, se adelantan las plantaciones mimando individualmente su primer crecimiento con cubas de agua de muy dispares procedencias [...] habida cuenta de que en sus comienzos el retoño tiene exigencias hídricas moderadas.

[...] el trasvase ha duplicado la potencialidad de los regadíos de esta cuenca, lo que permite cargar en su haber, por el concepto de plusvalías solamente, más de doscientos millones de pesetas, antes de que florezca la primer cosecha”. (Botía Pantoja, 1984)

En estas líneas se desgrana con maestría el proceso de conversión de tierras de secano en regadío. Este proceso no tiene tanto que ver con la producción agrícola como con el incremento de valor de los terrenos. En cambio, este mismo fenómeno especulativo sí que tiene una incidencia directa en la gestión de los recursos hídricos.

Si reparamos en las existencias embalsadas en la cuenca del Segura durante la década de los setenta, podemos comprobar que se mantenían en rangos elevados. No obstante, la eminente llegada de agua procedente del Tajo desencadenó el proceso del crecimiento exponencial de cultivos de regadío, aumentando progresivamente los desembalses en la cabecera del Segura (Gráfico 13).

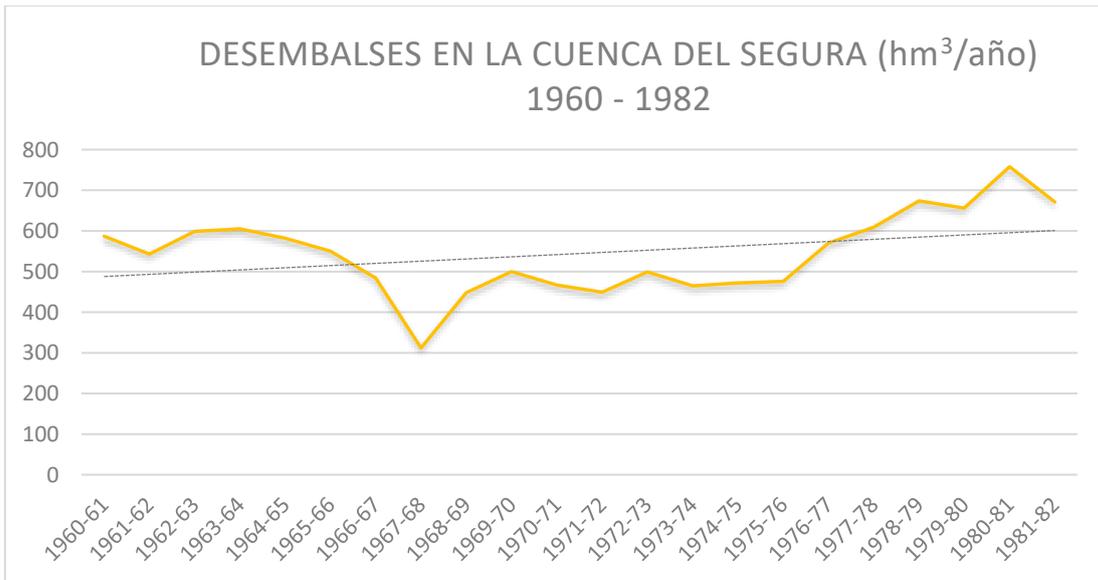


Gráfico 13.- Desembalses anuales en la cuenca del Segura 1960-1982. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

Se incrementaron los desembalses con la finalidad de hacer efectiva la reconversión de cultivos, provocando un descenso en las existencias embalsadas del 80% en tan solo dos años (desde 1978-1979 hasta 1980-1981), acumulando un déficit en este periodo de aproximadamente 400 hm³ (Gráfico 14).

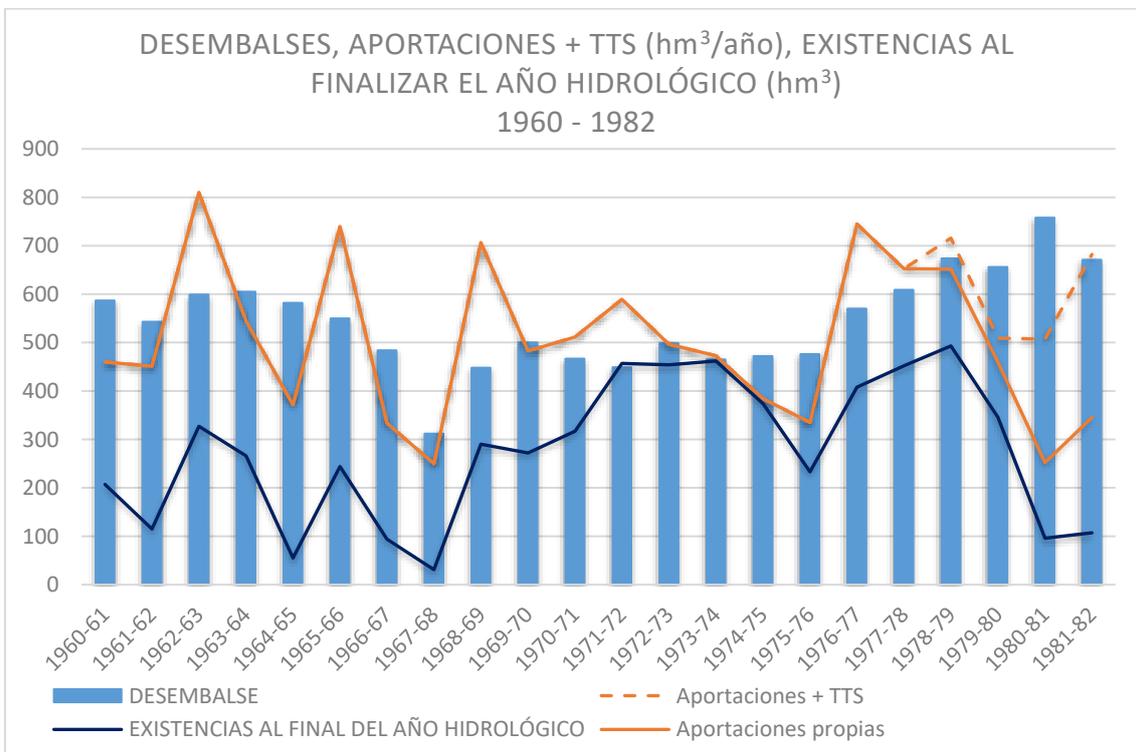


Gráfico 14.- Gráfico 9.- Desembalses anuales, existencias embalsadas al finalizar el año hidrológico y aportaciones + TTS en la cuenca del Segura (aportaciones más trasvase Tajo – Segura) 1960-1982. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

El año anterior a la puesta en funcionamiento del trasvase, los embalses del Segura empezaron el año hidrológico almacenando 493 hm³. Una vez concluido el año de la puesta en marcha del TTS, los embalses finalizaron el año hidrológico con 94 hm³ (Gráfico 15).

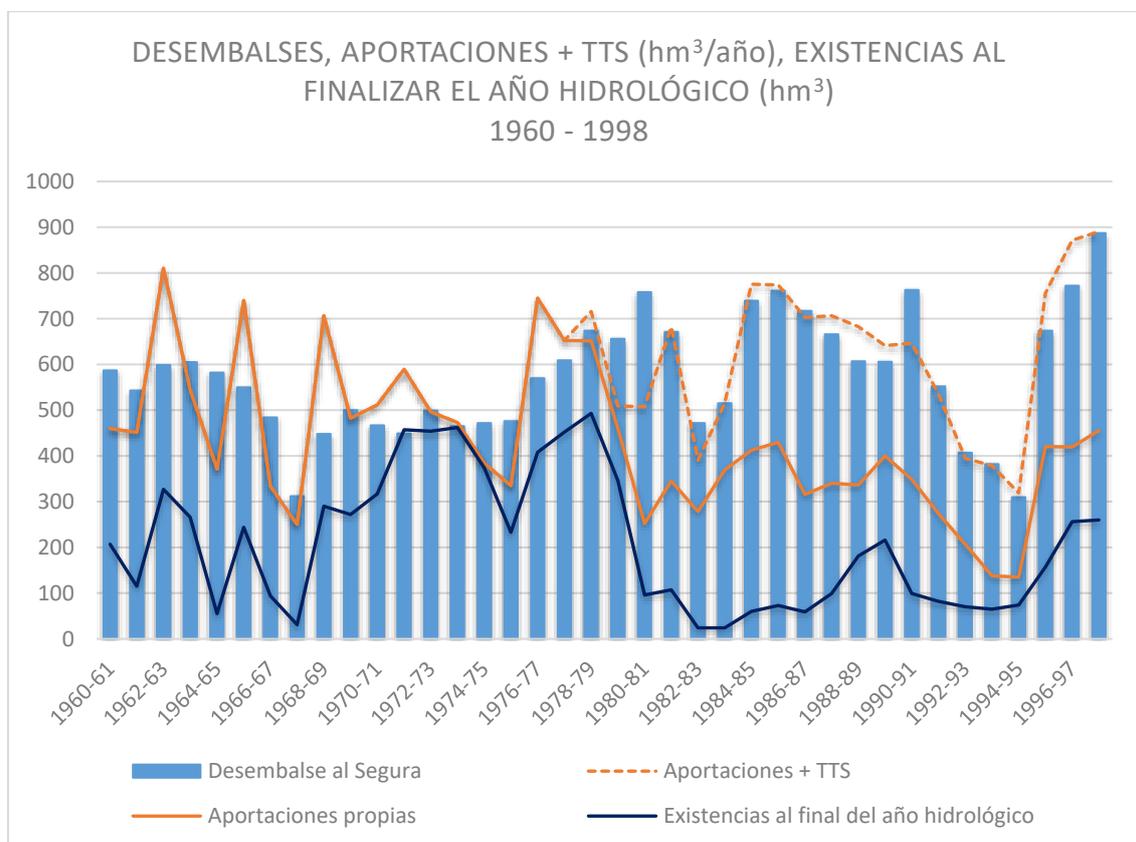


Gráfico 15.- Desembalces anuales, existencias embalsadas al finalizar el año hidrológico y aportaciones + TTS en la cuenca del Segura (aportaciones más trasvase Tajo – Segura) 1960-1998. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

En estas circunstancias, la gestión de los recursos hídricos durante los años previos a la puesta en funcionamiento del TTS por parte de la Confederación Hidrográfica del Segura fundamenta un discurso muy distinto al desarrollado por el SCRATS y la DGOH.

Como hemos podido comprobar, los dos retos fundamentales de este periodo esbozados al principio, es decir, el inicio del TTS y la adaptación a la disminución de los recursos hídricos, requerían respuestas de gestión antagónicas. Por un lado, el cumplimiento de expectativas de los beneficiarios del TTS; y por otro, el principio de precaución frente a episodios de sequía adversos.

A la vista de lo acontecido, se puede afirmar que en la Confederación Hidrográfica del Segura prevaleció el criterio de satisfacer todas las demandas, o más bien expectativas de los usuarios de alcanzar los 600 hm³/año de recursos procedentes del TTS, sin reparar en las consecuencias que pudiera acarrear.

En definitiva, el río Tajo fue el único sometido a los criterios de precaución limitando los caudales circulantes, y no al revés, como pretendía hacer creer el discurso del presidente del SCRATS. Los datos confirman que se trasvasó prácticamente todo lo que estaba disponible y, mientras tanto, el río Tajo menguó hasta su mínima expresión.

¿Por qué se produjo esto? Es decir, ¿por qué en el conflicto desatado por el recurso la cuenca que tenía la prioridad legal, aquella de la que solo se podían trasvasar recursos excedentarios, la que legalmente establecía un mínimo de caudal circulante frente a la otra que establecía un máximo de trasvase, era la cuenca que padecía los mayores impactos a causa del TTS?

La respuesta a esta pregunta la contesta magistralmente un gran compañero mío al que me van a permitir rendir un pequeño homenaje en estas líneas. Francisco Blázquez Calvo afirma que en este periodo fueron más relevantes los hechos consumados que los conceptos jurídicos indeterminados (Blázquez Calvo & Díaz-Marta Pinilla, 1995). ¿Qué significa esto? Significa que los conceptos jurídicos que aseguraban la protección de la cuenca cedente, en este caso los excedentes, estaban sin evaluar, ni especificar. Como resultado, los hechos, los trasvases, poseían vía libre para discurrir por la infraestructura construida sin una clara oposición.

Al no disponer en los embalses de cabecera del Tajo de un volumen mínimo de reserva que definiese cuáles eran los recursos excedentarios, la CCEATS se parapetaba en el argumento de que mientras no se superase el valor de 600 hm³/año trasvasado cualquier volumen podría considerarse como recurso excedentario. Al final, paradójicamente, el máximo volumen trasvasable estaba definiendo los excedentes disponibles.

2.3 Primera regla de explotación del TTS (1998 - 2014). La determinación de los excedentes.

En 1998 se publica en el BOE el RD 1664/1998, de 24 de julio, por el que se aprueban los planes hidrológicos de cuenca, entre los que se incluye el PHCT de 1998.

Este Plan incorpora en el artículo 23 de su normativa el cumplimiento del mandato establecido por la Ley 52/1980 a fin de que, “*mediante la regulación adecuada, las aguas que se trasvasan sean, en todo momento, excedentarias en la cuenca del Tajo*” (Orden por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de cuenca del Tajo, 1999).

En el mencionado artículo 23 se regulan varios aspectos técnicos del funcionamiento del TTS⁵:

⁵ El entrecomillado de la lista de este epígrafe tiene como fuente el artículo 23 de la Normativa del Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo.

- Criterio básico de diseño: *“Proporcionar la máxima seguridad técnica al suministro de caudales con destino a los usuarios del Tajo, garantizando su atención, sin restricción alguna, con garantía temporal y volumétrica del 100 por 100, y con la adopción de los criterios de seguridad oportunos”*.
- Determinación de excedentes: El agua excedentaria disponible se determina restando 240 hm³ a las existencias en Entrepeñas y Buendía. En consecuencia, no se podrán efectuar trasvases por debajo de dicho nivel.
- Trasvase máximo anual: El agua excedentaria podrá ser trasvasada comprobando que no se excede del total anual acumulado para las cuencas del Segura y del Guadiana (650 hm³/año).
- Definición de condiciones hidrológicas excepcionales: *“Se considera que se está en tales condiciones cuando, estando plenamente garantizados los consumos del Tajo sin ninguna restricción, no se pueda garantizar el volumen mínimo necesario para el abastecimiento y riego de socorro de la cuenca del Segura y la derivación para el abastecimiento a la cuenca del Guadiana”*. Se identifica cuando, a primeros de mes, la suma de las existencias embalsadas en Entrepeñas y Buendía se encuentre por debajo de los valores de la Tabla 2:

Tabla 2.- Definición de condiciones hidrológicas excepcionales (hm³/mes). Fuente: Normativa del PHCT de 1998

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
456	467	476	493	495	496	504	541	564	554	514	472

- Objetivo de las reglas de explotación de los embalses de cabecera del Tajo. Se le atribuyen a la CCEATS las competencias para definir las reglas de explotación de los embalses *“a fin de procurar que no se llegue a las condiciones hidrológicas excepcionales”*.
- Criterios de modificación de los volúmenes de existencias indicados. La normativa obliga a revisar al alza los volúmenes de existencias definidos teniendo en cuenta la evolución de las demandas del Tajo y Guadiana en lo referido al abastecimiento humano.

De forma que el artículo 23 del PHCT de 1998 establece los condicionantes previos a la regla de explotación del TTS para mantener la seguridad de la cuenca cedente (Gráfico 16).

Con posterioridad, la CCEATS sobre estas directrices formuló el diseño de la regla de explotación de los embalses de cabecera del Tajo (MMA, 1997). Pero, antes de revisar esta regla, ¿cuáles fueron los criterios técnicos utilizados para determinar los volúmenes de reserva que definían los recursos excedentarios y las condiciones hidrológicas excepcionales?

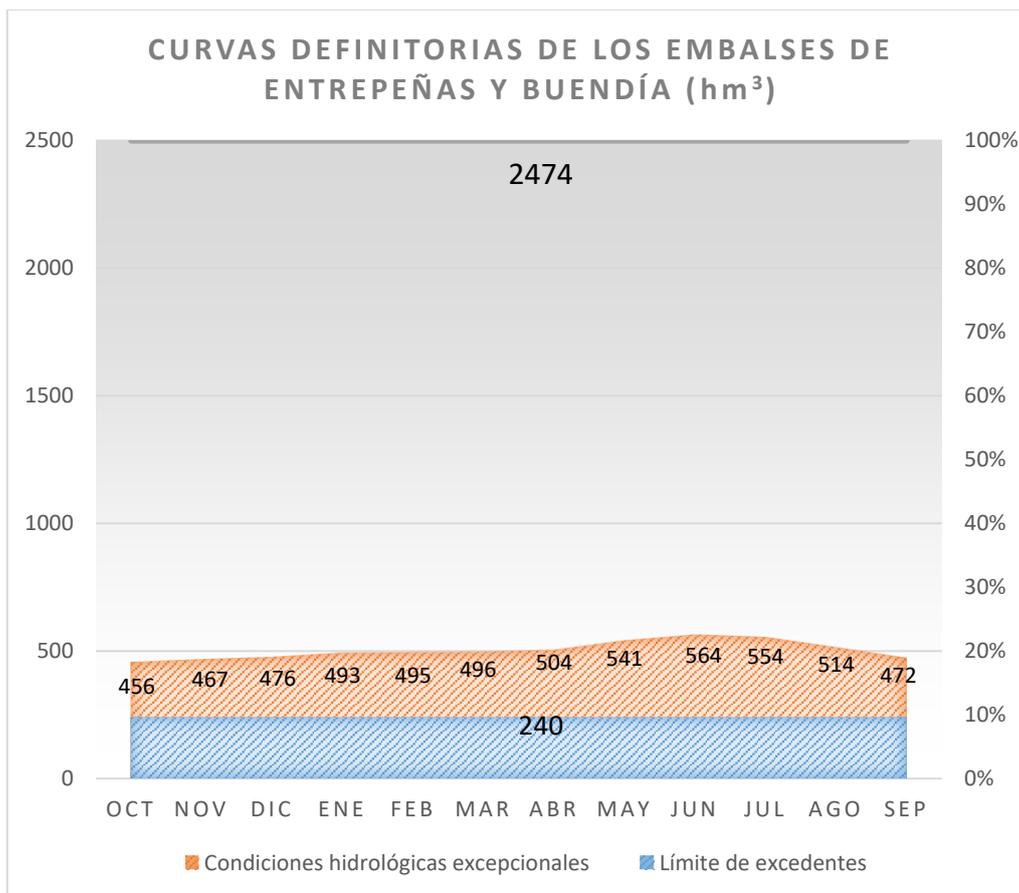


Gráfico 16.- Curvas definitorias de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Elaboración propia.
Fuente: CHT, 1998

2.3.1 *Determinación de los excedentes y la determinación de la curva de reserva mínima en el Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo de 1998*

La condición de excedentario era previa, incluso por ley, a la derivación de cualquier volumen trasvasable. No obstante, la definición de los excedentes no se produjo, tal como hemos comprobado, hasta la publicación del PHCT de 1998.

Durante el periodo 1980 – 1998 no se tuvo ninguna garantía de que las aguas trasvasadas fuesen aguas excedentarias de la cuenca del Tajo. A pesar de ello, no hubo ningún inconveniente en emplear los recursos almacenados en los embalses de Entrepeñas y Buendía para el TTS, en evidente perjuicio de la cuenca cedente.

Pero, ¿qué son los excedentes? El concepto de excedente alude a algo que sobra en el lugar de origen. Por lo tanto, no parecen admisibles carencias en la cuenca cedente, a menos que se hubiesen producido exactamente igual en caso de no haber realizado trasvase alguno. Sin embargo, hay un problema instrumental: la escasez de recursos disponibles en la cuenca de origen puede derivar de la convergencia de trasvases realizados varios años antes y del desfavorable comportamiento de las aportaciones registrado entre el momento en el que tuvieron lugar los trasvases y la aparición de la

insuficiencia de disponibilidades. En un sistema de hiperembalses como Entrepeñas y Buendía, este caso es perfectamente plausible (Blázquez Calvo & Díaz-Marta Pinilla, 1995).

Por ello, salvo cuando los embalses están a punto de soltar agua por el aliviadero, resulta imposible afirmar con absoluta certeza que un volumen trasvasado no vaya a generar posteriormente infradotación en la cuenca del Tajo.

Esto significa que la aplicación a ultranza del concepto de excedentes nos llevaría a mantener niveles muy altos en los embalses, utilizando exclusivamente una pequeña parte de su capacidad en la regulación para trasvasar.

En consecuencia, los receptores del trasvase desean exactamente lo contrario. Desean compartir toda la capacidad de los embalses, toda el agua regulada, con los usos (incluidos los medioambientales) y usuarios del Tajo. Sus pretensiones son tomar una cuota de participación en la regulación del sistema y explotarlo en régimen abierto, convirtiéndose en otro usuario más al que atender desde la cabecera del Tajo. En definitiva, los intereses de los beneficiarios de las aguas trasvasadas intentarán reducir el significado estricto de la “excedentaria”.

Por este motivo, el volumen de existencias de los embalses de cabecera del Tajo es un posible indicador sobre los intereses que prevalecen en la gestión del TTS, nos sirve para determinar quién asume los riesgos de la explotación de los embalses. Si predomina el concepto de excedentario (establecido por Ley) o, por el contrario, son prioritarios los intereses de los beneficiarios del trasvase.

Desde 1981 hasta 1998, las reservas de los embalses de cabecera del Tajo oscilaron entre el 40 y el 1% de su capacidad útil. En dieciocho años de explotación nadie optó por determinar lo indeterminado, los excedentes, remitiéndose a la responsabilidad del PHCT de asumir esta cuantificación. La idea de que para trasvasar agua era necesario que fuera excedentaria fue, en la práctica, suspendida.

El PHCT de 1998 abordó la definición técnica del concepto de excedentes. La explotación de un embalse teniendo en cuenta la prioridad de ciertos usos sobre otros se había aplicado con frecuencia para garantizar que la explotación hidroeléctrica de los embalses no afectase a las necesidades de las demandas agrarias. Así, las curvas de reserva mínima indican los volúmenes mínimos precisos para cubrir determinadas necesidades durante un periodo de tiempo y con un régimen de aportaciones desfavorables. El uso no prioritario aprovecha el embalse siempre que las existencias no desciendan por debajo del nivel determinado en el cálculo. Por tanto, una vez obtenida la curva de reserva mínima que define los recursos excedentarios, su determinación conlleva que no se permita trasvase alguno por debajo del nivel de reserva calculado.

El cálculo de dicha curva en aguas superficiales depende de una serie de variables que es necesario especificar previamente.

- a) Entradas a los embalses: Las entradas se corresponden con las aportaciones a los embalses en el periodo de tiempo de cálculo.
- b) Salidas de los embalses: Las salidas para calcular el umbral de excedentes serán los desembalses a la cuenca del Tajo más la evaporación de los embalses en el periodo de tiempo de cálculo.
- c) Periodo temporal de cálculo: Para asegurar la máxima garantía temporal y volumétrica se debe realizar la búsqueda del periodo más desfavorable de déficit (entradas – salidas) sin límite temporal.
- d) Nivel mínimo de embalse: El nivel de embalse útil determina el volumen final del balance, es decir, el nivel mínimo que puede alcanzar la explotación. En el caso del sistema de Entrepeñas y Buendía se fija en 118 hm³, de acuerdo a los estudios realizados⁶ (CHT, 2011) (Cabezas, 2013).

La incógnita de la ecuación es el volumen de existencias embalsadas con el que se debe comenzar cada mes para, una vez transcurrido el periodo de aportaciones más desfavorable, no alcanzar el mínimo admisible de explotación. Lógicamente el cálculo se ejecuta realizando un balance de entradas y salidas en el embalse durante el periodo de tiempo de aportaciones mínimas. La solución obtenida es el volumen mínimo de reserva necesario para satisfacer los usos prioritarios, normalmente a una escala mensual (Ver Anejo I).

Entre las variables descritas anteriormente para ejecutar el balance, la más importante para garantizar el cumplimiento de la legalidad vigente es la salida de los embalses, específicamente, los desembalses al río Tajo. Este valor es el que debería garantizar que todas las necesidades en la cuenca del Tajo (ambientales y económicas) sean atendidas al 100%, es decir, es la referencia con la que se cumple el principio de prioridad de la cuenca cedente. Cualquier necesidad del Tajo no considerada en el desembalse de cálculo no dispondrá de garantía temporal y volumétrica total y, por consiguiente, compartirá los riesgos de la explotación con los trasvases realizados, o directamente, no podrá ser atendida.

En el Informe “*Los excedentes trasvasables de cabecera del Tajo*” (MMA, 1997) se adopta un desembalse de referencia hacia el río Tajo de 370 hm³/año (Tabla 3):

⁶ En distintos estudios previos al del Anexo Técnico del RD 773/2014, se toma como referencia el umbral mínimo de explotación de los embalses de 118 hm³, como la Regla de Explotación de 1997 (MMA, 1997) o el borrador del PHDT 2011. En este trabajo se toma como referencia este mismo valor. No obstante, la CHT modifica este parámetro, dando por útil volúmenes de reserva inferiores a 118 hm³ en el borrador del PES de 2017. Este asunto se tratará con más detalle en el epígrafe 3.2.

Tabla 3.- Desembalse considerado en el PHCT 1998 – (hm³/mes)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOTAL
23	17	18	18	17	21	31	38	42	58	51	36	370

La limitación impuesta a la cuenca cedente por la explotación del TTS en lo que respecta a los desembalses es evidente, como se muestra en el Gráfico 17. Antes de la explotación del TTS nunca se había producido un desembalse inferior a 370 hm³/año.

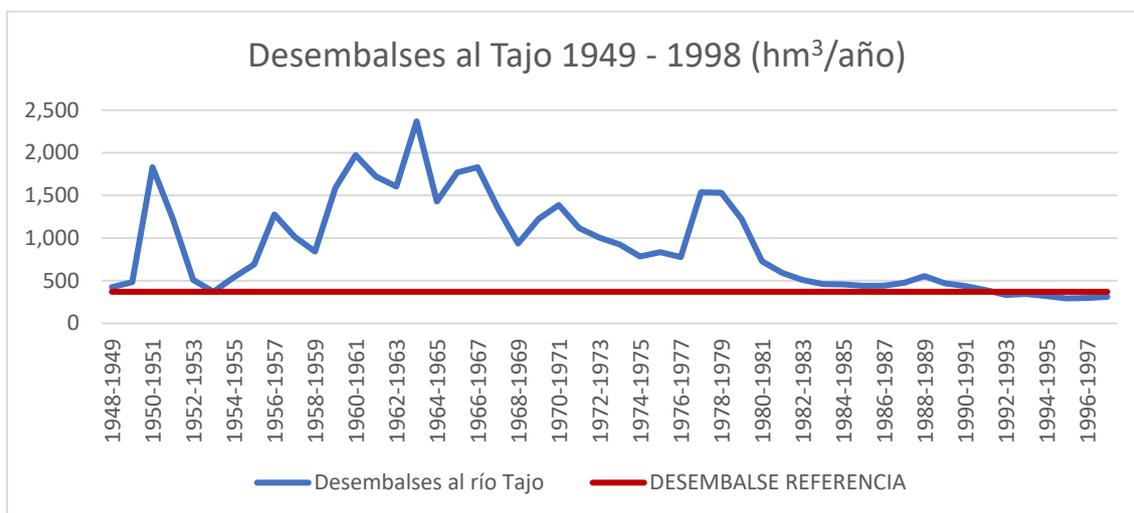


Gráfico 17.- Desembalses a la cuenca del Tajo 1949 - 1998 y desembalse de referencia (370 hm³/año). Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

Desde su inicio, la CHT se ajusta al desembalse propuesto, disminuyendo el caudal circulante por el río. El río Tajo ve limitada su prioridad de uso hasta Aranjuez, único tramo considerado en el cálculo, con un exiguo caudal de 6 m³/s (Gráfico 18).

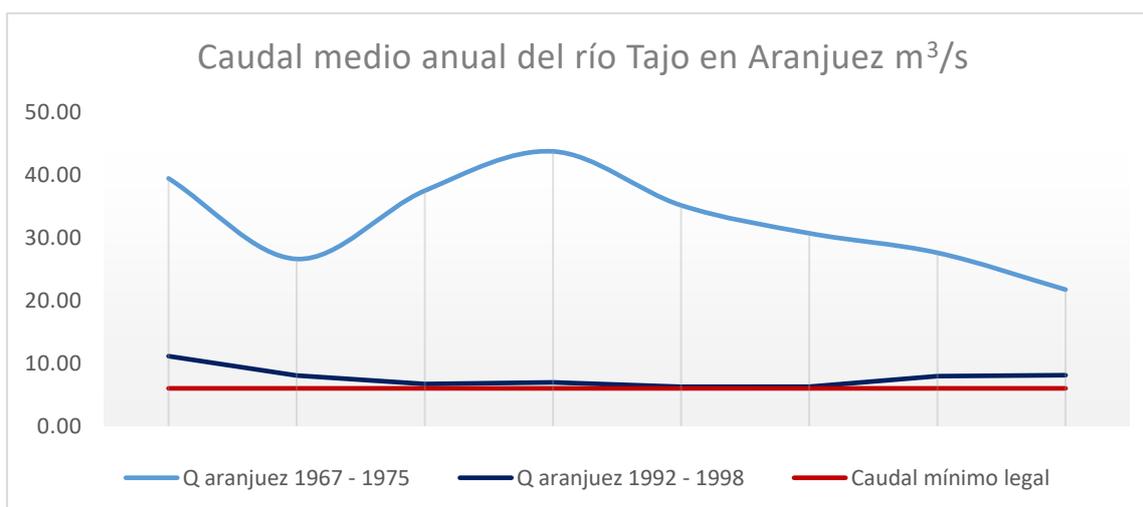


Gráfico 18.- Caudal del río Tajo en Aranjuez en dos periodos de tiempo antes y después del TTS. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>).

Más allá de Aranjuez, cualquier uso queda excluido de la explotación prioritaria de los embalses de cabecera y, por consiguiente, la cuenca cedente se vería obligada a compartir sus recursos hídricos con los usuarios del trasvase, sea cual fuere la situación hidrológica. En principio, esta situación tiene un difícil encaje con la premisa de *“proporcionar la máxima seguridad técnica al suministro de caudales con destino a los usuarios del Tajo, garantizando su atención, sin restricción alguna, con garantía temporal y volumétrica del 100 por 100, y con la adopción de los criterios de seguridad oportunos”* (CHT, 1998).

El cálculo de la curva de reserva mínima es un cálculo dinámico. Las variables empleadas no son estáticas en el tiempo y, por consiguiente, tampoco lo serán sus resultados.

Primero, el balance se ejecuta retrospectivamente en el tiempo, considerando la peor sequía de la que se tiene constancia como referencia. Como se ha podido comprobar, desde 1980, cada última sequía se ha convertido en la sequía más severa, invalidando los cálculos anteriores. Segundo, las necesidades del Tajo tampoco son constantes, evolucionan con el tiempo, de modo que el desembalse de referencia no puede serlo. Además, el desembalse tiene relación directa con el periodo temporal más desfavorable utilizado para realizar el cálculo: en un mismo periodo de tiempo de aportaciones desfavorables, aumentar el desembalse (salidas) implica aumentar el déficit del balance, puesto que las aportaciones (entradas) son constantes en dicho periodo. Es decir, si crecen las salidas y las entradas son constantes, la diferencia entre ellas decrece. De modo que valores del balance que resultaban positivos ($\text{entradas} - \text{salidas} > 0$) pueden volverse negativos cuando aumenta el desembalse, prolongándose los meses en que el periodo de tiempo es desfavorable.

En el cálculo de la reserva mínima que realiza la CHT para el desembalse considerado de $370 \text{ hm}^3/\text{año}$, el periodo más desfavorable es el comprendido entre octubre de 1994 y octubre de 1995, precisamente la última sequía de la que se tenía constancia.

Bajo estas premisas, el fallo del modelo puede ocurrir por varios motivos. El primero es que sean necesarios mayores desembalses al río Tajo de los empleados en el cálculo para satisfacer con total garantía las necesidades de la cuenca cedente. El segundo, que se produzca una sequía más intensa que cualquiera de las anteriores registradas históricamente. En otras palabras, mayores salidas o menores entradas en el cálculo del balance. Si se producen cualquiera de estas dos circunstancias es imprescindible modificar los parámetros de cálculo para que el modelo funcione correctamente, de forma que se actualicen las curvas de reserva mínima a la situación actual. La reserva mínima fijada en el PHCT de 1998 para un desembalse de $370 \text{ hm}^3/\text{año}$ fue de 240 hm^3 .

Para comprobar la validez de dichos cálculos, se ha desarrollado un modelo matemático que permite obtener los valores mensuales de la curva de reserva mínima en función de un desembalse de diseño (Anejo I). Si utilizamos en el modelo los mismos parámetros que se utilizaron para la determinación de la curva de reserva mínima en el PHCT de 1998

(desembalse de 370 hm³/año), en el mismo periodo de tiempo (serie 1918 – 1998), los resultados obtenidos son los siguientes (Gráfico 19):

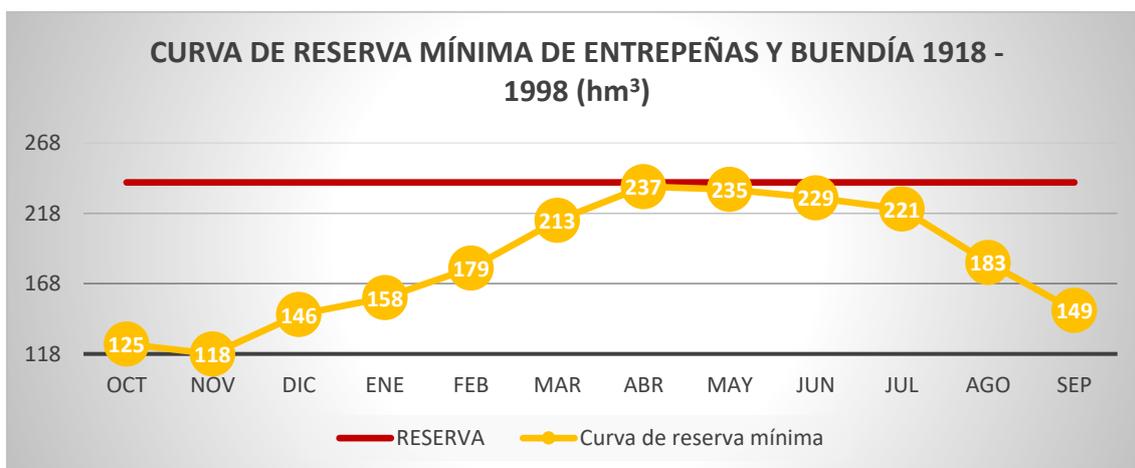


Gráfico 19.- Valores mensuales de la curva de reserva mínima de los embalses de Entrepeñas y Buendía, calculada según los parámetros establecidos en el PHCT 1998. Elaboración propia. Fuente: (CHT, 1998)

En estas condiciones el máximo valor de reserva mensual de la curva se corresponde con 237 hm³ en el mes de abril, coincidente con la línea de 240 hm³ fijada por la CHT. Es decir, la CHT obtuvo la curva de reserva mínima para un desembalse de 370 hm³/año y fijó el máximo valor mensual como el umbral de excedentes, sin aplicar ningún margen de seguridad adicional para prevenir posibles sequías más intensas de las consideradas.

A continuación, para ilustrar el dinamismo de la curva de reserva mínima, empleamos el mismo desembalse (370 hm³) en la serie 1918 – 2018. Esto nos mostrará el efecto de sequías posteriores más intensas que la utilizada en el cálculo anterior (Gráfico 20).

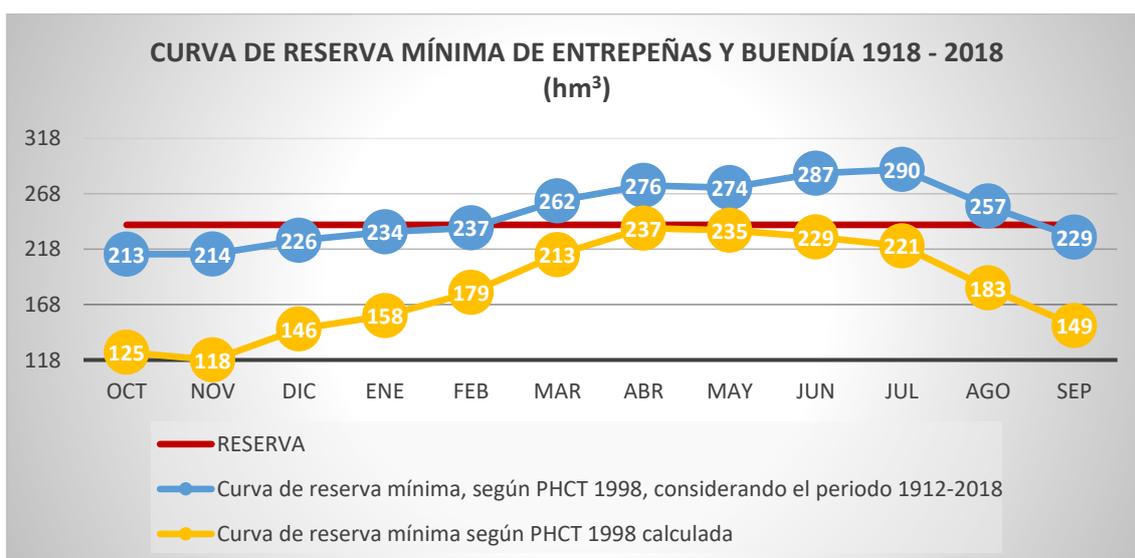


Gráfico 20.- Comparativa de valores mensuales de la curva de reserva mínima de los embalses de Entrepeñas y Buendía según los desembalses de referencia del PHCT 1998 aplicados a la sequía de 1994-1995 y 2016-2017. Elaboración propia. Fuente: (CHT, 1998)

Adoptando el máximo valor mensual como límite, la última sequía hubiese requerido elevar el nivel de reserva mínimo hasta los 290 hm³, en lugar de mantener los 240 hm³ del periodo anterior.

Esta evidencia del dinamismo de la curva de reserva aconseja incorporar un volumen de reserva adicional que garantice las necesidades imprescindibles de la cuenca, independientemente de las aportaciones de la cabecera del Tajo.

2.3.2 *Curva de reserva de condiciones hidrológicas excepcionales*

El PHCT de 1998 no solo obtiene el umbral mínimo de recursos no trasvasables, sino que también define teórica y técnicamente la curva de condiciones hidrológicas excepcionales por primera vez desde que se puso en marcha el TTS (Tabla 2), aunque ya se hiciera referencia a ellas en el RD 2530/1985.

De la definición teórica especificada en el PHCT de 1998, se deduce que las condiciones hidrológicas excepcionales se identifican cuando las existencias de los embalses de cabecera sean tales que *“estando plenamente garantizados los consumos del Tajo sin ninguna restricción, no pueda garantizar el volumen mínimo necesario para el abastecimiento y riego de socorro en la cuenca del Segura y la derivación para abastecimiento a la cuenca del Guadiana”* (CHT, 1998).

Como el PHCT ya había determinado cuál era el desembalse que garantizaba los consumos del Tajo (370 hm³/año), faltaba por determinar el volumen mínimo para abastecimiento y riego de socorro en la cuenca del Segura y la derivación para abastecimiento a la cuenca del Guadiana. Una vez definidos estos dos parámetros, se estaría en condiciones de calcular el volumen de reserva que cumple con las condiciones anteriores.

La metodología de cálculo para obtener la curva de condiciones hidrológicas excepcionales es similar al caso descrito anteriormente en el cálculo de la curva de reserva mínima, con la única salvedad de añadir al desembalse de cálculo otra salida: el volumen mínimo de trasvase que se pretende garantizar. Es decir, habría que repetir el balance hidráulico considerando como entradas las aportaciones a los embalses de cabecera y como salida: el desembalse al Tajo, el trasvase mínimo más la evaporación. De este balance hallaríamos cuál es el volumen de reserva mensual necesario para garantizar estos usos sin alcanzar el límite mínimo de explotación de los embalses de 118 hm³.

Para simular los cálculos realizados por la CHT en el PHCT 1998 cuando obtiene la curva de reserva que define las condiciones hidrológicas excepcionales, se ha considerado en la serie 1918 – 1998 un desembalse al Tajo de 370 hm³/año y se ha estimado un volumen de trasvase mínimo de 170 hm³/año, que cubre el denominado riego de socorro de 60 hm³/año para regadío y la dotación inicial del abastecimiento de 110 hm³/año. El

desembalse aplicado en el cálculo del balance (Tajo + trasvase mínimo) se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.- Desembalse al río Tajo más trasvase mínimo (hm^3/mes) utilizado para la obtención de la curva de situaciones hidrológicas excepcionales. Elaboración propia.

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOTAL
37,2	31,2	32,2	32,2	31,2	35,2	45,2	52,2	56,2	72,2	65,2	50,2	540

Aplicando estos datos, el modelo matemático diseñado devuelve la siguiente curva de reserva, equivalente a las condiciones hidrológicas excepcionales (Gráfico 21).

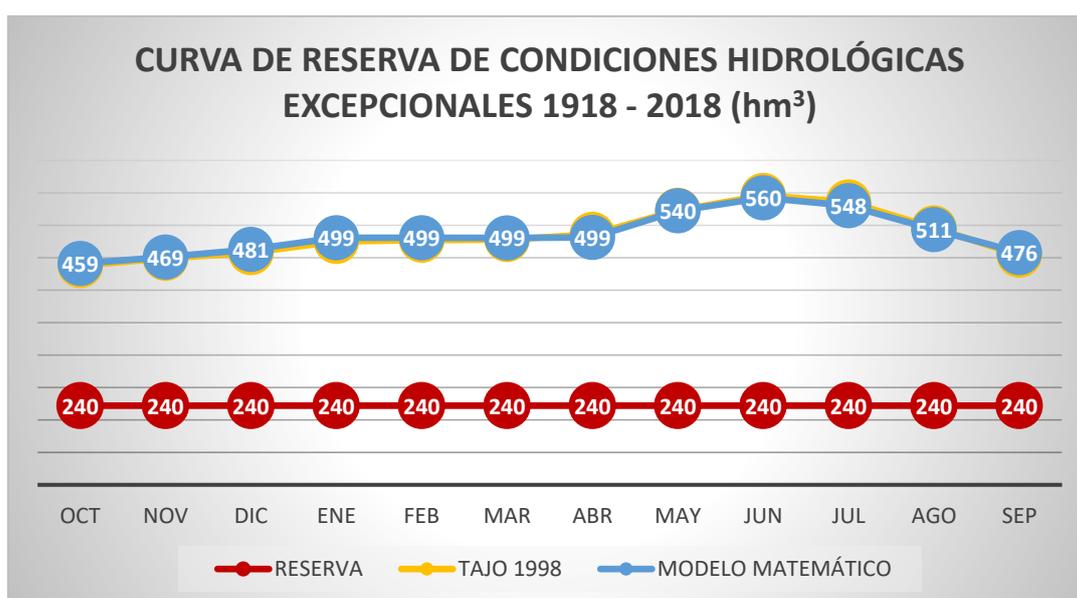


Gráfico 21.- Curva de reserva de condiciones hidrológicas excepcionales del PHCT 1998. Elaboración propia. Fuente: PHCT 1998

El resultado es prácticamente similar a la curva fijada en el PHCT de 1998, lo que certifica la idoneidad del desembalse de cálculo (desembalse al río Tajo + salida al TTS) estimado.

Por tanto, el PHCT 1998, teniendo en cuenta la definición teórica de las condiciones hidrológicas excepcionales, estaba considerando que $370 \text{ hm}^3/\text{año}$ de desembalse al río Tajo eran suficientes para garantizar todas sus necesidades, pese a las restricciones impuestas a los caudales del río (Gráfico 18); y que el trasvase mínimo que se debía garantizar se cifraba en $170 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Como comprobación teórica que ratifica el dinamismo de las curvas de reserva, se incluye el efecto de posteriores sequías manteniendo el desembalse de la Tabla 4 (Gráfico 22).

En el Gráfico 22 se comprueba la influencia del desembalse en el tiempo de cálculo. En este caso, aumentar el desembalse desde Entrepeñas y Buendía reduce el efecto de la última sequía en la obtención de la curva de reserva, a diferencia de lo detectado en el Gráfico 20, donde la última sequía elevaba todos los valores de reserva mensuales. Esto

se debe a que la última sequía está más acotada en el tiempo, mientras que las anteriores son más prolongadas, aunque menos intensas. Por ello, la consideración del TTS en el desembalse de cálculo ($370 + 170 \text{ hm}^3/\text{año}$) conduce al aumento del periodo temporal de cálculo exclusivamente para las sequias previas a la iniciada en 2016. En esta última sequía el periodo temporal está más acotado, y no tiene tanta influencia el aumento del desembalse.

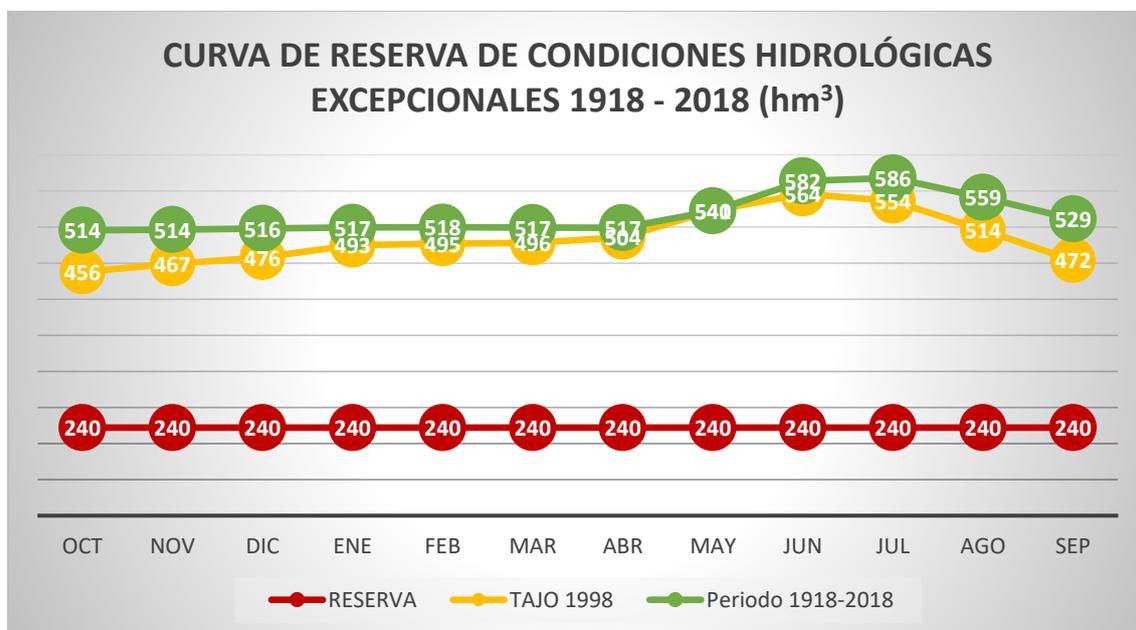


Gráfico 22.- Curva de situación hidrológica excepcional del PH Tajo 1998. Elaboración propia. Fuente: Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo 1998

En definitiva, el PHCT 1998 impone como condiciones previas al diseño de las reglas de explotación el umbral mínimo no trasvasable (240 hm^3), así como la definición de las condiciones hidrológicas excepcionales (Tabla 2). Estos valores se obtienen como un volumen de reserva capaz de garantizar un desembalse desde Entrepeñas y Buendía en el periodo de tiempo más desfavorable.

2.3.3 Diseño de la primera regla de explotación

La CCEATS, en aplicación de sus competencias y una vez aprobado el PHCT 1997 por parte del Consejo del Agua de la cuenca del Tajo de abril de 1997, diseña las reglas de explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía (MMA, 1997).

Como se ha expuesto anteriormente, el artículo 23 del PHCT 1998 definió las premisas previas que debían satisfacer las reglas propuestas.

Además de las pautas elementales impuestas en este artículo 23, dirigidas esencialmente a proporcionar seguridad a la cuenca cedente, en el documento en el que se detalla el proceso de diseño de la regla de explotación se propone una serie de objetivos básicos para la misma, esta vez, orientando las decisiones a la cuenca del Segura (MMA, 1997):

- 1) Formulación de un mecanismo técnico de prudencia que perfeccione el simple criterio que consiste en trasvasar todos los excedentes existentes. Trasvasar todos los excedentes conduce a situaciones indeseables para los beneficiarios del trasvase que hay que evitar.
- 2) La regla seguirá un procedimiento que, a principios de cada mes, a partir de datos hidrológicos disponibles (existencias embalsadas, aportaciones observadas), proporcione un volumen máximo susceptible de ser trasvasado en ese mes.
- 3) Se optará por diseñar reglas de sencilla aplicación manual, que puedan ser ejecutadas por cualquiera sin necesidad de recursos computacionales.
- 4) El criterio básico para evaluar el comportamiento de la regla ha de ser el de proporcionar la máxima estabilidad y seguridad en los suministros del trasvase, procurando eliminar la aparición de situaciones críticas en las que éstos se vean notablemente reducidos durante varios años seguidos.
- 5) Asegurar un volumen mínimo estable anual, evitando la crisis del sistema, ha de tener prioridad sobre cualquier otra consideración.

El diseño de la regla de explotación del TTS asume los criterios básicos del PHCT 1998, evidenciando que el río debía gestionarse desde su cabecera exclusivamente con un desembalse de 370 hm³/año⁷. Es decir, proporcionando total garantía únicamente a 6 m³/s de caudal del río Tajo en Aranjuez.

Ni la normativa reguladora, ni la regla de explotación del TTS, incluyen referencia a posibles incrementos de desembalses al río para satisfacer necesidades de la cuenca aguas abajo de Aranjuez. Necesidades, por tanto, no incluidas en las garantías de la cuenca del Tajo.

Las reglas se diseñan para procurar envíos estables a los beneficiarios del trasvase, al mismo tiempo que pretenden evitar la entrada en la situación hidrológica excepcional determinada por el PHCT de 1998.

La propuesta realizada es sencilla de comprender y de ejecutar.

- 1) Se establecen cuatro niveles en función de las existencias embalsadas a primeros de mes en Entrepeñas y Buendía, así como de las aportaciones acumuladas en la cabecera del Tajo durante los doce meses anteriores.
- 2) A cada nivel de embalse se le asigna un volumen mensual trasvasable.

⁷ No se ha encontrado ningún informe procedente de organismos oficiales que cuestionen la adopción de este criterio.

- 3) A primeros de cada mes se verifica el nivel y se propone el volumen mensual trasvasable asociado a dicho nivel.

Esta regla de explotación permanece vigente desde 1998 hasta 2014. En esta época no se establece como una regla automática, sino que sus valores son orientativos para facilitar la toma de decisiones por parte de la CCEATS, así como para formular la propuesta de trasvase que se elevará al Consejo de Ministros en situación de Nivel 3 (equivalente a las condiciones hidrológicas excepcionales). Su utilización ininterrumpida durante dieciséis años la convierte en la regla formal más empleada desde el inicio del TTS.

Desde un punto de vista técnico, mantener la regla de explotación durante tantos años es un riesgo añadido para la gestión. Como vimos en los apartados 2.3.1 y 2.3.2, las variables que determinan el cálculo de los volúmenes de reserva mínimos son dinámicas. Por tanto, las reglas deberían haber seguido un proceso de evaluación continuo que no se llegó a realizar.

La filosofía de esta regla consiste en adaptar el volumen trasvasable a la disponibilidad inmediata de recursos hídricos en la cabecera del Tajo. Los años húmedos aumentarán los envíos a las cuencas receptoras. En los ciclos secos persistentes, reflejados en volúmenes de existencias menores, se frenarán los envíos de forma que se mantenga estable un trasvase mínimo anual. Pero como las reglas del TTS mantienen las reservas de los embalses en niveles próximos al umbral de excedentes no trasvasables con objeto de aumentar el volumen de trasvase anual (reduciendo la evaporación), el margen de recorrido de los embalses se reduce. Con ello aumentan la variabilidad en los envíos con sequías más intensas de las previstas, así como los riesgos para la cuenca cedente al no incorporar un margen de seguridad adicional en el umbral calculado.

En definitiva, se trata de una regulación anual de los embalses, como ya vimos que se aplicó durante los años anteriores a la definición de la regla (epígrafe 2.1). La variación de la regla de explotación del TTS del MMA de 1997 es más formal que práctica. En ella, se mantiene el funcionamiento habitual, pero se objetivan los volúmenes trasvasables asociados a cada nivel de existencias embalsadas, así como los umbrales de seguridad para la cuenca cedente.

En el documento técnico *“Una Regla de Explotación para la programación de trasvases del acueducto Tajo – Segura”* (MMA, 1997) se estudia el comportamiento de la regla de explotación desde el año 1918 hasta 1996, considerando la serie al completo. Por tanto, en estas reglas no se estudia el *“efecto 80”* por separado (tan solo habían transcurrido 16 años desde que se inicia este fenómeno). En otras reglas posteriores, el periodo previo a 1980 se desestima de los cálculos, por considerarse poco representativo de la realidad hidrológica actual. Esto significa que en 1997 no se tenía constancia de este fenómeno, simplemente se esperaba un retorno a la *“normalidad hidrológica”* de la cuenca del Tajo que no terminará de ocurrir.

En el mismo documento (MMA, 1997) se estudia la evolución de una serie de indicadores para configurar el umbral entre el Nivel 1 y Nivel 2 de la regla de explotación, modificando los parámetros característicos del umbral en diferentes hipótesis (el volumen de existencias y las aportaciones acumuladas durante doce meses). Para el diseño de la regla previamente se habían fijado los volúmenes trasvasables en cada uno de los niveles, de modo que estas variables permanecen constantes. Los indicadores estudiados son: garantía volumétrica (%), déficit en un año (%), déficit en dos años (%), déficit en diez años (%), número de remisiones al Consejo de Ministros (%) y embalse mínimo (hm^3). Salvo el último, los otros cinco indicadores se refieren a los usuarios receptores del agua del TTS.

Con este método se fija como umbral idóneo a partir de 1.500 hm^3 de existencias embalsadas y 1.000 hm^3 de aportaciones acumuladas. La regla de explotación del TTS propuesta por el MMA es la siguiente (Tabla 5 y Gráfico 23):

Tabla 5.- Regla de explotación del TTS de 1998. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997)

Nivel de Embalse	Volumen mensual trasvasable
NIVEL 1 $V_E > 1.500 \text{ hm}^3$ $Ap_{12m} > 1.000 \text{ hm}^3$	68 hm^3/mes
NIVEL 2 $1.500 \text{ hm}^3 > V_E > \text{Curva.Sit.Hidr.Exc}$	38 hm^3/mes
NIVEL 3 $\text{Curva.Sit.Hidr.Exc} > V_E > 240 \text{ hm}^3$	23 hm^3/mes
NIVEL 4 $V_E < 240 \text{ hm}^3$	0 hm^3/mes

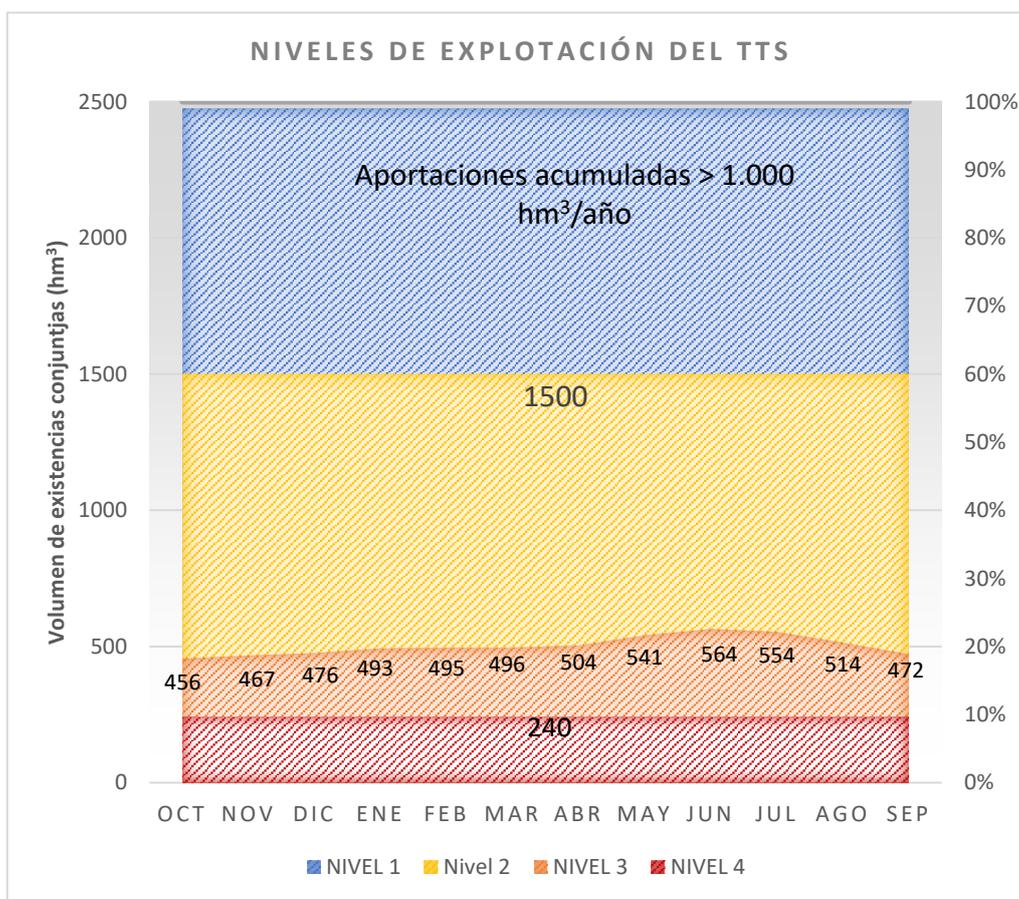


Gráfico 23.- Niveles de explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía para el TTS. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997).

En este diseño existe un error conceptual básico que invalida de partida el volumen trasvasable correspondiente al Nivel 3.

En el epígrafe 2.3.2 se describía el método de cálculo de la reserva mínima que define la situación hidrológica excepcional. El trasvase mínimo considerado para su cálculo era de $170 \text{ hm}^3/\text{año}$, equivalente a $14,2 \text{ hm}^3/\text{mes}$. Un trasvase como el que se propone en la regla de explotación en este nivel ($23 \text{ hm}^3/\text{mes}$) supondría un trasvase de $230 \text{ hm}^3/\text{año}$ ⁸, en lugar de $170 \text{ hm}^3/\text{año}$. Este incremento debería hacer reconsiderar la curva de reserva mínima definitoria de la situación hidrológica excepcional propuesta por el PHCT 1998. Como hemos visto, el incremento del desembalse de cálculo lleva asociado un cambio en la curva de reserva mínima. Si recalculamos la curva para satisfacer el trasvase mínimo de $230 \text{ hm}^3/\text{año}$, propuesto en la regla de explotación del TTS, el desembalse de cálculo

⁸ En el diseño de las reglas de explotación se plantean $23 \text{ hm}^3/\text{mes}$. Dos de los meses se utilizan para labores de mantenimiento. Por tanto, el desembalse utilizado para el trasvase de cálculo será de $19,16 \text{ hm}^3/\text{mes}$ durante los doce meses ($19,16 \times 12 = 230 \text{ hm}^3/\text{año}$).

sería el correspondiente al desembalse hacia la cuenca del Tajo (370 hm³/año) más los 23 hm³/mes durante diez meses (230 hm³/año) para el TTS (Tabla 6):

Tabla 6.- Desembalse de referencia (hm³/mes) con trasvase de emergencia de 23 hm³/ mes.
Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOTAL
42	36	37	37	36	40	50	57	61	77	70	55	600

Este desembalse supone adicionar 60 hm³/año al considerado en el cálculo del PHCT 1998 (Tabla 4). Como preveíamos, el resultado es la elevación de la curva de reserva (Gráfico 24):

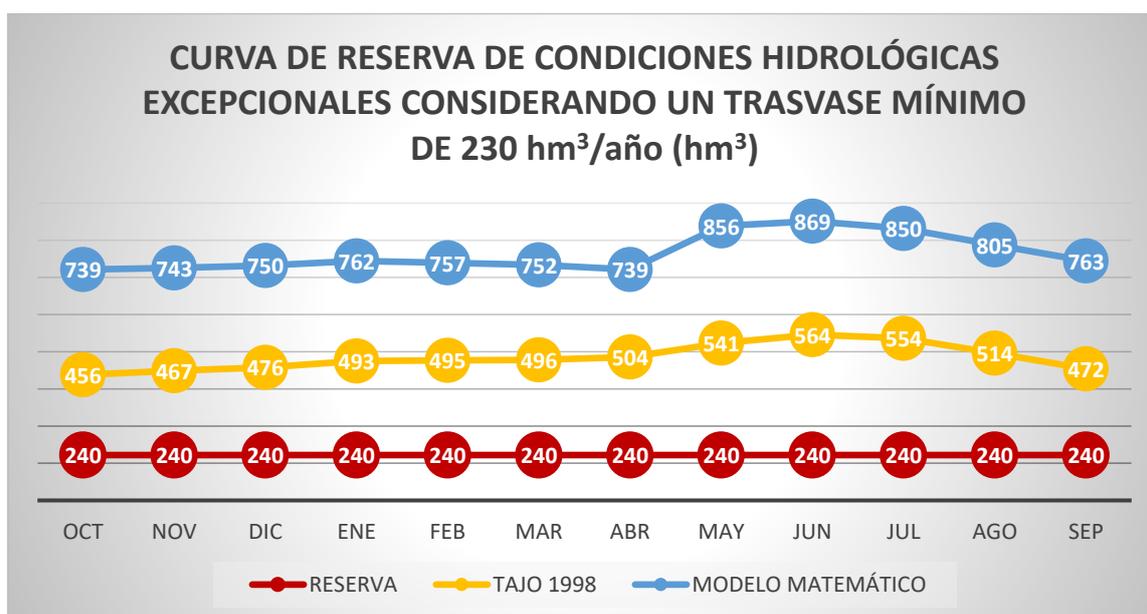


Gráfico 24.- Curva de situación hidrológica excepcional aplicando un trasvase en Nivel 3 de 23 hm³/mes. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997)

La falta de concordancia entre el trasvase mínimo aplicado en Nivel 3 y el trasvase mínimo utilizado para el cálculo de la curva de reserva mínima en situación hidrológica excepcional supone un trasvase mensual superior al que es posible garantizar. Para garantizar un trasvase mensual de 23 hm³ debería haberse elevado el umbral del Nivel 3 entre 235 hm³ y 315 hm³ dependiendo del mes considerado. Aplicar un trasvase mayor al que es posible garantizar por debajo de la curva de reserva de las condiciones hidrológicas excepcionales también disminuye la seguridad otorgada a la cuenca cedente, puesto que, al trasvasar un volumen mayor, los embalses se mantienen en niveles de reserva más cercanos al umbral no trasvasable, reduciéndose su capacidad de reacción frente a sequías más intensas. Además, se incumpliría el objetivo de minimizar las condiciones hidrológicas excepcionales. La diferencia entre las curvas de reserva mínima de la situación hidrológica excepcional se muestra en el Gráfico 25:

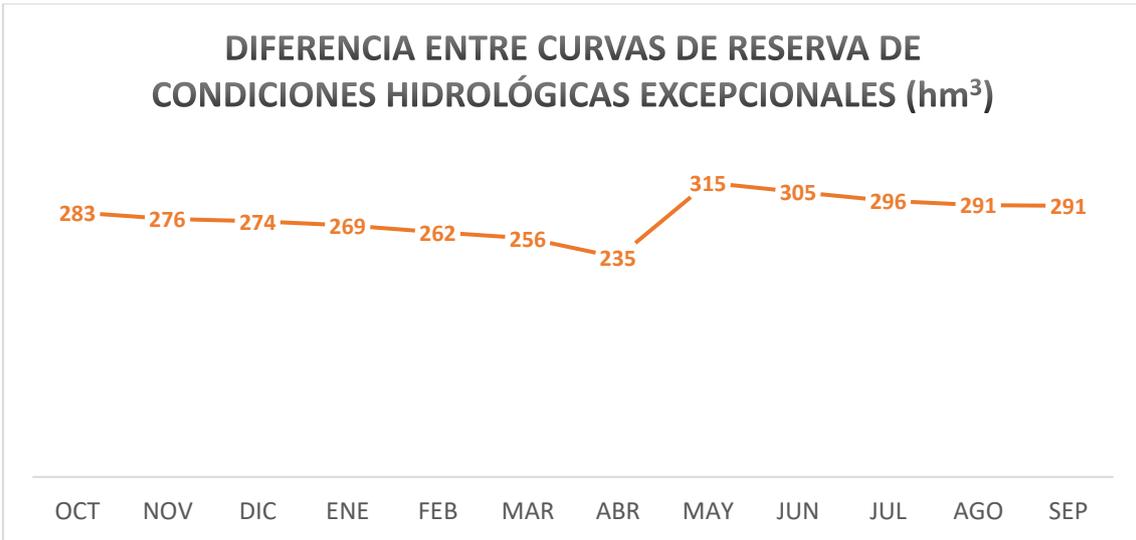


Gráfico 25.- Diferencia entre curvas de reservas de condiciones hidrológicas excepcionales. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997).

El cambio es demasiado sustancial como para obviarlo. Un trasvase de 23 hm³/mes en la curva planteada por el PHCT de 1998 no garantiza la fiabilidad de la regla de explotación, ni el trasvase mínimo para el que se diseñan las condiciones hidrológicas excepcionales. Los niveles de explotación de los embalses de cabecera del Tajo, con el cálculo debidamente realizado, hubieran sido los siguientes (Gráfico 26):

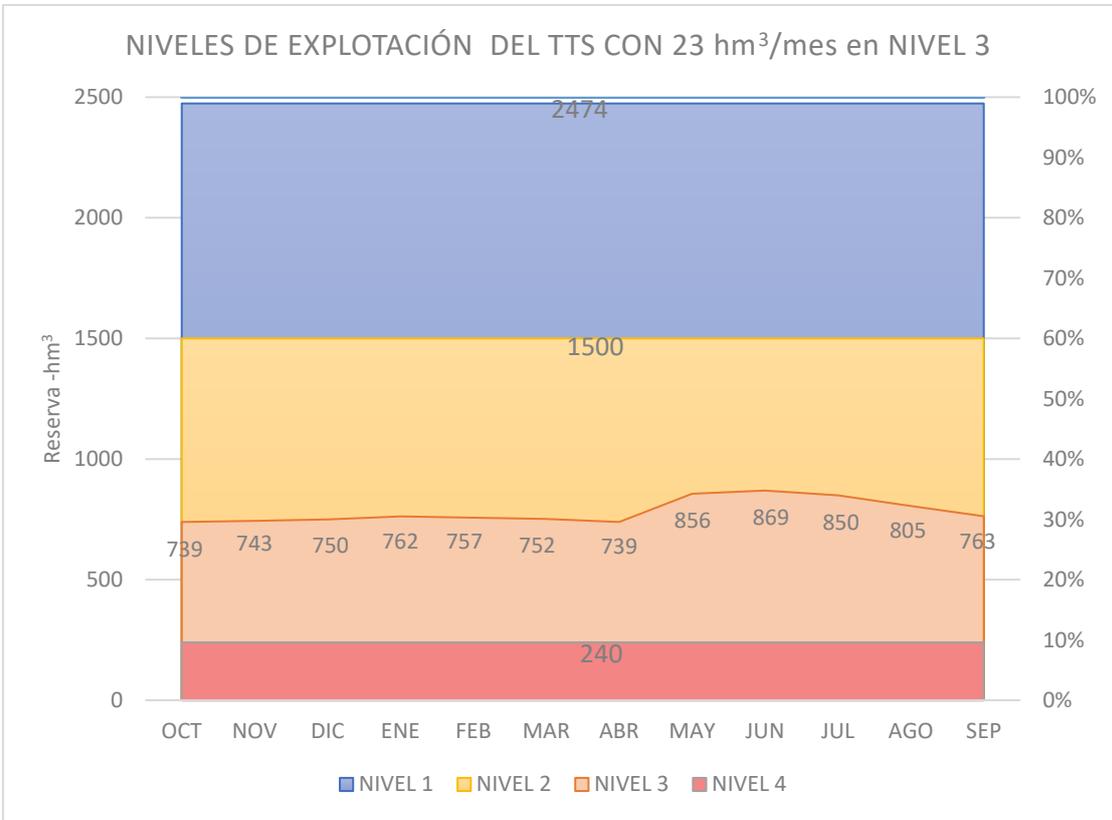


Gráfico 26.- Niveles de explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía para el TTS con el trasvase mensual de 23 hm³/mes. Elaboración propia. Fuente: (MMA, 1997).

En apartados posteriores analizaremos si este error de cálculo, reiterado en reglas posteriores, tiene una trascendencia significativa a la hora de aplicar la regla de explotación diseñada.

Pero primero repasaremos cuáles han sido los documentos técnico–legales más relevantes en el periodo de vigencia de la regla de explotación del TTS propuesta por el MMA en 1997. En este periodo hay un cambio legislativo fundamental que modifica la perspectiva y el enfoque de la política de aguas tradicional.

2.3.3.1 Marco regulador durante la primera regla de explotación

El 22 de diciembre de 2000, se publica la Directiva 2000/60/CE, más conocida como la Directiva Marco del Agua (DMA en adelante). Esta Directiva nace como respuesta a la necesidad de unificar las actuaciones en materia de gestión de agua en la Unión Europea.

En la página web del Ministerio para la Transición Ecológica se puede leer el siguiente fragmento resumen de la DMA⁹:

“Debido a que las aguas de la Comunidad Europea están sometidas a la creciente presión que supone el continuo crecimiento de su demanda, de buena calidad y en cantidades suficientes para todos los usos, surge la necesidad de tomar medidas para proteger las aguas tanto en términos cualitativos como cuantitativos y garantizar así su sostenibilidad. Éste es el reto de esta Directiva.

Además, la DMA permitirá establecer unos objetivos medioambientales homogéneos entre los estados miembro para las masas de agua y avanzar juntos en su consecución, compartiendo experiencias.

La DMA surge tras un largo periodo de gestación de más de cinco años, y que culminó con su entrada en vigor el 22 de diciembre de 2000, siendo fruto de un proceso extenso de discusión, debate y puesta en común de ideas entre un amplio abanico de expertos, usuarios del agua, medioambientalistas y políticos, que por consenso sentaron los principios fundamentales de la gestión moderna de los recursos hídricos y que constituyen hoy por hoy los cimientos de esta Directiva.”

La DMA cambia por completo la perspectiva sobre la gestión de los recursos hídricos dominante hasta ese momento. Propone una serie de objetivos obligatorios para todos los estados miembros que chocan frontalmente con buena parte de la política de agua anterior. Entre estas políticas está la gestión del TTS.

Por simplificar, la DMA prioriza entre sus objetivos alcanzar el buen estado ecológico y químico para todas las masas de agua superficiales, así como el buen estado cuantitativo y químico de todas las masas de agua subterráneas. Para ello, propone un enfoque cíclico

⁹ <https://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/default.aspx>

adaptativo, basado en la caracterización de las masas de agua, identificación de presiones y definición del estado de las masas de agua, establecimiento de un programa de medidas para mejorar el estado de aquellas masas de agua caracterizadas como en estado peor que bueno, y programas de monitoreo, seguimiento y evaluación del cumplimiento de los objetivos ambientales. Todo ello teniendo en cuenta el principio de recuperación de costes y garantizando la participación del público y las partes interesadas en las distintas fases del proceso.

La gestión del TTS camina en la dirección opuesta de estos objetivos:

- El TTS requiere desembalses controlados en la cuenca cedente. En particular, está concebido para mantener un caudal circulante por Aranjuez de 6 m³/s prácticamente constante. Ajustar los desembalses de cabecera a este caudal circulante impide la consecución del buen estado ecológico de la masa de agua del río Tajo en el tramo medio hasta Talavera de la Reina.
- El TTS, así como sus reglas de explotación, están al margen de la planificación hidrológica. Se regulan mediante leyes específicas de rango superior a los planes. Por consiguiente, sus objetivos no se ajustan a los objetivos de la legislación de aguas y, no ha existido ningún tipo de participación ciudadana en la toma de decisiones de ningún contenido relacionado con el TTS.

Con estas premisas, es fácil intuir la reapertura de un conflicto adicional al territorial ya existente a causa del TTS. En este caso, un conflicto entre los intereses trasvasistas y el cumplimiento de la DMA. O más bien, la legislación aprobada derivada de la DMA carga de razones a los detractores del TTS, siempre que se opte por continuar con el funcionamiento tradicional.

Por otro lado, en el ámbito nacional es importante tener en cuenta algunas disposiciones específicas al TTS contenidas en el Plan Hidrológico Nacional (PHN en adelante), aprobado mediante la Ley 10/2001, de 5 de julio. Asimismo, en su Disposición Adicional Tercera trata aspectos del TTS hasta ahora no regulados mediante leyes, elevando el rango de su contenido. Se especifica que: *“se considerarán aguas excedentarias todas aquellas existencias embalsadas en el conjunto de Entrepeñas-Buendía que superen los 240 hm³. Por debajo de esta cifra no se podrán efectuar trasvases en ningún caso”*. El límite de los excedentes deja de regularse en el PHCT, cuya normativa posee rango de real decreto, y pasa a regularse en una norma con rango de Ley, a la que futuros planes hidrológicos están obligados a ajustarse. Esta misma disposición establece que: *“Este volumen mínimo podrá revisarse en el futuro conforme a las variaciones efectivas que experimenten las demandas de la cuenca del Tajo, de forma que se garantice en todo caso su carácter preferente, y se asegure que las transferencias desde cabecera nunca puedan suponer un límite o impedimento para el desarrollo natural de dicha cuenca”*. Como veremos más adelante este precepto legal se pone en marcha una única vez, fuera del marco de la planificación hidrológica.

Asimismo, en los Principios Generales de esta misma Ley se recoge que *“toda transferencia se basará en los principios de garantía de las demandas actuales y futuras de todos los usos y aprovechamientos de la cuenca cedente, incluidas las restricciones medioambientales, sin que pueda verse limitado el desarrollo de dicha cuenca amparándose en la previsión de transferencias. Se atenderá además a los principios de solidaridad, sostenibilidad, racionalidad económica y vertebración del territorio”*

Según todo lo anterior, parece claro que la Ley del PHN incluye las restricciones medioambientales como un criterio básico para gestionar las transferencias de agua entre diferentes cuencas.

Sin embargo, una vez más, la historia nos revela su carácter cíclico. En esta ocasión, como ya ocurrió anteriormente, predominan los *“hechos consumados frente a los conceptos jurídicos indeterminados”*. Igual de indeterminado que estuvo el concepto de excedentario (recordemos que se aplicaba el volumen trasvasable máximo de 600 hm³/año para definirlo) está el concepto de restricciones medioambientales del PHN. Pese a que las restricciones medioambientales se equiparan a los caudales ecológicos por medio del RDL 1/2001, las restricciones medioambientales de la cuenca cedente no se objetivan (aún hoy permanecen así), y el único concepto relativo al estado del río Tajo válido en el funcionamiento del TTS es el caudal mínimo de Aranjuez de 6 m³/s, que nada tiene que ver con criterios medioambientales.

Ni los 600 hm³/año desarrollaban el concepto de excedentario, ni tampoco esta vez los 6 m³/s del río Tajo a su paso por Aranjuez aluden a las restricciones medioambientales de la cuenca cedente.

Por consiguiente, ninguna de las profundas transformaciones que incluye la DMA tuvo su repercusión en la regla de explotación del TTS, que permaneció intacta hasta 2014. La exigencia legal de considerar las necesidades medioambientales de la cuenca cedente no alteró las necesidades de la cuenca del Tajo, manteniéndose en 370 hm³/año. El caudal mínimo de 6 m³/s del río Tajo a su paso por Aranjuez continuaba siendo el criterio básico de diseño de las reglas de explotación del TTS, sin ninguna consideración medioambiental adicional.

Por último, antes de iniciarse el proceso de planificación hidrológica definido por la DMA, se publican en el año 2007 los planes especiales de sequía de las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias (PES en adelante), entre las que se incluyen el Tajo y el Segura (Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo, por la que se aprueban los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en los ámbitos de los planes hidrológicos de las cuencas intercomunitarias). En estos planes se recogen las medidas a aplicar para gestionar los ciclos de sequía (fenómeno exclusivamente natural) en la demarcación hidrográfica.

La aparición de ciclos de sequía se diagnostica en función de un conjunto de indicadores que detectan el estado de un sistema de explotación determinado. Para diagnosticar el estado de la cabecera del Tajo se adoptan los mismos umbrales utilizados para el diseño de las reglas de explotación del TTS. Con estos umbrales se delimitan las situaciones de normalidad, prealerta, alerta y emergencia. La correspondencia entre los indicadores de sequía y los niveles de explotación es la siguiente:

- NIVEL 1 → Normalidad
- NIVEL 2 → Prealerta
- NIVEL 3 → Alerta – Condiciones hidrológicas excepcionales
- NIVEL 4 → Emergencia

Por tanto, los indicadores de diagnóstico del estado del sistema de explotación de cabecera son los mismos que los que delimitan los umbrales del nivel de explotación. Es decir, el volumen de existencias conjunto de los embalses de Entrepeñas y Buendía, así como las aportaciones interanuales, definen el estado del sistema de explotación de cabecera.

En cuanto a las medidas, el Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía en la Demarcación Hidrográfica del Tajo propone restricciones a los consumos en situaciones de prealerta, alerta y en mayor medida, para situaciones de emergencia. Lo hace de manera global, sin especificar los sistemas de explotación de la demarcación afectados por dichas restricciones al uso. No obstante, los sistemas afectados por el TTS, están regulados por una norma superior al PES. El anejo VIII (Catálogo de medidas) del citado Plan, especifica que *“todas las medidas del Plan han de entenderse en el sentido de que no alteran la normativa vigente de rango superior al de una Orden Ministerial”* (CH Tajo, 2007). En consecuencia, no es aplicable ninguna restricción al sistema de explotación de cabecera mientras se realicen trasvases¹⁰ fuera de la propia cuenca. En caso distinto, se entraría en contradicción con la Ley 52/1980 y la Ley 10/2001 dado que cuando se produzcan trasvases, las garantías de la cuenca cedente deben estar totalmente garantizadas sin ninguna restricción, por tratarse de aguas excedentarias.

Por otro lado, la Confederación Hidrográfica del Segura también tiene en cuenta el estado de la cabecera del Tajo para diagnosticar los periodos de sequía. En este caso, se ponderan las aportaciones acumuladas doce meses junto a los excedentes disponibles (restando a las existencias 240 hm³), obteniendo el indicador de diagnóstico de lo que se denomina el “sistema trasvase”:

¹⁰ Al menos deben estar 100% garantizados todos los usos del sistema de explotación de cabecera. Pero la Ley en ningún caso restringe la prioridad solamente al sistema de explotación, sino que habla de los usos dependientes de la cabecera de la cuenca cedente, que no son solamente los delimitados en el sistema de explotación cabecera.

$$\text{Indicador trasvase} = \frac{(\text{Aportaciones acumuladas 12 meses} + 2 * \text{Excedentes})}{3}$$

Este indicador, debido a su configuración, no mide estrictamente episodios de sequía, los cuales se deben a causas meteorológicas de carácter cíclico. El indicador está más ligado con la gestión de los embalses de cabecera del Tajo. La regla de explotación del TTS interfiere de manera directa en el valor de las existencias disponibles de los embalses de cabecera, impidiendo la recuperación del sistema. Por tanto, el indicador seleccionado provoca una sobreestimación de los episodios de sequía en la cuenca del Segura.

El encuadre legislativo definido por la DMA, el PHN y los planes especiales de sequía, sientan las bases del futuro de las reglas de explotación del TTS. De su análisis se percibe una confrontación entre los criterios que finalmente marcarán el devenir del TTS. Anteriormente esbozábamos la contradicción existente entre el cumplimiento de los objetivos previstos por la DMA y la externalización al PHN (con rango de ley), fuera del marco de la planificación hidrológica (con rango de real decreto), los criterios fundamentales del TTS, como el umbral que define los excedentes.

Otro aspecto controvertido entre estas normativas y el TTS será el significado que se le otorga al cumplimiento de los requerimientos medioambientales en la cuenca cedente, como requisito previo para efectuar cualquier trasvase. La resolución de estas disyuntivas repercutirá en el modelo de gestión de los recursos hídricos en las cuencas del Tajo y del Segura.

A continuación, analizaremos de qué modo se encaró en el pasado la gestión del TTS. El estudio se realizará a través del funcionamiento histórico de las primeras reglas de explotación diseñadas.

2.3.3.2 *Aplicación de la primera regla de explotación*

Desde un punto de vista hidrológico, la primera regla de explotación del TTS comienza su aplicación en un ciclo húmedo para la cuenca del Tajo. Aunque es cierto que estos ciclos húmedos nada tienen que ver con los anteriores a 1980. Entre los años hidrológicos 1995–1995 y 2003–2004, el promedio anual de aportaciones fue de 955 hm³/año, con cinco años hidrológicos que superaron la frontera de los 1.000 hm³/año (Gráfico 27).

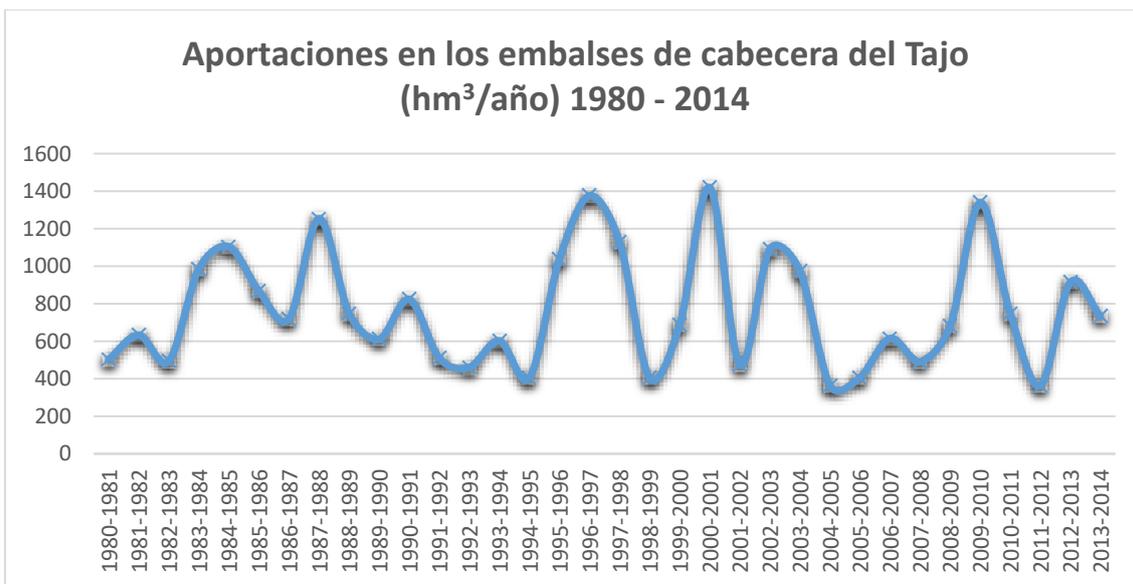


Gráfico 27.- Aportaciones en los embalses de Entrepeñas y Buendía 1980 - 2014. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

Estos datos tan esperanzadores, y también necesarios para la recuperación de los embalses después de la sequía del primer lustro de los 90, supusieron un periodo de bonanza hidrológica, al menos para los usuarios beneficiarios del TTS. El trasvase medio a la cuenca del Segura entre los años 1998 y 2004 fue de 540 hm³/año, valor muy próximo al volumen máximo trasvasable de 600 hm³/año.

En cambio, en la cuenca del Tajo, los desembalses al río se mantuvieron durante toda la vigencia de la regla de explotación por debajo de los 370 hm³/año, salvo el año hidrológico 2011-2012, que se desembalsaron 401 hm³ (Gráfico 28). Este último dato confirma el tratamiento que se le confiere a las restricciones medioambientales impuestas en la Ley 10/2001 que, en la práctica, no tuvieron ninguna trascendencia en el funcionamiento del TTS.

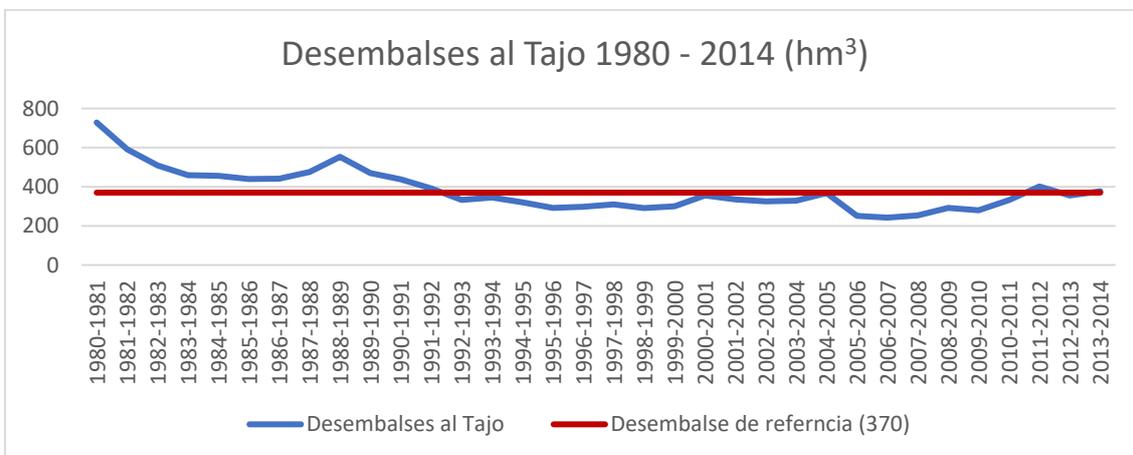


Gráfico 28.- Desembalses al río Tajo 1980-2014. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

La gestión del TTS había logrado controlar un factor fundamental, los desembalses al Tajo. Todo ello, para conseguir mantener trasferencias elevadas a la cuenca del Segura. El principal damnificado estaba siendo el río Tajo en su eje principal hasta Talavera de la Reina. El caudal medio del río Tajo a su paso por Aranjuez durante la vigencia de la primera regla de explotación fue de 7.55 m³/s (1998-2014), muy lejos de los 34 m³/s (1967-1980) de los años anteriores a la puesta en marcha del TTS (Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)).

Como decíamos anteriormente, el concepto jurídico indeterminado de los “requerimientos medioambientales” estaba en clara desventaja frente a los hechos consumados, los trasvases mensuales, apoyados en la regla de explotación vigente.

Otro aspecto fundamental de la regulación hidráulica, las existencias embalsadas, dejan claro cuál era el criterio de gestión del TTS (Gráfico 29). Las existencias embalsadas cuando comienza la regla de explotación (año hidrológico 1997 – 1998) eran superiores a 1.340 hm³. Al finalizar el ciclo húmedo (año hidrológico 2003 – 2004), los embalses de Entrepeñas y Buendía terminan el año hidrológico con 782 hm³. Es decir, en un ciclo húmedo, los embalses descienden 561 hm³. Todo ello, a pesar del control ejercido a los desembalses al Tajo, que en ese mismo periodo ni siquiera superaron los 360 hm³/año. Estos resultados ponen en evidencia la sobreexplotación a la que se somete a los embalses de cabecera del Tajo para satisfacer las demandas de los usuarios de la cuenca del Segura. Sobreexplotación que las reglas de explotación diseñadas sustentan.

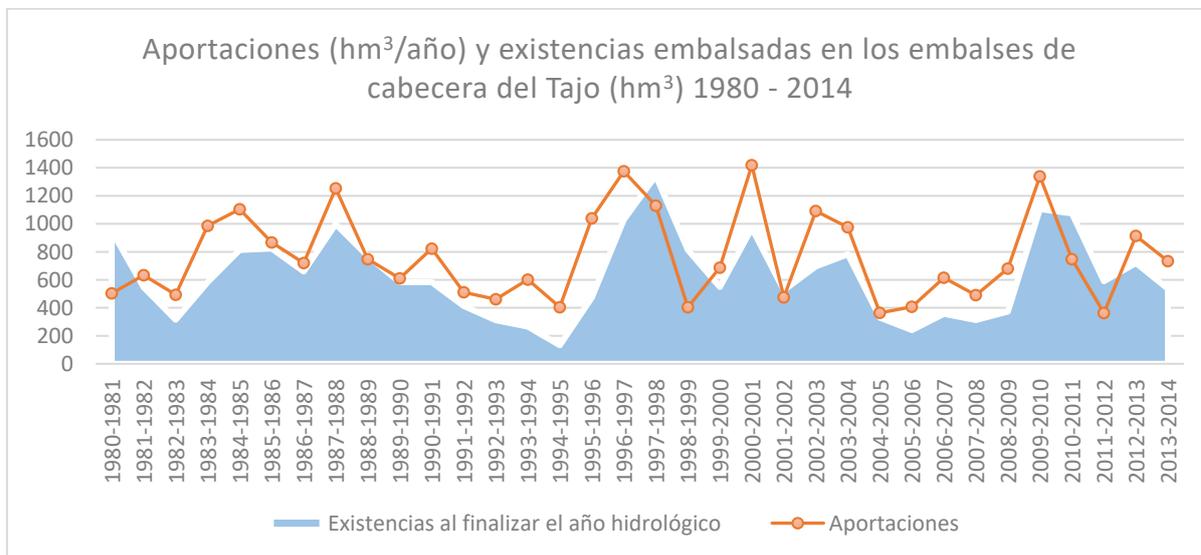


Gráfico 29.- Aportaciones y existencias embalsadas en los embalses de Entrepeñas y Buendía (1980 - 2014). Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

Durante el ciclo húmedo, el volumen trasvasado representaba el 63% del desembalse de Entrepeñas y Buendía, mientras que el desembalse al Tajo tan solo significaba el 37% (Gráfico 30).

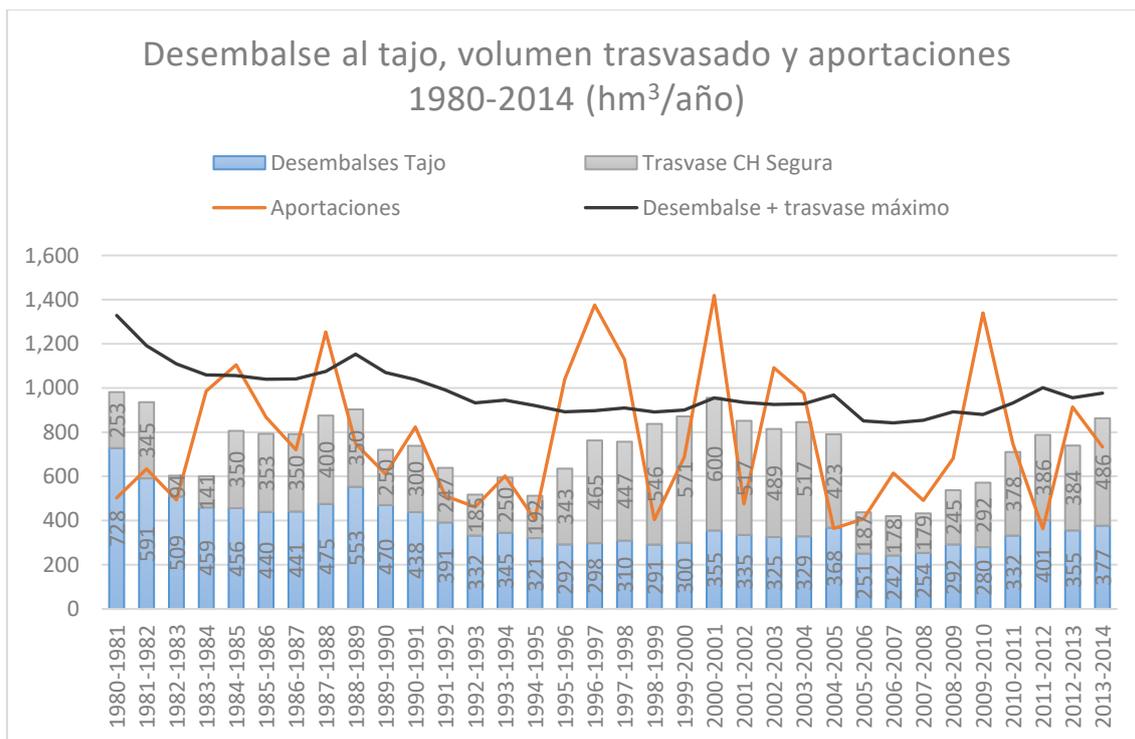


Gráfico 30.- Desembalse al Tajo y Volumen trasvasado a la Cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)e Informe de la CCEATS 2014.

En estas condiciones, el siguiente ciclo de sequía se afrontaría en peores condiciones que la padecida entre los años 1987 y 1995. Sin embargo, se había aprendido una valiosa lección: era imprescindible reducir el volumen trasvasado durante los ciclos secos para no colapsar los embalses de Entrepeñas y Buendía. Muestra de ello es la inversión en la relación entre el agua desembalsada al río Tajo y el agua derivada a la cuenca del Segura, pese al control sometido a los desembalses al Tajo. En el periodo seco entre 2004 y 2009, el desembalse al Tajo supuso el 54 % del desembalse de Entrepeñas y Buendía. El trasvase se redujo hasta el 46 %.

Con esto se consiguió evitar el descenso de los embalses sufrido en 1995. Las existencias conjuntas de Entrepeñas y Buendía se mantuvieron en el intervalo de 240 y 460 hm³.

Del análisis de la regla de explotación diseñada se pueden extraer varias conclusiones sobre su funcionamiento estructural. El carácter oscilatorio de la serie de aportaciones de la cabecera del Tajo se resuelve del siguiente modo:

- Los embalses trabajan en un intervalo de existencias comprendido entre 240 hm³ y 1.500 hm³, entre el 9 y el 60% de su capacidad total.
- Un año húmedo permitirá la subida acelerada hasta el nivel superior del intervalo.
- Si se mantiene el ciclo húmedo, el volumen trasvasado alcanzará prácticamente la cota máxima de 600 hm³/año.

- En caso contrario, los volúmenes embalsados descenderán rápidamente, mientras mantienen un trasvase próximo a los 340 hm³/año, que es aproximadamente el rango medio de funcionamiento del TTS.
- Si persiste el ciclo seco, el volumen trasvasado descenderá considerablemente hasta el entorno de 150 hm³/año, a fin de mantener los embalses en el rango inferior del intervalo considerado.

Siempre que las aportaciones oscilen entre 400 hm³/año y 1.400 hm³/año, y los desembalses al río Tajo se mantengan en torno a 370 hm³/año, este será el funcionamiento estructural de la regla de explotación del TTS.

Si comparamos dos series de aportaciones de 34 años de duración, la previa a 1980 y la posterior a 1980, es decir, los periodos 1946-1980 y 1980-2014, los datos parecen confirmar que la serie de aportaciones se estabiliza, con una ligera tendencia descendente, a partir de 1980 en torno al valor medio de 760 hm³/año (Gráfico 31).

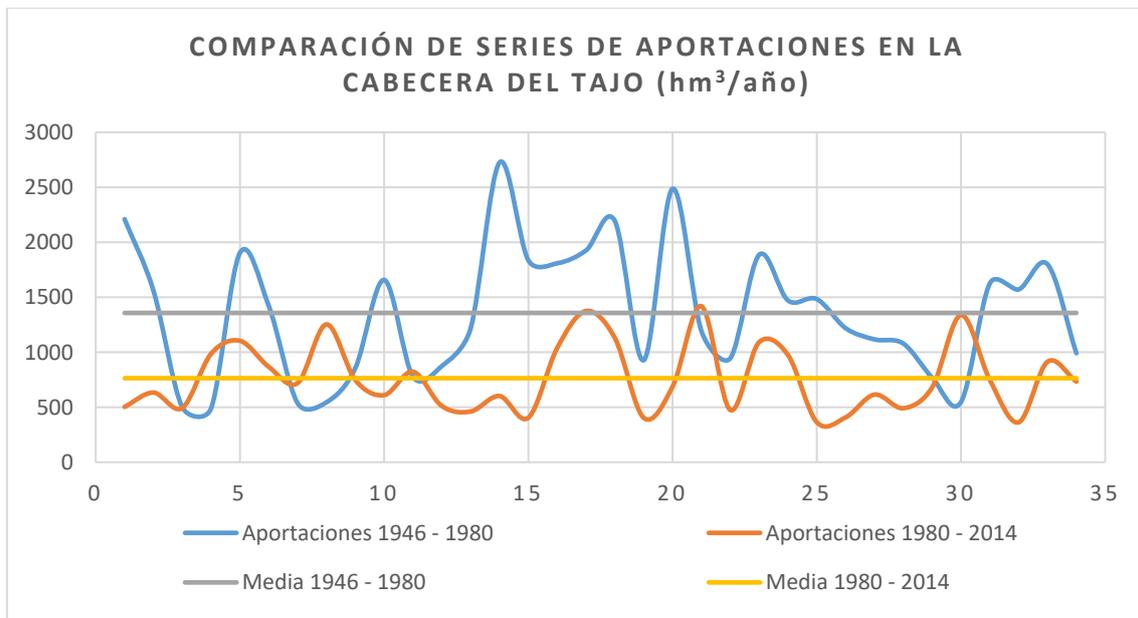


Gráfico 31.- Comparación de series de aportaciones en la cabecera del Tajo. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

La siguiente pregunta que debemos contestar respecto a la regla de explotación, una vez comprendido su funcionamiento en los embalses de cabecera del Tajo, es qué comportamiento produce el TTS en la cuenca receptora. En la cuenca del Segura el hecho más significativo es que el TTS consigue encubrir la disminución de aportaciones relacionada con el “efecto 80”. El marcado descenso se oculta con las aguas procedentes del Tajo. Sin embargo, las nuevas demandas surgidas a propósito del TTS se construyen contando con los recursos propios previos al “efecto 80”. Por tanto, se incluyen recursos

que ya no están disponibles, generando una sensación de escasez que nadie, salvo una correcta gestión del agua, puede paliar.

El siguiente gráfico es muy revelador (Gráfico 32). En él se muestra en color azul las aportaciones propias regulables de la cabecera del Segura; en color naranja, la suma de estas aportaciones más los recursos procedentes del TTS. El espacio entre la línea azul y la línea naranja se corresponde con el volumen de trasvase anual en la cuenca receptora.

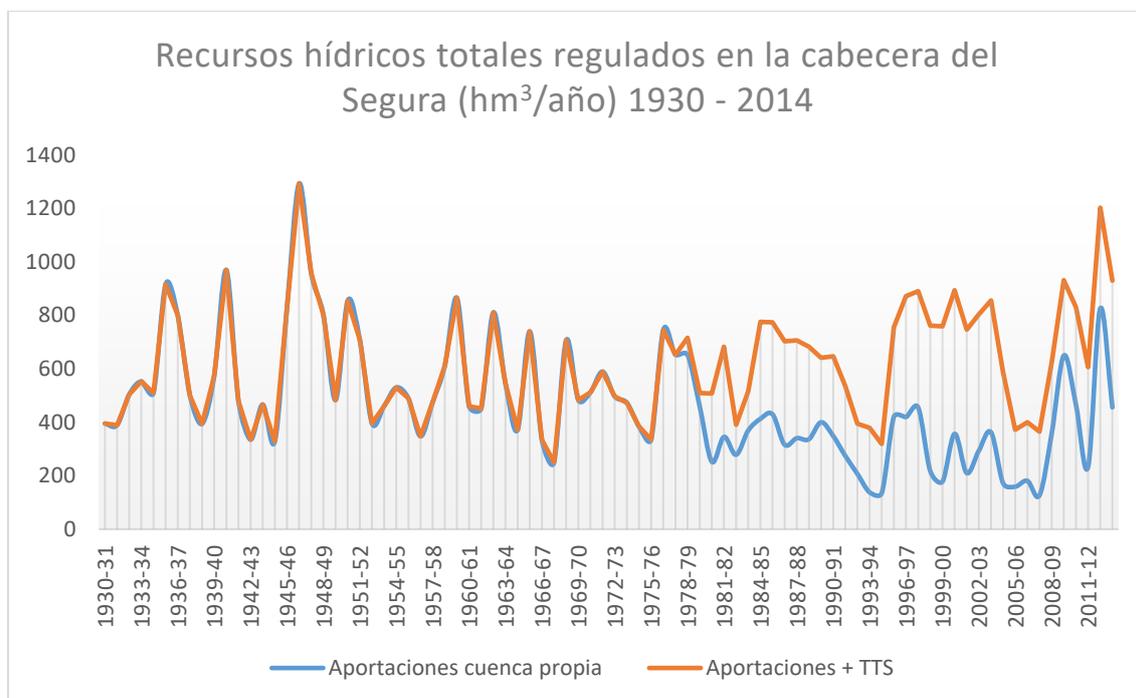


Gráfico 32.- Recursos hídricos totales regulados en la cuenca del Segura 1960 - 2014. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

La media de aportaciones propias entre 1930 y 1980 era de 573 hm³/año. Desde el inicio del TTS, entre 1980 y 2014, la media de recursos regulados creció hasta los 672 hm³/año, solamente 99 hm³/año más respecto al promedio anterior a la puesta en funcionamiento del TTS. Este incremento de recursos del 16% (de los 600 hm³/año prometidos) se debe en parte al “*efecto 80*” acaecido en la cuenca del Segura. El promedio de los recursos propios regulados de la cuenca del Segura entre 1980 y 2014 se redujo hasta los 327 hm³/año (210 hm³/año). En consecuencia, el TTS proporcionaba un incremento de 345 hm³/año en relación a la nueva realidad hidrológica de la cuenca del Segura, todavía muy por debajo de los 600 hm³/año previstos por los promotores del proyecto (327 + 345 = 672 hm³/año). Este fracaso palpable en cuanto a la capacidad de ofertar recursos hídricos procedentes del TTS no consiguió frenar las demandas de agua en la cuenca del Segura, que hoy en día todavía promulgan un “*déficit estructural*” de 400 hm³/año. Es más, pese que en la cuenca del Segura solamente se dispone de 99 hm³/año de media adicionales respecto a la media anterior a 1980, se continúa demandando la totalidad de los 600 hm³/año adicionales, sin considerar el importante descenso de recursos provocado por el “*efecto 80*” (Tabla 7).

Tabla 7.- Datos estadísticos de las series de recursos hídricos regulados en la cuenca del Segura ($\text{hm}^3/\text{año}$). Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

	1930 -1980	1980 - 2014 (sin TTS)	1980 - 2014 (con TTS)
MEDIA	573	344	672
MÍNIMO	250	112	319
MÁXIMO	1293	581	1202

Sin embargo, el único problema que ha generado el TTS en la cuenca del Segura no resulta de intentar satisfacer las demandas desde un origen que cuantitativamente es incapaz de hacerlo. Existe otro problema relacionado con la regla de explotación diseñada. La regla se muestra incapaz de paliar las situaciones de sequía cuando coinciden temporalmente ciclos secos entre las cuencas del Tajo y el Segura. Un 19% de los años desde 1980 hasta 2018, los recursos gestionados en la cuenca del Segura (aportaciones + TTS) han permanecido por debajo de $450 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Igual de grave que lo anterior es que durante los periodos húmedos se proporciona una falsa sensación de abundancia. Los desembalses en la cuenca del Segura (usos propios + TTS) desde el inicio del TTS no han dejado de crecer cada vez que ha existido la posibilidad (Gráfico 33).

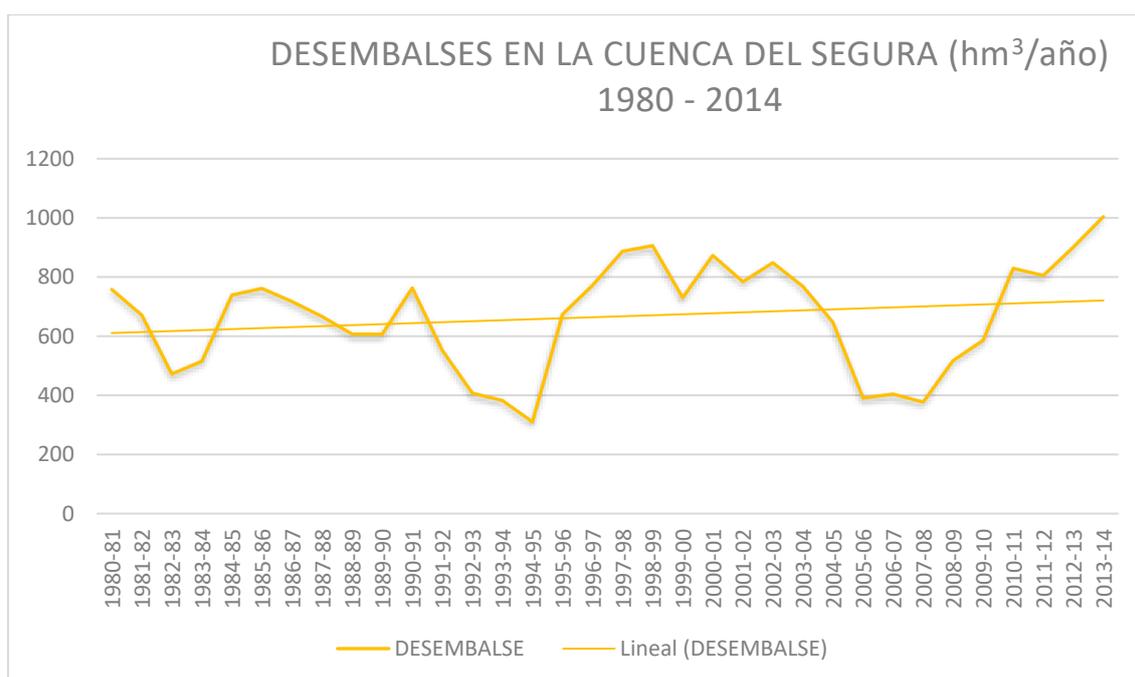


Gráfico 33.- Desembalses desde la cabecera del Segura 1980 – 2014 (recursos propios + TTS). Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

Así, el año de inicio del TTS el desembalse fue de $758 \text{ hm}^3/\text{año}$; diez años después, se elevaron los desembalses hasta los $763 \text{ hm}^3/\text{año}$; veinte años más tarde, se alcanzaron los $906 \text{ hm}^3/\text{año}$ de desembalse; y por fin, en el año hidrológico 2013 – 2014, se superaron los $1.000 \text{ hm}^3/\text{año}$ de desembalse entre los recursos propios y las aguas del TTS. Desde el inicio del TTS, mientras que en la cabecera del Tajo los desembalses son prácticamente

constantes, en la cabecera del Segura entre el desembalse mínimo y el máximo hay una diferencia de 694 hm³/año.

Por tanto, queda en evidencia que el TTS no ha solucionado la irregularidad de los recursos disponibles anualmente. En los ciclos húmedos se genera mayor abundancia, pero en los secos los recursos son ingestionables (Gráfico 34). Solamente a través de reiterados decretos de sequía (CHS, 2017), con el coste que suponen para las arcas del Estado, se ha conseguido paliar una situación de escasez causada por la gestión de una infraestructura hidráulica, anunciada como paradigma frente al problema del “desequilibrio hidráulico” de la península ibérica.

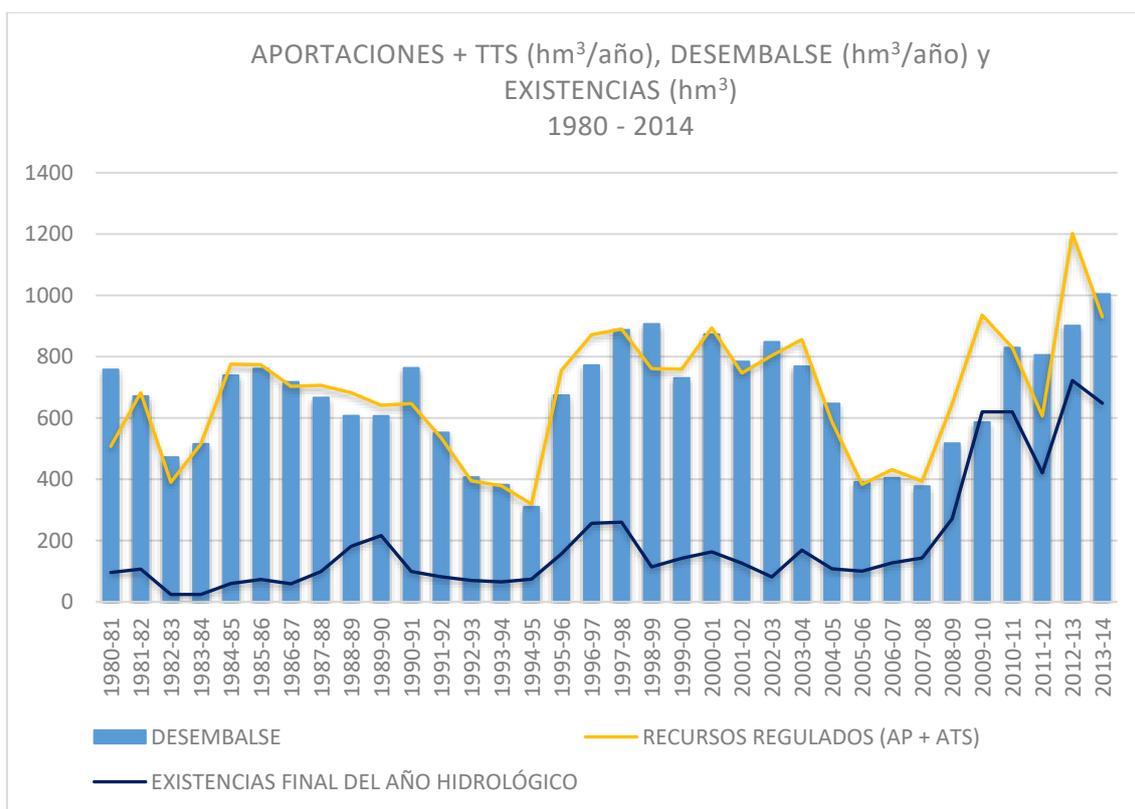


Gráfico 34.- Datos hidrológicos básicos en la cuenca del Segura 1980 - 2014. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

La regla de explotación diseñada gestiona exclusivamente la abundancia en la cuenca del Segura, pero ante los episodios de sequía no ha cumplido los objetivos legales, ni ha solucionado los problemas generados.

2.4 Los nuevos ciclos de planificación hidrológica. Segunda regla de explotación del TTS (2014 - 2018)

2.4.1 Proceso jurídico - técnico de aprobación de la segunda regla de explotación del TTS.

Aunque la DMA se aprobó en el año 2000, no es hasta 2004 cuando comienza la elaboración de los planes hidrológicos del primer ciclo de planificación, cuya publicación definitiva en el caso de los planes hidrológicos de las demarcaciones del Tajo y del Segura se demoraría hasta 2014. El primer ciclo de planificación hidrológica englobaría el conjunto de medidas destinadas a cumplir los objetivos de la DMA para los años 2009–2015. Con lo cual, habiéndose aprobado en el año 2014, se podría decir que estos primeros planes hidrológicos nacieron obsoletos. Al mismo tiempo que se aprobaba el primer plan hidrológico de cada demarcación hidrográfica, estaba en proceso la elaboración del segundo plan (periodo 2015-2021). Los planes del segundo ciclo terminan aprobándose en las cuencas intercomunitarias en enero de 2016 (RD 1/2016), siendo su horizonte temporal el año 2021, por lo que son los planes actualmente vigentes.

La relevancia de la DMA en lo relativo al TTS deriva en que el principal objetivo propuesto y formalizado por ella, es decir, la consecución del buen estado de todas las masas de agua, no es un hecho que se haya atendido o tratado con anterioridad en los criterios básicos de funcionamiento, así como en el diseño de las reglas de explotación del TTS.

Este cambio de perspectiva tan significativo en materia de política hidráulica nos obliga a ahondar en la estructura formal de la regla de explotación del TTS. A partir de los nuevos planes hidrológicos, el TTS debía hacer compatibles sus objetivos tradicionales de derivar agua al Levante junto al cumplimiento de los objetivos de la DMA, al menos descubrir si esa compatibilidad sería posible.

En el derecho español, la trasposición de la DMA ha incluido como medida necesaria para la consecución de los objetivos medioambientales el establecimiento de un régimen de caudales ecológicos para todas las masas de agua, entre ellas, como no, las masas de agua pertenecientes al río Tajo. Podría plantearse entonces que el establecimiento y cumplimiento del régimen de caudales ecológicos es el requerimiento medioambiental previo que debe cumplir cualquier transferencia de agua (LEY 10/2001).

Nunca antes se había considerado en el diseño de las reglas de explotación del TTS un régimen de caudales ecológicos en las masas de agua pertenecientes al río Tajo. El único criterio de las reglas de explotación del TTS que influye en el estado del río fue considerar un caudal mínimo al paso del río Tajo por Aranjuez de 6 m³/s, según se establece en la Ley 52/1980, pero este caudal que no tiene ninguna consideración medioambiental según los criterios de la DMA y el Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA en adelante).

Este caudal se estimó como necesario para garantizar el funcionamiento de la Central Nuclear de José Cabrera, situada en Zorita y activa hasta el año 2006.

Sin duda, el proceso llevado a cabo para acomodar los aspectos medioambientales que promulga la DMA a las reglas de explotación del TTS es una seña de identidad de todo lo que ha rodeado históricamente al propio TTS.

En noviembre del año 2010 los técnicos de la CHT, tras el proceso de participación pública, presentan el segundo documento necesario para la elaboración de los planes hidrológicos de la demarcación acorde a las nuevas directrices de la DMA: el esquema de temas importantes (ETI en adelante)¹¹.

En el ETI se abordan las cuestiones que ponen en riesgo el cumplimiento de los objetivos de la planificación hidrológica en la demarcación hidrográfica del Tajo. El documento agrupa los temas en cuatro categorías:

- Atención de las demandas y racionalidad de uso
- Aspectos medioambientales
- Seguridad frente a fenómenos meteorológicos extremos
- Conocimiento y gobernanza

Cada problema importante de la demarcación se recoge en una ficha que documenta la problemática, los objetivos, así como una serie de medidas a realizar para solucionarlo.

Entre estas fichas podemos destacar dos:

- Implantación de caudales ecológicos en la cuenca del Tajo (FICHA 1-07).
- Fijación de umbrales de agua embalsada en los embalses de Entrepeñas y Buendía (FICHA 2-03).

En la primera de estas fichas el ETI propone soluciones para evitar los efectos sobre el estado general del ecosistema fluvial, causado principalmente por la alteración de los regímenes naturales de caudales. Para ello plantea:

- *“El establecimiento de un régimen de caudales ambientales que garantice un caudal circulante mínimo con una variación estacional similar a su estado natural, la conservación de los ecosistemas acuáticos y ribereños y permitan una*

¹¹ El documento previo al ETI es el Programa, calendario y fórmulas de consulta. El enlace a los documentos de planificación del ciclo 2009-2015 ya no se encuentra disponible en la web de la CHT.

recuperación de aquellos ecosistemas que hayan sufrido un deterioro en su estado”.

- *“De forma específica, tal y como también dice el Reglamento de Planificación Hidrológica, el régimen de caudales ecológicos se establecerá de modo que permita mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en ríos o aguas de transición”.*

Con la segunda ficha se prevé cumplir el mandato legal de la Ley 52/80, donde se encomienda al Plan Hidrológico del Tajo la determinación de los excedentes trasvasables, actualizando el valor del Plan anterior fijado en 240 hm³ por el PHCT de 1998, *“proporcionando la máxima seguridad técnica al suministro de caudales con destino a los usos del Tajo, garantizando su atención, sin restricción alguna, con garantía temporal y volumétrica del 100%, y con la adopción de los criterios de seguridad oportunos”.*

Asimismo, se plantea la *“adaptación de la explotación de los embalses de Entrepeñas y Buendía al mantenimiento del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, que se establecerá en el nuevo Plan Hidrológico de modo que permita mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en los ríos de la demarcación”.* En otras palabras, el ETI encomienda al Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo (PHDT en adelante) adaptar las reglas de explotación del TTS al mantenimiento de los caudales ecológicos.

La Ficha 2-04 también alerta de que *“los caudales derivados por el trasvase Tajo – Segura [...] pueden producir efectos característicos de la limitación de caudales: cambios en la morfología del cauce, desaparición de flora y fauna autóctonas, degradación de la calidad del agua, etc. En consecuencia, siempre debe existir un respeto escrupuloso de los caudales ecológicos, lo cual llevará consigo una reducción de las medidas paliativas necesarias aguas abajo para solucionar los problemas ambientales característicos de la regulación de los caudales circulantes”.*

En definitiva, el PHDT tiene como finalidad el cumplimiento de los objetivos de la DMA. Cada uno de los temas importantes de la cuenca se plasmaron en el ETI para su estudio y posterior debate durante el proceso de participación pública. Finalmente, el ETI fue aprobado por la Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Tajo, así como por su Comité de Autoridades Competentes el 3 de noviembre de 2010. El siguiente paso consistía en abordar la problemática relatada en las fichas durante la siguiente fase de elaboración, en el Proyecto de Plan Hidrológico.

En el año 2011 se publica el primer borrador sujeto a revisión del Plan Hidrológico de cuenca de la parte española de la demarcación hidrográfica del Tajo (PHDT 2011, en

adelante). En él se desarrollan todos los temas tratados en el ETI. En especial, la implantación del régimen de caudales ecológicos y la modificación de las reglas de explotación del TTS que permiten mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a alcanzar el buen estado o potencial ecológico en los ríos de la demarcación.

En la demarcación del Tajo se seleccionan 20 “*tramos estratégicos*”, denominados así porque “*la implantación y el control a lo largo del tiempo de los caudales mínimos en estos tramos, repercuten en la necesidad de mantener un régimen adecuado en buena parte de la cuenca del Tajo*” (CHT, 2011). Entre estos tramos estratégicos se encuentran puntos de control en el eje principal del río Tajo aguas abajo de los embalses de Entrepeñas y Buendía: Almodovar – Aranjuez – Toledo – Talavera de la Reina. Para cada uno de los tramos estratégicos el PHDT 2011 propone un régimen de caudales ecológicos, equivalente al propuesto en el ETI 2010 (Tabla 8):

Tabla 8.- Propuesta de distribución trimestral de caudales mínimos (m³/s) ecológicos en puntos de control. Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2011) y (CHT, 2010)

Tramo río Tajo	Propuesta de distribución trimestral de caudales mínimos (m ³ /s) en puntos de control					Fecha límite de implantación
	Oct - Dic	Ene - Mar	Abr - Jun	Jul - Sep	Media	
Almodovar	10,41	10,22	10,83	10,02	10,37	2021
Aranjuez	10,90	10,70	11,34	10,50	10,86	2021
Toledo	14,46	13,93	15,00	13,03	14,10	2021
Talavera de la Reina	16,67	16,36	16,50	14,15	15,92	2021

Este régimen de caudales ecológicos propuestos en el ETI y el PHDT 2011 evidencia que los requerimientos medioambientales del río Tajo son muy superiores al caudal mínimo de 6 m³/s de la Ley 52/80. Aun así, el PHDT 2011 retrasaba la fecha límite de implantación del régimen de estos caudales ecológicos, y, en consecuencia, del logro de los objetivos de la DMA, hasta el año 2021. Seis años más tarde que el resto de masas de agua estratégicas de la cuenca del Tajo (CHT, 2011). También seis años más tarde del plazo impuesto por la DMA (2015).

Esta consideración con los usos asociados al sistema de cabecera, aunque no fueran de la propia cuenca (evitando la implantación inmediata del régimen de caudales ecológicos para las masas estratégicas), no impidió que aparecieran protestas airadas. El SCRATS viendo peligrar los intereses de los regantes de aguas del trasvase a causa de los mayores desembalses hacia la cuenca del Tajo, “*hizo pública su más enérgica repulsa*” al documento elaborado por los técnicos de la CHT (SCRATS, Memoria anual (pg 38), 2011).

Pero como decíamos, el PHDT 2011 no abordaba solamente la implantación del régimen de caudales ecológicos, sino que completaba su labor con la actualización de las reglas de explotación del TTS. En el documento adjunto al Plan denominado *Documento*

Auxiliar 4. Modelo del eje del Tajo. Análisis de las demandas de la cabecera del Tajo de la evaluación de excedentes encontramos aquellos aspectos de la regla de explotación del TTS que modificaba este documento:

- Elección de una Regla de Explotación de Entrepeñas y Buendía para el año horizonte 2021 que permita satisfacer todas las demandas de la cuenca del Tajo hasta Talavera de la Reina, así como mantener una lámina estable en dichos embalses. Estas hipótesis se cumplirían:
 - Incrementando el umbral de emergencia (volúmenes no trasvasables) de 240 a 400 hm³, reservando así 160 hm³ para asegurar en periodos de sequía los abastecimientos de Madrid y Castilla-La Mancha (CHT, 2011).
 - Limitando el caudal medio a trasvasar a 5 hm³/mes cuando el volumen almacenado se encuentre por debajo de 1.500 hm³ (CHT, 2011).
- Implantación de régimen de caudales ecológicos antes del año 2021 para todo el eje fluvial del río desde Bolarque hasta Talavera de la Reina, con contribución muy significativa de los desembalses de Entrepeñas y Buendía (CHT, 2011).

Los excedentes medios se reducirían por debajo de los 200 hm³/año en un 80% de los años (Ilustración 1). El PHDT 2011, según un artículo del diario EL PAIS de ese mismo año, “dice que lo único admisible sería un trasvase en años normales de entre 91 y 134 hectómetros cúbicos al año. El máximo en años húmedos quedaría en 324 hectómetros cúbicos. Esto supone recortar a la mitad los caudales actuales. El máximo trasvasable es de 600 hectómetros cúbicos (solo se llegó en el año 2000). El máximo previsto sería menor que el trasvase del último año hidrológico, cuando el acueducto envió 364 hectómetros” (Méndez, 2011).

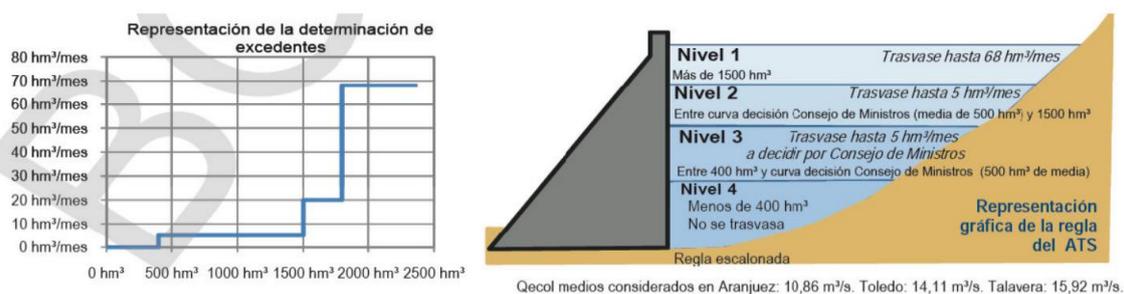


Ilustración 1.- Regla de explotación del PHD Tajo 2011. Fuente: (CHT, Plan Hidrológico de cuenca de la parte española de la demarcación hidrográfica del Tajo, 2011)

Esta es la primera regla de explotación diseñada desde la perspectiva de la CHT. En ella, las prioridades dejan de ser trasvasar el máximo de excedentes disponibles manteniendo una regulación prácticamente anual. Los nuevos objetivos consisten en cumplir el dictamen de la DMA y, por consiguiente, implantar el régimen de caudales ecológicos

según lo dispuesto en la legislación española (RDL 1/2001, por el que se aprueba el TRLA).

Tan solo unos días después de su publicación, el PHDT 2011 desapareció de la web de la CHT. A partir de este momento, el proceso de planificación se dilataba todavía más respecto al límite impuesto por la DMA, que, recordemos, proponía el comienzo del primer ciclo de planificación hidrológica en el año 2008. Tanto es así, que el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, en Nota de Prensa, reconoció que España era el miembro de la UE más atrasado en el cumplimiento de la DMA (SCRATS, Memoria anual 2012).

Pese al retraso, no es hasta el año 2013 cuando se reactivan las actividades en materia de planificación hidrológica. No obstante, los caminos por los que avanza el proceso en lo relativo al TTS no son estrictamente las directrices que imponía la DMA.

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, era la cúspide de todo un periodo negociador entre el Gobierno Central y las regiones involucradas en el funcionamiento del TTS: Castilla-La Mancha (CLM en adelante), Madrid, Extremadura, Valencia y Murcia. La memoria anual del SCRATS (que contaba con su cuota de participación en el proceso) correspondiente al año 2013 relata con precisión cómo se produjo el pacto que culminó con la aprobación de la Ley 21/2013. A través del denominado Memorándum del Tajo se alcanzó el acuerdo entre Gobierno Central y Comunidades Autónomas que, entre otras cuestiones, evitaba que fuera la CHT a través del PHDT la administración responsable en diseñar el funcionamiento del TTS. Esta ley logra extraer del proceso de planificación hidrológica varios aspectos principales sobre la regulación del TTS, de acuerdo a los intereses de los usuarios receptores. El contenido medioambiental que remarcaba la regla de explotación propuesta por la CHT había salido del tablero.

En definitiva, lo que esta ley vuelve a demostrar es la aparente incompatibilidad entre las necesidades del río Tajo (particularmente sus necesidades medioambientales) y los intereses de los usuarios del Segura. Pero también demuestra cuáles de estos intereses prevalecen entre ambos criterios. ¿Qué aspectos del TTS ascienden de jerarquía hasta obtener rango de ley a través de la Ley 21/2013? O, dicho de otro modo, ¿Qué aspectos del TTS no podrá reevaluar el PHDT?

En la exposición de motivos de la Ley 21/2013 se puede leer: *“además de seguridad jurídica, se establece un mecanismo de seguridad y estabilidad técnica al ordenar al Gobierno la actualización mediante real decreto de las magnitudes determinantes de la regla de explotación del trasvase. Ello resulta necesario para adecuar de forma flexible estas magnitudes a las variaciones hidrológicas observadas en los últimos años y para*

*disponer de instrumentos ágiles de adaptación a posibles efectos de alteración hidrológica como los inducidos por el cambio climático”.*¹²

En el contenido normativo de esta misma Ley 21/2013, la disposición adicional decimoquinta regula las reglas de explotación del TTS. Hasta este momento la regla de explotación del TTS era un documento orientativo para la aprobación de trasvases por parte de la CCEATS, sin ninguna consecuencia legislativa. Solamente tenían rango normativo aquellos criterios de la regla de explotación que ofrecían las pertinentes garantías y seguridades para la cuenca cedente, como, por ejemplo, el umbral mínimo no trasvasable, las reservas que determinan las condiciones hidrológicas excepcionales o el máximo volumen trasvasable hacia las cuencas receptoras. Pero desde la Ley 21/2013 tendrán rango legal, entre otras cuestiones, los trasvases mensuales, excluyendo a la CHT de esta decisión que pretendió incluir en el borrador del PHDT 2011.

Debido a su relevancia para las cuestiones que debatimos, se detalla de manera más minuciosa el contenido de la disposición adicional decimoquinta de la Ley 21/2013.

En el primer apartado se definen los cuatro niveles mensuales respecto a los cuales en función de las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía, así como de las aportaciones interanuales, se acordará la aprobación de trasvases hasta un máximo anual de 650 hm³/año, de los cuales 600 hm³/año irán destinados a la cuenca del Segura y 50 hm³/año para la cuenca del Guadiana.

En los niveles 1 y 2 de la regla de explotación se elevan a rango de ley criterios como los volúmenes mensuales trasvasables, el umbral entre estos dos niveles, así como el órgano competente a la hora de autorizar un trasvase. En la Tabla 9 se resume esta información:

Tabla 9.- Definición de niveles 1 y 2 en la regla de explotación de la Ley 21/2015. Elaboración propia. Fuente: (LEY 21/2013, 2013)

NIVEL	Determinación		Volumen trasvasado (hm ³ /mes)	Órgano competente
	Existencias conjuntas en E y B (hm ³)	Aportaciones interanuales conjuntas en E y B (hm ³ /año)		
Nivel 1	>1.500	> 1.000	68	CCEATS
Nivel 2	<1.500	< 1.000	38	CCEATS
	> NIVEL 3			

El Nivel 3 se iguala con las denominadas condiciones hidrológicas excepcionales. No obstante, las condiciones para identificar el Nivel 3, así como el volumen trasvasable en dicho nivel, no se elevan a rango de ley, sino que se encomienda su determinación a otros organismos.

¹² Como se podrá comprobar en adelante, la herramienta de modificación, pese a la influencia de la última sequía en el cálculo de los umbrales de reserva, no se ha utilizado nunca.

La caracterización de dicho nivel, dice la ley, “*se realizará a partir de los volúmenes de reserva que se determinen por el Plan Hidrológico del Tajo vigente*”. También, en el mismo párrafo de la ley, se atribuye al Gobierno mediante real decreto la facultad de fijar el volumen máximo mensual que el órgano competente podrá autorizar discrecionalmente y de forma motivada. Además, el mismo real decreto mencionado anteriormente podrá modificar los valores mensuales determinados por el PHDT, 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.

Con esta redacción legal, el Nivel 3, de condiciones hidrológicas excepcionales, podría estimarse por dos vías: bien en el Plan Hidrológico del Tajo vigente, bien por el real decreto del Gobierno. Pero, la determinación del volumen trasvasable en este nivel únicamente se le atribuye al Gobierno mediante real decreto.

El nivel 4 se identifica “*cuando las existencias conjuntas de Entrepeñas y Buendía sean inferiores a 400 hm³, en cuyo caso no cabe aprobar trasvase alguno*”.

Además, en la ley se especifica cuáles son los parámetros de las reglas de explotación del TTS que el real decreto del Gobierno podrá modificar:

- Volumen de existencias y aportaciones acumuladas contempladas en el Nivel 1.
- Volúmenes de trasvase mensual correspondientes a los niveles 1,2 y 3.
- Volúmenes de existencias mensuales correspondientes al Nivel 3.

Asimismo, se modifica la distribución entre las aguas trasvasadas con destino a regadío y abastecimiento: “*Los volúmenes cuyo trasvase haya sido autorizado se distribuirán entre abastecimientos y regadíos, en la proporción de un 25 por ciento para abastecimiento y el 75 por ciento restante para regadío, hasta el máximo de sus dotaciones anuales, y asegurando siempre al menos 7,5 hm³/mes para los abastecimientos urbanos¹³*”.

También, la ley 21/2013 modifica el órgano competente que, en Nivel 3 de condiciones hidrológicas excepcionales, puede autorizar un volumen trasvasado, atribuyéndoselo al ministro/a que tenga las competencias en materia de agua, previo informe de la CCEATS.

En resumen, las reglas de explotación elevadas a rango de ley quedan definidas del siguiente modo (Tabla 10):

¹³ En ningún caso esta afirmación está asegurando un volumen mínimo trasvasable mensual en Nivel 3 de 7,5 hm³/mes. Sino que especifica cómo se distribuye un volumen trasvasado cuando el 25 % de dicho volumen no alcanza los 7,5 hm³.

Tabla 10.- Regla de explotación del TTS en la Ley 21/2015. Elaboración propia. Fuente: (LEY 21/2013, 2013)

NIVEL	Determinación		Volumen trasvasado (hm ³ /mes)	Órgano competente
	Existencias conjuntas en E y B (hm ³)	Aportaciones interanuales conjuntas en E y B (hm ³ /año)		
Nivel 1	>1.500	> 1.000	68	CCEATS
Nivel 2	<1.500	< 1.000	38	CCEATS
	> NIVEL 3			
Nivel 3	Curva de reserva de Cond.Hidr.Excep del Plan Hidrológico del Tajo vigente		RD Gobierno	Ministro/a
	Curva de reserva de Cond.Hidr.Excep por real decreto del Gobierno			
	> 400			
Nivel 4	< 400		0	-

De modo que la Ley 21/2013, según las propias fuentes del SCRATS, “consagra en los Niveles 1 y 2 un auténtico derecho al trasvase [...]. El envío de esos recursos es imperativo en la ley, a diferencia de lo que ocurría en las anteriores Reglas de Explotación” (SCRATS, Memoria Anual 2013).

Por otra parte, en la Tabla 10 se observa la duplicidad para determinar la curva de reserva de condiciones hidrológicas excepcionales (Nivel 3). Como veremos más adelante, esto producirá una situación jurídica delicada causada por los métodos con los que se calcula cada una de las curvas.

Por último, la ley modifica la distribución entre usos para abastecimiento y regadío. La nueva metodología de distribución supone eliminar la prioridad del abastecimiento en lo concerniente al TTS: “con este reparto establecido por ley se acaba con la situación anterior en que los abastecimientos tomaban todo el volumen que estimaban para cubrir su demanda, quedando el resto para regadío” (SCRATS, Memoria Anual 2013).

En lo que respecta al umbral mínimo no trasvasable de 400 hm³, aunque se elevan 160 hm³ respecto a los 240 hm³ fijados en el PHCT 1998, su posterior análisis revela una limitación legal para garantizar los usos, así como las necesidades medioambientales previas de la cuenca del Tajo. El borrador del PHDT 2011 solicitaba el aumento hasta los 400 hm³/año del umbral mínimo no trasvasable, pero, al mismo tiempo, establecía la implantación del régimen de caudales ecológicos. Para ello, exigía que el trasvase medio se situase en torno a 110 hm³/año.

Por otra parte, existe una diferencia técnica a la hora de estimar el volumen de reserva necesario para satisfacer con total garantía los usos y restricciones medioambientales de la cuenca del Tajo por parte de los técnicos de la CHT en la regla de explotación del TTS propuesta en el PHDT 2011. Éstos no emplean el método tradicional de cálculo de reserva

mínima, como sí se aplicó para obtener el umbral de 240 hm³ en el anterior PHCT 1998 (epígrafe 2.3.1). En este caso, se pretende aumentar la reserva garantizando durante dos años completos las nuevas asignaciones para abastecimiento a Madrid (60 hm³/año) y CLM (20 hm³/año). Es decir, se duplican las asignaciones de abastecimiento anuales: $(60 + 20) \times 2 = 160 \text{ hm}^3$; y se incrementa en este valor a la reserva del anterior Plan: $240 + 160 = 400 \text{ hm}^3$. Este cambio de cálculo, que no tiene en cuenta el funcionamiento no lineal de la regulación, ni incluye la reserva necesaria para garantizar los caudales ecológicos, supone, como se decía anteriormente, una limitación para garantizar los usos y necesidades medioambientales de la cuenca del Tajo, aspecto que se aprovecharía para aplicarlo como umbral de excedentes en la Ley 21/2013.

No es que los técnicos de la CHT no supieran lo que hacían. Desde la CHT se valoraba que disminuyendo el volumen trasvasado hasta los 110 hm³/año de media se podían garantizar los usos del Tajo, aunque el umbral de recursos no trasvasables fuera una reserva de 400 hm³. Como tendremos ocasión de ver, 110 hm³/año de trasvase es el valor que la cuenca del Tajo es capaz de suministrar si se implantan los caudales ecológicos en el río, pero 400 hm³ de reserva, por sí solos, no garantizan la implantación del régimen de caudales ecológicos propuesto.

Retornando a la Ley 21/2013, la disposición transitoria segunda regula la entrada en vigor escalonada durante un máximo de cinco años del umbral mínimo no trasvasable de 400 hm³. El mismo escalonamiento con que entraría la curva de reserva correspondiente al Nivel 3 que se defina posteriormente (en el Plan Hidrológico del Tajo o en el real decreto del Gobierno). Sin entrar mucho en detalle sobre la entrada en vigor de esta disposición, por alejarse del propósito de este trabajo, los efectos prácticos fueron que, desde la aprobación en abril de 2014, mediante RD 270/2014, del PHDT 2009-2015 se subió un primer escalón de 32 hm³ de volumen de reserva. El resto de escalones se elevaría el 1 de enero de cada año otros 32 hm³ hasta alcanzar el umbral no trasvasable de 400 hm³ el 1 de enero de 2018 (Gráfico 35).

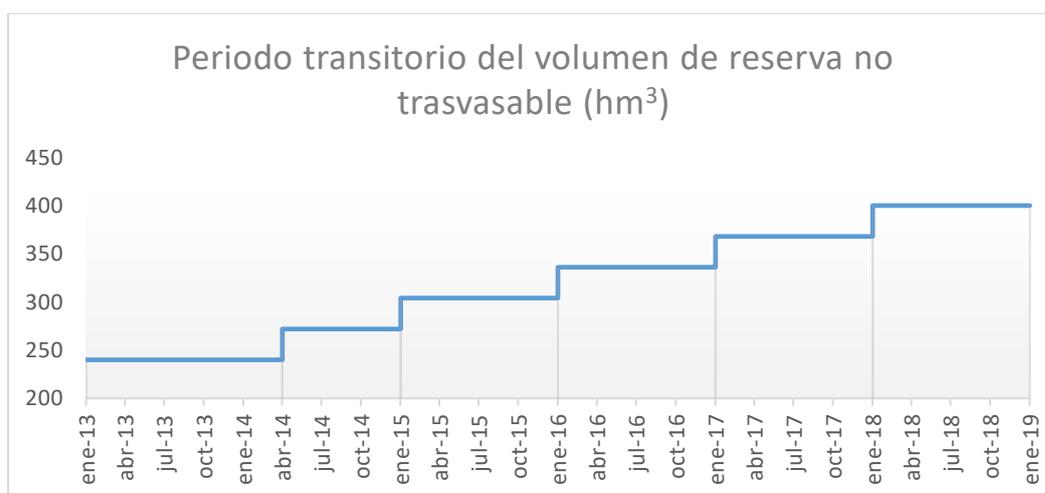


Gráfico 35.- Periodo transitorio del volumen de reserva no trasvasable (hm³). Elaboración propia. Fuente: (LEY 21/2013, 2013)

Finalmente, en esta misma ley 21/2013, se modifica la Ley 10/2001. Concretamente, se modifica la disposición final tercera, introduciendo el valor de 400 hm³ de reserva en la ley del PHN. Todo aquello que sobrepase este valor se considera aguas excedentarias de la cuenca del Tajo.

En resumen, se había otorgado rango legal a un conjunto de normas regulatorias del TTS que impedían la implantación del régimen de caudales ecológicos en el cauce principal del río Tajo. Se había extraído del PHDT la obligación de determinar los excedentes no trasvasables, excluyendo con ello al conjunto de la ciudadanía por medio del proceso de participación pública al que se someten los planes. Y, por último, pese a que solo faltaban dos años para que expirara el plazo previsto en el que se debía cumplir la DMA, no existía ninguna mención a su compromiso en el funcionamiento del TTS¹⁴.

Posteriormente, tras la reafirmación con rango legal de las principales componentes del TTS, el PHDT 2009-2015 se aprueba definitivamente el 11 de abril de 2014 mediante el RD 270/2014.

En su contenido normativo desaparecen las referencias a la regla de explotación del TTS. El Plan se limita a confirmar los contenidos ya regulados, es decir, el umbral de excedentes no trasvasables (sin hacer mención alguna a la actualización de la Ley 10/2001); y actualiza, sin demasiado rigor técnico, el único aspecto sobre el que ostenta alguna competencia, que no es otro que determinar la curva de reserva que identifica las condiciones hidrológicas excepcionales (Nivel 3).

Para delimitar la nueva curva de reserva de las condiciones hidrológicas excepcionales eleva 160 hm³ mensuales la curva de reserva del PHCT 1998, quedando establecida del siguiente modo (Tabla 11):

Tabla 11.- Circunstancias hidrológicas excepcionales (hm³). Fuente: Art.26.3 del RD 270/2014

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
616	627	636	653	655	656	664	701	724	714	674	632

Igualmente, asigna a la CCEATS la competencia para establecer las reglas de explotación de los embalses a fin de que no se llegue a las citadas condiciones hidrológicas excepcionales, basándose en lo dispuesto en el RD 2530/1985.

En el caso de la implantación del régimen de caudales ecológicos, el PHDT 2009-2015 decide, para tres de sus masas de agua declaradas como estratégicas, implantar caudales mínimos en lugar de un régimen de caudales ecológicos. Estas tres masas de agua son las correspondientes al eje del cauce principal del río entre Aranjuez y Talavera de la Reina (Tabla 12):

¹⁴ La mención que obligaba al cumplimiento de la DMA del TTS se suprimió expresamente del PHN.

Tabla 12.- Régimen de caudales mínimos (m³/s) en los puntos de control. Elaboración propia.
Fuente: Anejo VII Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo 2009 -2015

Tramo de río Tajo	Régimen de caudales mínimos (m³/s) en los puntos de control	Fecha límite de implantación de caudales ecológicos
Aranjuez	6	2021
Toledo	10	2021
Talavera de la Reina	10	2021

Según este precepto ya no había que garantizar un caudal ecológico con una media de 10,86 m³/s al paso del río Tajo por Aranjuez, bastaba con asegurar un mínimo de 6 m³/s. Es más, ni siquiera se estimó en el PHDT 2009-2015 cuáles eran los valores de caudal necesarios para implantar el régimen de caudales ecológicos en 2021. De esta manera, se podía proseguir con la famosa estrategia por la cual prevalecen los hechos consumados frente a los conceptos jurídicos indeterminados. Si no hay un régimen de caudales ecológicos objetivado será más difícil argumentar que no se cumplen las restricciones medioambientales en el río porque ¿cuánto caudal necesita la masa de agua para satisfacer sus necesidades medioambientales? Si desconocemos este dato ¿cómo podemos saber cuál es el volumen de reserva que asegura las plenas garantías del Tajo? Nuevamente, se está manteniendo indeterminado un aspecto crucial para el diseño de la regla de explotación del TTS. Un aspecto que está directamente relacionado con el umbral de excedentes no trasvasables.

Por consiguiente, si no se implanta un régimen de caudales ecológicos, ni se sabe cuál es su valor, lo único que se puede demostrar es que con 400 hm³ no se cumplen los objetivos de la DMA. Como 400 hm³ de reserva en los embalses solamente garantizan un caudal por Aranjuez de 6 m³/s, se podría afirmar que con 6 m³/s circulando por el tramo de río que atraviesa la ciudad de Aranjuez no se alcanza el buen estado (o el potencial ecológico) de esta masa de agua, ni de ninguna masa de agua asociada (CHT, 2016). En conclusión, los 400 hm³ de reserva son un límite al cumplimiento de los objetivos de la DMA para la cuenca del Tajo.

Las disposiciones de la DMA, del RDL 1/2001 del TRLA, así como cualquier otra disposición legal relativa a preponderar la prioridad de la cuenca cedente, se está viendo vulnerada sin otra justificación que el mantenimiento del TTS.

La ley, al mismo tiempo, encumbra la prioridad de la cuenca cedente e impone un límite físico a sus garantías, 400 hm³ de recursos embalsados. Con 400 hm³ solamente se pueden garantizar el resto de usos, los usos económicos consuntivos hasta Aranjuez. Y eso fue lo que pasó: No se implantó un régimen de caudales ecológicos, se fijó un caudal mínimo de 6 m³/s y, de este modo, se consideró que 400 hm³ eran suficientes supuestamente para garantizar la prioridad de la cuenca cedente. Esto refleja una prioridad a todas luces

incompleta, que se verá aún más reducida por la siguiente norma que regula el contenido específico de las reglas de explotación del TTS, el RD 773/2014.

Solamente unos meses después de la aprobación del PHDT 2009-2015, entra en vigor el RD 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo – Segura. Este real decreto desarrolla el contenido de la Ley 21/2013 y modifica algunos parámetros allí dispuestos, actualizando la regla de explotación del TTS.

En el propio preámbulo del real decreto se menciona que las reglas fijadas por la Ley 21/2013 mantienen la esencia de la regla aprobada por la CCEATS en 1997, pero modificando su naturaleza jurídica, otorgándoles rango de ley. Por tanto, la ley 21/2013 no es más que la consolidación jurídica de la gestión que se venía efectuando del TTS. No proporciona ningún cambio estructural, ni analiza su idoneidad, a pesar de que se trata de reglas diseñadas en 1997, tres años antes de la aprobación de la DMA.

El Real Decreto 773/2014 actualiza las magnitudes de la regla de explotación siguiendo los mismos criterios conceptuales de la anterior regla, con la finalidad de mantener el funcionamiento estructural de la misma. Una vez analicemos técnicamente los supuestos de cálculo de esta regla en el siguiente capítulo, podremos comprobar que no incorpora nuevos criterios en el diseño de la regla de explotación. La nueva regla actualiza los valores de acuerdo a los usos considerados en la cuenca del Tajo con el borrador del PHDT 2009-2015 y evalúa los umbrales dispuestos en la Ley 21/2013.

El real decreto se marca como objetivo único realmente un doble objetivo (fijado en la Ley 21/2013): *“proporcionar una mayor estabilidad interanual a los envíos, 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 ni afectar en nada a los suministros prioritarios y garantizados en la cuenca del Tajo”*.

Sin más dilación, veamos cuáles son las magnitudes que actualiza el real decreto 773/2014.

En Nivel 1 se modifica el volumen trasvasable mensual, pasando de 68 hm³/mes a 60 hm³/mes. Asimismo, varía el umbral que identifica dicho nivel, disminuyendo las existencias embalsadas conjuntas en Entrepeñas y Buendía de 1.500 hm³ a 1.300 hm³ y aumentando las aportaciones interanuales necesarias desde 1.000 hm³/año hasta 1.200 hm³/año.

El nivel 2 solamente se ve afectado por la variación del umbral anterior, permaneciendo inalterado el volumen mensual trasvasable de 38 hm³/mes.

Para el nivel 3, el real decreto desarrolla los preceptos establecidos por la disposición adicional decimoquinta. En primer lugar, recalcula los valores incorporados en el PHDT 2009-2015 de la curva mensual de reserva que define las condiciones hidrológicas

excepcionales. En segundo lugar, otorga al ministro/a que ostente las competencias en materia de agua la capacidad de autorizar un trasvase discrecionalmente y de manera motivada de hasta 20 hm³/mes.

El nivel 4 mantiene la misma redacción que la disposición adicional decimoquinta de la Ley 21/2013, cuyo umbral quedó definido en 400 hm³ de reserva conjunta en los embalses de Entrepeñas y Buendía. Por debajo de este valor no se podrá realizar trasvase alguno.

En resumen, la modificación de los parámetros de la regla de explotación resulta del siguiente modo (Tabla 13 y Tabla 14):

Tabla 13.- Regla de explotación RD 773/2014. Elaboración propia. Fuente: RD 773/2014

NIVEL	Determinación		Volumen trasvasado (hm ³ /mes)	Órgano competente
	Existencias conjuntas en E y B (hm ³)	Aportaciones interanuales conjuntas en E y B (hm ³ /año)		
Nivel 1	>1.300	> 1.200	60	CCEATS
Nivel 2	<1.300	< 1.200	38	CCEATS
	> Curva Cond. Hidr. Exc.			
Nivel 3	< Curva de condiciones hidrológicas excepcionales		0 – 20	Ministro/a
	> 400	-		
Nivel 4	< 400	-	0	-

Tabla 14.- Curva de reserva mensual de condiciones hidrológicas excepcionales (hm³). Fuente: RD 773/2014

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

Aunque más adelante se detallará el proceso de cálculo de la curva de condiciones hidrológicas excepcionales, en el Gráfico 36 podemos verificar cuál ha sido la variación respecto a la curva incorporada en el PHDT 2009-2015. La curva de reserva de las condiciones hidrológicas excepcionales es siempre mayor en el PHDT 2009-2015. La diferencia oscila entre 78 hm³ de reserva en el mes de abril y 1 hm³ de reserva para el mes de septiembre.

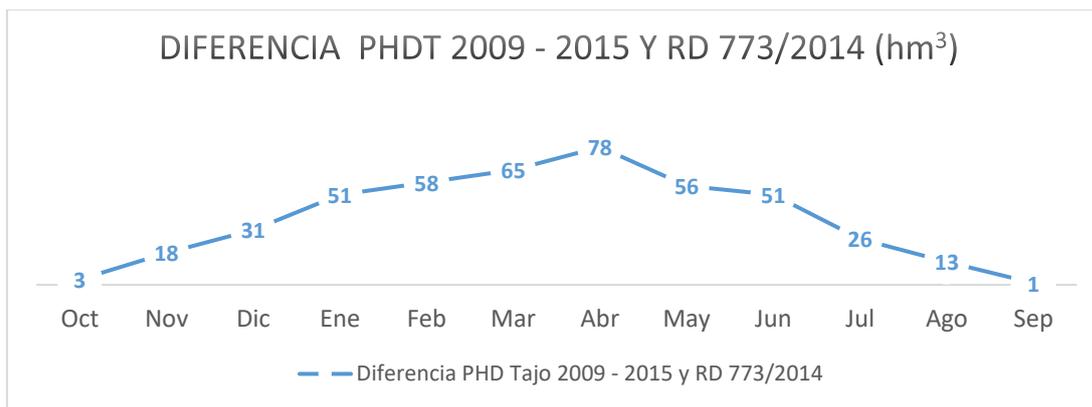


Gráfico 36.- Diferencia entre los parámetros de la curva de condiciones hidrológicas excepcionales establecidos por el Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo 2009 – 2015 y el RD 773/2014. Elaboración propia. Fuentes: Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo 2009 – 2015 y RD 773/2014.

Otro aspecto de vital interés incluido en el RD 773/2014 es la regulación, con rango de reglamento, de los desembalses que, desde la presa de Bolarque, se podrán efectuar hacia la cuenca del Tajo. Después de muchos años de insistencia por parte de los usuarios del trasvase, se logra regular un aspecto determinante para el funcionamiento de las reglas de explotación diseñadas del TTS, la limitación del desembalse mensual al Tajo.

Obviamente, el caudal de desembalse mensual parametrizado no incluye las necesidades medioambientales de la cuenca, puesto que no se había determinado cuál era el caudal ecológico que cumple dichas necesidades. En los desembalses definidos se admite una variación del 25 % mensual, sin que ello pueda suponer un incremento respecto del valor anual, fijado en 365 hm³/año (Tabla 15).

Tabla 15.- Desembalse de referencia hacia el río Tajo. Fuente: RD 773/2014

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
hm³/mes	25	18	19	19	18	23	23	31	42	60	51	36
m³/s	9,3	6,9	7,1	7,1	7,4	8,6	8,9	11,6	16,2	22,4	19,0	13,9

Asimismo, “*los desembalses indicados podrán superarse, con la debida justificación, cuando por razones de seguridad o mal funcionamiento de las infraestructuras, por laminación de crecidas, o por requerimientos ambientales o sanitarios no previstos ni incorporados en la programación anual detallada en la tabla, así se requiera*” (RD 773/2014). Esta disposición abre la posibilidad de incrementar el desembalse de referencia tras la implantación de un régimen de caudales ecológicos en el río sin la necesidad de modificar el real decreto, al tratarse de un requerimiento ambiental no previsto en la programación anual.

Por otra parte, otro motivo de justificación para el incremento de desembalses hacia la cuenca del Tajo sería el correspondiente a la demanda de consumo del Canal de Isabel II (CYII en adelante) para el abastecimiento de Madrid, cuantificado en 2 m³/s al mes (60 hm³/año), no incluida inicialmente en los valores de la Tabla 15.

Posteriormente, tras el recurso de inconstitucionalidad 1399–2014 interpuesto por las Cortes de Aragón, se declaran inconstitucionales en la STC 13/2015, de 5 de febrero, diversos preceptos de la Ley 21/2013, entre los que se encuentra la disposición adicional decimoquinta que nos afecta, a causa de un error procedimental. Dicha inconstitucionalidad se declara en términos diferidos durante el plazo de un año. Por ello, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, dentro del plazo conferido, transcribió los artículos inconstitucionales y nulos de la Ley 21/2013, restituyendo el contenido normativo de las reglas de explotación del TTS y del posterior reglamento, el RD 773/2014.

En definitiva, la Disposición Adicional 5ª de la Ley 21/2015 reproduce el contenido de la Disposición Adicional 15ª de la Ley 21/2013, que se declara inconstitucional, convirtiéndose en el soporte legal de las reglas de explotación del TTS.

Finalmente, con las nuevas reglas de explotación ya vigentes, el PHDT aprobado para el ciclo de planificación 2015-2021 mediante RD 1/2016, de 8 de enero (PHDT 2015-2021 en adelante), deroga el PHDT 2009-2015 en su totalidad (Disposición derogatoria única RD 1/2016). Tras ello, queda derogada también la curva de condiciones hidrológicas excepcionales del RD 270/2014, por una norma ajena al RD 773/2014. Por otro lado, el contenido normativo del PHDT 2015-2021 no regula ningún aspecto relativo al funcionamiento del TTS, asumiendo los criterios dispuestos en el RD 773/2014 y la DA 5ª de la Ley 21/2015.

Este nuevo PHDT imita al anterior en lo relativo a la implantación de los caudales ecológicos en el río Tajo. Las tres masas de agua declaradas estratégicas del cauce principal del río mantienen los caudales mínimos, sin estimar el régimen de caudales ecológicos. Si bien, el artículo 9 de la normativa del Plan establece que “*antes del 1 de enero de 2019, se elaborará una propuesta de extensión del régimen de caudales ecológicos a todas las masas de agua*” (CHT, 2016). Entre la aprobación del primer plan hidrológico y del segundo habían pasado solamente veintiún meses. A causa de ello, el contenido era prácticamente similar.

Así, durante el periodo de elaboración de los planes hidrológicos, según las nuevas directrices de la DMA, las principales normas que rigen el funcionamiento del TTS habían sufrido algún cambio de escenario que lo hacían más inamovible que nunca.

- Los excedentes de la cuenca del Tajo se fijan por Ley, en el PHN.
- Las reglas de explotación del TTS se consolidan por ley. No solamente su estructura, lo que conlleva la asimilación de una concepción del funcionamiento del TTS, sino que también se eleva a rango de ley el volumen trasvasable cuando se superan las circunstancias hidrológicas excepcionales.

- Con rango de reglamento, fuera de la planificación hidrológica, lo que también lleva asociada la asimilación de una filosofía más alejada de la participación pública directa, se desarrolla el contenido de las reglas de explotación del TTS: se determinan las circunstancias hidrológicas excepcionales y se limitan los desembalses al Tajo. Todo ello, sin la participación de la CHT.
- Se obvia hasta 2021 la implantación de un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, lo que hubiera disminuido el flujo disponible para el TTS.

Es cierto que en este proceso se elevó el umbral de excedentes en los embalses de cabecera desde 240 hm³ hasta los 400 hm³ (15% de su capacidad). A cambio, se asumieron las reglas de explotación del TTS, se limitaron los desembalses al Tajo, se prescindió de un régimen de caudales ecológicos, se incumplió la DMA y se extrajo a la CHT, y a todo el público en general, del proceso de decisión.

Ambos PPHHD del Tajo aprobados han acumulado prórrogas al plazo otorgado (diciembre de 2015) para cumplir los objetivos de la DMA, sin tener en cuenta el principio de prioridad de la cuenca cedente. En la cabecera del Tajo, el único motivo por el que se ha postergado la consecución de los objetivos medioambientales de la DMA para determinadas masas de agua ha sido un uso externo al de la propia cuenca, el TTS. ¿Cómo es posible encajar en la ecuación la existencia de excedentes trasvasables para otras cuencas al mismo tiempo que se declara incapaz de implantar un régimen de caudales ecológicos, incumpliendo así el logro de los objetivos de la DMA? ¿Una cuenca que no puede cumplir sus objetivos por no implantar un régimen de caudales ecológicos posee excedentes trasvasables?

Pero antes de continuar con un análisis detallado del diseño de la regla de explotación del TTS del RD 773/2014, tras cuatro años hidrológicos completos de funcionamiento, podemos comprobar cuáles han sido los datos hidrológicos que han relatado la historia del TTS desde 1980.

2.4.2 *Datos históricos desde el inicio del TTS en la cuenca del Tajo*

En rasgos generales ya se han mostrado los datos hidrológicos hasta el año 2014, que fue el año hasta el que permaneció vigente la primera regla de explotación del TTS. Para ofrecer los indicadores hidrológicos más relevantes del TTS en el periodo de estudio 1980 - 2018 se actualizan los parámetros expuestos anteriormente.

Como se ha venido repitiendo, el *efecto 80* ha provocado un descenso de aportaciones del 47%. En la serie 1980–2018 el promedio de aportaciones es de 745 hm³/año. Mientras que las aportaciones anuales medias en la serie 1912–1980 son 1.396 hm³/año (Gráfico 37).

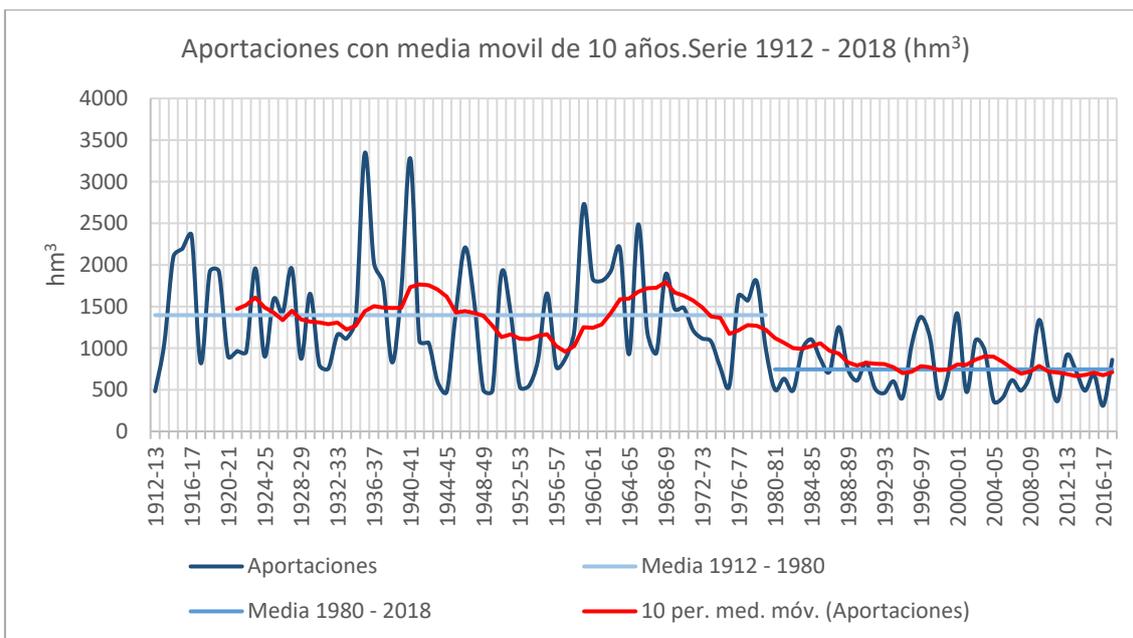


Gráfico 37.- Serie de aportaciones 1912 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

Como los usos aguas arriba de los embalses de cabecera son despreciables en términos relativos, las aportaciones mensuales sirven como referencia para detectar el régimen natural del río en el sistema de cabecera. El régimen anual natural es el típico de un clima mediterráneo, con aportaciones muy reducidas en el periodo estival respecto a los meses de otoño y primavera, donde son características las crecidas. En la gráfica siguiente (Gráfico 38) se aprecia la importante reducción de las crecidas en los meses de lluvia de los dos periodos considerados. El descenso de aportaciones, aunque notable (no es inferior al 30%), es menos acentuado en el periodo estival.

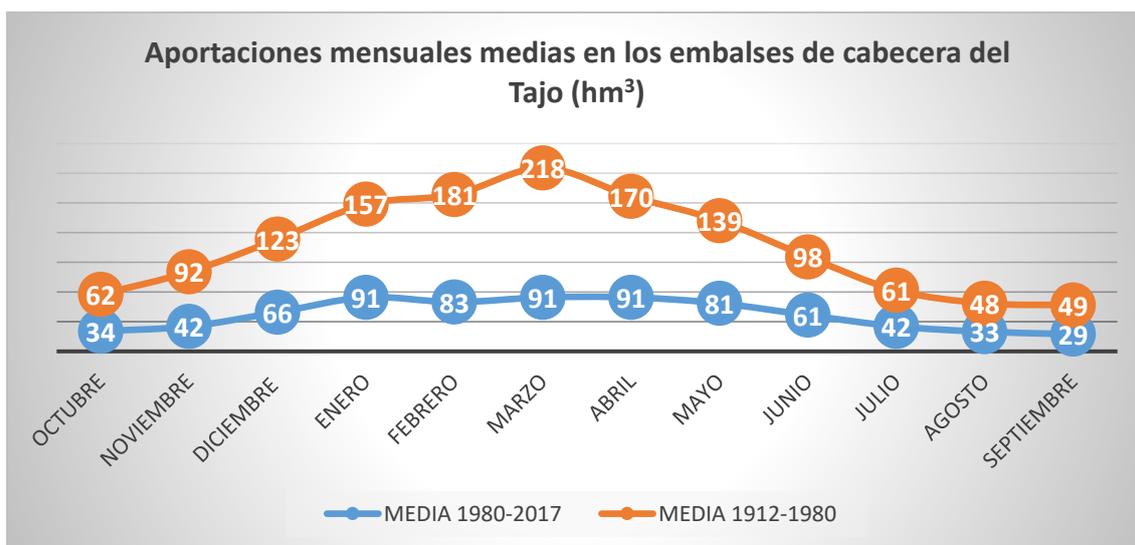


Gráfico 38.- Aportaciones mensuales medias en las series consideradas. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>)

El efecto de la regulación por la construcción de grandes embalses se plasma en los desembalses que se realizan al río. Las necesidades de los usos económicos durante los meses de verano son diametralmente opuestas al régimen natural. Por ello, se almacena agua durante el resto de meses para satisfacer las demandas hídricas de los usos. No obstante, el almacenamiento en la cuenca del Tajo se realiza a expensas de la sostenibilidad medioambiental del río. En el Gráfico 39 se puede ver el desembalse fijado en el RD 773/2014 respecto a los percentiles de aportaciones registrados en la serie 1980 – 2018.

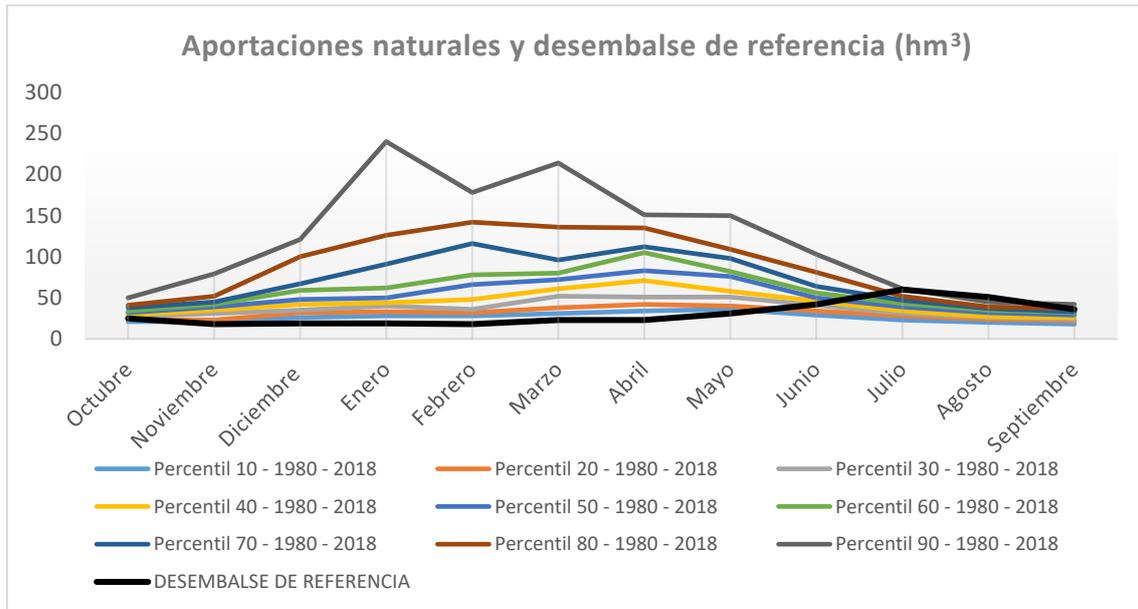


Gráfico 39.- Aportaciones naturales y desembalse de referencia en la serie 1980 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>) y RD 773/2014.

Entre los meses de octubre a mayo el desembalse fijado hacia el Tajo apenas alcanza el percentil 10 de las aportaciones recibidas, lo que afecta significativamente al caudal circulante por Aranjuez, que no cumple con los estándares exigidos por la DMA. En cambio, durante los meses de junio a septiembre se desembalsa prácticamente el percentil 90 para satisfacer las necesidades del regadío de la cuenca. Esto no significa que el caudal circulante por el río aumente hasta alcanzar el percentil 90. En el tramo de Bolarque–Aranjuez, el caudal circulante sigue manteniéndose muy próximo a los 6 m³/s. Los usos aguas arriba consumen la mayor parte del agua desembalsada, de manera que el río se mantiene con un caudal prácticamente constante en ese punto.

Como ya se apuntaba por parte del SCRATS, el control al desembalse del Tajo era un aspecto crucial para el correcto funcionamiento del TTS, aunque fuera sin tener en cuenta si se cumplía o no la condición primera para trasvasar agua: que se tratara de recursos excedentarios de la cuenca.

Desde 1998, año en el que se formaliza la primera regla de explotación del TTS, hasta la actualidad, se ha minorado y controlado el desembalse al río. La reducción en los desembalses no iba destinada a mejorar las condiciones del Tajo, sino que se destinaría a incrementar los volúmenes trasvasados para los beneficiarios del TTS (Gráfico 40).

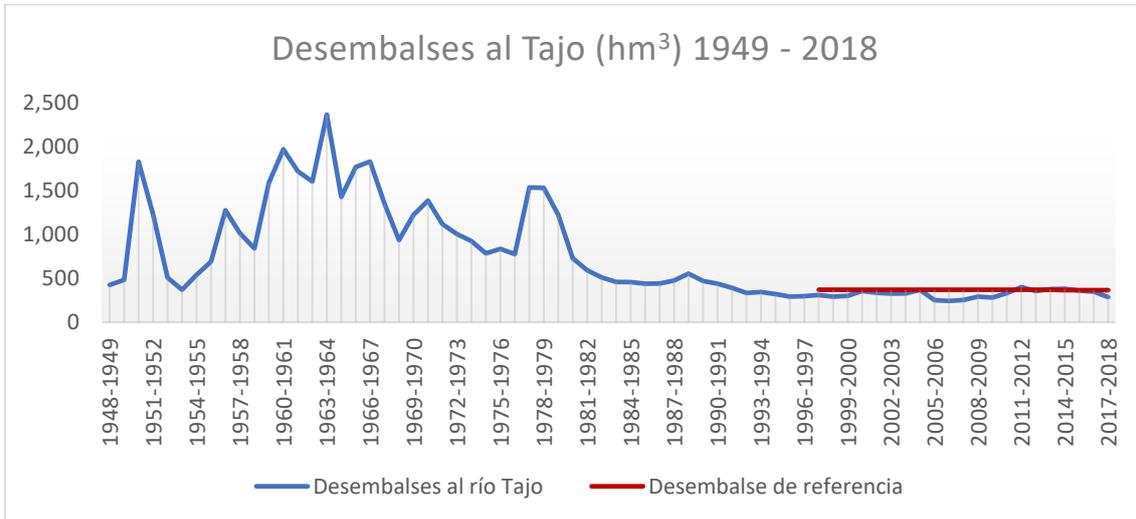


Gráfico 40.- Desembalse al Tajo en la serie 1949 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>).

La muestra es que desde 1998, pese a la reducción de aportaciones, el volumen medio trasvasado se eleva considerablemente. A parte de este resultado, la última regla (RD 773/2014) consigue modificar la distribución de usos. Desde ahora, aunque exista menor capacidad de trasvase a causa del descenso de aportaciones, el volumen se le asigna en mayor cuantía a los usos de regadío de la cuenca del Segura (Gráfico 41).

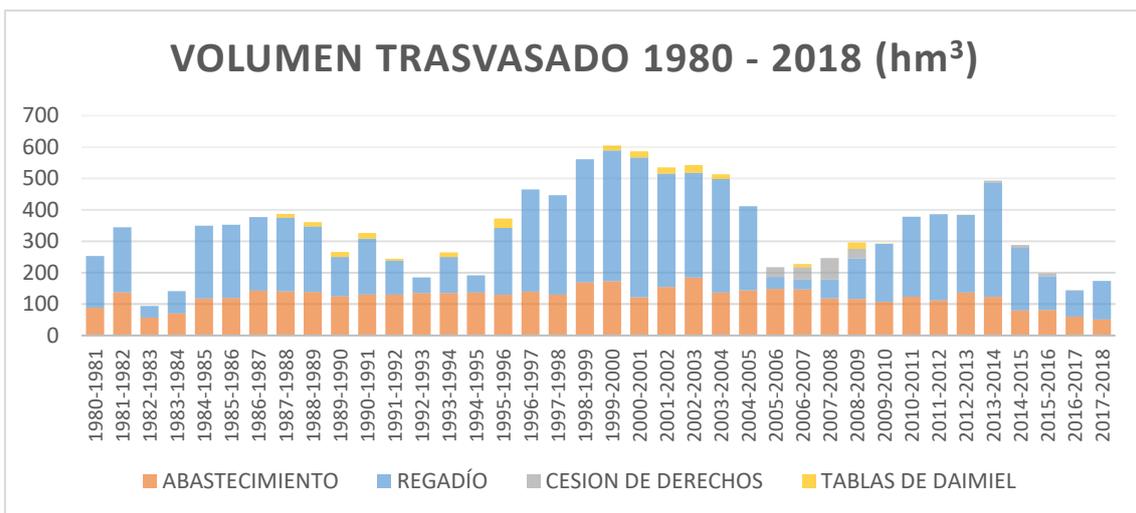


Gráfico 41.- Volumen trasvasado 1980 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Informe CCEATS

La relación entre los volúmenes medios destinados al regadío y los destinados al abastecimiento es 1,64 hasta septiembre de 2014. Durante los cuatro años de vigencia de

la regla de explotación del RD 773/2014, esta cifra se incrementó hasta 1,88. Es decir, para mantener la misma cantidad de agua para regadío se reduce la cantidad de agua destinada al abastecimiento humano.

El volumen trasvasado medio a la cuenca del Segura en la serie 1980–2018 es 328,3 hm³/año, un 54,8% respecto al máximo que se imputa como demanda en la cuenca del Segura (600 hm³/año). Si incluimos los volúmenes transferidos a las Tablas de Daimiel, así como las cesiones de derechos, desde la cuenca del Tajo se han derivado como valor medio 340 hm³/año. Estos datos reflejan la imposibilidad de la cabecera del Tajo de incorporar recursos próximos a los 600 hm³/año con destino a la cuenca del Segura. Todo ello, sin respetar las restricciones medioambientales exigidas por la DMA para el cauce principal del río Tajo. Si tenemos en cuenta que las aportaciones medias son 745 hm³/año; que se requieren, al menos, 150 hm³/año para atender los caudales ecológicos en el río; y que la evaporación media se estima alrededor de 90 hm³/año; el volumen de excedentes disponibles no superará en ningún caso los 140 hm³/año.

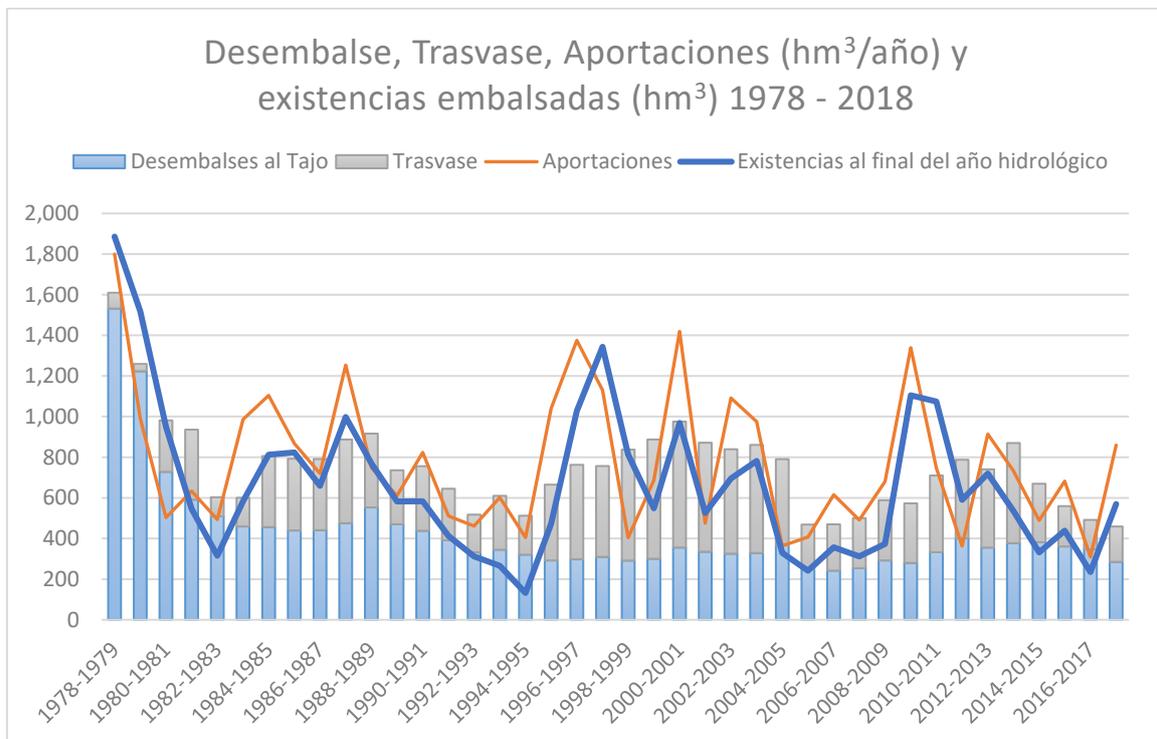


Gráfico 42.- Datos hidrológicos básicos durante el periodo 1978 - 2018. Elaboración propia. Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>).

En el Gráfico 42 se aprecia nítidamente el régimen prácticamente anual de los embalses de cabecera. Los cuatro años de funcionamiento de la regla de explotación del RD 773/2014 no han alterado en nada esta característica estructural del funcionamiento del TTS.

Estos cuatro años caracterizados por un ciclo seco en el que la media de aportaciones se ha situado en 585 hm³/año, entre los que se incluye el año más seco de la historia desde que se dispone de un registro estable de datos, se han trasvasado 201 hm³/año de media.

Al igual que con la regla anterior, en los ciclos secos desciende el volumen trasvasado para mantener el déficit anual en valores admisibles para la cabecera del Tajo. No obstante, el volumen de aportaciones registrado durante la sequía de 2016 y 2018 ha sido el valor más bajo desde que se dispone de datos. Este hecho se reflejó en los embalses, los cuales, al iniciar el mes de diciembre de 2017 almacenaban 232 hm³ (9,3% de su capacidad). El promedio de existencias desde el inicio del TTS ha sido de 711 hm³. Por tanto, en la cabecera del Tajo, los indicadores característicos del TTS desde su vigencia han sido los siguientes (Tabla 16):

Tabla 16.- Indicadores de funcionamiento del TTS en la cabecera del Tajo. Elaboración propia.
Fuente: Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica
(<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>).

Existencias embalsadas a primeros de mes (hm³)		
Mínimas	128,44	nov-95
Máximas	1.479,34	jun-98
Medias	710,98	1980 - 2018
Nº meses < 400	90	19,74%
Nº meses > 50 % capacidad	33	7,24%
Aportaciones (hm³/año)		
Mínimas	308,90	2016 -2017
Máximas	1.377,77	1996 -1997
Medias	745,05	1980 - 2018
Desembalse al Tajo (hm³/año)		
Mínimo	242,11	2006 - 2007
Máximo	728,32	1980 - 1981
Medio	376,68	1980 - 2018
Volumen trasvasado a la cuenca del Segura (hm³/año)		
Mínimo	94,10	1982 - 1983
Máximo	588,95	1999 - 2000
Medio	328,22	1980 - 2018
Nº años < 200	10	25,64%

2.4.3 Datos históricos desde el inicio del TTS en la cuenca del Segura

Pero la incidencia del TTS no abarca únicamente la cabecera del Tajo. Precisamente, su objetivo es dotar de estabilidad a la cuenca del Segura y reducir el llamado “*desequilibrio hidráulico*”. De manera que para completar la evaluación de su efecto es necesario acudir a los resultados obtenidos en dicha cuenca.

Las aportaciones anuales medias propias de la cuenca en el periodo 1980–2018 se sitúan en 323 hm³/año. El TTS eleva esa cifra hasta los 652 hm³/año. No obstante, el TTS no repara la elevada variabilidad de la cuenca. Pese a trasvasar 328 hm³/año de media, el 19% de los años los recursos gestionados no alcanzan los 400 hm³/año. Esto repercute

significativamente no solo en los usuarios del Segura, sino también en las arcas del Estado cuando se acude con periodicidad a los decretos especiales de sequía.

Por no reiterar lo descrito en el apartado 3.3.5, se caracteriza el estado de la cuenca del siguiente modo (Gráfico 43):

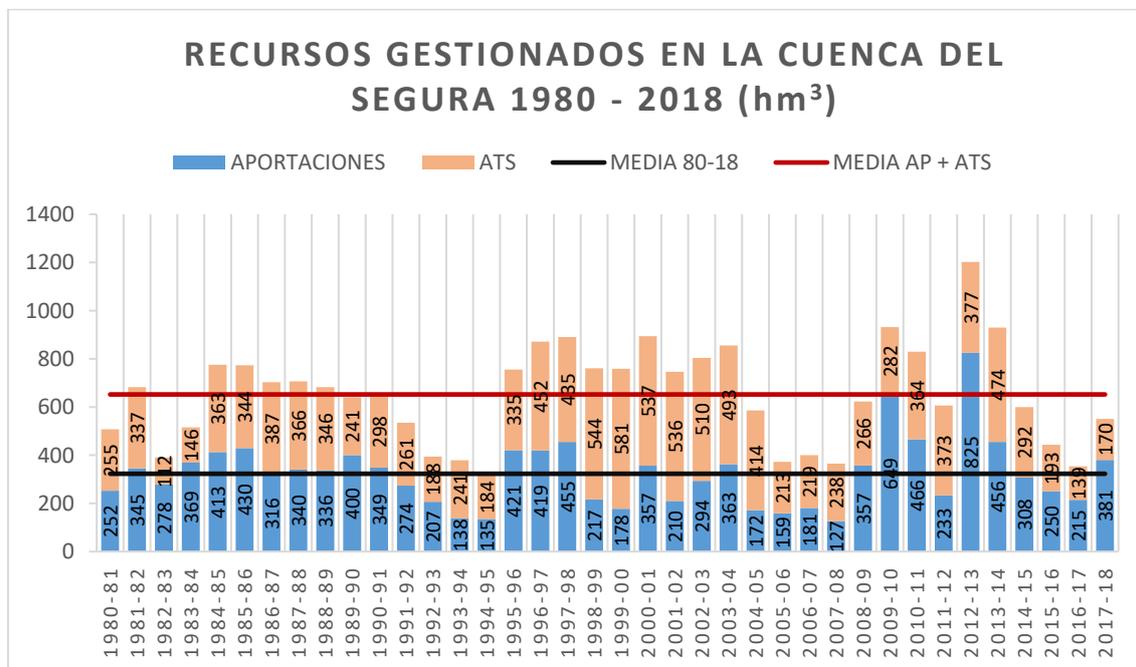


Gráfico 43.- Evolución del funcionamiento del TTS en la cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

La variabilidad anual en la cuenca del Segura, agravada por el TTS, donde existe una diferencia de recursos entre el año más húmedo y el año más seco de 883 hm³, evidencian el fracaso del TTS en el cumplimiento del objetivo legal de estabilizar los suministros. Con este modelo, el TTS se limita a gestionar la abundancia, sin tener en cuenta las crisis que se producen durante los años secos. Como hemos venido diciendo en apartados anteriores, no parece razonable en un territorio de precipitaciones reducidas respecto al resto del territorio nacional incrementar cada año húmedo los desembalses de la cuenca. El vaivén hidrológico que supone el aprovechamiento máximo anual, sin atender a la realidad de los recursos disponibles, supone una ventaja competitiva frente a otros territorios. Si cada vez que los recursos hídricos descienden se acude a decretos de sequía, que influyen en las condiciones económicas de acceso al mercado, se vulnera el mercado. Más aún cuando existe una infraestructura como el TTS que es capaz de disminuir los efectos adversos provocados por la sequía, como veremos más adelante.

Con la existencia de esta infraestructura, se puede afirmar que la escasez en el Segura no es causa de la climatología, sino una consecuencia de la mala gestión de los recursos de la cuenca, algo que la gestión del TTS no tiene capacidad de solucionar.

Durante los años hidrológicos 2012-2014 se repitieron los errores de gestión producidos en los años previos a la llegada del agua del trasvase, aunque esta vez sea por otros motivos. Las existencias embalsadas finalizan el año hidrológico 2012–2013 en 722 hm³, pero los elevados desembalses, los más altos de la historia reciente, provocan un descenso de las reservas de 590 hm³. Cuando finaliza el año hidrológico 2016–2017 las existencias embalsadas son 132 hm³. En cuatro años de aportaciones (más recursos del TTS) de 582 hm³/año de media se había desembalsado 704 hm³/año de media (Gráfico 44).

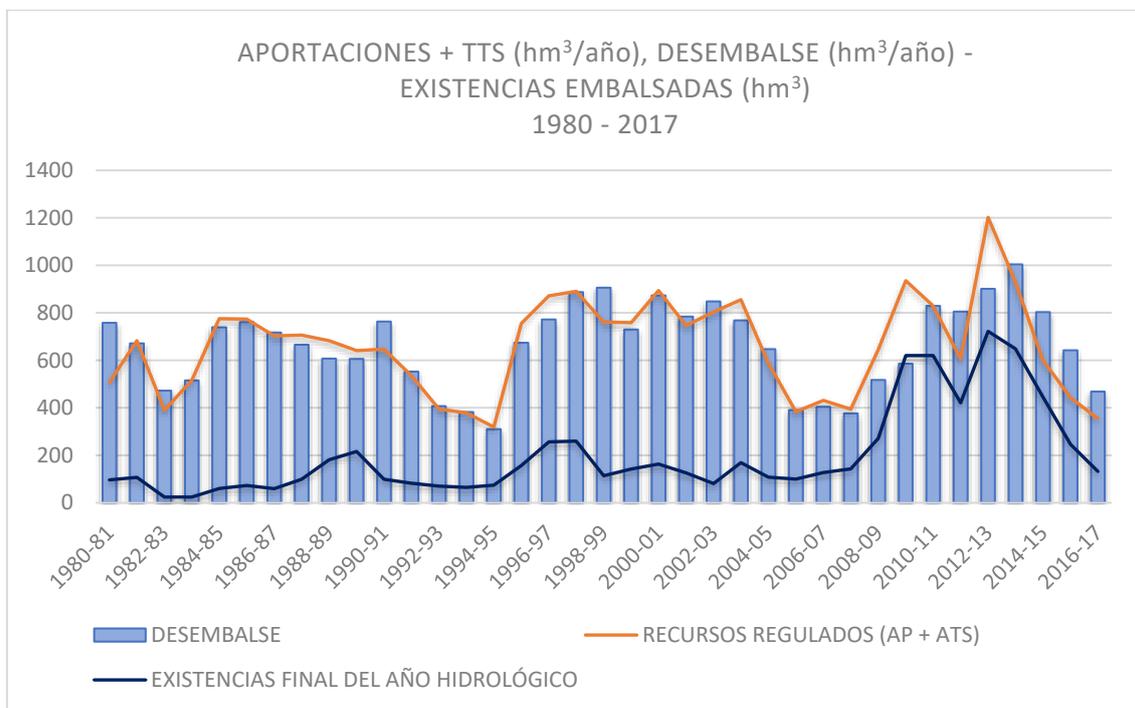


Gráfico 44.- Datos hidrológicos básicos en la Cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

Los indicadores que reflejan el estado de la cuenca del Segura tras el funcionamiento del TTS son los siguientes (Tabla 17):

Tabla 17.- Indicadores de la cuenca del Segura con el funcionamiento del TTS. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es)

Existencias embalsadas a final del año hidrológico (hm³)		
Mínimas	24	1982 - 1983
Máximas	722	2012 - 2013
Medias	200	1980 - 2018
Aportaciones + TTS (hm³/año)		
Mínimas	319	1994 - 1995
Máximas	1.202	2012 - 2013
Medias	652	1980 - 2018
Nº años < 400	7	18,92%
Desembalse al Segura (hm³/año)		
Mínimo	310	1994 - 1995
Máximo	1.004	2013 - 2014
Medio	658	1980 - 2018

Como se puede apreciar en la Tabla 17 coinciden con exactitud los años mínimos y máximos de todas las variables, salvo el caso de las existencias mínimas, registrado en el año 1982–1983, generado por la problemática ya analizada.

2.4.4 *Resumen de los cuatro años de vigencia de la regla de explotación del RD 773/2014.*

En los cuatro años hidrológicos completos de vigencia de la regla de explotación del RD 773/2014 los indicadores muestran el funcionamiento de la regla durante un periodo de sequía (2014-2018), de modo que se convierte en un dato muy relevante sobre los intereses que priman en el diseño de la regla:

Tabla 18.- Indicadores de la cuenca del Tajo para la vigencia de la regla de explotación del RD 773/2014. Elaboración Propia. Fuente: Estadísticas de la CHT.

Existencias embalsadas a primeros de mes (hm³)		
Mínimas	232,6	dic-17
Máximas	702,04	jul-18
Medias	448,7	Oct 14 – Sep18
Nº meses < 400	17	35,4 %
Nº meses > 50 % capacidad	0	0 %
Aportaciones (hm³/año)		
Mínimas	308,90	2016 -2017
Máximas	860,4	2017 -2018
Medias	585	Oct 14 – Sep18
Desembalse al Tajo (hm³/año)		
Mínimo	242,11	2006 - 2007
Máximo	728,32	1980 - 1981
Medio	376,68	1980 - 2018
Volumen trasvasado a la cuenca del Segura (hm³/año)		
Mínimo	142,5	2016 -2017
Máximo	279,0	2014 - 2015
Medio	195,9	Oct 14 – Sep18
Nº años < 200	3	75%
Trasvase abastecimiento medio	68,1	Oct 14 – Sep18
Trasvase regadío medio	127,8	Oct 14 – Sep18
Estado de los embalses de cabecera		
% Emergencia	22,92 %	85,42 %
% Alerta	62,50 %	
% Prealerta	14,58 %	14,58 %
% Normalidad	0 %	

Las condiciones hidrológicas excepcionales en los embalses de cabecera del Tajo han ocurrido un 85% de los meses de funcionamiento. Esta anomalía técnica debería hacer reconsiderar la regla de explotación vigente por incumplimiento manifiesto del objetivo legal de minimizar tales situaciones. Pese a ello, el trasvase anual ha sido de prácticamente 200 hm³/año de media. Es decir, para conseguir satisfacer un volumen mínimo de trasvase de 200 hm³/año, con la regla vigente es necesario elevar las

condiciones hidrológicas excepcionales por encima del 50%, elevando el riesgo para la cuenca receptora y desvirtuando el significado de la excepcionalidad.

2.4.5 Pérdidas en el TTS

Sin pretender interrumpir el discurso conviene abrir un pequeño inciso respecto a los recursos regulados en la cuenca del Segura para analizar las pérdidas del TTS en su recorrido entre la cuenca del Tajo y la cuenca del Segura. Éstas han sido cuantificadas en el 10% de los recursos trasvasados. Esto significa que teóricamente el 90% del agua trasvasada es la que debería llegar a los usuarios de la cuenca del Segura. Pero como estamos analizando el sistema hasta que entra en la cuenca del Segura, estos valores podrían reducirse, pues no incluimos las pérdidas del Postrasvase. Para los posteriores cálculos es necesario cuantificar esta magnitud.

Bastaría con hallar la diferencia entre los volúmenes trasvasados en origen y los volúmenes recepcionados en destino, de manera que el resultado no es otro que las pérdidas del trayecto. Lógicamente esta operación debería devolver un valor siempre positivo, ya que el volumen en origen no puede ser inferior al volumen de destino.

En el Gráfico 45 se ilustra los resultados de este cálculo. La línea azul es la diferencia entre el volumen trasvasado en origen y el volumen trasvasado en destino, es decir, las pérdidas reales. La línea naranja representa la diferencia entre el noventa por ciento del trasvase en origen menos el trasvase en destino, por tanto, si las pérdidas fuesen del 10% este resultado debería ser cero. Como la línea naranja está permanentemente por debajo de cero, se deduce que las pérdidas deben ser inferiores al 10% en el trayecto entre los embalses de cabecera del Tajo y los embalses de cabecera del Segura.

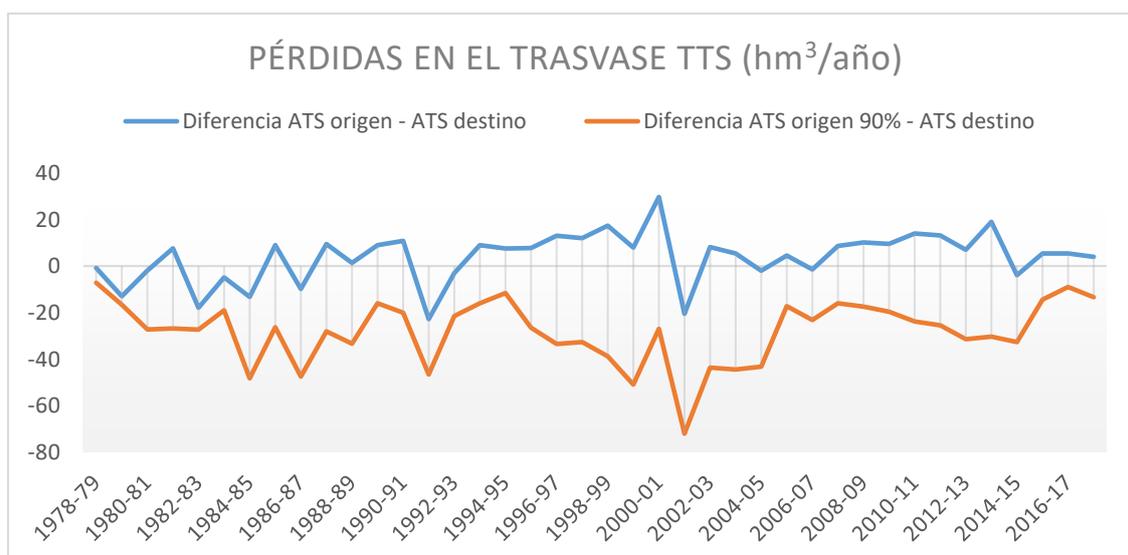


Gráfico 45.- Pérdidas reales en el TTS entre la cuenca del Tajo y la cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuentes: Informe de la CCEATS 2014 y Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).

Como se puede observar existen años en los que el volumen trasvasado en origen es inferior al volumen recepcionado en destino, lo que es imposible físicamente. Esto sucede principalmente durante los primeros años de funcionamiento del TTS, y podría significar una deficiente metodología a la hora de cuantificar las diferentes variables del balance hidráulico. No obstante, aunque de manera puntual, también ocurre en años hidrológicos más recientes. Este error necesariamente se debe a que alguna de las fuentes consultadas arroja valores inciertos que es preciso corregir. En este caso, bien la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS), o bien los Informes del TTS emitidos por la CCEATS.

Al ser las pérdidas inferiores al 10%, y existir una variabilidad pronunciada en ciertos años de la serie, se decide cuantificar las pérdidas como el valor medio de las diferencias entre el trasvase en origen y el trasvase en destino, resultando un valor del 1,3 %.

Por tanto, este valor del 1,3 % será el que se empleará para analizar los volúmenes transferidos entre la cuenca de origen y la cuenca de destino en los cálculos posteriores.

3 REGLA DE EXPLOTACIÓN DEL RD 773/2014. ERRORES Y ACTUALIZACIÓN

En este capítulo se analizan las reglas de explotación del TTS fijadas en el RD 773/2014. Se evalúan los aspectos esenciales que componen la regla, desde los desembalses al Tajo hasta el modelo de gestión asumido por ellas. Se analizan los posibles errores técnicos en los que se haya incurrido en la determinación de sus parámetros. Mediante la corrección de los errores técnicos detectados se introducirán los criterios básicos que sustenten la propuesta de nuevas reglas de explotación del TTS que se presenta en el Capítulo 4.

Para el análisis se utiliza el documento de soporte técnico al RD 773/2014, publicado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente como memoria técnica explicativa bajo el título “*El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura*” (Anexo Técnico en adelante) (MAPAMA, 2014). El documento está firmado por Francisco Cabezas Calvo, director del Instituto Euromediterráneo del Agua. Hasta el Anexo Técnico, los datos y fundamentos de las reglas no se detallan tan explícitamente. A pesar de las críticas que se realizan en este trabajo, es de valorar disponer de un espacio de claridad contra el que argumentar desde la objetividad que proporcionan los números.

Muy resumidamente, el Anexo Técnico propone el siguiente proceso secuencial:

- 1) Estimar el desembalse para garantizar las necesidades de la cuenca del Tajo, garantizando un caudal mínimo en Aranjuez de $6 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 2) Teniendo en cuenta este valor de desembalse, calcular la curva de reserva mínima en los embalses de Entrepeñas y Buendía para satisfacer con plenas garantías las necesidades del Tajo. Es decir, obtener el umbral de excedentes no trasvasables.
- 3) Verificar cuáles son las condiciones hidrológicas excepcionales. Lo que supone estimar un volumen de reserva que garantice las necesidades del Tajo sin ninguna restricción, así como un trasvase mínimo para abastecimiento y riego de socorro.
- 4) Una vez calculados los umbrales correspondientes al límite no trasvasable (Nivel 4) y a las condiciones hidrológicas excepcionales (Nivel 3), se procede a calcular cuál es el volumen trasvasable mensual, así como el umbral más idóneo, para los niveles 1 y 2. Todo ello, tras el análisis de una serie de indicadores seleccionados.
- 5) Plantear una posible alternativa a la distribución por usos (abastecimiento y regadío) de los volúmenes trasvasados mensuales.

Los tres primeros pasos del procedimiento equivalen a las condiciones de contorno del problema. El desembalse define las necesidades de la cuenca del Tajo. Las reservas en los embalses utilizadas para definir el umbral de excedentes y las condiciones hidrológicas excepcionales delimitan las garantías y seguridades de la cuenca cedente.

Una vez obtenidos estos parámetros previos, se puede plantear el modelo de gestión de los recursos trasvasados a la cuenca del Segura. La incógnita es cuánto volumen de agua es posible trasvasar al año con una gestión adecuada de los embalses de cabecera y garantizando todas las necesidades medioambientales, así como los usos privativos y comunes de la cuenca del Tajo. Para resolver este problema, previamente hay que:

- Asegurar que todas las aguas trasvasadas son excedentarias en la cuenca del Tajo. Por consiguiente, es necesario calcular un umbral de reserva en los embalses a partir del cual se garanticen con absoluta prioridad todos los usos asociados a la cabecera del Tajo, incluidas las restricciones medioambientales previas.
- Conocer cuál es el umbral de reserva que permite compatibilizar la garantía plena a las necesidades y los usos de la demarcación del Tajo con un funcionamiento mínimo del trasvase (condiciones hidrológicas excepcionales).

Para obtener estos valores de reserva en los embalses es imprescindible determinar previamente cuáles son los usos, aprovechamientos y las restricciones medioambientales de la cuenca del Tajo.

Por tanto, estas tres variables -los desembalses de referencia al Tajo, la reserva mínima y las condiciones hidrológicas excepcionales- deberían ser independientes del funcionamiento del TTS. Por ello, se consideran en este trabajo las condiciones de contorno que debe satisfacer el problema.

3.1 Desembalses de referencia a la cuenca del Tajo

La estimación del desembalse de referencia es determinante. Primero, porque es la variable básica para definir el resto de parámetros. Segundo, porque establece las necesidades del Tajo con prioridad frente a cualquier trasvase. Como hemos podido comprobar este valor ha estado sujeto a numerosas interpretaciones a lo largo de los años.

En el Anexo Técnico se evalúan las demandas consuntivas asociadas exclusivamente a la cabecera del Tajo, considerando la cuenca fluvial del río y sus afluentes hasta Aranjuez, a partir de los datos proporcionados en el borrador del PHDT 2009-2015. Para ello, se realiza un esquema que representa las infraestructuras fundamentales, las demandas, los retornos y los tramos fluviales, junto a las aportaciones consideradas en cada tramo (Ilustración 2). Según este esquema, los usos y necesidades del río más allá de Aranjuez quedan excluidos del cálculo del desembalse y, por tanto, de las garantías y prioridades de la cuenca cedente.

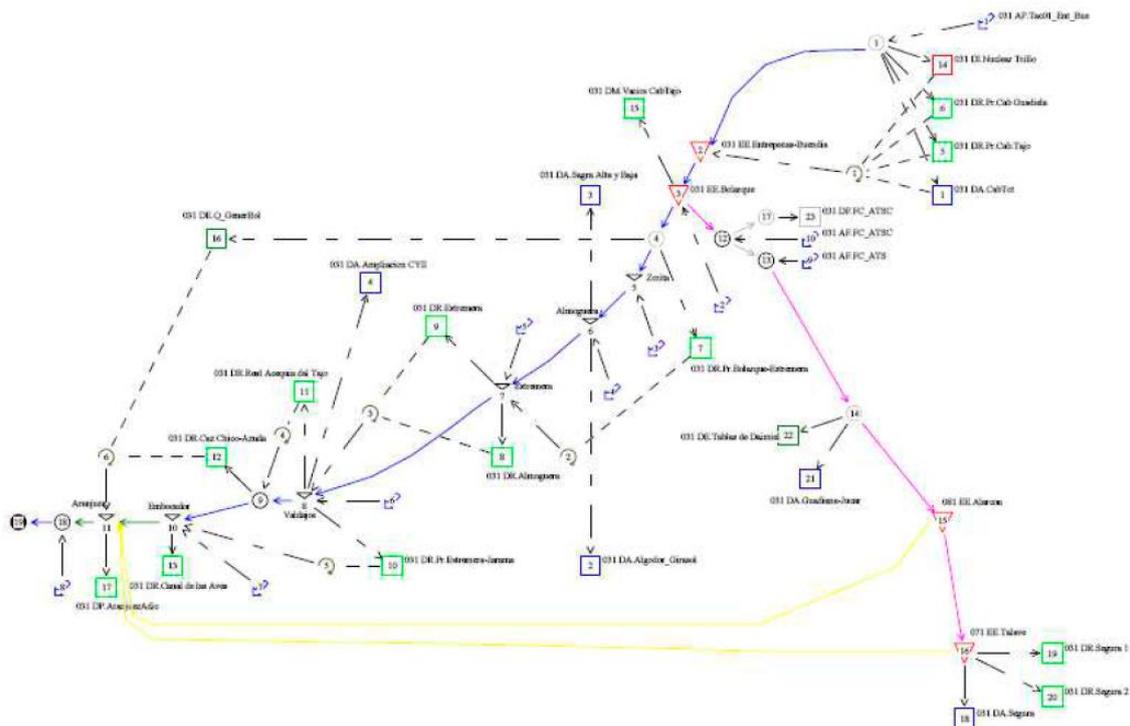


Ilustración 2.- Esquema de la cabecera del Tajo. Fuente: (Cabezas, 2013)

En cuanto a los requerimientos medioambientales, el Anexo Técnico alude a la ley de aguas, pero no se tiene en cuenta la obligación de implantar un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. El TRLA asigna a los caudales ecológicos el carácter de requerimiento medioambiental previo frente a cualquier uso (Art. 59.7 del TRLA). Si no se implanta un régimen de caudales ecológicos no se garantizan las necesidades medioambientales (prioritarias) de la cuenca cedente. Hasta que no se determinen estas necesidades medioambientales, y se les otorgue las garantías requeridas, se estarían trasvasando aguas sin la certeza de que sean aguas excedentarias, incumpliendo la ley 52/1980. Otra vez, los hechos consumados predominan sobre los conceptos jurídicos indeterminados, esta vez cubiertos sobre el supuesto carácter medioambiental del caudal mínimo de Aranjuez. El hecho de no considerar un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo para cumplir con los objetivos de la DMA invalida todo el desarrollo posterior de las reglas de explotación del TTS.

El Anexo Técnico dimensiona el desembalse de referencia para cumplir estrictamente con el caudal mínimo del río Tajo a su paso por Aranjuez¹⁵ de 6 m³/s (189,2 hm³/año), obligatorio por la Ley 52/1980, una ley veinte años anterior a la DMA.

Los usos consuntivos asociados al sistema de explotación (SE en adelante) de cabecera se resumen en la Tabla 19. La demanda denominada varios de cabecera (10,24 hm³/año)

¹⁵ El PHDT 2009-2015 y el posterior PHDT 2015-2021 disponen un caudal mínimo para tres masas de agua estratégicas de la demarcación (río Tajo en Aranjuez, Toledo y Talavera). Para el resto de masas de agua estratégicas establece un régimen de caudales ecológicos mínimos trimestrales.

aglutina varios usos: la evaporación de los distintos azudes y embalses del recorrido entre Bolarque y Aranjuez (3,37 hm³/año), los riegos de Barajas de Melo (4,06 hm³/año), los riegos no regulados en todo el tramo Bolarque-Jarama (1,73 hm³/año), los usos industriales no conectados a redes (0,05 hm³/año) y las necesidades de la ganadería (1,03 hm³/año) (Cabezas, 2013).

Tabla 19.- Demandas consuntivas propias de la cuenca del Tajo asociadas a su cabecera. Fuente: (Cabezas, 2013)

	DEM. (hm ³)	DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LA DEMANDA (%)												RET. (%)
		OC	NV	DC	EN	FB	MR	AB	MY	JN	JL	AG	ST	
Abast.Cabecera (Total)	6.67	8.5	8.2	8.5	8.5	7.7	8.5	8.2	8.5	8.2	8.5	8.5	8.2	80
Abast.Manc.Algodor-Girasol	27.39	8.5	8.2	8.5	8.5	7.7	8.5	8.2	8.5	8.2	8.5	8.5	8.2	0
Abast.Sagra Alta y Baja	16.45	8.5	8.2	8.5	8.5	7.7	8.5	8.2	8.5	8.2	8.5	8.5	8.2	0
Abast.ampl.CYII-Valdajos	60.00	8.5	8.2	8.5	8.5	7.7	8.5	8.2	8.5	8.2	8.5	8.5	8.2	0
Reg.Pr.Cab.Tajo	7.16	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	7.0	17.0	32.0	26.0	11.0	0
Reg.Pr.Cab.Guadiela	11.55	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	7.0	17.0	31.0	26.0	11.0	0
Reg.Pr.Bolarque-Estrem.	11.22	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	7.0	17.0	31.0	26.0	11.0	5
Reg.Almoguera (Illana-Leg.)	10.19	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	7.0	17.0	31.0	26.0	11.0	10
Reg.Estremera	18.86	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	6.0	15.0	31.0	24.0	14.0	21
Reg.Pr.Estremera-Jarama	29.30	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	7.0	17.0	31.0	26.0	11.0	5
Reg.Real Acequia del Tajo	23.32	4.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	10.0	17.0	27.0	21.0	13.0	20
Reg.Caz Chico-Azuda	16.81	4.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	10.0	17.0	27.0	21.0	13.0	20
Reg.Canal de las Aves	42.86	4.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	10.0	17.0	27.0	21.0	13.0	0
Central Nuclear de Trillo	37.80	8.5	8.2	8.5	8.5	7.7	8.5	8.2	8.5	8.2	8.5	8.5	8.2	45.8
Dem.Varios cabecera	10.24	4.0	0.0	0.0	0.0	1.0	3.0	4.0	10.0	17.0	27.0	21.0	13.0	0

La suma de estas demandas consuntivas asciende a 330 hm³/año, valor que no debe confundirse con el desembalse necesario para su atención, en el cual deben tenerse en cuenta los retornos de los usos, cifrados en unos 38 hm³/año, el caudal mínimo en Aranjuez de 189,2 hm³/año y las aportaciones intermedias (Gráfico 46) (Cabezas, 2013).

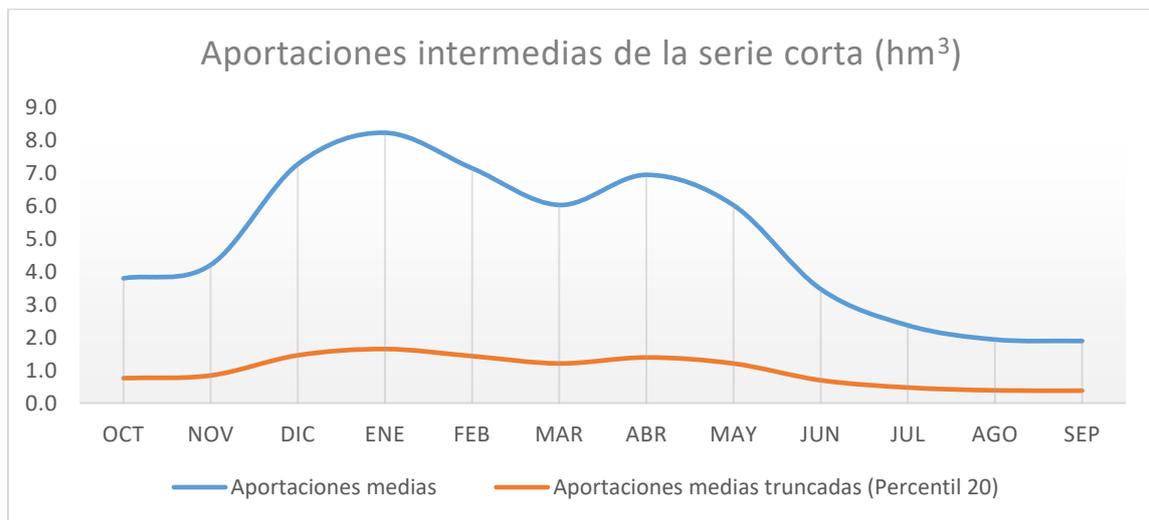


Gráfico 46.- Aportaciones intermedias medias totales y truncadas en el percentil 20. Elaboración propia. Fuente: CHT

Según el esquema de cabecera del Tajo de la Ilustración 2, se deduce que los usos designados como abastecimiento de cabecera, regadíos de cabecera (Tajo y Guadiela) y

el uso industrial de la Central Nuclear de Trillo, se sitúan aguas arriba de los embalses de Entrepeñas y Buendía. De modo que las demandas de usos consuntivos totales que se deben atender desde el desembalse de Bolarque se reducen hasta los 266,6 hm³/año, con unos retornos de 20,4 hm³/año. Para cumplir estrictamente con un caudal mínimo en Aranjuez de 6 m³/s, considerando nulas las aportaciones intermedias, con los datos del Anexo Técnico, se requiere un desembalse al Tajo de 435 hm³/año.

Sin embargo, según el Anexo Técnico, no considerar las aportaciones intermedias supondría sobredimensionar el desembalse de referencia, puesto que existirían recursos disponibles no contabilizados en el tramo de estudio. Tampoco considera admisible incorporar las aportaciones intermedias completas, ya que se trata de tramos no regulados. Teniendo en cuenta estas consideraciones, el Anexo Técnico propone incorporar la serie de las aportaciones intermedias truncadas en el percentil 20, cuyo valor mínimo se estima aproximadamente en 10 hm³/año (Cabezas, 2013). Por tanto, con las aportaciones intermedias truncadas, el desembalse de referencia se reduce hasta los 425 hm³/año (Gráfico 47 y Tabla 20).

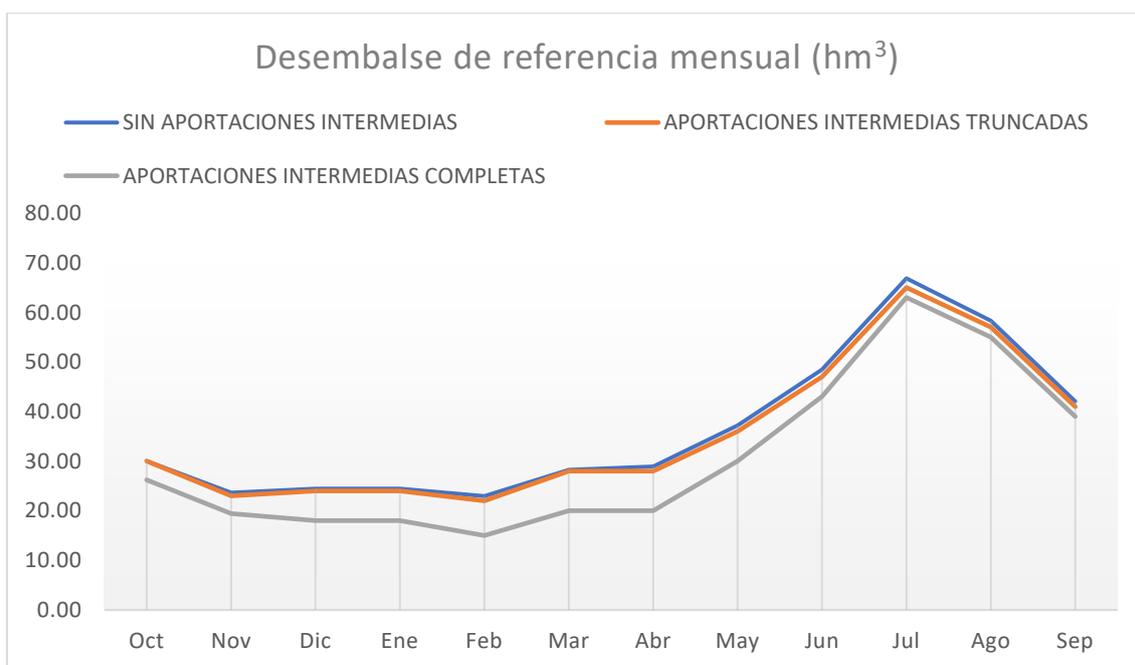


Gráfico 47.- Desembalse de referencia mensual. Fuente: (Cabezas, 2013)

Tabla 20.- Desembalse de referencia para el cálculo de la reserva mínima (hm³). Fuente: (Cabezas, 2013)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOT
30	23	24	24	22	28	28	36	47	65	57	41	425

El desembalse de 425 hm³/año será el utilizado para determinar la curva de reserva mínima de los embalses de cabecera del Tajo. Como ya se ha comentado anteriormente, este desembalse no tiene en cuenta las necesidades medioambientales de la cuenca

cedente. Al no considerar un régimen de caudales ecológicos, el desembalse propuesto impone una limitación al Tajo, no pudiéndose considerar las aguas trasvasadas como aguas excedentarias.

Asimismo, el caudal de desembalse propuesto para calcular la curva de reserva mínima (425 hm³/año) se redujo todavía más por medio del RD 773/2014, al no incluir la asignación destinada al abastecimiento del CYII de 60 hm³/año. Esta asignación no se incluyó en el régimen de explotación ordinario del SE Cabecera al no haberse materializado aún. Por tanto, el desembalse de referencia para la explotación del SE Cabecera del Tajo, tras el RD 773/2014, se reducía a 365 hm³/año (425 – 60 CYII = 365; Tabla 21):

Tabla 21.- Desembalse de referencia del RD 773/2014 (hm³). Fuente: (RD 773, 2014)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOT
25	18	19	19	18	23	23	31	42	60	51	36	365

Con esta nueva limitación en la explotación se reduce al máximo el margen de seguridad de la CHT para cumplir con los caudales mínimos circulantes por Aranjuez (6), Toledo (10) y Talavera de la Reina (10), que establecía el PHDT 2009-2015.

En resumen, en el Anexo Técnico se recogen el desembalse para el cálculo de la reserva mínima de 425 hm³/año, que incluye la asignación para el CYII, y el desembalse de referencia para la explotación del SE Cabecera de 365 hm³/año, que descuenta la mencionada asignación, permitiendo su utilización en caso de necesidad.

Pero no considerar un régimen de caudales ecológicos en los desembalses de la regla de explotación del TTS para conseguir el buen estado del río, que incumple la normativa vigente, se comete junto a otro error: al no incorporar en la decisión de los desembalses a la CHT, que es el organismo responsable de la gestión de los embalses de cabecera del Tajo.

La CHT conoce las incidencias más frecuentes a la hora de interpretar las causas que interfieren en el cumplimiento de los parámetros que se deben satisfacer por medio de la regulación hidráulica: las asignaciones, los derechos concesionales y los caudales circulantes por el río.

El cálculo teórico del desembalse a partir de caudales medios mensuales, sin los oportunos coeficientes de seguridad, entra en contradicción con la obligación legal de cumplir un caudal instantáneo en Aranjuez (6 m³/s). Para ello, el conocimiento del funcionamiento del tramo entre Bolarque y Aranjuez es esencial, cuyo recorrido cuenta con aproximadamente 140 km de distancia y más de nueve aprovechamientos hidroeléctricos. La participación de la CHT en el cálculo de los desembalses es más relevante si consideramos que el incumplimiento de parámetros como el caudal mínimo en Aranjuez, Toledo o Talavera de la Reina conlleva responsabilidades directamente

atribuibles a los gestores de los embalses, en este caso, la propia CHT (CHT, Comisión de Desembalse dic-15, 2015).

Recordemos que el desembalse calculado sin la asignación al CYII en el Anexo Técnico (365) se introdujo como otra obligación adicional para la CHT en el RD 773/2014. La CHT debía cumplir simultáneamente los caudales mínimos instantáneos en Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina con los desembalses de referencia mensuales fijados en el RD 773/2014, según la propia CHT, obligaciones no siempre compatibles: “*resulta físicamente imposible cumplir simultáneamente con las disposiciones citadas*” (CHT, Comisión de Desembalse dic-15, 2015). Concretamente, según los técnicos de la CHT se pone en riesgo el caudal mínimo en Aranjuez durante los meses de noviembre a enero, así como el caudal mínimo en Toledo y Talavera de la Reina durante el periodo de riego, desde abril a julio inclusive. Cada uno de estos posibles incumplimientos por motivos diferentes.

En el caso del caudal de Aranjuez, en el mes de noviembre se impone un caudal de desembalse desde Bolarque de $6,9 \text{ m}^3/\text{s}$, sin considerar la bajada de caudal que puede ocasionar la interrupción de cualquiera de las turbinas de producción hidroeléctrica o el movimiento ondulatorio del caudal instantáneo entre dos puntos distanciados, imposibilitando el cumplimiento de circular $6 \text{ m}^3/\text{s}$ del río Tajo por Aranjuez (CHT, Comisión de Desembalse dic-15, 2015).

El posible incumplimiento en el caso de Toledo y Talavera de la Reina no está motivado por la dificultad de cohesionar datos instantáneos con medias mensuales, sino que, sencillamente, Toledo y Talavera de la Reina están fuera de toda consideración en el cálculo del desembalse de referencia. Cualquier uso del río Tajo más allá de Aranjuez, aunque esté directamente relacionado con la cabecera del Tajo (como su cauce principal), no es asumido por el RD 773/2014, aunque las obligaciones para la CHT son para toda la cuenca.

De este modo, pese a seguir sin incorporar un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, con el desembalse de referencia utilizado se está poniendo en riesgo incluso el cumplimiento de los caudales mínimos en Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina, según reconoce la propia CHT (CHT, Comisión de Desembalse dic-15, 2015).

Si representamos los desembalses al Tajo durante los años 2014-2017, de aplicación del RD 773/2014, obtenemos el Gráfico 48:

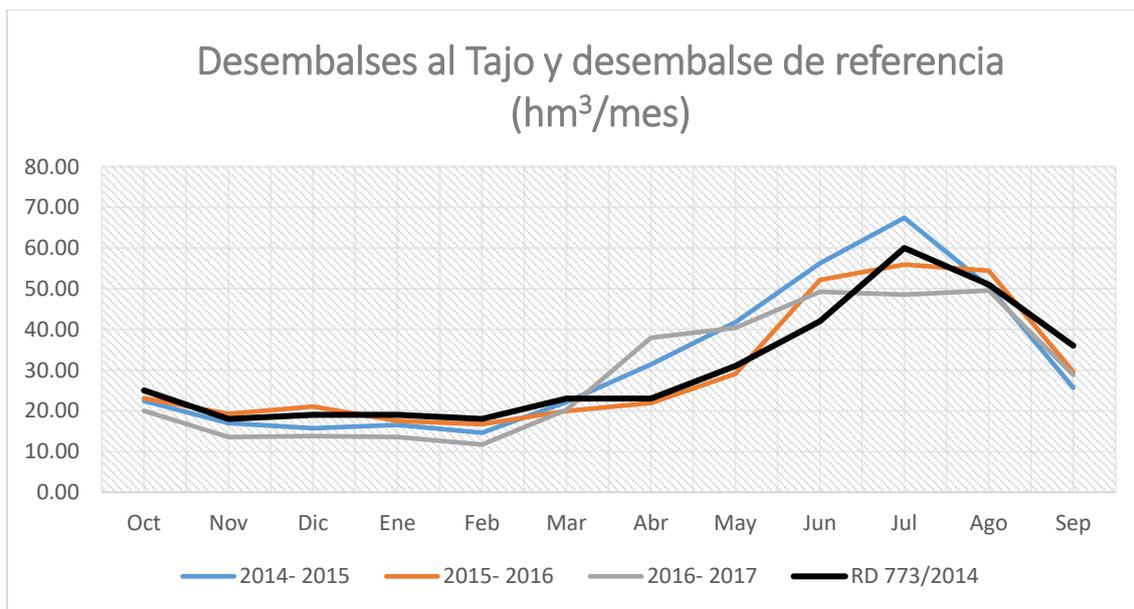


Gráfico 48.- Comparativa de los desembalses al Tajo en el periodo 2014 – 2017 y el desembalse de referencia. Elaboración propia. Fuente: CHT

El ajuste de la CHT durante los meses fuera de la época de riego ha sido prácticamente el exigido por el RD 773/2014, sin embargo, en los meses de abril hasta agosto las necesidades de la cuenca se incrementan considerablemente respecto al umbral propuesto. De manera que, el cumplimiento del caudal mínimo —no ya el ecológico— en Talavera de la Reina está en riesgo con la aplicación de los desembalses del RD 773/2014.

Estas circunstancias aconsejan corregir y actualizar los desembalses propuestos por el RD 773/2014. Primero, es indispensable implementar un régimen de caudales ecológicos en la cuenca del Tajo con anterioridad a la aprobación de cualquier trasvase para cumplir la legislación vigente. Segundo, los usos consuntivos se deben actualizar con los valores del último plan, el PHDT 2015-2021. Tercero, existen usos no consuntivos propios de la cuenca del Tajo que nunca ha sido valorada su prioridad. Es el caso de los usos recreativos y económicos de los municipios ribereños, los cuales requieren de una lámina estable de agua en los embalses de cabecera del Tajo. Cuarto, es preciso incluir un desembalse adicional que contribuya a satisfacer el caudal, esta vez ecológico, en Talavera de la Reina. Quinto, en el régimen de explotación se deben incluir los adecuados márgenes de seguridad para asegurar los cumplimientos de todas las disposiciones vigentes. Sexto, los usos más allá de Aranjuez que puedan satisfacerse desde la cabecera del Tajo deben añadirse a las garantías de la cuenca cedente. Séptimo y último, todos los cálculos respecto a los desembalses deberían verificarse y validarse por la CHT. A continuación, se desarrollan algunas de estas consideraciones.

3.1.1 Régimen de caudales ecológicos en el río Tajo

Está fuera del objetivo de este trabajo estimar un régimen de caudales ecológicos. Para nuestro objetivo tomamos como referencia la propuesta del ETI 2010, refrendada en el borrador del PHDT 2011 que, de acuerdo con el artículo 18.1 del RPH, fija un régimen de caudales ecológicos mínimos para las masas de agua estratégicas con carácter trimestral (Tabla 8). Así, el PHDT 2011 valida su cumplimiento cuando “*alcanzando el volumen total trimestral resultante de los instantáneos que se fijan, los caudales instantáneos superen en todo momento el 80% del valor del caudal mínimo*”, salvo que en la masa de agua considerada sea aplicable una reducción del caudal ecológico mínimo por la declaración de sequía prolongada. Es decir, el caudal ecológico mínimo no tiene obligatoriedad instantánea, sino que ofrece un margen para cumplir con lo estipulado. Asimismo, “*no serán exigibles caudales ecológicos mínimos superiores al equivalente al régimen natural que pudiera existir en la masa de agua que se considera en cada momento*” (CHT, 2011). Por lo tanto, no parece lógico evaluar este caudal ecológico a una escala diaria para demostrar su imposibilidad de implantación, tal y como realiza el Anexo Técnico.

Tabla 8.-Propuesta de distribución trimestral de caudales mínimos (m³/s) en puntos de control. Elaboración propia. Fuente: (CHT, Plan Hidrológico de cuenca de la parte española de la demarcación hidrográfica del Tajo, 2011)

Tramo río Tajo	Propuesta de distribución trimestral de caudales mínimos (m ³ /s) en puntos de control				
	Oct - Dic	Ene - Mar	Abr - Jun	Jul - Sep	Media
Almoguera	10,41	10,22	10,83	10,02	10,37
Aranjuez	10,90	10,70	11,34	10,50	10,86
Toledo	14,46	13,93	15,00	13,03	14,10
Talavera de la Reina	16,67	16,36	16,50	14,15	15,92

El incremento de caudal en el río Tajo a su paso por Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina como consecuencia de aplicar los caudales ecológicos trimestrales mínimos de la tabla anterior se especifica en la Tabla 22:

Tabla 22.-Incremento mínimo necesario para elevar el caudal de Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina hasta el régimen de caudales ecológicos trimestrales (hm³). Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2011)

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOT
ARANJUEZ	13.1	12.7	13.1	12.6	11.4	12.6	13.8	14.3	13.8	12.1	12.1	11.7	153.3
TOLEDO	11.9	11.6	11.9	10.5	9.5	10.5	13.0	13.4	13.0	8.1	8.1	7.9	129.4
TALAVERA	17.9	17.3	17.9	17.0	15.4	17.0	16.8	17.4	16.8	11.1	11.1	10.8	186.6

El incremento más elevado se requiere en Talavera de la Reina durante los meses de octubre a junio¹⁶. Sin embargo, en el último trimestre del año hidrológico, al descender el caudal necesario en Talavera de la Reina en mayor proporción, el caudal que requiere un mayor incremento respecto al mínimo actual es el del Tajo a su paso por Aranjuez (Gráfico 49).

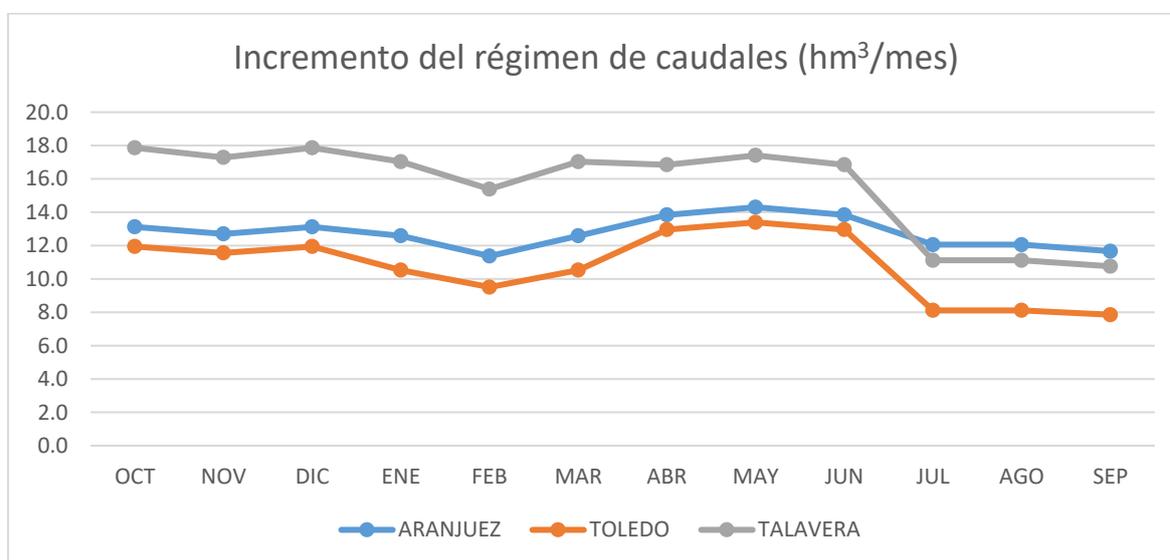


Gráfico 49.- Incremento mínimo necesario para elevar el caudal de Aranjuez, Toledo y Talavera de la Reina hasta el régimen de caudales ecológicos trimestrales (hm³/mes). Elaboración propia.
Fuente: (CHT, 2011)

Como se ha comentado en párrafos anteriores, pero conviene reiterar aquí, el hecho de no considerar un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, o proponer desembalses que impiden cumplir los objetivos de la DMA invalida todo el desarrollo posterior de las reglas de explotación del TTS. Para evitarlo, son necesarios, al menos, 153,3 hm³/año adicionales a los propuestos en el “*desembalse de referencia*”, equivalente al incremento de caudal que cumple con el régimen de caudales ecológicos propuesto en el ETI 2010 y el PHDT 2011.

En este trabajo, para estimar el desembalse de referencia, se tendrá en cuenta el cumplimiento del régimen de caudales ecológicos mínimo propuesto en el ETI 2010 y en el borrador del PHDT 2011.

3.1.2 Actualización de los usos consuntivos a los datos del último Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo.

Aunque la variación no es muy significativa, es recomendable actualizar los datos de asignaciones y reservas de los usos consuntivos asociados al SE Cabecera considerados en el Anexo Técnico y reproducidos en la Tabla 19, para adaptarlos al nuevo plan

¹⁶ Los datos mostrados en la Tabla 22 son el incremento de caudal mensual respecto al mínimo implantado actualmente. No hay que confundir este valor con el régimen de caudales ecológicos mensual.

hidrológico vigente. Los datos incluidos en el Anexo Técnico proceden del borrador del PHDT 2009-2015, mientras que la actualización que aquí se propone recoge los datos del PHDT 2015-2021. Si distinguimos cada una de las unidades de demanda por tipo de uso tendremos:

a) Abastecimiento (Tabla 23):

Tabla 23.- Comparación de asignaciones de las unidades de demanda urbana (hm³/año).
Elaboración propia

COD	Unidades de demanda urbana	Anexo Técnico	PHDT 2015 - 2021
SAT01A01-05	Abast. cabecera (total)	6,67	6,74
SAT01A07-08	Abast. Manc. Algodor - Girasol	27,39	26,60
SAT05A07-08 SAT06A01	Abast. Sagra Alta y Baja Abast. Toledo	16,45	20
SAT01A09	Abast.Aranjuez ampl.CYII.Valdajos	0 - 60 ¹⁷	8,60 - 60
SAT01A06	Alfoz de Zorita	-	0.79
	TOTAL	110,51	114,13

El PHDT 2015-2021 no incluye directamente el abastecimiento de CLM correspondiente a la Sagra Alta-Baja y Toledo (20 hm³/año), ni la asignación completa para el CYII (hasta los 60 hm³/año) en las asignaciones dependientes del SE Cabecera, al considerar que se trata de una garantía alternativa a sus fuentes de suministro convencionales. En el caso del abastecimiento de la Sagra y Toledo, el PHDT 2015-2021 considera el SE Alberche como su fuente principal, pero establece una reserva máxima en el SE Cabecera con origen en Almoguera de 20 hm³/año para este uso. Entre el SE Cabecera y el SE Alberche al abastecimiento de CLM le corresponde una asignación total de 47,3 hm³/año (CHT, 2016). Es decir, el abastecimiento de la Sagra Alta-Baja y Toledo tiene asignados en el PHDT 2015-2021 un total de 47,3 hm³/año, de los cuales puede llegar a utilizar hasta 20 hm³/año desde el SE Cabecera.

En cambio, el PHDT 2015-2021 establece una asignación de 8,60 hm³/año para el CYII en el SE cabecera. Este valor se incluye en la reserva total asignada por valor de 60 hm³/año para contribuir a cubrir el total de 742,68 hm³/año correspondiente al abastecimiento de Madrid (CHT, 2016). Los 60 hm³/año de reserva en el SE Cabecera para el CYII solo se utilizarán en caso de riesgo por escasez de su sistema propio. Actualmente, se están empleando de esta reserva 10,957 hm³/año para abastecimiento de Aranjuez y su zona de influencia, según el borrador del PES de 2017 de la demarcación del Tajo (CHT, 2017). Por tanto, pese a que la asignación en el PHDT 2015-2021 es de

¹⁷ Conviene recordar que en el Anexo Técnico la asignación correspondiente a la toma del CYII (60) se tuvo en cuenta para el desembalse (425) que posteriormente se empleará en el cálculo de la curva de reserva mínima. Esta asignación se suprime al completo para el desembalse de referencia del funcionamiento ordinario del SE Cabecera (365).

8,60 hm³/año, se están consumiendo anualmente 10,957 hm³/año, y se podrían llegar a utilizar hasta 60 hm³/año.

Por todo ello, la reserva mínima de la cabecera del Tajo deberá atender la garantía de estos dos usos desde el SE Cabecera. Pero será necesario estudiar el funcionamiento ordinario desde este origen, ya que se trata de reservas principalmente activas en periodos de sequía y escasez de sus sistemas de explotación convencionales.

Como hemos visto, el Anexo Técnico descontó la reserva al CYII del desembalse inicial de referencia, resultando el valor final de 365 hm³/año (425 – 60). Sin embargo, a medida que se activa esta toma es esencial actualizar el valor de desembalse para cumplir las garantías reflejadas en el Anexo Técnico. Así, por ejemplo, el borrador de PES de la demarcación del Tajo publicado en 2017 considera que el consumo del CYII desde el embalse de Almoguera para Aranjuez es anualmente de 10,957 hm³/año (CHT, 2017). Por lo tanto, el desembalse de referencia debería haberse incrementado hasta los 376 hm³/año teniendo en cuenta el consumo de Aranjuez.

En consecuencia, las asignaciones y reservas correspondientes al abastecimiento (Tabla 23), descontando los usos aguas arriba del embalse de Bolarque (SAT01A01-05) suman 107,39 hm³/año.

b) Regadío (Tabla 24):

Tabla 24.- Comparación de asignaciones de las unidades de demanda agraria (hm³/año).
Elaboración propia

COD	Unidades de demanda agraria	Anexo Técnico	PHDT 2015 - 2021
SAT01R07-16	Reg.Pr.Cab Tajo y Guadiela	18.71	28.56
SAT01R18-19	Reg.Pr.Bolarque - Jarama	40.52	41.13
SAT01R05	Reg.Almoguera (Illana-Leganiel)	10.19	10.24
SAT01R01	Reg.Estremera	18.86	18.86
SAT01R02	Reg.Real Acequia del Tajo	23.32	23.32
SAT01R03	Reg. Caz Chico - Azuda	16.81	16.82
SAT01R04	Reg. Canal de las aves	42.86	42.86
SAT01R06	Reg.Barajas de Melo	4.06	5.08
SAT01R17	Reg.Tajo en Aranjuez	-	2.54
-	No regulados Bolarque - Jarama	1.73	1.73
	TOTAL	177.06	191.14

Adoptando el mismo valor para los usos no regulados que el Anexo Técnico y restando los usos aguas arriba de los embalses de cabecera (SAT01R07-16), las demandas agrarias exigen un total de 162.58 hm³/año.

c) Industria y ganadería (Tabla 25):

Tabla 25.- Comparación de asignaciones de las unidades de demanda agraria (hm³/año).
Elaboración propia

COD	Unidades de demanda industrial y ganadera	Anexo Técnico	PHDT 2015 - 2021
SAT01G00	Ganadería	1.03	1.05
SAT01I00	Industria no conectada	0.05	5.56
SAT01I01	Central Nuclear de Trillo	37.80	37.80
	TOTAL	38.88	44.41

Al descontar los usos aguas arriba de los embalses correspondientes a la Central Nuclear de Trillo, el total de demanda industrial se reduce a 6,61 hm³/año.

d) Evaporación en embalses y azudes intermedios

El Anexo Técnico aglutina como una demanda conjunta de 3,37 hm³/año la evaporación de los embalses y azudes intermedios entre Bolarque y Aranjuez. En este trabajo se considera válido el valor propuesto en el Anexo Técnico, al comparar su magnitud con la ofrecida en el borrador del PHDT 2011, la cual coincide con exactitud ((CHT, 2011).

e) Retornos (Tabla 26)

Si contabilizamos exclusivamente los retornos producidos entre Bolarque y Aranjuez obtenemos los siguientes valores (CHT, PHDT 2015-2021. Anejo III, TABLA 7):

Tabla 26.- Comparación de retornos de las unidades de demanda agraria de cabecera (hm³/año).
Elaboración propia

	Anexo Técnico	PHDT 2015 - 2021
Reg.Pr.Bolarque - Jarama	5%	8%
Reg.Almoguera (Illana-Leganiel)	10%	0%
Reg.Estremera	21%	0%
Reg.Real Acequia del Tajo	20%	46%
Reg. Caz Chico - Azuda	20%	46%
Reg. Canal de las aves	0%	0%
Reg.Barajas de Melo	0%	0%
Reg.Tajo en Aranjuez	-	20%
Industrial no conectado	-	25%
TOTAL	20,4 hm ³ /año	23,65 hm ³ /año

Por tanto, la suma de todas las asignaciones y reservas correspondientes a los usos consuntivos entre Bolarque y Aranjuez, descontando los retornos, es de 256,30 hm³/año. Si a este valor le añadimos las necesidades para garantizar el caudal mínimo en Aranjuez de 6 m³/s (189,2 hm³/año), *el valor del desembalse sin aportaciones intermedias en dicho tramo alcanzaría los 445,50 hm³/año*, 10,5 hm³/año más que el desembalse calculado por el Anexo Técnico con los datos del borrador del PHDT 2009-2015.

3.1.3 Usos y demandas fuera del tramo Bolarque-Aranjuez. Márgenes de seguridad

La última sequía ha revelado las verdaderas necesidades del Tajo que deben ser atendidas desde cabecera en un periodo de sequía.

En la reunión de la Comisión de Desembalse de la cuenca del Tajo de febrero de 2018, con los sistemas del Alberche, Tiétar, Tajuña y Cabecera en emergencia, con el trasvase parado desde junio de 2017, cuando los embalses de cabecera almacenaban 240,4 hm³, y las aportaciones registradas mensualmente descendían respecto a los valores mínimos históricos, la CHT, consciente de la fragilidad del sistema si se prolongaba el periodo seco, decidió cubrir desde cabecera algunos usos fuera del tramo Bolarque-Aranjuez, así como activar la toma del CYII para el abastecimiento de Madrid y su entorno metropolitano.

Por ello, entre los periodos de marzo y septiembre se proponía un volumen de 9 hm³/año para abastecimiento de Madrid en la conexión del CYII a la conducción Almoguera-Algodor, con un caudal continuo de 0,5 m³/s (CHT, Feb-2018). Al mismo tiempo, se considera necesario asignar un volumen de 54 hm³/año para el Canal Bajo del Alberche, volumen considerado “*muy estricto, equivalente al 80 % de la media de su consumo y al 65% de su concesión*”, por los propios técnicos de la CHT (CHT, Feb-2018) (Tabla 27):

Tabla 27.-Volúmenes asignados a los diferentes usos no habituales de cabecera (hm³).
Elaboración propia. Fuente: (CHT, Feb-2018)

	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOT
CYII	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	9.1
CB Alberche	0	3	6	9	15	14	7	54

El PHDT 2015-2021 introduce la posibilidad de suministrar agua a los riegos del Canal Bajo Alberche (CB Alberche en adelante) con una asignación de 83,01 hm³/año desde el río Tajo, en el bombeo del Arroyo de Las Parras desde el SE Tajo izquierda. La Comisión de Desembalse de febrero de 2017 abre la posibilidad de proporcionar estos caudales desde los embalses de cabecera del Tajo, es decir desde el SE cabecera durante el período de sequía.

Por consiguiente, en el desembalse de referencia que determine las garantías de la cuenca del Tajo habrá que tener en cuenta estos usos y garantías en situaciones de sequía como prioritarios frente a cualquier trasvase.

En la misma reunión de la Comisión de Desembalse, la CHT alerta sobre la dificultad de cumplir en la época de riego el caudal mínimo estipulado en Talavera de la Reina (10 m³/s). Por ello, en este trabajo se considera necesario incluir un margen de seguridad para el cumplimiento del régimen de caudales a lo largo del eje del río Tajo. Este margen se estima en la actualidad en el 25 % del caudal mínimo en Aranjuez, equivalente a disponer

de garantía para un caudal aproximado de 7,5 m³/s en Aranjuez para cumplir el caudal mínimo en Talavera de la Reina.

La implantación del régimen de caudales ecológicos rebaja la obligatoriedad de cumplir un caudal mínimo instantáneo circulante. Esto facilita el cumplimiento del régimen de caudales, considerado como un valor mínimo trimestral. Los déficits puntuales no son motivo de incumplimiento inmediato. Por consiguiente, la implantación del régimen de caudales ecológicos se considera suficiente aplicando un margen de seguridad del 5%.

La anomalía consistente en imponer un caudal máximo a la CHT para los usos de cabecera, sin contar con la propia CHT, ha supuesto numerosas disputas y conflictos entre los diferentes usuarios. Se considera imprescindible para el correcto funcionamiento de la cuenca cedente revertir este hecho. No solamente porque sea contrario a cualquier norma que regule el principio de prioridad de la cuenca cedente, sino porque en vista de los datos mostrados en este epígrafe resulta necesario.

3.2 Cálculo de las reservas de cabecera

¿Cómo calcula el Anexo Técnico el umbral de 400 hm³ de reserva conjunta en los embalses de Entrepeñas y Buendía? Partiendo del desembalse de referencia de 425 hm³/año (Tabla 20), el Anexo Técnico estima la curva de reserva mínima que satisfaga con total garantía los usos de la cuenca del Tajo, teniendo en cuenta un caudal circulante por Aranjuez de exclusivamente 6 m³/s, sin ninguna consideración ambiental, ni margen de seguridad adicional.

3.2.1 Curva de reserva mínima con un desembalse al Tajo de 425 hm³/año.

Para calcular la reserva, como ya vimos con la regla de 1998, es necesario conocer las aportaciones a los embalses y el periodo más largo de déficit entre entradas y salidas de la serie considerada (2.3.1).

También es necesario estimar la evaporación de los embalses. El Anexo Técnico proporciona una tabla de evaporación mensual ajustada por diferentes métodos para el sistema conjunto Entrepeñas-Buendía-Bolarque que se considera apropiada (Tabla 28).

Tabla 28.- Distribución mensual porcentual de la evaporación. Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo - Segura

	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

Para un desembalse de 425 hm³/año al Tajo, con la serie de aportaciones 1912–2012, el Anexo Técnico proporciona una curva de reserva mensual capaz de satisfacer con

garantía total temporal y volumétrica los usos correspondientes a dicho desembalse (Tabla 29):

Tabla 29.- Curva de reserva mensual que garantiza los usos de cabecera del Tajo (hm³). Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura.

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
239	248	258	268	276	285	293	301	299	282	268	244

En esta curva, el máximo volumen de reserva se localiza en mayo, con una reserva necesaria de 301 hm³. A modo de comprobación, el modelo matemático desarrollado para este trabajo verifica satisfactoriamente los cálculos proporcionados en el Anexo Técnico, como se puede apreciar en el Gráfico 50 (Anejo 1).

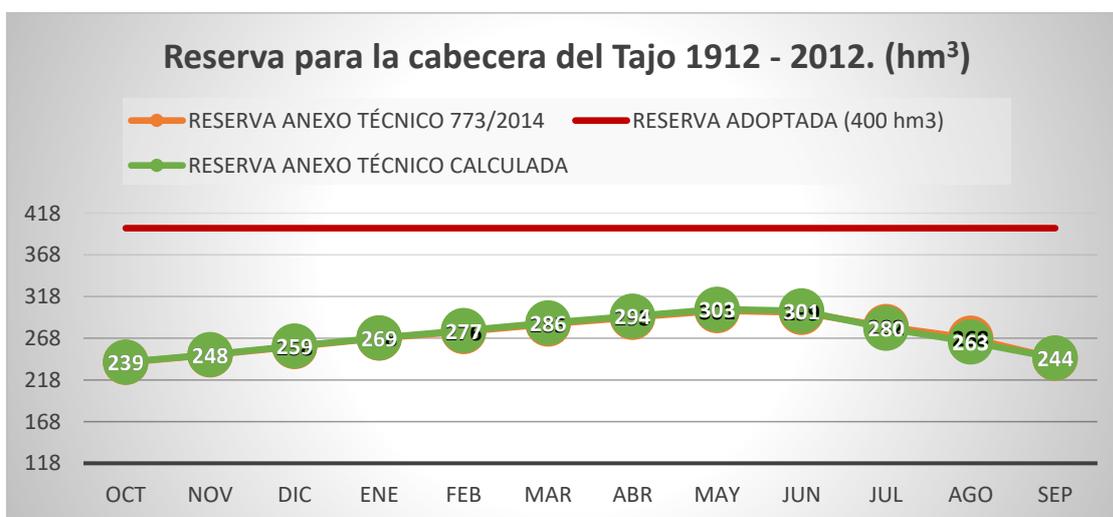


Gráfico 50.- Cálculo de la reserva mínima para la cabecera del Tajo. Elaboración propia.

Las diferencias entre las reservas obtenidas con los diferentes métodos de cálculo (el del Anexo Técnico y el desarrollado en este trabajo) oscilan entre 2 hm³ por encima en los meses de mayo y junio y 5 hm³ por debajo en el mes de agosto (Gráfico 51).

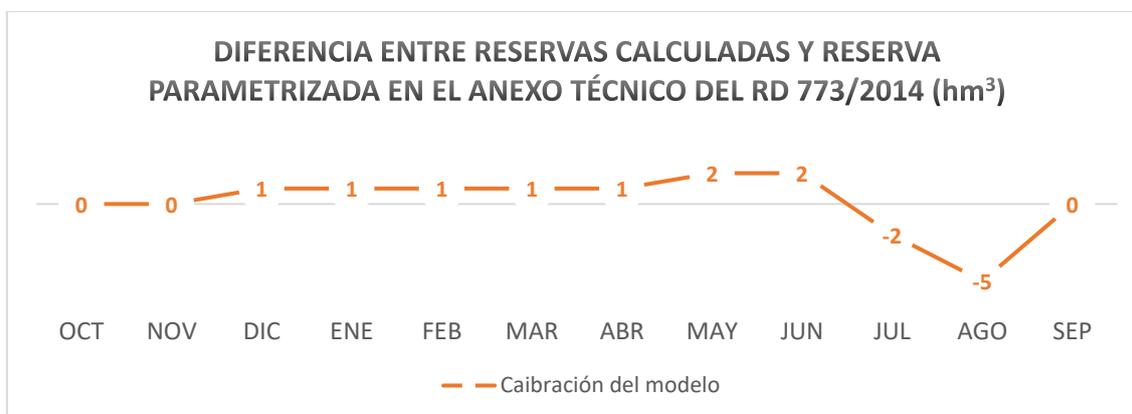


Gráfico 51.-Diferencia entre reservas calculadas y reserva parametrizada en el Anexo Técnico del RD 773/2014. Elaboración propia. Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura.

3.2.2 *Umbral de recursos no trasvasables de 400 hm³*

Finalmente, a pesar de obtener en el Anexo Técnico un volumen máximo de reserva de 301 hm³ en el mes de mayo, en las reglas de explotación se optó por definir un valor fijo anual de 400 hm³. El margen de reserva entre el volumen máximo de 301 hm³ de la curva de reserva mínima y los 400 hm³ fijados, se planteó utilizarlo para incluir mejoras medioambientales en el río Tajo.

A estos efectos, se propone el desembalse de un caudal de 10 hm³ en el mes más desfavorable para generar puntas de caudal aguas abajo de Bolarque, más otros 10 hm³/mes complementarios para paliar posibles déficits de caudal en Talavera de la Reina¹⁸.

De este modo, el margen obtenido entre el valor calculado de 301 hm³ de reserva hasta los 400 hm³ fijados en el RD 773/2014 se completaría duplicando la serie de déficits calculados por el Anexo Técnico en el caudal de Talavera de la Reina. Es decir, concentrando entre los meses de junio y agosto un desembalse de 20 hm³/año. La pretensión del Anexo Técnico era sustituir con esta actuación el régimen de caudales ecológicos propuesto en el borrador del PHD 2011, pero es difícil equiparar un régimen de caudales ecológicos a un caudal constante de 6 m³/s con crecidas en los meses comprendidos entre junio y agosto. Esto supone alterar el régimen natural del río, contraviniendo los criterios establecidos por la DMA.

Aun así, estos desembalses previstos para la mejora medioambiental del río Tajo no se han aplicado nunca, por lo que el margen entre los 301 hm³ de la curva de reserva mínima y los 400 hm³ adoptados en el RD 773/2014, así como en el PHN, ha supuesto en la práctica un margen de seguridad para la regulación del Tajo. No me malinterpreten, un margen de seguridad teniendo en cuenta los desembalses y usos limitados que se impusieron a la cuenca del Tajo, ya evaluados en el epígrafe anterior. ¿En qué se traduce este margen de seguridad? Con los usos considerados, en lugar de 6 m³/s en Aranjuez, la reserva de 400 hm³ permitía garantizar aproximadamente 7,6 m³/s, lo que equivale a suponer un desembalse adicional anual constante de 50,5 hm³/año ($7,6 - 6 = 1,6 \text{ m}^3/\text{s} = 50,5 \text{ hm}^3/\text{año}$), aproximadamente el 25% del caudal mínimo. Este dato concuerda con los datos manejados en el epígrafe anterior, donde se estimaba la necesidad de disponer de un margen del 25% para satisfacer los caudales mínimos en todo el eje del río.

En el siguiente gráfico se muestra la curva de reserva mínima mensual para garantizar un desembalse anual de 475,5 hm³/año, equivalente al desembalse utilizado en el Anexo Técnico más el caudal correspondiente al margen de seguridad (425 + 50,5), es decir, un caudal por Aranjuez de 7,6 m³/s, en la serie 1980–2012 (Gráfico 52). Con este cálculo pretendemos verificar que realmente el umbral de 400 hm³ garantiza estos usos.

¹⁸ La inclusión de este desembalse en el cálculo supone la asimilación por parte del Anexo Técnico que es posible, e incluso necesario, emplear los recursos de cabecera para satisfacer los usos más allá de Aranjuez.

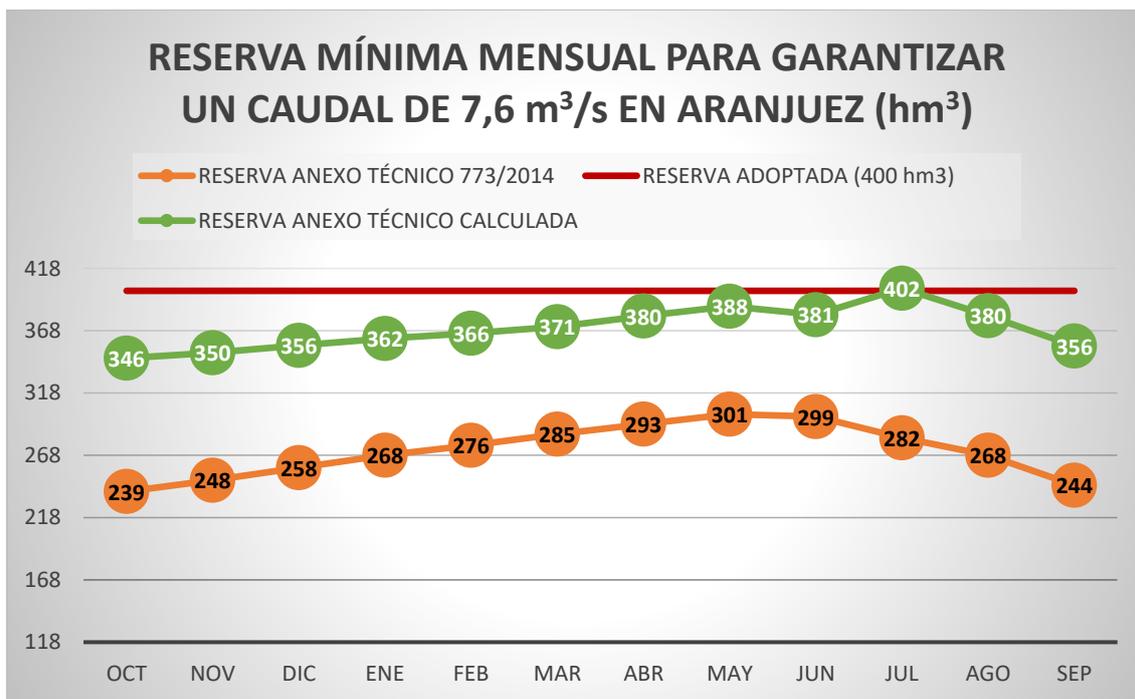


Gráfico 52.- Reserva mínima mensual para garantizar un caudal de 7,6 m³/s en Aranjuez. Elaboración propia

Este criterio sigue sin cumplir las exigencias legales de implantar un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo o conseguir el buen estado. En la práctica, solamente aporta un margen de seguridad en la gestión si la CHT tuviera que incrementar los desembalses de referencia para lograr asegurar los caudales mínimos en Toledo y Talavera de la Reina, fuera del tramo exclusivamente considerado de Bolarque–Aranjuez.

3.2.3 *El dinamismo de la curva de reserva mínima. Correcciones del umbral.*

A causa del dinamismo asociado al cálculo de la reserva mínima, la última sequía ocurrida en el Tajo durante los años 2016 y 2018 ha suprimido por completo el margen de seguridad anterior. Si ejecutamos el modelo matemático incluyendo los últimos datos de aportaciones hasta septiembre de 2018, con un desembalse de 425 hm³/año, los resultados obtenidos en el cálculo de la curva de reserva mínima son los del Gráfico 53.

El valor máximo de reserva de la serie 1980-2012, registrado en el mes de mayo, se sitúa ahora en el mes de junio 98 hm³ por encima del valor anterior, desde 301 hm³ hasta los 399 hm³. Este valor continúa por debajo del umbral fijado en el PHN de 400 hm³. No obstante, se verifica que la última sequía ha eliminado el margen de seguridad existente para la reserva del Tajo.

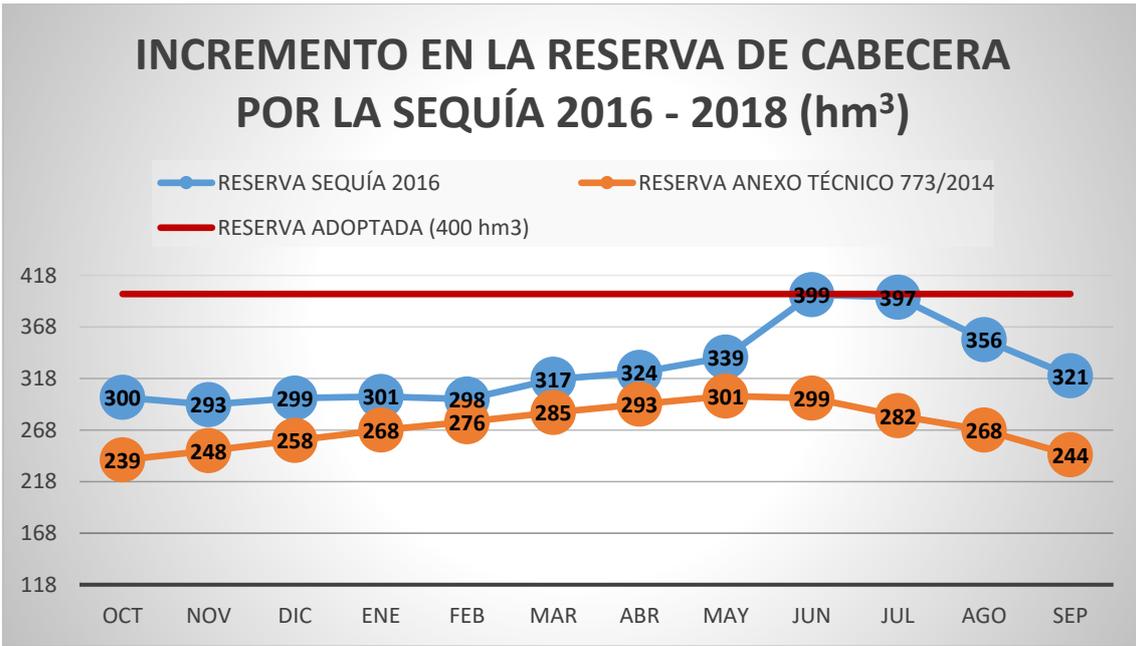


Gráfico 53.- Incremento en la reserva de cabecera por la sequía 2016-2018. Elaboración propia

Para un desembalse de 425 hm³/año, con los datos de aportaciones de la última sequía, aumentan todos los valores mensuales de reserva, desde 22 hm³ en el mes de febrero, hasta un incremento de 115 hm³ en el mes de julio (Gráfico 54).

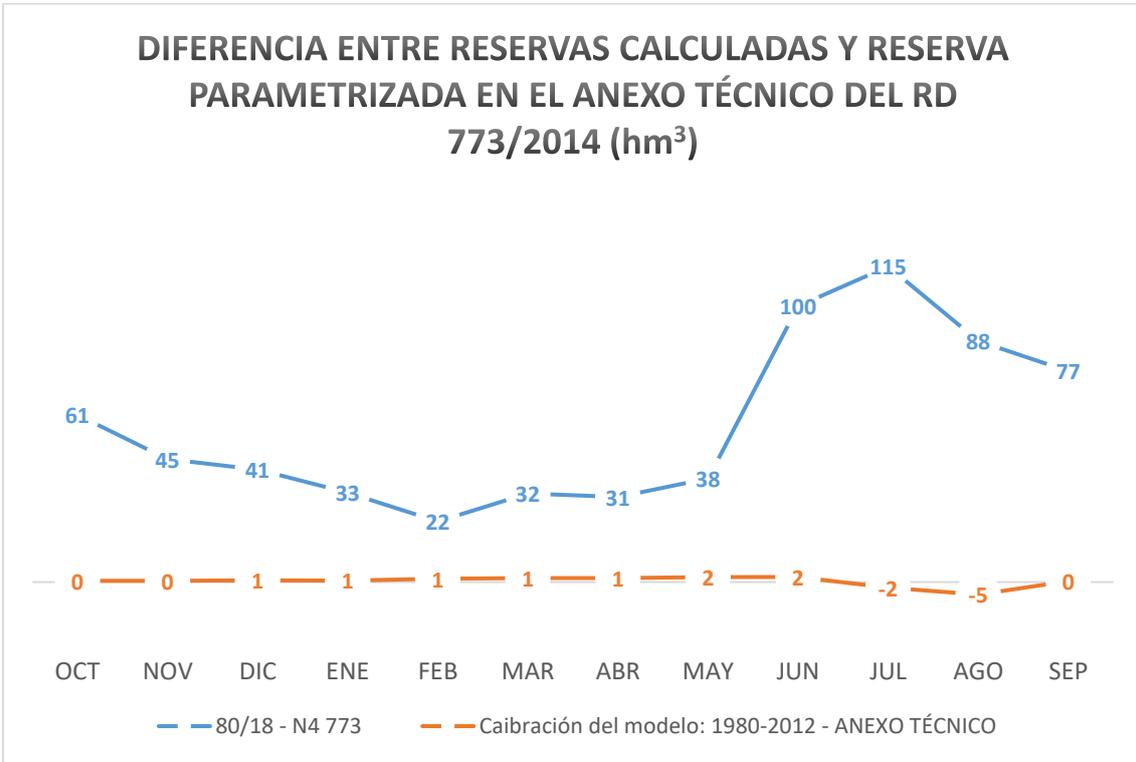


Gráfico 54.- Diferencia entre reservas calculadas y reserva parametrizada en el Anexo Técnico del RD 773/2014. Elaboración propia.

En consecuencia, el fallo más significativo en la estimación de la curva de reserva mínima de la cabecera del Tajo no procede de su cálculo que, como hemos podido comprobar, coincide con los resultados del modelo matemático utilizado para este trabajo (Anejo 1). El mayor error se encuentra al desestimar la inmediata actualización de la curva de reserva mínima tras la aparición de una sequía más intensa que cualquiera de las anteriores.

La actualización es necesaria para controlar eventualidades asociadas al registro de aportaciones mínimas en los embalses de cabecera. Si no hubiera sido por el margen de reserva que se dispuso, la última sequía hubiese concluido con los embalses por debajo de 200 hm³, volviendo a reiterar los defectos del pasado. Con los valores mínimos de aportaciones registrados en los embalses de cabecera a causa de la última sequía (2016 – 2018) sería imprudente suprimir el margen de seguridad del cálculo de la reserva anterior.

El efecto del cambio climático nos obliga a incluir un factor de prudencia adicional. Las sequías cada vez más intensas sucedidas desde 1980 cuestionan el carácter retrospectivo del cálculo de la reserva mínima. La incertidumbre, de por sí intrínseca a los cálculos hidrológicos, se ve acrecentada en sentido negativo por efecto del cambio climático en sinergia con el denominado “*efecto 80*”. En estas circunstancias resulta imprescindible dotar de mecanismos que amplíen la seguridad de los usos preferentes de la cuenca cedente (Pellicer-Martínez & Martínez-Paz, 2018).

Si consideramos el mismo margen de seguridad que estimamos para la serie 1980–2012, es decir, considerar un caudal en Aranjuez de 7,6 m³/s en lugar de 6 m³/s, la curva de reserva mínima obtenida sería la siguiente (Gráfico 55):

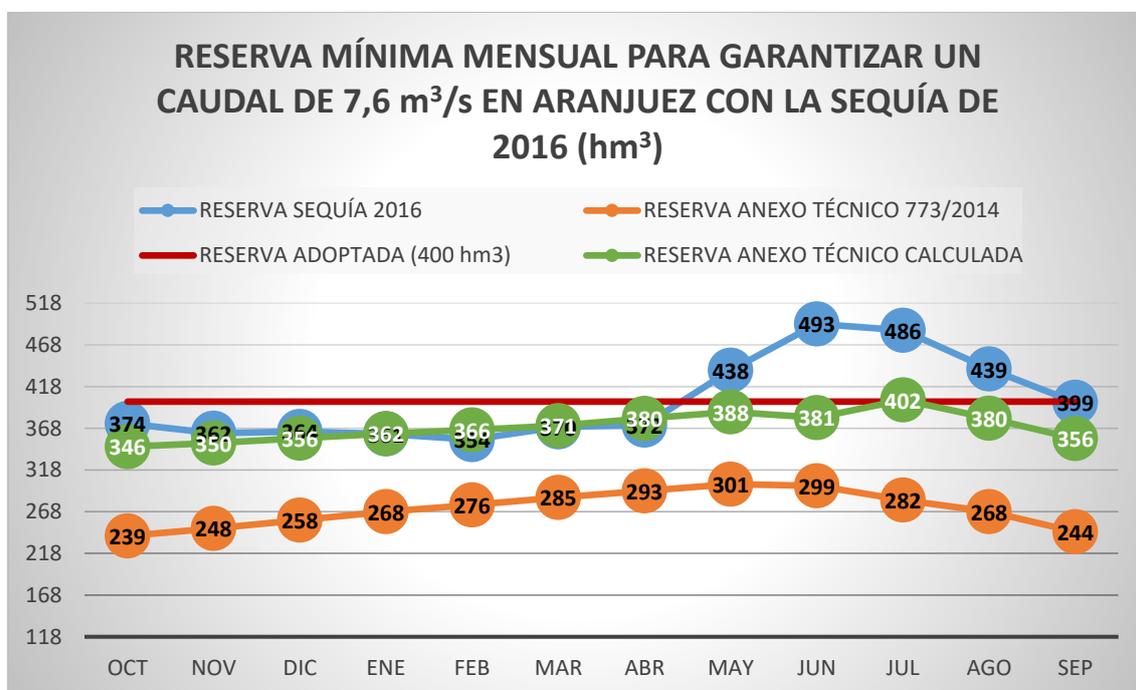


Gráfico 55.- Reserva mínima mensual para garantizar un caudal de 7,6 m³/s en Aranjuez con la sequía de 2016. Elaboración propia

Este mecanismo de seguridad en la reserva exige un incremento cercano a los 100 hm³ hasta alcanzar un umbral de existencias no trasvasables de 500 hm³. Todo ello, sin implantar un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, lo que seguiría incumpliendo la legislación vigente.

A mi parecer, es imprescindible establecer un protocolo por parte de la CCEATS para actualizar con carácter inmediato la curva de la reserva mínima tras la finalización de un nuevo periodo de sequía. En este caso, tras el análisis realizado, la sequía de 2016-2018 exige la elevación inmediata del umbral de reserva mínimo, a fin de garantizar la prioridad de la cuenca cedente.

Otra posibilidad sería aplicar un margen de seguridad independiente del volumen de aportaciones. Diversos autores han contemplado, tratando de compatibilizar la gestión de usos con distinta prioridad, la inclusión de un volumen de reserva adicional para el suministro de demandas cuya insatisfacción tenga una repercusión social inaceptable. Este valor se puede calcular como el volumen necesario para garantizar el suministro de una parte de la demanda durante un cierto periodo de tiempo (Martín Carrasco, Garrote de Marcos, & Granados García, 2006). Sería plausible proponer una garantía adicional equivalente al 75% de las asignaciones destinadas al abastecimiento en el SE Cabecera durante un año (Tabla 23), aproximadamente 90 hm³/año.

Estos márgenes de seguridad son una forma garantista de afrontar el más que previsible efecto del cambio climático en el que estamos inmersos. En el borrador del PES 2017 del Tajo, se evalúa la disminución de recursos hídricos en la cuenca del Tajo, así como la frecuencia de aparición de las sequías. Aunque estemos sumidos en una alta incertidumbre, no se cuestiona el descenso generalizado de la escurrimiento que puede situarse en el periodo 2010-2040 en el 8% en la cuenca del Tajo (CHT, 2017). En cuanto a la frecuencia de los ciclos de sequía, los modelos apuntan a una reducción significativa del período de retorno, con una reducción entre 2 y 5 años dependiendo de la proyección y escenarios considerados.

Por otro lado, hay que valorar que, con posterioridad a la publicación del Anexo Técnico, la CHT ha afirmado que los embalses de cabecera del Tajo son utilizables hasta el desagüe de fondo, en contra del valor consensuado como “embalse muerto” de 118 hm³/año, valor también utilizado por el Anexo Técnico. Aunque parece poco probable que embalses operativos desde 1958 no hayan acumulado sedimentos transportados por el río hasta la barrera física que supone la presa, reduciendo la capacidad de embalse útil (y la calidad del agua según descendemos la cota del embalse), no se dispone de datos técnicos precisos para contradecir los datos de la CHT, pero tampoco para corroborarlos. No obstante, consideramos prudente mantener el umbral de 118 hm³/año como el volumen de reserva adicional para el suministro de demandas cuya insatisfacción tenga una repercusión social inaceptable, siendo el volumen mínimo considerado en la explotación ordinaria. Este valor es similar a los 90 hm³/año mencionados anteriormente, que podrían ser utilizados para aliviar cualquier sequía extrema sin suponer riesgos para la población. De hecho, la

CHT también lo recomienda así en la comisión de desembalse de febrero de 2018, en la que se marca como objetivo no descender de este valor (118 hm³) (CHT, Feb-2018).

Por todo lo anterior, se proponen dos herramientas básicas de seguridad adicional. La primera, un margen en el desembalse, aplicable al caudal estimado en Aranjuez. La segunda, mantener como mínimo de explotación 118 hm³ de volumen de reserva en los embalses de Entrepeñas y Buendía; siempre que la CHT garantice que es posible utilizar los embalses hasta el desagüe de fondo. En caso contrario, se recomienda elevar el volumen de reserva, al menos, 90 hm³.

Sea como fuere, más allá de concretar si es necesario elevar en estas condiciones de desembalse (425) el umbral hasta 500 u otra cantidad que seguiría sin cumplir con los criterios de la DMA; con estos cálculos lo que se pretende mostrar es que cualquier periodo seco más intenso que el anterior modifica sustancialmente los volúmenes de la curva de reserva mínima. Por ello, es imprescindible incorporar en las reglas de explotación un protocolo de reajuste y modificación que se aplique de forma inmediata. Los datos hidrológicos así lo exigen, más aún si queremos disponer de mecanismos que contribuyan a reducir los efectos desfavorables del cambio climático.

En el siguiente capítulo se desarrollará el cálculo de la reserva mínima incorporando el régimen de caudales ecológicos propuesto en el epígrafe anterior. Es decir, se propondrá la curva reserva mínima en cumplimiento de la DMA, según el desembalse estimado para satisfacer los usos y necesidades medioambientales de la cuenca del Tajo.

3.3 Curva de condiciones hidrológicas excepcionales

3.3.1 Errores jurídico-técnicos en la determinación de las condiciones hidrológicas excepcionales

Por último, en cuanto a las llamadas condiciones de contorno, falta por evaluar cómo se estimaron las condiciones hidrológicas excepcionales. Al igual que en la curva del Plan Hidrológico del Tajo 1998, se pretendía calcular un volumen de reserva que, *estando plenamente garantizados los consumos del Tajo sin ninguna restricción, no se pueda garantizar el volumen mínimo necesario para el abastecimiento y riego de socorro en la cuenca del Segura y la derivación para abastecimiento a la cuenca del Guadiana*” (CHT, 1998), actualizando los valores al borrador del PHDT 2009-2015. De esta definición se infiere que:

- 1) Los desembalses realizados desde Entrepeñas y Buendía cuando las existencias están por encima del umbral de excedentes, se comparten, cuando se efectúan trasvases, entre los usos del Tajo y los usuarios del Segura. Dichos desembalses no podrán suponer ninguna restricción para los usos del Tajo. Esto es obvio y se apoya en el concepto mismo de excedentes [Art.1 Ley 21/1971, DA 9ª Ley 52/1980]. Si son excedentes, se entiende que es agua que sobra en el lugar de

origen. Por tanto, no es admisible que mientras se realicen trasvasases con aguas excedentarias de la cuenca del Tajo se apliquen restricciones en la propia cuenca.

- 2) Por otro lado, las garantías para aguas superficiales se obtienen a partir del cálculo de un volumen de reserva. Esto significa que existe un determinado volumen de reserva a partir del cual, estando plenamente garantizados los consumos del Tajo sin ninguna restricción, no se puede garantizar un volumen mínimo de trasvase. En otras palabras, las condiciones hidrológicas excepcionales se definen por un volumen de reserva calculado en los embalses tras aplicar las condiciones anteriormente impuestas:
 - a. Garantías totales en la cuenca del Tajo, sin ninguna restricción.
 - b. Volumen mínimo necesario para abastecimiento y riego de socorro en la cuenca del Segura y la derivación para abastecimiento a la cuenca del Guadiana.

La curva de condiciones hidrológicas excepcionales calculada en el Anexo Técnico (Tabla 14) tiene como función sustituir a la curva introducida en el PHDT 2009-2015 (Tabla 11). El Anexo Técnico se propone corregir las diferencias técnicas ya mencionadas en el cálculo de la curva de reserva de las condiciones hidrológicas excepcionales del PHDT 2009-2015. Recordemos que, en dicha curva, no se estimó un volumen de reserva por el método de la curva de reserva mínima, sino que simplemente se añadieron 160 hm³ (reserva para los abastecimientos de Madrid y CLM durante dos años) respecto a la curva del PHCT 1998 para cada mes.

Sin embargo, los errores técnicos en los que incurre la curva calculada en el Anexo Técnico no son menos significativos. El cálculo realizado para determinar el umbral que define las condiciones hidrológicas excepcionales se basa, en mi opinión, en supuestos contrarios a Derecho. En el cálculo se verifican errores técnicos que menoscaban las garantías y seguridades otorgadas por Ley a la cuenca cedente. Para obtener el volumen de reserva que representa las condiciones hidrológicas excepcionales se emplean restricciones en la cuenca del Tajo, incumpliendo el artículo 1 de la Ley 21/1971, la DA 9ª de la Ley 52/1980, el artículo 12.2 de la Ley 10/2001, así como la DA 3ª párrafo segundo de la Ley 10/2001.

Con la finalidad de detallar por qué argumentamos que se aplicaron restricciones para estimar las condiciones hidrológicas excepcionales nos dirigimos al origen del cálculo. Los criterios técnicos para la modificación de la curva de las circunstancias hidrológicas excepcionales se tratan en el capítulo sexto del Anexo Técnico.

La definición teórica que utiliza el Anexo Técnico sobre las condiciones hidrológicas excepcionales es similar a la que ofrecieron los planes hidrológicos del Tajo con anterioridad (Página 93. El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura). Sin

embargo, en el desarrollo numérico de este concepto se emplean restricciones en el desembalse propio de la cuenca del Tajo del 35 % para riegos asociados a la cabecera y del 15% para los abastecimientos. Todo ello, amparándose en el PES 2007, aprobado mediante Orden MAM/698/2007.

“Por estos conceptos, y considerando el PES, cabría suponer que en situación de alerta (que es la de nivel 3 o remisión a Consejo de Ministros) los riegos asociados a la cabecera se podrían reducir un 35%, y los abastecimientos un 15%, aunque la existencia del trasvase no exija ni condicione reducción alguna al respecto. Ha de recordarse que la regulación del trasvase ha de asegurar que no se menoscaban nunca los suministros necesarios para las demandas del Tajo que procedan en cada caso, y estos suministros necesarios han de satisfacer, obviamente, las prescripciones del PES” (Cabezas, 2013).

En el anexo VIII del PES 2007 se establece que, de forma general para las demandas propias de la cuenca del Tajo, la declaración de situación de alerta (equivalente al Nivel 3 en el sistema de explotación de la cabecera del Tajo) implica reducciones del 35 % en los suministros de regadío y del 15 % en abastecimientos, como bien selecciona el Anexo Técnico de Don Francisco Cabezas. No obstante, este mismo anexo VIII advierte sobre el carácter genérico de las medidas propuestas incluyendo entre su contenido los párrafos que se reproducen a continuación (página 3 del Anexo VIII del PES 2007):

- *“Todas las medidas del Plan han de entenderse en el sentido de que no alteran la normativa vigente de rango superior al de una Orden Ministerial”.*
- *“El Plan no define elementos normativos propios de normas de rango superior, sino que se entiende que todas sus medidas han de aplicarse de acuerdo con la normativa del rango superior vigente”.*

La normativa con rango superior vigente que prevalece sobre el PES de 2007 es la específica del TTS y el PHN (art. 1 de la Ley 21/1971, DA 9ª de la Ley 52/1980, art. 12.2 de la Ley 10/2001 y DA 3ª párrafo segundo de la Ley 10/2001), las cuales invalidan el empleo de cualquier restricción en los usos que se atienden desde la cabecera del Tajo. Como es natural, no se pueden aplicar restricciones en las variables de cálculo que detallan numéricamente, en forma de reserva en los embalses, las garantías y seguridades de la cuenca cedente. Si no se aplican las garantías y seguridades en el cálculo, tampoco se verán reflejadas en la realidad. Por consiguiente, la curva de condiciones hidrológicas excepcionales calculada en el Anexo Técnico, y posteriormente ratificada en el artículo 1 del RD 773/2014, reduce el nivel de seguridad que estas leyes ofrecen a la cuenca del Tajo.

El cálculo de la reserva mínima que define las condiciones hidrológicas excepcionales se realiza aplicando restricciones a los desembalses propios de la cuenca del Tajo. El desembalse se redujo desde 425 hm³/año (valor utilizado para calcular el umbral de

recursos no trasvasables) hasta 361 hm³/año, como se puede leer en el mismo Anexo Técnico:

“Aplicando los criterios indicados, el desembalse de referencia desde Bolarque propio para el Tajo en situación de alerta y emergencia (Nivel 3 y 4) resultaría ser de 361 hm³ /año, similar al desembalse anual de referencia en la situación de base (365 con la no activación de la concesión CYII). Ello revela la idoneidad de emplear siempre este desembalse básico de referencia para el estudio de la explotación actual, aunque para calcular la reserva se hayan utilizado 425, y para alcanzar técnicamente los 400 se requiera introducir adicionalmente las mejoras ambientales antes descritas” (Cabezas, 2013).

Esta manera de proceder puede considerarse contraria a Derecho y, en consecuencia, invalidaría cualquiera de los valores así obtenidos, debiendo restituirse la curva de reserva de las condiciones hidrológicas excepcionales (Nivel 3) de acuerdo a la legalidad vigente.

Tras la derogación por el PHDT 2015-2021 del anterior PHDT 2009-2015, queda derogada la curva de condiciones hidrológicas excepcionales del RD 270/2014. Por otro lado, como comentábamos anteriormente, el contenido normativo del PHDT 2015-2021 no regula ningún aspecto relativo al funcionamiento del TTS, asumiendo los criterios dispuestos en el RD 773/2014 y la DA 5^a de la Ley 21/2015. En estas condiciones nos encontramos con la paradoja de haber estimado dos curvas de condiciones hidrológicas excepcionales siendo las dos incorrectas:

- La curva del PHDT 2009-2015 está derogada por el PHDT 2015-2021. Además, utiliza criterios técnicos diferentes, porque las estimaciones del volumen de reserva se han determinado por simple adición de las asignaciones otorgadas para los nuevos usos.
- La curva del Anexo Técnico y del 773/2014 es nula jurídicamente porque infringe normativa con rango superior para su determinación, aplicando restricciones en la cuenca cedente. Los mismos criterios que la desestiman jurídicamente, lo hacen técnicamente. Al aplicar restricciones en la cuenca del Tajo no se utiliza en el cálculo el desembalse adecuado, suponiendo una infradotación en la reserva para garantizar las reservas del Tajo sin ninguna restricción junto a la aplicación de un trasvase mínimo.

Con la curva de condiciones hidrológicas excepcionales del PHDT 2009-2015 derogada por el PHDT vigente (RD 1/2016) y la curva del artículo 1 del RD 773/2014 incumpliendo normativa de rango superior (Ley 1/1971, 52/1980 y 10/2001), se presenta la necesidad de reestimar inmediatamente los valores de reserva identificativos de la curva de condiciones hidrológicas excepcionales.

3.3.2 Comprobación técnica de los errores

Más allá de las consideraciones jurídicas en cuanto al cálculo de la curva de condiciones hidrológicas excepcionales, se ha estimado utilizando el modelo matemático realizado para este trabajo cuál sería la curva real que define las condiciones propuestas en el Anexo Técnico. Como paso previo, del mismo modo que se realizó para la curva de reserva mínima, se ha calibrado el modelo empleando los datos del Anexo Técnico.

A falta de valores concretos en el Anexo Técnico sobre el desembalse mensual utilizado para calcular la curva de condiciones hidrológicas excepcionales, se ha estimado el desembalse correspondiente tras considerar 35% de restricciones en regadíos y 15% en los abastecimientos para los usos de la cabecera del Tajo. El desembalse obtenido con este procedimiento, aplicando las mismas condiciones de aportaciones intermedias, es de 362 hm³/año, muy similar al mencionado en el Anexo Técnico de 361 hm³/año (Cabezas, 2013) (Tabla 30):

Tabla 30.- Desembalse de cálculo para las condiciones hidrológicas excepcionales aplicando los criterios del Anexo Técnico (hm³). Elaboración propia

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOTAL
26,9	21,8	22,7	22,7	20,6	25,5	25,1	30,6	37,7	49,9	44,6	33,8	362,1

El siguiente procedimiento para poder simular el cálculo del Anexo Técnico consiste en añadir a este volumen de desembalse para la cuenca del Tajo (362 hm³/año), el volumen mínimo de trasvase que se pretende garantizar. En el Anexo Técnico se propone suministrar un trasvase mínimo de 200 hm³/año, elevando 30 hm³/año el valor estimado en el PHCT 1998 (Tabla 31).

Tabla 31.- Comparativa entre el trasvase mínimo propuesto en el RD 773/2014 y el del PH Cuenca del Tajo 1998 (hm³). Elaboración propia. Fuentes: CHT, 1998 y Cabezas, 2013.

Trasvase mínimo	PHC Tajo 1998	Anexo Técnico RD 773/2014
Abastecimiento (hm ³ /año)	110	110
Regadío (hm ³ /año)	60	90
Trasvase anual (hm ³ /año)	170	200
Trasvase mensual en Nivel 3 (hm ³ /mes)	14,17	16,67

Por consiguiente, el desembalse mensual de cálculo, más el trasvase mínimo mensual correspondiente para obtener la curva de condiciones hidrológicas excepcionales del RD 773/2014 sería el siguiente (Tabla 32):

Tabla 32.- Desembalse aplicado para obtener la curva de condiciones hidrológicas excepcionales (362 + 200) (hm³). Elaboración propia

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOTAL
43,6	38,5	39,4	39,4	37,3	42,2	41,7	47,3	54,4	66,5	61,3	50,5	562,1

Con este desembalse, la curva de reserva obtenida se muestra en el siguiente gráfico (Gráfico 56).

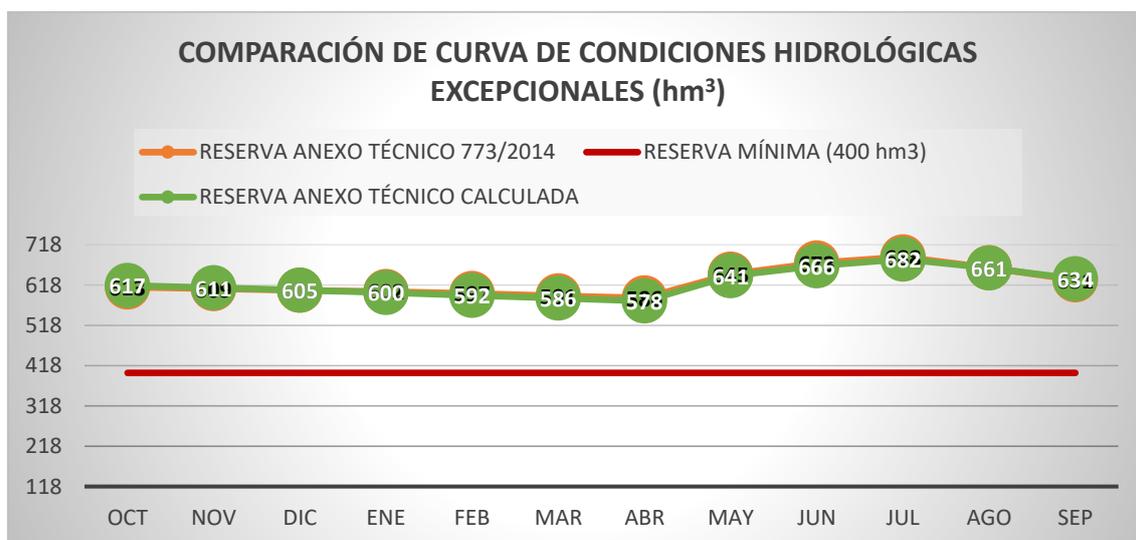


Gráfico 56.- Comparación de la reserva de cálculo de las condiciones hidrológicas excepcionales. Elaboración propia. Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo - Segura

El modelo reproduce con la suficiente exactitud la curva calculada en el Anexo Técnico. Las mayores diferencias son producto de no disponer del desembalse estimado a la cuenca del Tajo en las condiciones propuestas por el Anexo Técnico, por lo que la distribución mensual aquí calculada puede suponer alguna ligera variación. Aun así, podemos afirmar que las diferencias no son significativas, oscilando entre 4 hm³ por encima en el mes de octubre y 8 hm³ por debajo en el mes de abril, como se puede comprobar en el Gráfico 57:

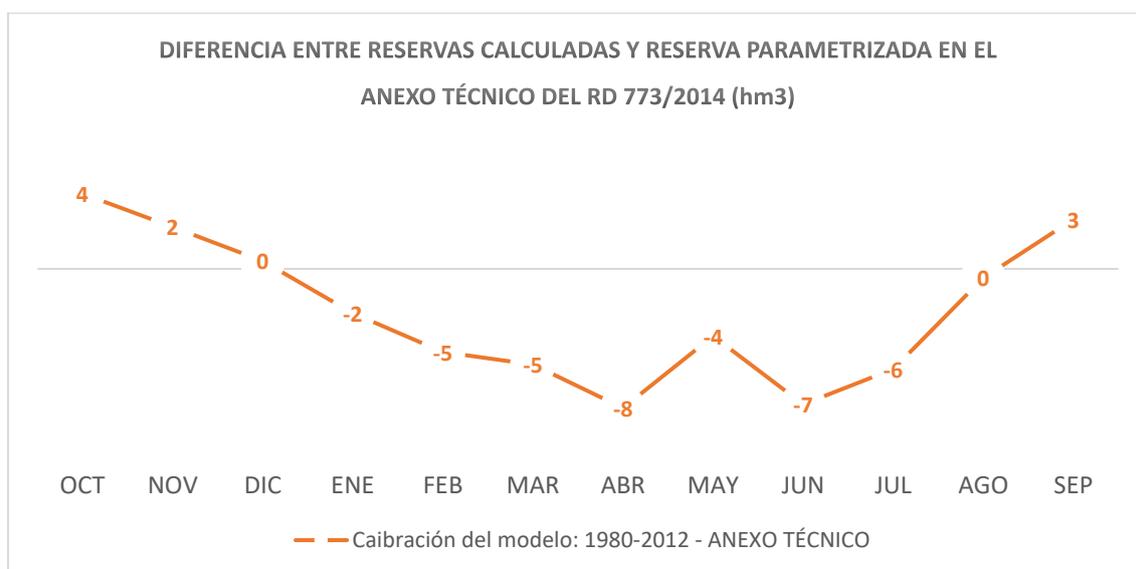


Gráfico 57.- Diferencia entre la curva de las condiciones hidrológicas excepcionales del Anexo Técnico y la calculada en el modelo matemático

3.3.3 Corrección de los errores técnicos.

Si empleamos el mismo desembalse que se utilizó para calcular la curva de reserva mínima (425 hm³/año), y le añadimos el trasvase mínimo propuesto (200 hm³/año). El desembalse aplicado en el cálculo es el que se muestra en la Tabla 33:

Tabla 33.- Desembalse de cálculo de la curva de condiciones hidrológicas excepcionales (425 + 200) (hm³). Elaboración propia

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOTAL
46,7	39,7	40,7	40,7	38,7	44,7	44,7	52,7	63,7	81,7	73,7	57,7	625,0

Para este desembalse al Tajo de 425 hm³/año capaz de garantizar supuestamente sin ninguna restricción los usos previstos en el Tajo, así como para un trasvase de 200 hm³/año, la curva de reserva mensual necesaria para el Nivel 3, es decir, la curva de condiciones hidrológicas excepcionales, se representa en el Gráfico 58.

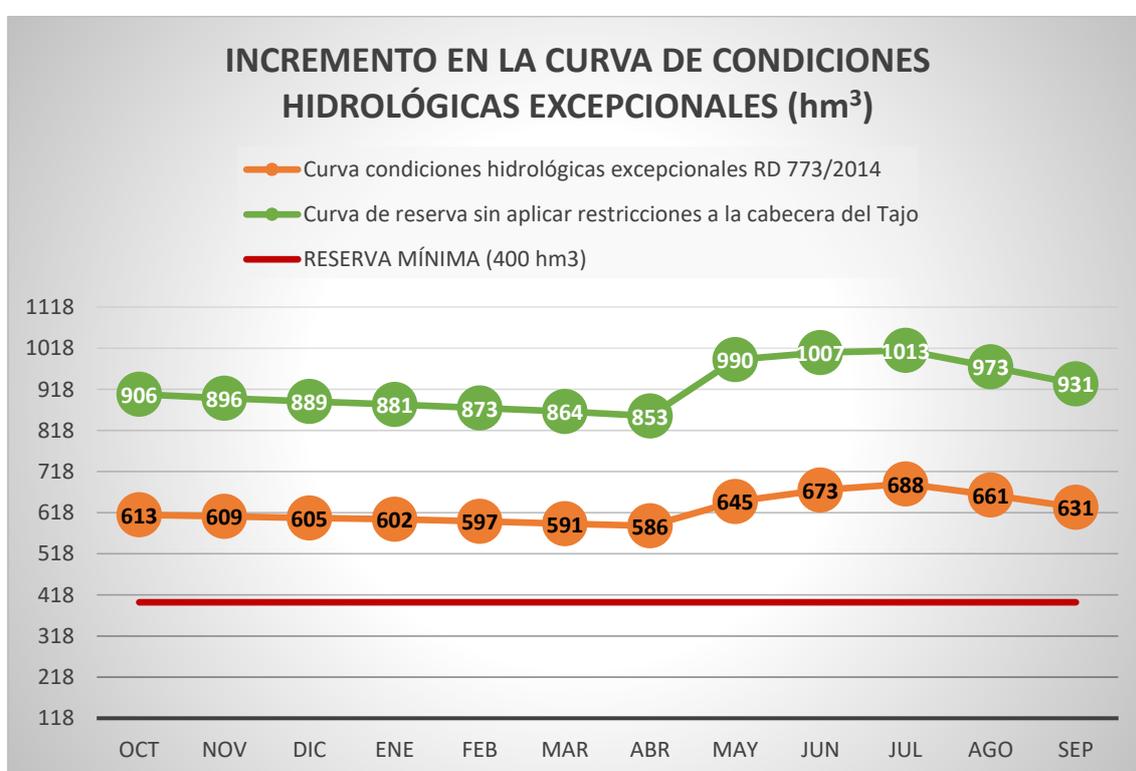


Gráfico 58.- Comparación de la reserva de cálculo de las condiciones hidrológicas excepcionales 2. Elaboración propia. Fuente: El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura

Con estos resultados se verifica que se han empleado restricciones en la cuenca del Tajo para obtener la curva de condiciones hidrológicas excepcionales. Las diferencias con los datos aportados por el Anexo Técnico son demasiado significativas como para obviarlas. La curva de condiciones hidrológicas excepcionales, sin aplicar restricciones en la cuenca del Tajo, debería haberse elevado entre 267 hm³ en el mes de abril y 345 hm³ en el mes de mayo, con un límite superior de 1.013 hm³ y un límite inferior de 853 hm³. El error técnico, además de considerarse ilegal, pues supone vulnerar el principio de prioridad de

la cuenca cedente, también significa reducir la seguridad de la cuenca cedente cuando se comparten los usos a causa del trasvase. O bien, supone la incapacidad de asegurar el mínimo trasvase que se propone, incumpliendo el objetivo único de la regla de explotación de estabilizar los suministros en la cuenca del Segura. En cualquier caso es contraria a Derecho.

Si además incorporamos la actualización de la curva con motivo del efecto que provoca la última sequía, la curva de condiciones hidrológicas excepcionales para la serie 1918 – 2018 es la mostrada en el Gráfico 59:

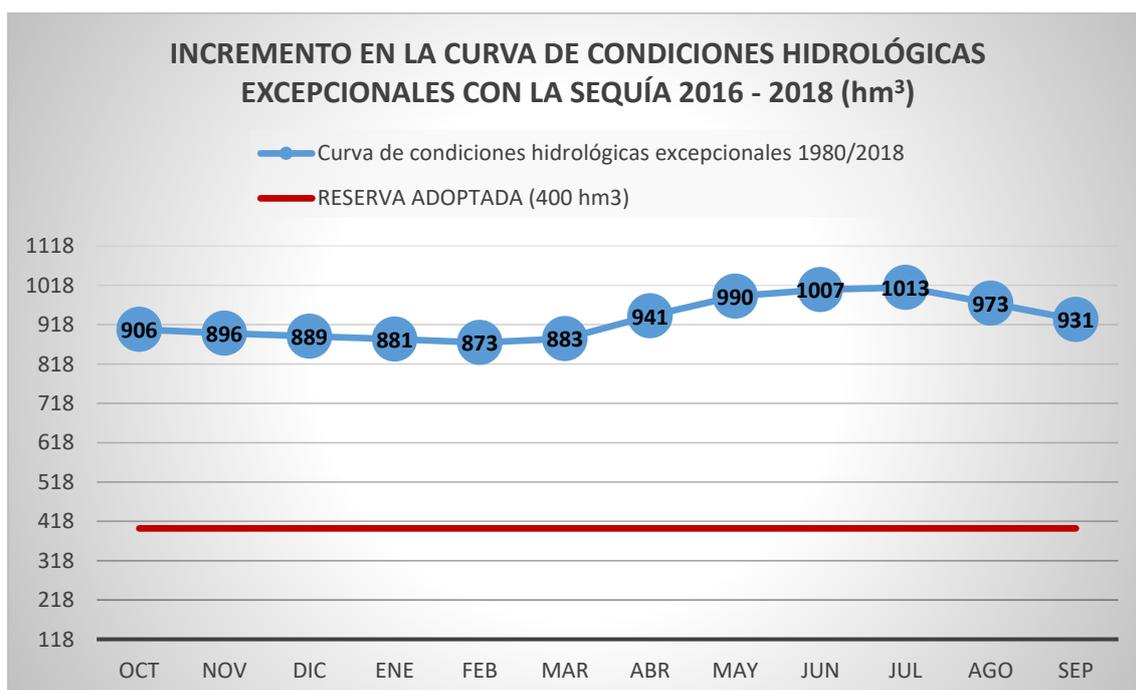


Gráfico 59.- Incremento en las condiciones hidrológicas excepcionales por la sequía de 2016. Elaboración propia

Tabla 34.- Curva de reserva de las condiciones hidrológicas excepcionales sin aplicar restricciones en la cuenca del Tajo (hm³). Elaboración propia.

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
906	896	889	881	873	883	941	990	1.007	1.013	973	931

En este caso, la última sequía supone el aumento del volumen de reserva característico de las condiciones hidrológicas excepcionales únicamente en los meses de marzo y abril.

La diferencia de reserva mensual entre la curva de condiciones hidrológicas excepcionales calculada sin aplicar ninguna restricción en la cuenca del Tajo (y actualizada según los datos más recientes de aportaciones. Tabla 34) respecto a la curva del RD 773/2014 (Tabla 14) se representa en el Gráfico 60.

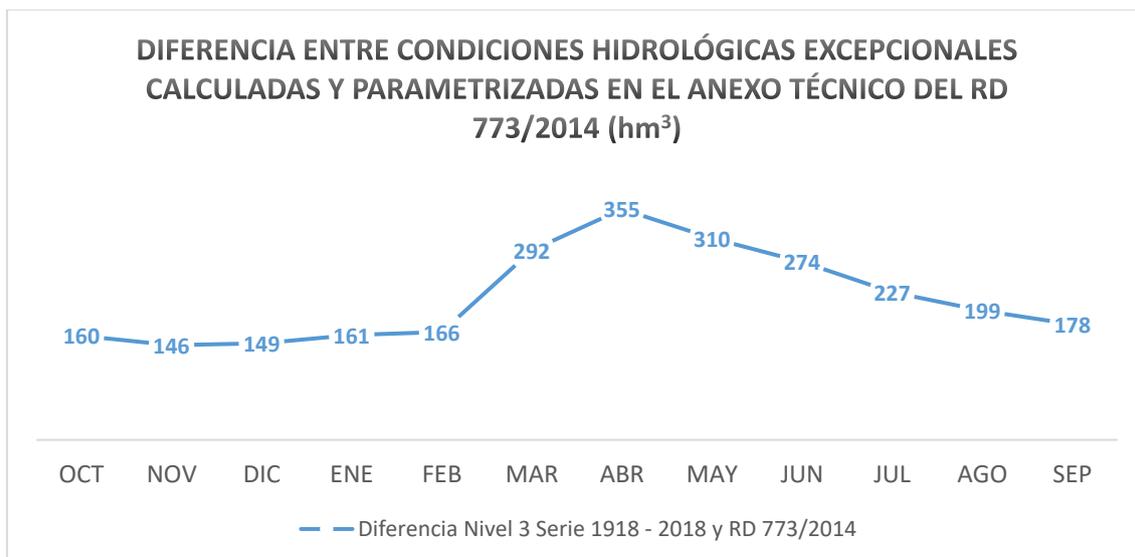


Gráfico 60.- Diferencia entre condiciones hidrológicas excepcionales calculadas y parametrizadas en el Anexo Técnico del RD 773/2014. Elaboración propia

Con estas comprobaciones, tras los errores de cálculo del Anexo Técnico es necesario elevar la curva de condiciones hidrológicas excepcionales entre 146 hm³ en el mes de noviembre y 355 hm³ en el mes de abril, con objeto de satisfacer las condiciones propuestas en su propia definición. Todo ello, sin implantar un régimen de caudales ecológicos, ni alcanzar el buen estado de las masas de agua del río Tajo.

En definitiva, las tres variables que componen las condiciones de contorno del problema de diseñar las reglas de explotación del TTS (los desembalses al Tajo, la curva de reserva mínima y la curva de condiciones hidrológicas excepcionales) están obviando o suprimiendo del cálculo aspectos relevantes que infravaloran las garantías y seguridades del Tajo. En el caso de los desembalses al no incluir un régimen de caudales ecológicos, así como los usos más allá de Aranjuez que tienen posibilidad de garantizarse desde cabecera. También cuando se mantiene el umbral mínimo de excedentes no trasvasables desactualizado y sin margen de seguridad. Igualmente, se reducen las garantías cuando se calculan las condiciones hidrológicas excepcionales aplicando restricciones en los usos del Tajo, sabiendo que esto incumple cualquier ley específica del TTS.

Mientras tanto, el estado del río Tajo incumple la directiva europea, los embalses se mantienen en cotas más bajas, se reduce al mínimo posible la evaporación y, en consecuencia, se dispone de mayor cantidad de recursos excedentarios. La inseguridad de la cuenca del Tajo supone un incremento del volumen medio trasvasable anual para la cuenca receptora. Parte de ello se podrá comprobar en el apartado siguiente.

3.4 La elección de los volúmenes trasvasables

Los volúmenes trasvasables en cada uno de los niveles de explotación del TTS incide directamente en la gestión de la cabecera del Tajo y tiene repercusión en la gestión de recursos en la cuenca del Segura. En este apartado se tratarán tres aspectos relacionados

con la determinación de los volúmenes trasvasables. Primero demostraremos que se está incumpliendo el objetivo legal que habilita la regla de explotación establecida en el RD 773/2014, sobreexplotando los embalses de cabecera del Tajo y desestabilizando los suministros en la cuenca del Segura. Segundo, aclaramos cómo los niveles de explotación impuestos en el RD 773/2014 generan una escasez ficticia en la cuenca del Segura. Por último, evidenciamos que el error técnico producido para estimar la curva de condiciones hidrológicas excepcionales, descrito en el epígrafe anterior, perjudica a la cuenca cedente y requiere reevaluar los distintos umbrales de los niveles de explotación, así como los volúmenes trasvasables en cada uno de ellos.

3.4.1 Incumplimiento de los objetivos definidos por ley para el desarrollo de la regla de explotación del RD 773/2014. Sobreexplotación de la cabecera del Tajo.

Una vez fijados los distintos umbrales, el RD 773/2014 modifica el volumen trasvasable en el Nivel 1 (establecido en la ley 21/2015 en 68 hm³), reduciéndolo a 60 hm³. También determina el volumen trasvasable en el Nivel 3, considerando un volumen hasta 20 hm³/mes a decisión del ministro/a con competencias en materia de agua. En cambio, en el Nivel 2 mantiene el trasvase mensual de 38 hm³, pese a las numerosas advertencias del propio Anexo Técnico, que propone un trasvase mensual de 30 hm³ en Nivel 2. La trascendencia de esta decisión tiene su relevancia en los indicadores más significativos de la cuenca del Tajo, y también de la cuenca del Segura, como veremos a continuación.

La Ley 21/2015 fija como objetivo único para el desarrollo reglamentario de las reglas de explotación del TTS “*dotar de mayor estabilidad interanual a los suministros, minimizando la presentación de situaciones hidrológicas excepcionales a las que se refiere el nivel 3, sin modificar en ningún caso el máximo anual de agua trasvasable, a propuesta justificada del Ministerio competente en materia de aguas, y previo informe favorable de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura*” (LEY 21/2015).

Por tanto, la Ley 21/2015 que habilita a modificar las reglas de explotación del TTS obliga a cumplir el objetivo único, el cual se puede subdividir en tres criterios:

- 1) Dotar de mayor estabilidad interanual a los suministros.
- 2) Minimizar la presentación de las condiciones hidrológicas excepcionales, coincidentes con el Nivel 3 de la regla de explotación.
- 3) No modificar el máximo anual trasvasable.

En adelante argumentaremos que los volúmenes trasvasables seleccionados para cada uno de los niveles de explotación del TTS quebrantan dicho objetivo en dos de las tres condiciones fijadas por la ley, limitándose a cumplir la tercera restricción. Para demostrar esta afirmación se ha realizado el balance hídrico en los embalses de cabecera del Tajo en la serie 1980-2018, aplicando los criterios establecidos de la regla de explotación

vigente (Anejo 1). Las Tabla 13 y la Tabla 14, presentadas anteriormente en este trabajo, contienen las reglas de explotación aplicadas por el RD 773/2014 y son las utilizadas para el cálculo del balance en la cuenca del Tajo.

Posteriormente, se evalúan una serie de indicadores seleccionados que sean capaces de reflejar cada una de las tres características del objetivo que debe cumplir la regla de explotación del RD 773/2014. Los indicadores seleccionados son:

- Frecuencia mensual en cada uno de los niveles de las reglas de explotación
- Trasvase mínimo, máximo y medio anual
- Coeficiente de variación del volumen trasvasado
- Volumen de reserva de los embalses de cabecera mínima, máxima y media.

Para simplificar los cálculos del balance, la decisión del volumen trasvasado en Nivel 3 se mantiene constante a lo largo del tiempo. No obstante, se evalúa gráficamente cómo evolucionan los indicadores realizando distintas hipótesis de volumen trasvasado en Nivel 3, variando dicho volumen en el intervalo correspondiente entre 0 y 20 hm³/mes (0 – 20).

El desembalse utilizado para la cuenca del Tajo en el balance es el determinado en el RD 773/2014, expuesto anteriormente en la Tabla 15 (365 hm³/año).

El balance se aplica en la serie completa 1980-2018. Con estas premisas, estos son los resultados para los indicadores seleccionados (Tabla 35):

Tabla 35.- Indicadores de la regla de explotación del RD 773/2104 38/20. Elaboración propia

	Trasvase N2(38) / Trasvase N3(20)
% NIVEL 4	13%
% NIVEL 3	32%
% NIVEL 2	45%
% NIVEL 1	11%
T min (hm³/año)	80
T max (hm³/año)	600
T med (hm³/año)	358
% Var	43%
Vol. Emb min (hm³)	240
Vol. Emb max (hm³)	1346
Vol. Emb med (hm³)	698

Con la regla de explotación del RD 773/2014, la frecuencia de alerta y emergencia (Niveles 3 y 4) es del 45 %, un valor inadmisibles si el objetivo es minimizar la presentación de las condiciones hidrológicas excepcionales. La normalidad solamente se alcanzaría en un 11% de los meses, la mayoría de ellas como consecuencia de superar el umbral de aportaciones interanuales (1.200 hm³/año), no el volumen de existencias embalsadas de 1.300 hm³. El funcionamiento más frecuente de los embalses es en la situación de alerta y prealerta, cuya suma asciende al 77% de los meses (Gráfico 61).

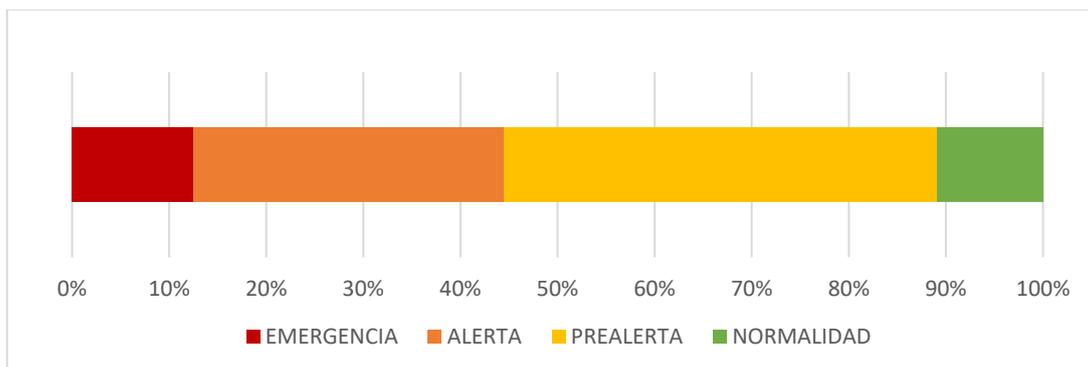


Gráfico 61.- Frecuencia mensual de presentación de los niveles de las reglas de explotación del trasvase Tajo - Segura. Elaboración propia

El funcionamiento habitual del TTS entre los niveles de explotación 2 y 3 (prealerta y alerta respectivamente) tiene su correspondencia con el volumen de trasvase medio. Para alcanzar el volumen de trasvase medio anual son necesarios seis meses de funcionamiento en Nivel 2 ($6 \times 38 \text{ hm}^3/\text{mes} = 228 \text{ hm}^3/6 \text{ meses}$), más otros seis meses en Nivel 3 ($6 \times 20 \text{ hm}^3/\text{mes} = 120 \text{ hm}^3/6 \text{ meses}$). Con este funcionamiento el volumen anual trasvasado es igual a $348 \text{ hm}^3/\text{año}$ ($228 + 120 = 348$). Por tanto, este será el rango de trabajo medio de los embalses, que oscilará alrededor de la curva de condiciones hidrológicas excepcionales, como ya tuvimos ocasión de ver cuando se analizaron los cuatro años hidrológicos de gestión de la regla de explotación del TTS del RD 773/2014 (Epígrafe 2.4.4. Tabla 18).

En cuanto a la estabilidad de los suministros, esta regla de explotación mantiene la variabilidad intrínseca de la estructura analizada anteriormente, que no reduce la propia variabilidad de la cuenca del Segura. Durante los años húmedos el volumen trasvasado supera el valor medio, pero en los ciclos secos es incapaz de corregir los defectos de las reglas anteriores. La correspondencia temporal entre ciclos secos del Tajo y ciclos secos del Segura agrava el problema. Un coeficiente de variación del 43%, acompañado de diferencias entre trasvase mínimo y máximo de $520 \text{ hm}^3/\text{año}$, no es admisible si se quiere dotar de estabilidad a los suministros del trasvase (Gráfico 62). Aunque como venimos anunciando, respecto al volumen trasvasado es más importante el cuándo que el cuánto para estabilizar los suministros, tal como exige la ley. Con esta regla de explotación no son coherentes las cantidades trasvasadas con los periodos en los que más estabiliza el suministro en la cuenca del Segura.

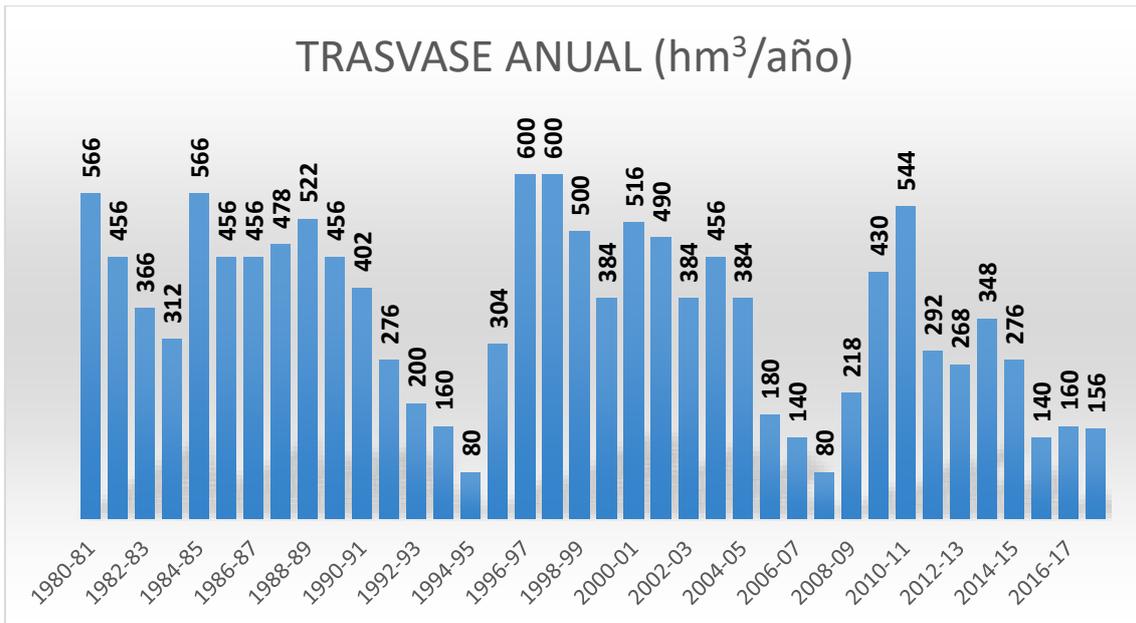


Gráfico 62.- Volumen trasvasado anual con la regla de explotación del RD 773/2014. Elaboración propia

El volumen de reserva de los embalses de cabecera alcanzaría el mínimo al finalizar la última sequía, con un volumen de 240,80 hm³ en el mes de febrero de 2018. Son muy escasos los meses en los que se supera el volumen de reserva de 1.300 hm³, tan solo seis meses en todo el periodo (1,3%). El promedio del volumen de reserva se mantiene en el entorno de 700 hm³, lo que supone un 28 % de su capacidad total (Gráfico 63).



Gráfico 63.- Volumen de reserva al inicio del año hidrológico en los embalses de cabecera del Tajo con la regla de explotación del RD 773/2014. Elaboración propia.

Estos resultados muestran la inviabilidad técnica de mantener las magnitudes de la regla de explotación vigente. Los volúmenes trasvasables en cada uno de los niveles de la regla de explotación del RD 773/2014 incumplen el objetivo legal que habilita la modificación de la regla de explotación del TTS. Para confirmar que estos resultados no se ven afectados por la aplicación sistemática de un volumen trasvasable en Nivel 3 de 20 hm³, se estudia el balance en la serie 1980-2018 realizando distintas hipótesis de trasvase en Nivel 3 (en el intervalo comprendido entre 0 y 20 hm³/mes), manteniendo constantes el resto de parámetros de la regla de explotación del RD 773/2014. Se representa gráficamente el resultado de los indicadores en cada una de las hipótesis:

En el siguiente gráfico se muestra la variabilidad de la frecuencia de aparición de los diferentes niveles de explotación, (Gráfico 64):

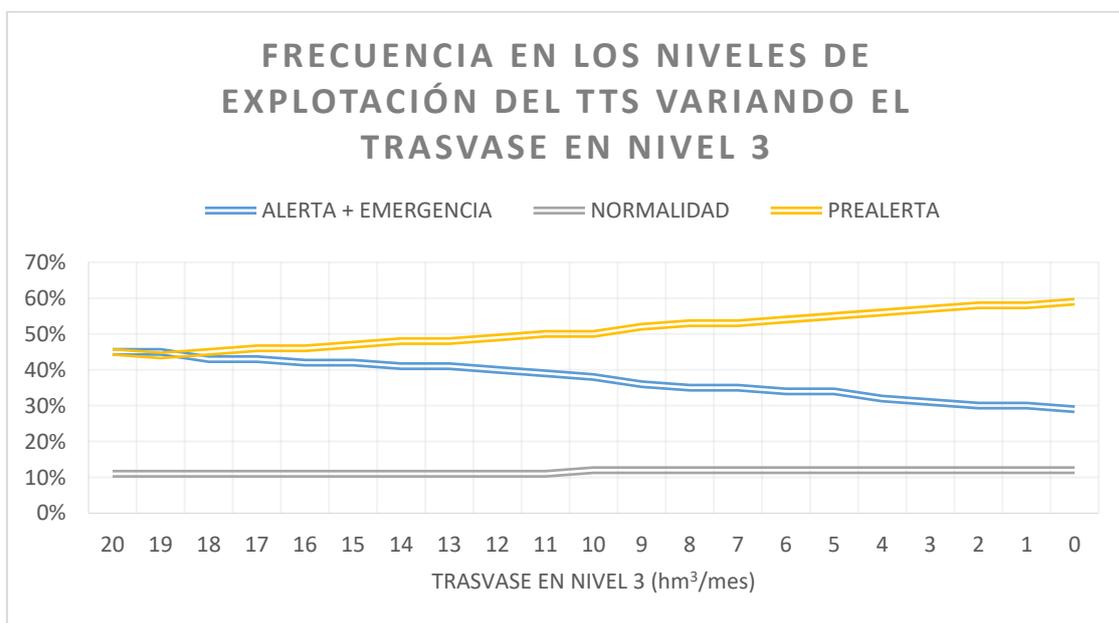


Gráfico 64.- Variabilidad de frecuencia en los niveles de explotación con u Elaboración propia

La presentación de las condiciones hidrológicas excepcionales (Niveles 3 y 4) se sitúan entre el 45% para un trasvase en Nivel 3 de 20 hm³/mes, y el 29 % con un trasvase de 0 hm³/mes en Nivel 3, en una progresión lineal descendente. Valores del 29 % continúan siendo elevados según los propios criterios del Anexo Técnico, que pretendía fijar la frecuencia de la excepcionalidad en un máximo del 25% (Cabezas, 2013).

Según se puede deducir del Gráfico 64, la decisión de la ministra en Nivel 3 apenas influye para alcanzar la normalidad. Por consiguiente, el volumen trasvasable de 38 hm³/mes en Nivel 2 supone una barrera para alcanzar con mayor frecuencia la normalidad, que en ningún caso supera el 12 % de los meses.

Los parámetros del trasvase evolucionan del siguiente modo con la variación del volumen trasvasado en el Nivel 3 (Gráfico 65):

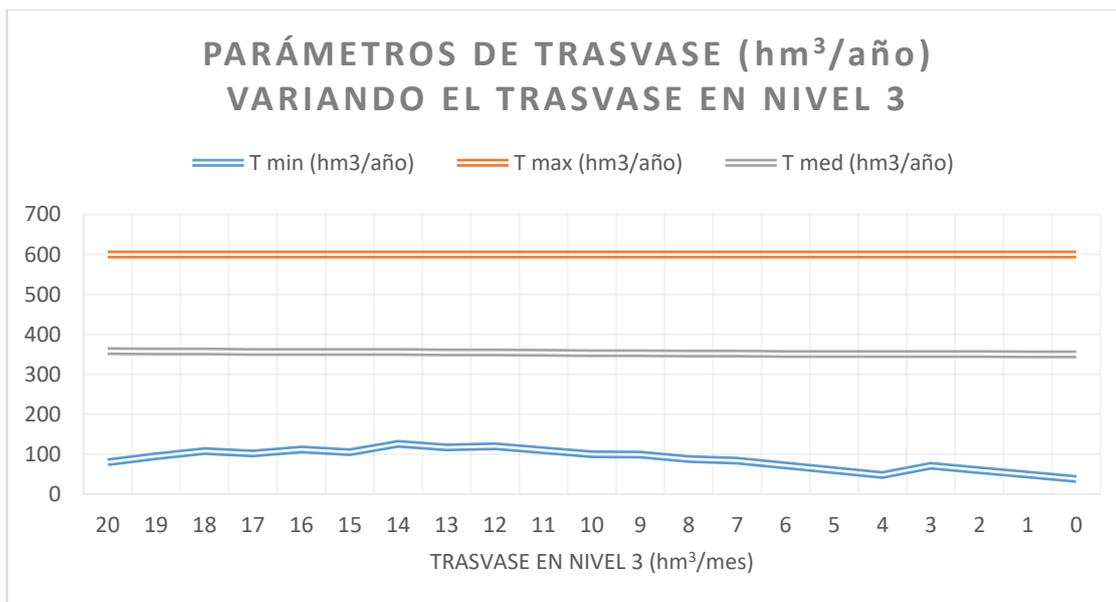


Gráfico 65.- Variabilidad de los parámetros de trasvase en la regla de explotación del RD 773/2104. Elaboración propia

Es de reseñar que el trasvase máximo no se ve afectado bajo ninguno de estos supuestos, alcanzando en todos los casos, en alguno de los años húmedos, el máximo de 600 hm³/año. Sin embargo, el trasvase medio anual desciende linealmente con una pendiente moderada en el rango de 358 hm³/año y 350 hm³/año. En el caso del trasvase mínimo, que es el indicador que mejor representa la estabilidad en los suministros, paradójicamente aumenta cuando desciende el volumen trasvasable en Nivel 3 entre 20 y 14 hm³/mes. Esto se debe a que disminuir el volumen trasvasable en Nivel 3, eleva la frecuencia de presentación del Nivel 2, aumentando el cómputo global del trasvase mínimo anual. Sin embargo, cuando el trasvase en Nivel 3 desciende de 14 hm³/mes, el aumento en la presentación del Nivel 2 no compensa el descenso del volumen trasvasable en Nivel 3, reduciéndose el trasvase mínimo anual. Por consiguiente, el trasvase mínimo anual solamente supera el umbral de 100 hm³/año para volúmenes trasvasados en Nivel 3 entre 18 y 10 hm³/mes, situándose el óptimo en 14 hm³/mes. Estos resultados son incompatibles con la frecuencia de presentación de los niveles 3 y 4. En el Gráfico 64 se aprecia que para reducir la presentación de condiciones hidrológicas excepcionales por debajo del 35% (valor todavía elevado) se requiere un trasvase en Nivel 3 inferior a 8 hm³/mes, pero un trasvase en Nivel 3 de 8 hm³/mes no alcanza el trasvase mínimo anual de 100 hm³/año. Por tanto, con la regla de explotación del RD 773/2014 es materialmente imposible cumplir simultáneamente la condición de minimizar las condiciones hidrológicas excepcionales y estabilizar los suministros en la cuenca del Segura.

Por último, los indicadores relacionados con el volumen de existencias almacenadas en los embalses de cabecera, muestran la siguiente modulación (Gráfico 66):

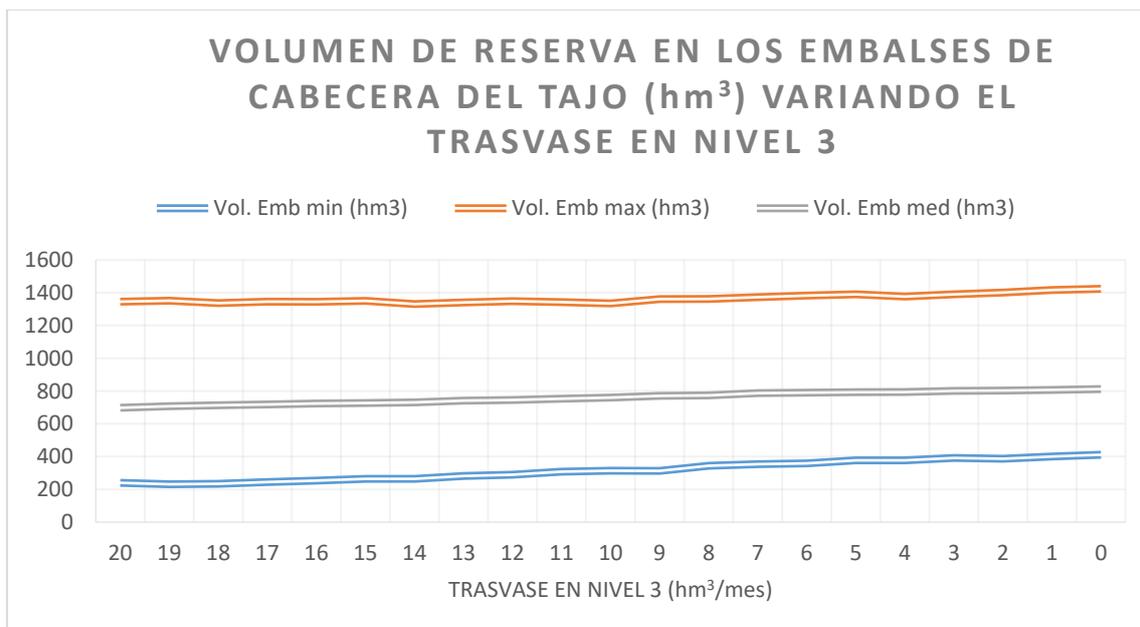


Gráfico 66.- Variabilidad de los parámetros de reserva en los embalses de cabecera del Tajo con la aplicación de las reglas de explotación del RD 773/2014. Elaboración propia

Todas las variables aumentan a medida que desciende el volumen trasvasable en Nivel 3. El volumen máximo oscila entre 1.346 y 1.424 hm³, equivalente al 54-57 % de su capacidad. El volumen mínimo está en el rango de 240 y 411 hm³, mientras que el promedio anual de funcionamiento de los embalses se sitúa entre 698 y 812 hm³. El aumento del volumen de existencias almacenadas a medida que desciende el trasvase en Nivel 3, está directamente relacionado con la disminución del trasvase medio anual cuando desciende el trasvase en Nivel 3. La causa es el incremento de la evaporación cuando sube el nivel de los embalses. Es decir, cuando sube el nivel de embalse, aumenta la evaporación y desciende el trasvase medio anual.

En conclusión, se puede demostrar que sea cuál sea la decisión que tome el ministro/a en Nivel 3 de las reglas de explotación, la estructura de la regla fijada en el RD 773/2014 no satisface su cometido, incumpliendo el objetivo previsto en la ley. El resumen del espectro de funcionamiento con volúmenes trasvasables en nivel 3 entre 0 y 20 hm³/año se muestra en la Tabla 36:

Tabla 36.- Rango de funcionamiento de la regla de explotación del RD 773/2014 variando el trasvase en Nivel 3 entre 0 y 20 hm³/mes. Elaboración propia

% NIVEL 4	13 – 0 %
% NIVEL 3	32 – 29 %
% NIVEL 2	45- 59 %
% NIVEL 1	11- 12 %
T min (hm³/año)	38 - 126
T max (hm³/año)	600
T med (hm³/año)	358 - 350
% Var	43 - 48%

Vol. Emb min (hm³)	240 - 411
Vol. Emb max (hm³)	1.341 – 1.424
Vol. Emb med (hm³)	698 - 812

El error técnico en cuanto al incumplimiento de los objetivos previstos procede, en gran medida, por ignorar las recomendaciones del Anexo Técnico, donde se propone disminuir el volumen trasvasable en Nivel 2 a 30 hm³/mes. Si repetimos el balance anterior en la serie 1980-2018, modificando el trasvase en Nivel 2 a 30 hm³/mes, y manteniendo constantes el resto de parámetros de la regla de explotación del RD 773/2014, nos reafirma en esta argumentación.

Tabla 37.- Resultado de indicadores modificando el volumen trasvasable en Nivel 2 a 30 hm³.

Elaboración propia

	Trasvase N2(30) / Trasvase N3 (20)
EMERGENCIA	7%
ALERTA	23%
PREALERTA	57%
NORMALIDAD	13%
T min (hm³/año)	100
T max (hm³/año)	600
T med (hm³/año)	351
COEF. VAR (%)	35%
Vol. Emb min (hm³)	234
Vol. Emb max (hm³)	1448
Vol. Emb med (hm³)	830

A continuación, reiteramos los cálculos en todo el rango de funcionamiento del Nivel 3, es decir, entre 20 y 0 hm³/mes, con 30 hm³/mes de trasvase en Nivel 2 (Tabla 38).

Tabla 38.- Comparativa entre indicadores modificando el volumen trasvasable en Nivel 2.

Elaboración propia

	N3 (38) / N2 (20 – 0)	N3 (30) / N2 (20-0)
% NIVEL 4	13 – 0 %	7 – 0%
% NIVEL 3	32 – 29 %	23 – 16 %
% NIVEL 2	45- 59 %	57 – 69 %
% NIVEL 1	11- 12 %	13 – 14 %
T min (hm³/año)	38 - 126	36 - 144
T max (hm³/año)	600	600
T med (hm³/año)	358 - 350	351 - 343
% Var	43 - 48%	35 – 40 %
Vol. Emb min (hm³)	240 - 411	228 - 406
Vol. Emb max (hm³)	1.341 – 1.424	1.441 – 1.532
Vol. Emb med (hm³)	698 - 812	830 - 925

Las condiciones hidrológicas excepcionales (niveles 3 y 4) se presentan entre el 30 y el 18 % de los meses del periodo considerado, situándose en un rango admisible, aunque solamente para trasvases en Nivel 3 inferiores a 14 hm³/mes (Gráfico 67).

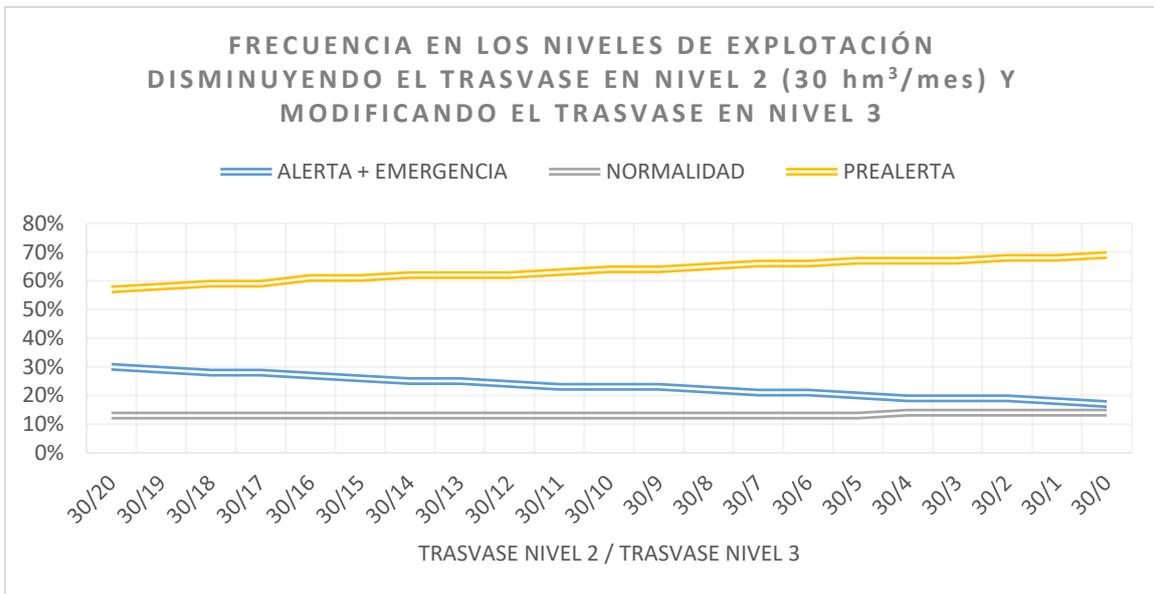


Gráfico 67.- Variabilidad de frecuencia en los niveles de explotación para un trasvase en Nivel 3 de 30 hm³. Elaboración propia.

Solamente con trasvases en Nivel 3 entre 6 y 1 hm³/mes, el trasvase mínimo anual descende por debajo de los 80 hm³/año. Con trasvases en Nivel 3 entre 20 y 9 hm³/mes se superan los 100 hm³/año de trasvase mínimo anual. El trasvase medio anual siempre es inferior a los 351 hm³/año y superior a 343 hm³/año (Gráfico 68).

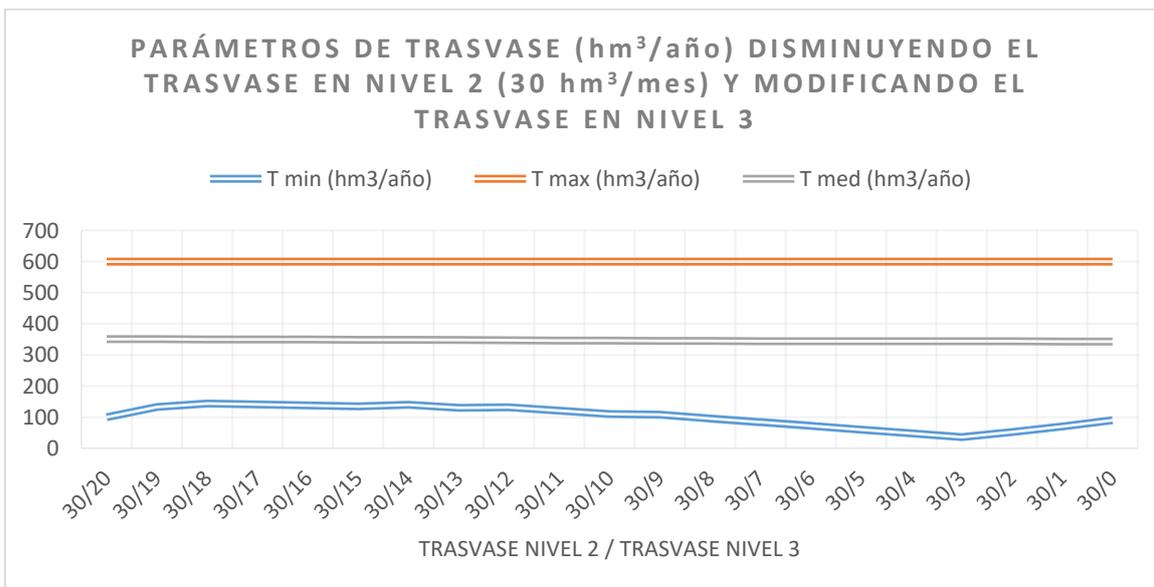


Gráfico 68.- Variabilidad de los parámetros de trasvase en la regla de explotación del RD 773/2104. Elaboración propia

Del Gráfico 67 y Gráfico 68 se deduce que trasvases anuales medios superiores a 350 hm³/año mantienen los embalses de cabecera del Tajo en estado de sobreexplotación, al límite de las condiciones hidrológicas excepcionales. Con la regla actual, para alcanzar un trasvase medio anual superior a 350 hm³/año hay que superar el 30 % de los meses de permanencia en las condiciones hidrológicas excepcionales. Estos valores son incompatibles con una de las condiciones del objetivo legal, que es minimizar las condiciones hidrológicas excepcionales.

El funcionamiento de los embalses de cabecera es muy similar al caso anterior en cuanto a las magnitudes de los valores mínimos. Esto ocurre porque una vez alcanzado el umbral de 400 hm³ de existencias almacenadas en los embalses de cabecera, son los usos del Tajo los que determinan la evolución de los recursos almacenados, independientemente del volumen trasvasado. Si los mínimos son similares, está alcanzándose el umbral de 400 hm³, prácticamente en las mismas situaciones. En cambio, sí se aprecia un considerable aumento del volumen medio y máximo almacenado. El rango de volumen medio de funcionamiento, aplicando 30 hm³/mes de volumen trasvasable en Nivel 3, se sitúa entre 830 y 925 hm³, frente a los 698 y 812 hm³ de la regla vigente (Gráfico 69).

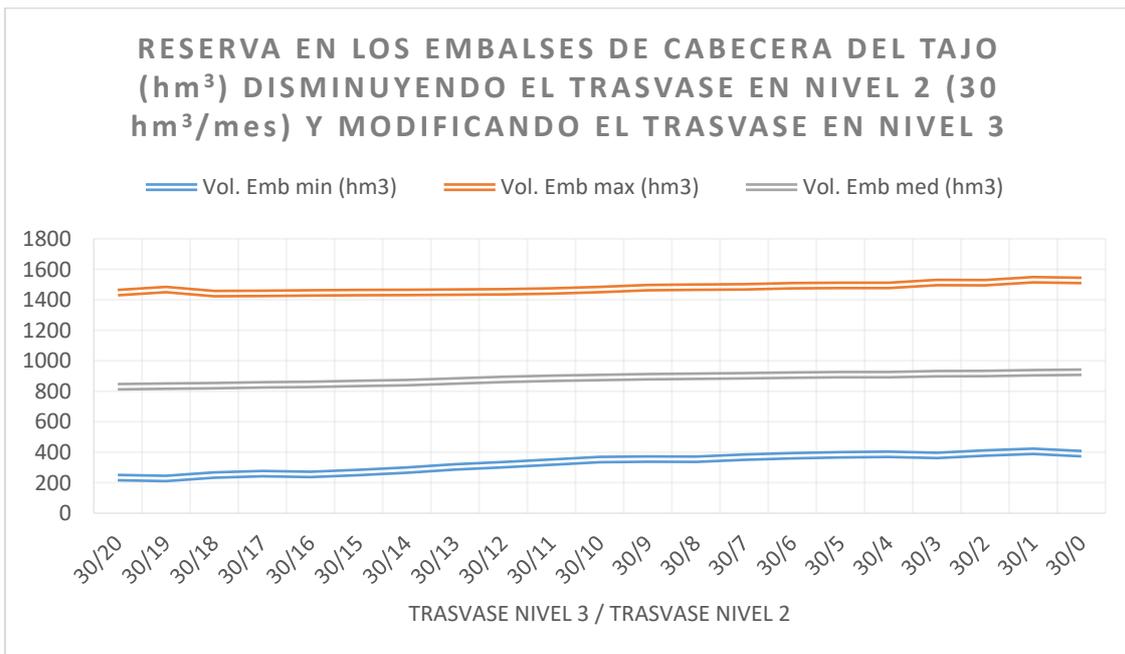


Gráfico 69.- Variabilidad de los parámetros de reserva en los embalses de cabecera del Tajo con la aplicación de 30 hm³/mes en Nivel 3. Elaboración propia

Atendiendo a los resultados, no hay ninguna evidencia técnica que avale mantener un trasvase en Nivel 2 de 38 hm³/año, salvo elevar el volumen trasvasable medio, cuestión que no se recoge en el objetivo legal y que mantiene los embalses de cabecera del Tajo sobreexplotados. Continuar con este volumen de trasvase en Nivel 2 incumple dos de las tres condiciones para satisfacer el objetivo único de la regla de explotación del TTS. Se ha demostrado que, disminuyendo este valor, se facilita el cumplimiento del objetivo legal.

Con 38 hm³/mes de trasvase en Nivel 2 las condiciones hidrológicas excepcionales superan el 29% de los meses (trasvasando constantemente 0 en nivel 3). Además, con la regla del RD 773/2014, el trasvase mínimo anual no supera el mínimo admisible de 100 hm³/año propuesto en el propio Anexo Técnico, salvo para volúmenes trasvasados en Nivel 3 entre 18 y 10 hm³/mes. Parámetros incompatibles con la frecuencia de presentación de las condiciones hidrológicas excepcionales, que en ese caso no sería inferior al 39%. Reiteramos que con la regla de explotación del RD 773/2014 es materialmente imposible cumplir simultáneamente dos de los tres criterios legales que habilitan el desarrollo de este real decreto.

3.4.2 *Sobreexplotación en la cuenca del Segura*

La regla de explotación fijada en el RD 773/2014 también incrementa la entrada en escenarios de alerta y emergencia por sequía en la demarcación hidrográfica del Segura con el sistema de indicadores de sequía propuesto en el PES del Segura de 2007 (CHS, 2007) o las situaciones de alerta y emergencia por escasez con el sistema de indicadores del borrador del PES publicado en 2017 (CHS, 2017).

El PES Segura de 2007 determina el estado de la cuenca a través de la ponderación de indicadores de estado de lo que denomina Sistema Cuenca —correspondiente a las aportaciones y los niveles de los embalses de la demarcación hidrográfica del Segura—, con los indicadores de estado del denominando Sistema Trasvase (Epígrafe 2.3.3.1, CHS, 2007), que se corresponde con las aportaciones y existencias en los embalses de Entrepeñas y Buendía, en la cabecera del Tajo. La ponderación entre ambos indicadores compone el indicador global de la cuenca del estado de sequía (Ilustración 3).

Indicador	Sistema	Fórmula	Comentarios	
Índice de Estado	le(Vct)	Sist. Trasvase	(2·EXC+ApAcum)/3	Indicador truncado en 1000 según la Regla de Explotación.
	le(Vsc)	Sist. Cuenca	(2·ApAcum+Exist)/3	Existencias totales en la cuenca.
	le(Vgl)	Sist. Global	$\alpha \cdot Vct + \beta \cdot Vsc$	α y β dependen del rango de variación de Vct y Vsc

Ilustración 3.- Cálculo del indicador de sequía en la cuenca del Segura. Fuente: (CHS, 2007)

Para calcular el índice de sequía en el Sistema Trasvase se pondera más el nivel de existencias en los embalses que las aportaciones interanuales, mientras que en el Sistema Cuenca ocurre lo contrario. Lógicamente, el nivel de existencias está directamente relacionado con la gestión del TTS, por lo que no puede considerarse un indicador del riesgo por sequía. Es más, se da la paradoja de que, cuando las reglas de explotación del TTS sobreexplotan los embalses de la cabecera del Tajo en favor de los usuarios del trasvase (epígrafe 3.4.1), en la cuenca del Segura los indicadores de sequía del Sistema Trasvase entran en alerta o emergencia, facilitando la declaración de sequía en la demarcación del Segura, independientemente del estado de los recursos en dicha cuenca,

como ocurrió en 2014 y 2018. El resultado del indicador del Sistema Global del PES 2007 de la cuenca del Segura se muestra en la Ilustración 4.

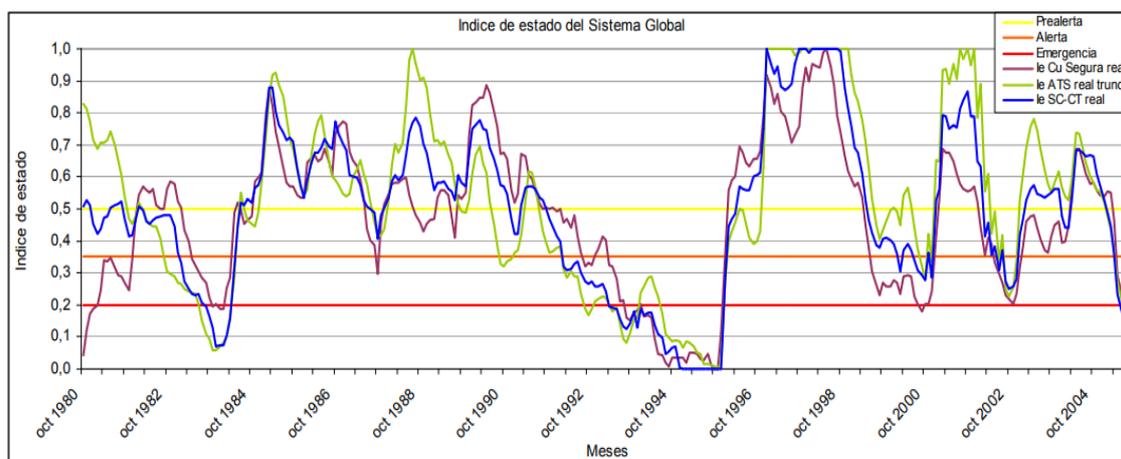


Ilustración 4.- Indicadores de sequía de la cuenca del Segura. Serie 1980 – 2007. Fuente: (CHS, 2007)

Desde el año 1980 las declaraciones de sequía han sido recurrentes en la cuenca del Segura (Ilustración 5). Existe una relación evidente entre el indicador de sequía del Sistema Trasvase y el indicador de sequía del Sistema Cuenca. Incluso, en ocasiones, el indicador del Sistema Trasvase agrava el indicador global de sequía de la cuenca del Segura.

Sequía	Intensidad sequía				Intensidad escasez (Índice de Estado Global)
	Precipitación (mm)	Aportación (hm ³ /año) (*)	Aportación media histórica (hm ³ /año) (**)	% respecto a aportación histórica	
1980-1983	238	292	466	63	-
1993-1995	198	136		29	-
2005-2008	333	156		33	0,091
2015- 2018	292	279		60	0,190

* Aportaciones reguladas netas acumuladas en la cuenca

** Media de las aportaciones reguladas netas acumuladas en la cuenca de 1930 a 2017

Ilustración 5.- Resumen de sequías históricas en la cuenca del Segura. Fuente: (CHS, Borrador del Plan Especial de Sequía, 2017)

Durante los periodos de sequía en la cuenca del Segura el trasvase no ha superado en ningún periodo los 200 hm³/año de media. Los costes generados para la Administración General del Estado a través de los decretos de sequía aprobados para paliar la situación, se pueden consultar en el Anejo IV del PES 2017.

La sequía es un fenómeno natural y recurrente que no tiene por qué tener una relación directa con la escasez. De hecho, se puede demostrar que no hay coherencia entre el

indicador de sequía del PES 2007 y el fenómeno físico de la sequía. Esto se ha tratado de corregir en el PES 2017 (CHS, 2017), cuyo borrador fue sometido al proceso de participación pública entre diciembre de 2017 y marzo de 2018. La principal novedad de estos PES reside en tratar de diferenciar los fenómenos de sequía con los fenómenos de escasez —los primeros totalmente independientes de la actividad antrópica—. Por este motivo, en el borrador del PES 2017 el anterior indicador de sequía del Sistema Trasvase ha pasado a ser el indicador de escasez del Sistema Trasvase, pero manteniendo su misma estructura:

$$\text{Indicador trasvase} = \frac{(\text{Aportaciones acumuladas 12 meses} + 2 * \text{Excedentes})}{3}$$

Por su parte, el indicador de escasez del Sistema Cuenca también mantiene su misma estructura. La relación entre ambos tiene como resultado el Indicador Global de Escasez de la cuenca del Segura. Por tanto, lo que ahora se elevaría a causa de las reglas de explotación del RD 773/2014 (con la adopción del criterio del PES 2017) no es el riesgo por sequía, sino de escasez, que, paradójicamente, en estado de emergencia por escasez serviría para declarar la situación extraordinaria por sequía (Ilustración 6).

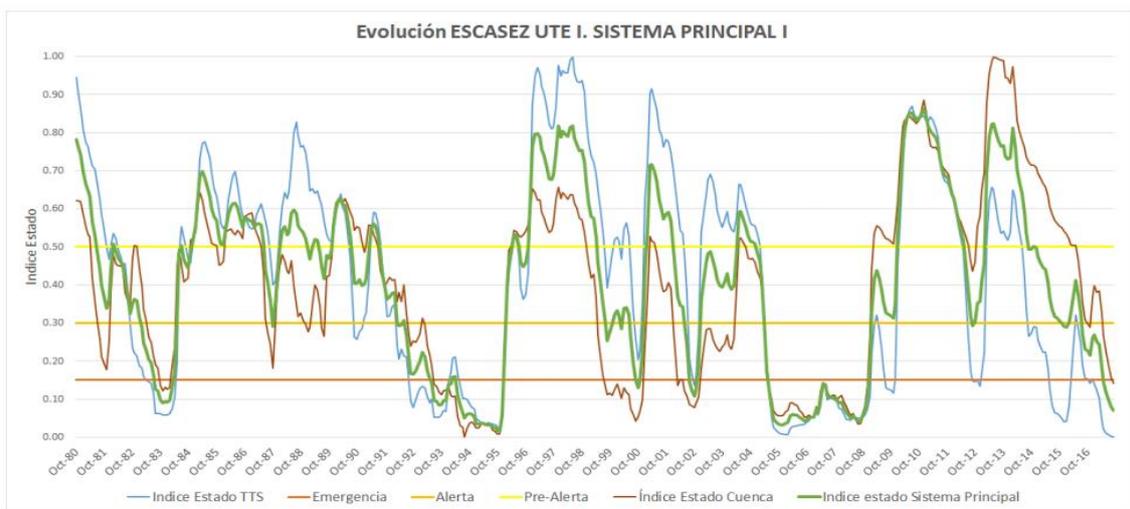


Ilustración 6.- Indicadores de escasez en la cuenca del Segura. Fuente: (CHS, 2017)

A partir del año 2009, pese a la normalidad del sistema cuenca, el indicador del Sistema Trasvase, a causa de la sobreexplotación de los embalses, agravaría la escasez en la cuenca del Segura. En el año 2014 se decretó la sequía con el Sistema Cuenca en estado de normalidad. Para comprobar como la actual gestión del TTS influye en la declaración de sequía de la cuenca del Segura, veamos qué hubiera ocurrido en la cuenca del Segura si se hubiesen trasvasado históricamente los volúmenes calculados en el balance hídrico con la aplicación de la regla de explotación del RD 773/2014¹⁹ (Gráfico 70).

¹⁹ Tras incorporar las pérdidas en el trayecto entre la cabecera del Tajo y la cabecera del Segura estimadas en el epígrafe 2.4.5

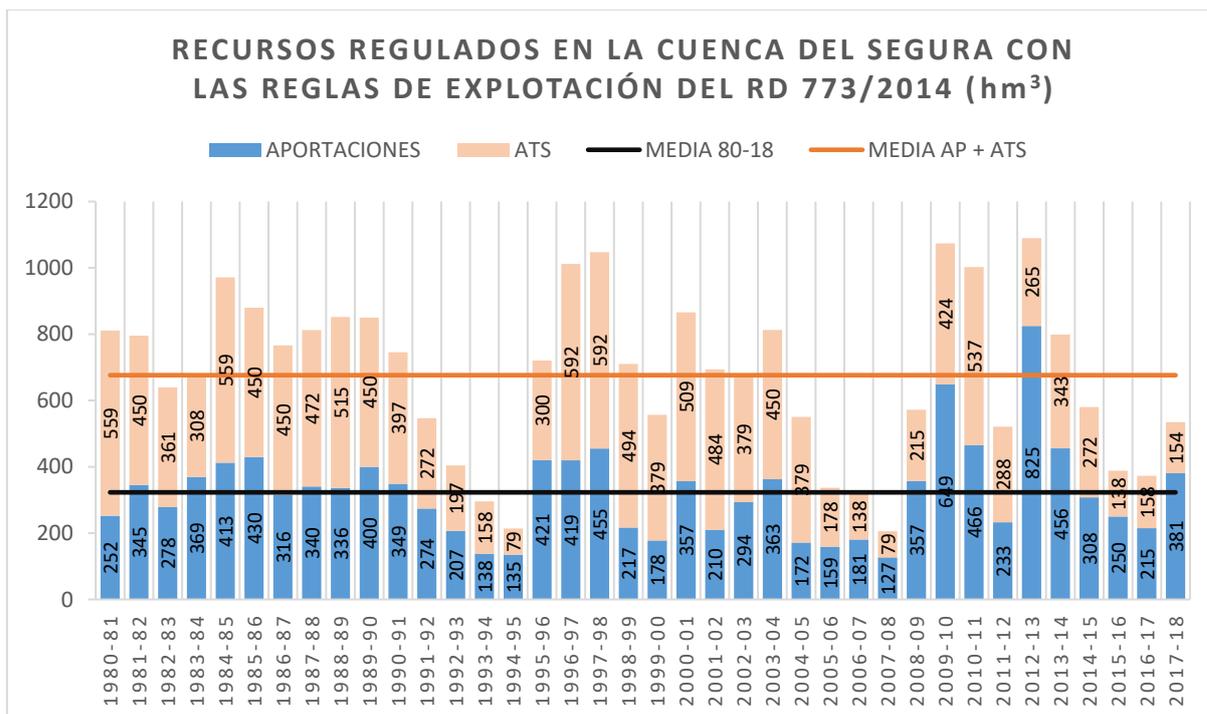


Gráfico 70.- Recursos gestionados en la cuenca del Segura con las reglas de explotación del RD 773/2014. Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el Gráfico 70, durante la sequía 1980-1983²⁰ la aplicación de la regla de explotación del RD 773/2014 hubiera logrado cumplir el objetivo legal consistente en estabilizar los suministros, contribuyendo a para paliar los efectos de esta sequía, la menos intensa de las cuatro en el Segura. En la siguiente sequía (1992-1995), los recursos trasvasados medios anuales hubiesen sido de 144 hm³/año, en comparación con los 218,5 hm³/año que se trasvasaron históricamente. El siguiente periodo seco, 2004-2008, los recursos trasvasados hubiesen sido 193,5 hm³/año de media anual, superando los 200 hm³/año exclusivamente el primero de los años secos, en lugar de los 271 hm³/año trasvasados de media históricamente. Por último, entre 2015 y 2018, con la regla ya operativa, los volúmenes trasvasados anuales medios fueron de 150 hm³/año (similares a los calculados). Es decir, en los años secos de la cuenca del Segura, la regla de explotación vigente del TTS es incapaz de aproximarse al trasvase medio anual. La regla de explotación del RD 773/2014 no estabiliza los suministros, ni los recursos en la cuenca del Segura. Estos datos son un claro indicador de que lo único que se está gestionando con estas reglas de explotación del TTS es una parte del ciclo hidrológico, la abundancia.

Otro diseño de la regla de explotación podría contribuir a facilitar la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del Segura, estabilizando los suministros. Para ahondar más en este argumento, repetimos los cálculos del balance hídrico con la mayor sobreexplotación del TTS posible. Es decir, cuando el trasvase funciona al máximo de su capacidad (33 m³/s), siempre que existan excedentes en la cuenca del Tajo (Gráfico 71).

²⁰ En 1980 los embalses de cabecera del Tajo empezaban el año hidrológico con reservas de 1.500 hm³/año, y la regla de explotación del RD 773/2014 todavía está sin estabilizar.

Si utilizamos este criterio tendremos una aproximación del máximo trasvase medio anual que podría llegar a la cuenca del Segura para un desembalse en el Tajo de 365 hm³/año.

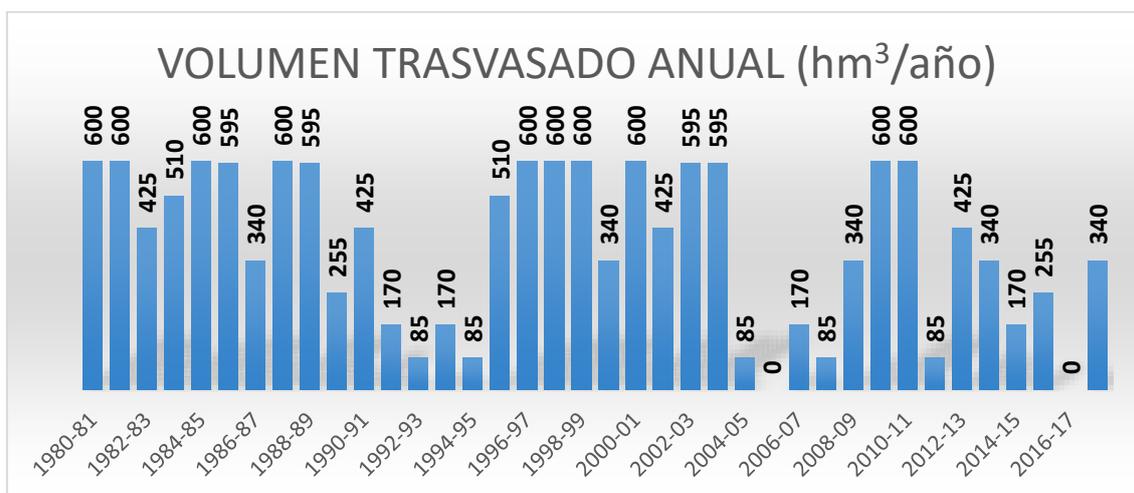


Gráfico 71.- Volumen anual trasvasable con el trasvase funcionando a la máxima capacidad. Elaboración propia

Durante los periodos de sequía en la cuenca del Segura el trasvase medio anual no superaría los 115 hm³/año, salvo en el caso de la última sequía, como consecuencia de las lluvias extraordinariamente altas en el mes de marzo de 2018. En estas circunstancias, el trasvase medio anual se sitúa en 379 hm³/año. Lógicamente, debido a la sobreexplotación de los embalses de cabecera del Tajo. En este caso, los embalses funcionarían muy cerca del límite no trasvasable de 400 hm³ y, en consecuencia, durante los años consecutivos de sequía son incapaces de mantener un volumen de reserva suficiente para trasvasar agua a la cuenca del Segura, llegando los embalses al mínimo almacenado de 159 hm³ (Gráfico 72).



Gráfico 72.- Volumen de reserva al inicio del año hidrológico en los embalses de Entrepeñas y Buendía cuando el trasvase funciona a su máxima capacidad. Elaboración propia.

Obviamente, este comportamiento es inadmisiblesi se pretende una gestión racional y sostenible de los embalses, o si se quiere disminuir el riesgo en los suministros para la cuenca del Segura.

La comprobación de que el trasvase promedio máximo de la serie 1980-2018 sea 379 hm³/año pone en evidencia la contradicción del PHD Segura 2015-2021. En este Plan se considera como demanda el máximo total de 600 hm³/año procedentes de agua del trasvase, cuando las condiciones hidrológicas de la cabecera del Tajo manifiestan que es imposible satisfacer dichas demandas atendiendo a los criterios de la IPH o a cualquier otro criterio racional. Por tanto, no es admisible calificar como déficit estructural pretensiones de alcanzar recursos que garanticen 600 hm³/año. En la actualidad, se está evaluando el déficit sobre un agua que no existe y que nunca ha existido. De modo que para garantizar la sostenibilidad del sistema es imprescindible que la CHS ajuste las demandas a los recursos realmente disponibles en la cuenca.

En conclusión, la regla de explotación vigente del RD 773/2014 eleva las situaciones de escasez cuando esto es perfectamente evitable. Todo ello, se debe a que se gestiona exclusivamente una parte del ciclo hidrológico, que son los ciclos húmedos de la cabecera del Tajo, excluyendo de la gestión los periodos más restrictivos: las sequías. Además, la gestión de la abundancia también provoca que en la CHS se defina un déficit estructural falso sobre unos recursos ficticios del trasvase que, ni existen ahora, ni nunca han existido. Por consiguiente, es imposible suministrar trasvases cercanos a los 600 hm³/año de media en las condiciones hidrológicas presentes desde 1980, como demuestra cualquiera de los cálculos que se lleven a cabo.

3.4.3 Necesidad de actualizar los umbrales y volúmenes trasvasables de los niveles de explotación del TTS.

Como ya se ha demostrado, la curva de condiciones hidrológicas excepcionales contiene errores técnicos y legales que la hacen inadmisibles. Por ello, es preciso valorar el funcionamiento del TTS con la curva que hubiese sido la correcta técnicamente, calculada en el epígrafe 3.3.3 y representada en la Tabla 34.

Tabla 34 (REPETICIÓN).- Curva de reserva de las condiciones hidrológicas excepcionales sin aplicar restricciones en la cuenca del Tajo (hm³). Elaboración propia.

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
906	896	889	881	873	883	941	990	1.007	1.013	973	931

Para realizar dicha evaluación, como comprobación adicional, se incluyen los resultados de los indicadores mostrados en los epígrafes anteriores tras realizar el balance hídrico para un desembalse de 365 hm³/año en el Tajo, sobre la curva de reserva de condiciones hidrológicas excepcionales de la Tabla 34.

El balance se ejecuta con un trasvase en Nivel 1 de 60 hm³/mes, con dos hipótesis de trasvase en Nivel 2 (30 y 38 hm³/mes) y otras dos hipótesis de trasvase en Nivel 3 (20 y 16 hm³/mes), de lo que resultan cuatro combinaciones posibles. Los resultados se muestran en la Tabla 39.

Tabla 39.- Indicadores con la nueva curva de condiciones hidrológicas excepcionales.

Elaboración propia

	60/38/20	60/38/16	60/30/20	60/30/16
EMERGENCIA	5%	1%	3%	0%
ALERTA	55%	54%	48%	45%
PREALERTA	28%	32%	34%	39%
NORMALIDAD	13%	13%	15%	16%
T min (hm³/año)	120	160	120	176
T max (hm³/año)	600	600	600	600
T med (hm³/año)	346	341	343	338
COEF. VAR (%)	40%	42%	36%	40%
Vol. Emb min (hm³)	284	378	335	392
Vol. Emb max (hm³)	1550	1588	1600	1617
Vol. Emb med (hm³)	869	926	929	986

Los resultados son muy claros. Con la curva de condiciones hidrológicas excepcionales sin aplicar restricciones a los usos de la cabecera del Tajo se reduce la sobreexplotación de los embalses de la cabecera del Tajo (la emergencia no supera el 5% de los meses); al mismo tiempo que asegura una mayor estabilidad en los suministros del trasvase en la cuenca del Segura: el trasvase mínimo no sería inferior a 120 hm³/año, alcanzando los 176 hm³/año en una de las hipótesis valoradas. El trasvase medio anual se situaría entre 346 y 338 hm³/año, valores más cercanos a la realidad hidrológica de la cuenca del Tajo para un desembalse al río de 365 hm³/año.

A pesar de todo lo anterior, la nueva curva de condiciones hidrológicas excepcionales elevaría la presentación de estas condiciones, entre el 55% y el 45% de los meses, valores inadmisibles según el objetivo único.

Por tanto, la reparación del error cometido en el Anexo Técnico (consolidado en el RD 773/2014) sobre el cálculo de las condiciones hidrológicas excepcionales requiere en paralelo el ajuste del resto de umbrales y volúmenes trasvasables en los niveles de explotación del TTS, a fin de evitar la aparición excesiva de las mencionadas condiciones hidrológicas excepcionales, cumpliendo así con el objetivo único de la Ley 21/2015.

En los siguientes gráficos (Gráfico 73, Gráfico 74 y Gráfico 75) se representan los resultados de la Tabla 39.

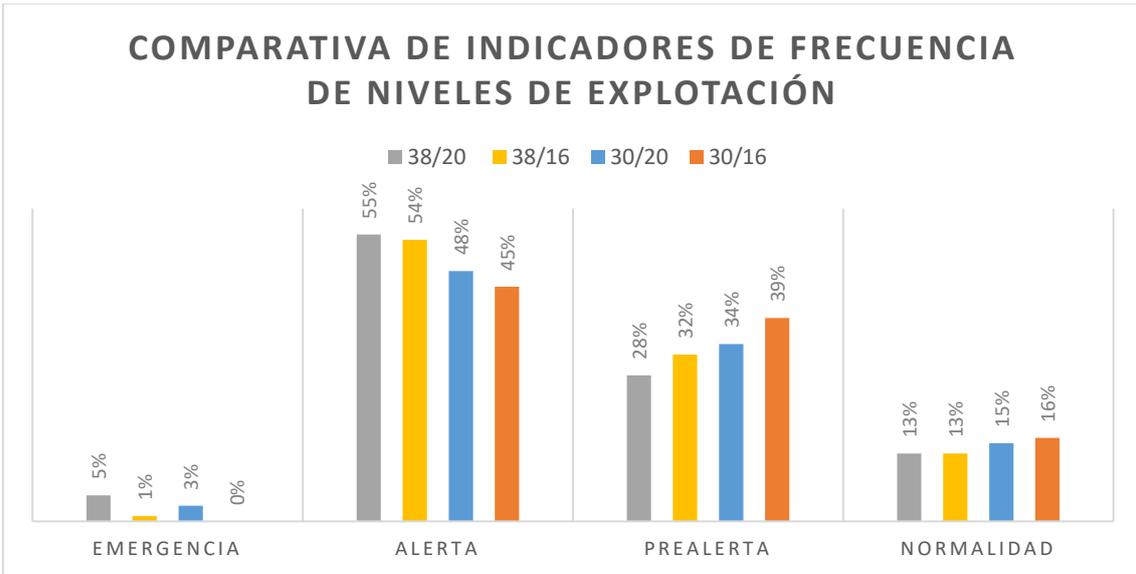


Gráfico 73.- Comparativa de indicadores de frecuencia de niveles de explotación. Elaboración propia

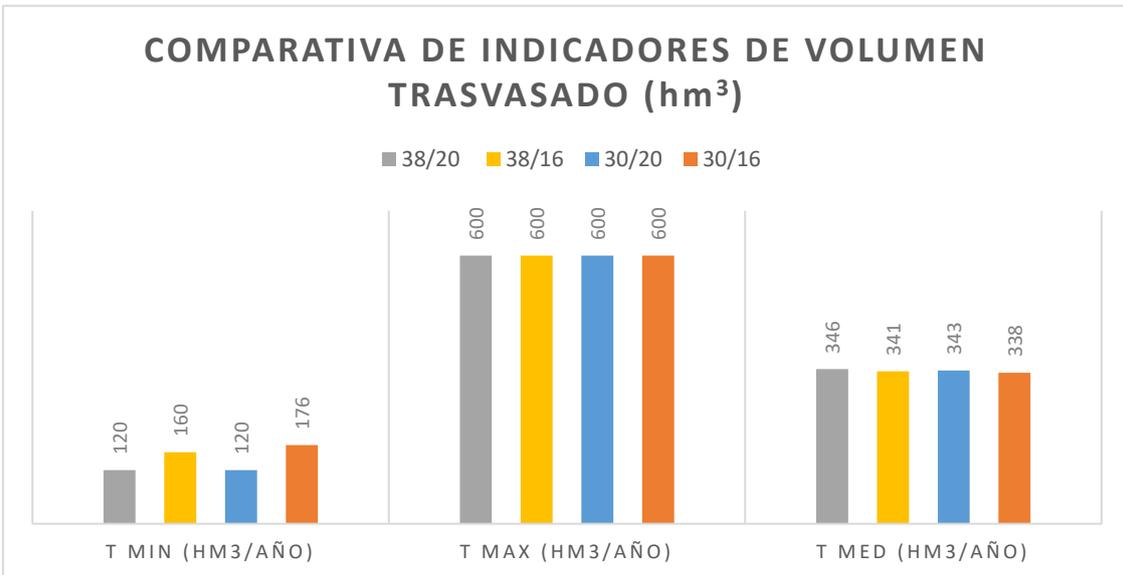


Gráfico 74.- Comparativa de indicadores de volumen trasvasado. Elaboración propia

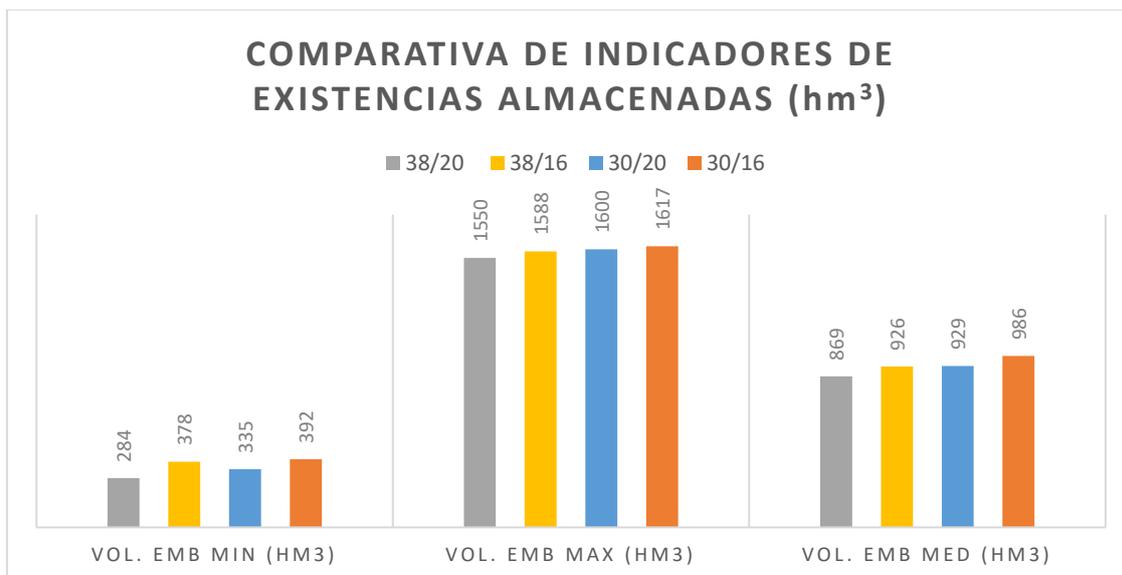


Gráfico 75.- Comparativa de indicadores de existencias almacenadas en los embalses de Entrepeñas y Buendía. Elaboración propia

En definitiva, los umbrales de los niveles de explotación del TTS, así como los volúmenes trasvasables en cada uno de estos niveles, provocan el incumplimiento del objetivo único de la Ley 21/2015, que habilita la modificación de las reglas de explotación del TTS. Con la regla de explotación del RD 773/2014 se sobreexplotan los embalses de la cabecera del Tajo, a la vez que se amplifica la escasez en la cuenca del Segura.

Aunque su corrección mejora sustancialmente las condiciones de la cabecera del Tajo y la estabilidad en los suministros del trasvase de la cuenca del Segura, restaurar la curva de reserva de las condiciones hidrológicas excepcionales, según los criterios legales, exige corregir los umbrales y volúmenes trasvasados en el resto de niveles.

Mantener las reglas del RD 773/2014 solo puede explicarse por un motivo: elevar el trasvase medio anual, criterio que no está incluido en el objetivo legal. Los datos demuestran que, pese a no encontrarse recogido en la ley, el trasvase medio anual se ha ponderado más que el resto de indicadores.

3.5 Modelo de gestión del TTS

Tras el análisis de los distintos errores técnicos detectados en la parametrización de la regla de explotación del TTS, el recorrido realizado a lo largo de este documento nos conduce a evaluar cuál ha sido el criterio para diseñar las citadas reglas. La regla de explotación del TTS ha sido confeccionada desde una óptica que no tiene por qué coincidir con la idónea desde el punto de vista de la sostenibilidad para ambas cuencas. Se ha incumplido el objetivo legal previsto. Es oportuno discernir en este trabajo cuál ha sido el criterio seleccionado y debatir sobre su consistencia frente a los retos que se nos presentan en el futuro.

Hemos puesto de relieve la incompatibilidad de la regla de explotación con el cumplimiento de la DMA y el TRLA. Hemos comprobado como la regla no se ha actualizado pese a los nuevos datos hidrológicos que obligarían a ello. Se ha revelado un error técnico inadmisiblemente en el cálculo de la curva de condiciones hidrológicas excepcionales que debería, por sí solo, implicar la modificación del RD 773/2014. Y se ha probado la sobreexplotación a la que se somete a los embalses de cabecera del Tajo, originada por las propias reglas de explotación del TTS. Pero todo lo anterior se ha producido sin implantar un régimen de caudales ecológicos en las masas de agua del cauce principal del río Tajo. Y no se ha implantado porque hacerlo es frontalmente opuesto con mantener un trasvase medio anual cercano a los 328 hm³/año como sí ha podido realizarse en el periodo histórico de funcionamiento del TTS (1980-2018).

Si todo lo anterior no fuera suficiente, en la cuenca del Segura no se ha logrado estabilizar los suministros en un solo año de sequía, lo que ha supuesto la adopción de medidas excepcionales para contrarrestar los problemas provocados por la escasez de recursos hídricos. Asimismo, en esta misma cuenca, con todos los datos hidrológicos en contra, se mantienen las aspiraciones de obtener 600 hm³ anuales procedentes del TTS, gestionando sobre un valor máximo, y no con la realidad hídrica de la cabecera del Tajo. Con esta regla de explotación del TTS se está gestionando la abundancia de la cabecera del Tajo. En ningún caso se está estabilizando los suministros en la cuenca del Segura, lo que podría contribuir a paliar las situaciones de sequía.

La existencia de las sequías en la cuenca del Segura (como en cualquier otra cuenca) es una evidencia que nadie se atrevería a negar. No obstante, el TTS puede estabilizar los suministros tal como recoge la ley. Si esta infraestructura se utiliza, valga la contradicción, para gestionar los cada vez más escasos años de abundancia es un error técnico que perjudica a la cuenca cedente, a la cuenca receptora y al Estado.

A la cuenca cedente porque se la somete a la sobreexplotación de sus embalses desde demandas completamente ajenas a la propia cuenca, las cuales impiden satisfacer sus propios usos y necesidades, principalmente los requisitos medioambientales. Cuando no se implanta un régimen de caudales ecológicos como consecuencia del TTS se está limitando la prioridad de la cuenca cedente. Entonces, entre la cuenca del Segura y la cuenca del Tajo existe una relación desigual, arraigándose un conflicto difícil de gestionar, y, además, evitable.

En la cuenca receptora porque la gestión de la abundancia genera una demanda creciente prácticamente infinita. Como resulta imposible atender estas pretensiones de consumo de agua por la propia naturaleza hídrica del territorio, se produce una frustración que termina por redireccionar el conflicto en la dirección opuesta. Desde la cuenca del Segura durante los años secos se culpa a la cuenca cedente (sus usuarios y ciudadanos) de una carencia de agua que simplemente es producto de la hidrología y de una mala gestión en la propia cuenca del Segura, que se ve agravada por una mala gestión del TTS.

Al estado porque la diferencia entre las demandas y la oferta se denomina escasez. Sean o no sean realizables estas demandas lo cierto es que, a causa de una mala gestión, están contabilizadas. La escasez resultante de la mala gestión en la cuenca del Segura, y la confusión entre los conceptos de sequía (natural, recurrente) y escasez (socioeconómicamente provocada), ha supuesto la reiterada aprobación de decretos de sequía que no solucionan el problema, sino que generan una carga importante al erario y alteran, entre otras cosas, el régimen económico.

La escasez infligida supone un riesgo para los usuarios que éstos deben afrontar. Al final, es el estado mediante los decretos de sequía el que asume parte del riesgo, a través de cuantiosas inversiones (CHS, Borrador del Plan Especial de Sequía, 2017). Amparados en los decretos de sequía se facilitan subvenciones, se decretan exenciones de tarifa o se realizan obras de emergencia. Todas estas medidas extraordinarias suponen un coste imprevisto para la Administración; un coste que también es evitable si el modelo de gestión se ajustara a los recursos realmente disponibles. El acceso a los recursos económicos del Estado en unos territorios frente a otros abre la existencia de un conflicto territorial, en este caso, reiteramos, evitable.

La estructura de la regla de explotación del TTS diseñada en el RD 773/2014 mantiene los defectos del pasado. El TTS no facilita la gestión de la sequía, al no estabilizar los suministros, y contribuye a agravar la escasez. Por tanto, la aplicación de la regla del RD 773/2014 llevará a seguir aprobando e implantando medidas extraordinarias en situaciones declaradas de sequía, con un elevado coste para el erario público y la perpetuación de la situación de escasez en la cuenca del Segura.

3.5.1 *Gestión de la abundancia en la cuenca del Segura*

Con palabras no se demuestran afirmaciones como que los conflictos son evitables entre usos, usuarios y necesidades de la cuenca del Tajo y la cuenca del Segura; son necesarios hechos. Por eso, en los siguientes epígrafes se introduce uno de tantos modelos capaces de reconducir la gestión actual, que se ha calificado como errónea por las consecuencias que ha producido desde la puesta en marcha del TTS. Las condiciones históricas provocadas por la gestión del TTS en la cuenca del Segura (Gráfico 43), se pueden resumir en un incremento de recursos medios anuales de 329 hm³/año. Periodos húmedos más abundantes, con un incremento máximo de 537 hm³/año. Y periodos secos donde se manifiesta la escasez provocada por una mala gestión, en los cuales prácticamente un 19% de los años se gestionan recursos totales (entre aportaciones propias más los recursos del TTS) por debajo de 400 hm³/año.

La regla del RD 773/2014 no repara ninguno de los errores comentados (Gráfico 70) y comete otros (Capítulo 3) por lo que también se considera necesaria su reestructuración. Al evaluar el balance hídrico de la regla de explotación del RD 773/2014, se elevarían los recursos medios anuales por valor de 353 hm³/año. Los recursos en periodos húmedos llegarían a elevarse 592 hm³/año, pero los periodos de escasez con recursos propios más

recursos del TTS inferiores a 400 hm³/año continuarían produciéndose en el 20% de los años.

Con estos resultados, tanto en el periodo histórico, como con la aplicación del RD 773/2014, se entiende a la perfección cuál es el objetivo de la regla de explotación del TTS: gestionar la abundancia de la cuenca del Segura. Si representamos los indicadores más relevantes respecto al TTS que reflejan la realidad del territorio de la cuenca del Segura comparando estas dos hipótesis (valores históricos y RD 773/2014) obtenemos los valores mostrados en la Tabla 40:

Tabla 40.- Indicadores de la cuenca del Segura con la regla de explotación del RD 773/2014.
Elaboración propia

	Indicadores de valores históricos (1980 – 2018)				Indicadores de valores calculados con la regla de explotación del RD 773/2014			
	Ap. Propias	TTS	Total	Año Hidr.	Ap. Propias	TTS	Total	Año Hidr.
Mínimas (hm³/año)	135	184	319	1994 - 1995	127	79	206	2007 - 2008
Máximas (hm³/año)	825	377	1.202	2012 - 2013	825	265	1.009	2012 - 2013
Medias (hm³/año)	323	329	652	1980 - 2018	323	353	676	1980 - 2018
Nº años < 400			7	18,92%			7	18,92%

Cuando discretizamos los resultados anteriores entre los periodos húmedos y los periodos secos, contabilizando de forma agrupada las aportaciones propias de la cuenca con los recursos del TTS, obtenemos los siguientes valores:

Tabla 41.- Recursos gestionados en la cuenca del Segura (aportaciones + TTS) en los diferentes periodos húmedos y secos. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).

PERIODO		Aportaciones + TTS		Aportaciones + TTS		Aportaciones + TTS	
		Medias (hm ³ /año)		Año mínimo (hm ³ /año)		Año máximo (hm ³ /año)	
		Histórico	RD 773/2014	Histórico	RD 773/2014	Histórico	RD 773/2014
Seco	1980-83	527	749	390	640	682	811
Húmedo	1983-91	680	819	515	677	776	971
Seco	1991-95	407	365	319	214	535	546
Húmedo	1995-98	839	927	756	721	890	1047
Intermedio	1998-04	803	719	746	557	894	866
Seco	2004-08	431	353	365	206	586	551
Húmedo	2008-14	854	843	606	521	1202	1090
Seco	2014-18	487	469	354	373	600	580

Tras descontar la primera sequía, donde todavía no se había estabilizado la regla de explotación del TTS, los recursos gestionados en la cuenca del Segura durante los periodos secos no superan los 487 hm³/año de media en la serie histórica, ni los 469 hm³/año de media en la serie artificial aplicando la regla de explotación del RD 773/2014. En la serie artificial se registran periodos por debajo de los 400 hm³/año de media, algo que ni siquiera ocurre con la regla histórica.

En la Tabla 41 se demuestra que la regla de explotación del TTS (tanto la histórica como la del RD 773/2014) está diseñada para gestionar la abundancia. La regla fijada en el RD 773/2014 no es capaz de corregir satisfactoriamente los parámetros de ninguna de las variables analizadas. Durante los ciclos secos se entra en un periodo de escasez persistente en la cuenca del Segura. Prácticamente el 19 % de los años, uno de cada 5, se gestionarían recursos inferiores a 400 hm³/año, ocurriría cada vez que nos adentrásemos en un ciclo seco, incumpliendo el objetivo legal de estabilizar los suministros. La afirmación que ahora debemos demostrar es si esta situación es evitable con otras reglas de explotación del TTS.

3.5.2 *Modelo teórico alternativo*

Pero, ¿qué suministros queremos estabilizar? Hay dos posibilidades claramente definidas para lograr este objetivo, siempre respetando los usos prioritarios de la cuenca del Tajo. Por un lado, la regla de explotación diseñada podría estabilizar los envíos del TTS. Esto significa encontrar la combinación de umbrales y volúmenes trasvasables que mantengan constante en todo el periodo el trasvase anual a la cuenca del Segura. ¿Contribuiría este formato a solucionar los problemas producidos tras los periodos de sequía en la cuenca del Segura? Los usuarios del TTS verían cubierto un volumen anual de manera estable definido por las necesidades del sistema prioritario. Sin embargo, aquellos usuarios de la propia cuenca que no posean derechos sobre el TTS sufrirían todas las consecuencias. Pero existe una alternativa a esta posibilidad más racional para el conjunto de usuarios de la cuenca del Segura. Es posible estabilizar, en la medida de lo posible, los recursos totales (propios más externos) de la cuenca del Segura respetando a su vez los condicionantes de la cuenca cedente. Con este modelo se facilitaría la gestión en la cuenca del Segura, puesto que se dispondría de un volumen anual prácticamente constante, distribuyendo recursos exclusivamente para este volumen total, el cual definiría a la perfección la situación hidrológica actual. Este cambio de concepción del TTS requiere no solo un cambio en las reglas de explotación del TTS, sino un cambio en la gestión de los recursos, un cambio en el modelo de asignaciones de la cuenca del Segura.

Como mera demostración teórica de que otra gestión del TTS hubiese sido y es posible, se parametriza un modelo alternativo basado en los criterios del RD 773/2014. Es decir, con un desembalse estable al Tajo de 365 hm³/año, un umbral de reservas de recursos no trasvasables de 400 hm³/año, y las condiciones hidrológicas excepcionales del RD 773/2014. Este ejercicio teórico no debe confundirse con una propuesta de reglas de explotación, debido a los numerosos errores técnicos que han sido descritos en el capítulo 3 que comete el RD 773/2014 en cuanto a la elección del desembalse de referencia, el umbral mínimo no trasvasable o la determinación de las condiciones hidrológicas excepcionales. La finalidad de este ejercicio teórico es demostrar que es posible una gestión alternativa del TTS, ciéndonos al estudio de los recursos superficiales disponibles en la cabecera del Segura. En esta demostración no se aborda el estudio de las demandas de la cuenca del Segura, ni sus distintos niveles de garantía, o la prioridad

de los distintos usos, algo que deberá acometer la CHS. Simplemente, se pone de relieve cuáles hubieran sido las posibilidades de gestión con un modelo alternativo a la regla de explotación actual del RD 773/2014. Con la simple intención de comparar ambos modelos, se utilizan las mismas condiciones de contorno (desembalse en el Tajo, umbral de excedentes, curva de condiciones hidrológicas excepcionales) que recoge el Anexo Técnico del RD 773/2014. El trabajo teórico desarrollado tiene como objetivo sentar las bases para una posible gestión alternativa del TTS. Se trata de demostrar que la infraestructura del TTS se ha gestionado de un modo incoherente e inapropiado para los objetivos que pretendía.

Tras 38 años de funcionamiento, el TTS no ha solucionado ninguno de sus propósitos, en parte, como consecuencia de la gestión realizada. La escasez sigue siendo un factor determinante que incluso se ha agravado en la cuenca del Segura a causa de la gestión. Los embalses de la cabecera del Tajo están sobreexplotados y tampoco se satisfacen las necesidades medioambientales del río. No se han resuelto los conflictos territoriales existentes. Con asiduidad los distintos usuarios acuden a los tribunales en busca de justicia, con los costes y esfuerzos que ello supone. Con estas premisas se puede hablar del fracaso en el modelo de gestión del TTS.

Unas conclusiones tan firmes requieren soluciones diametralmente opuestas a las empleadas hasta el momento. El marco conceptual sobre el que se fundamenta el diseño de la regla de explotación alternativa se puede resumir en las siguientes premisas básicas:

- 1) Garantizar los usos prioritarios de la cuenca del Tajo.
- 2) Minimizar la presencia de las condiciones hidrológicas excepcionales.
- 3) Mantener suministros estables en la cuenca del Segura.

Para mantener la estructura formal de la Ley 21/2015, en este modelo teórico se diseñan cuatro niveles de explotación, modificando exclusivamente los parámetros de la regla de explotación que permite dicha ley mediante real decreto del Gobierno. Sin embargo, en el modelo propuesto, los niveles de explotación del TTS no se determinan en función de las existencias embalsadas conjuntas a primeros de cada mes en la cabecera del Tajo, sino que se hace en función de las aportaciones mensuales recibidas en la cuenca del Segura.

Esta primera novedad debe resolver dos cuestiones. Primero, cuáles son los umbrales que definen cada nivel. Segundo, qué volumen se trasvasa en cada uno de ellos.

En función de los excedentes medios de la cuenca del Tajo, es decir, del resultado de restar a las aportaciones medias el desembalse al Tajo, así como las evaporaciones medias, se busca un volumen de trasvase que consiga estabilizar al máximo los recursos anuales gestionados en la cuenca del Segura. Por tanto, el objetivo es alcanzar un volumen anual de recursos gestionados en la cuenca del Segura constante a lo largo del tiempo, decidiendo los trasvases en función de los ciclos de aportaciones de la cuenca del Segura Gráfico 76.

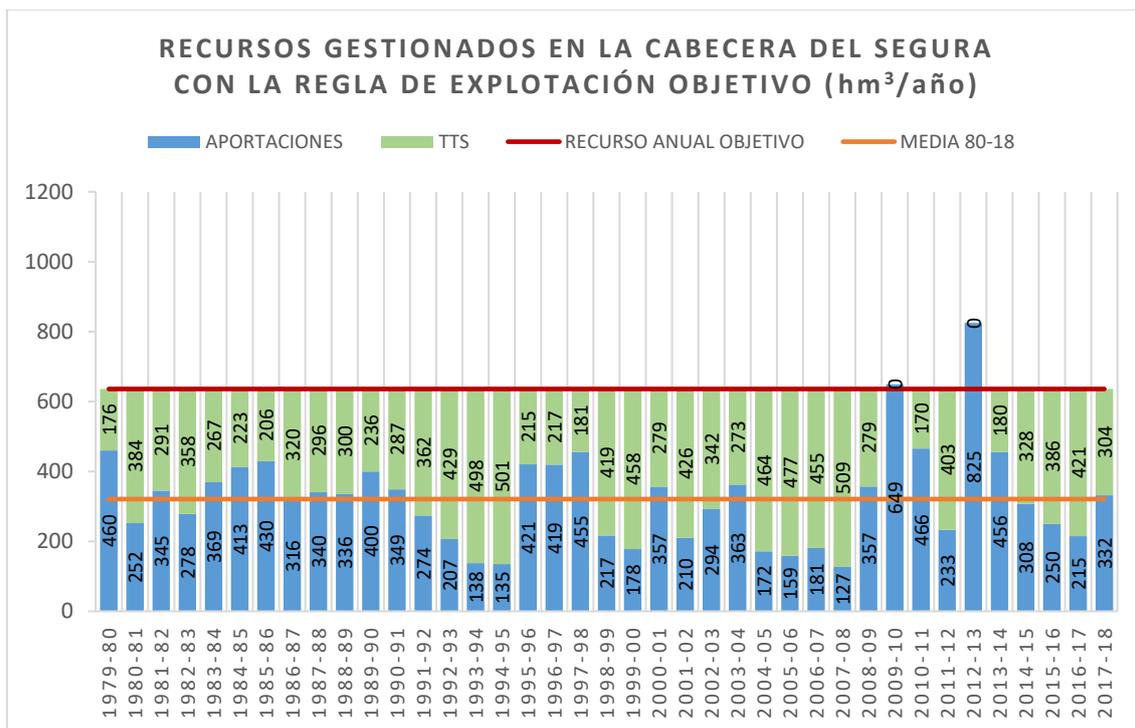


Gráfico 76.- Recursos regulados en la cuenca del Segura con las reglas de explotación alternativas teóricas. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).

El trasvase anual atendería preferentemente los periodos secos de la cuenca del Segura, teniendo en cuenta la capacidad de la cabecera del Tajo. Esto implica utilizar la regulación hiperanual de los embalses de Entrepeñas y Buendía. El siguiente paso consiste en evaluar si los embalses de cabecera del Tajo soportan este tipo de gestión. ¿Cuánto es posible trasvasar en estas condiciones, cumpliendo con las garantías exigidas de la cuenca cedente?

3.5.3 Regla de explotación hiperanual²¹ con los parámetros del RD 773/2014

Para concretar el desarrollo teórico anterior debemos hallar cuál es el volumen anual objetivo que desde los embalses de cabecera del Tajo sería plausible garantizar. Si las aportaciones anuales medias en la cuenca del Segura para la serie 1980-2018 son 323 hm³/año, con las condiciones de contorno del RD 773/2014 impuestas al Tajo, por los análisis previos realizados, sabemos que el trasvase medio anual podrá elevar esa cifra en el rango de 300 o 340 hm³/año, dependiendo de cuál sea la evaporación media anual.

²¹ En el presente trabajo no se detalla el proceso de parametrización de los valores obtenidos como óptimos. Este estudio, se pretende desarrollar en un documento posterior. Por el momento, se exponen los resultados óptimos, así como la metodología de funcionamiento de la regla de explotación hiperanual del TTS tras diversas pruebas, ensayos y análisis.

Las aportaciones medias mensuales propias de la cuenca del Segura en la serie 1980-2018 se distribuyen del siguiente modo (Gráfico 77):

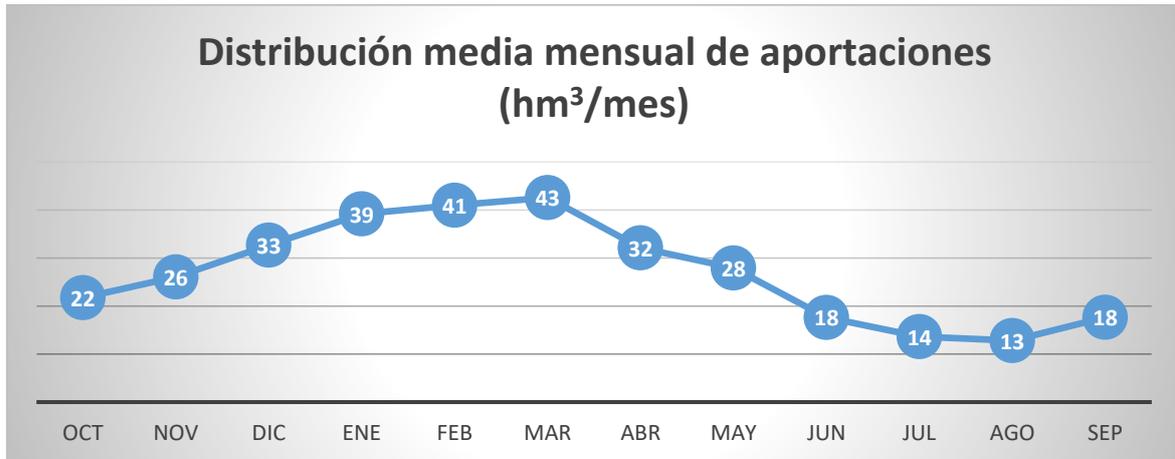


Gráfico 77.- Distribución mensual de aportaciones propias medias en la cuenca del Segura. Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).

Si a la distribución media mensual de aportaciones propias le incorporamos los posibles volúmenes mensuales procedentes del TTS, podremos conocer cuál es la distribución mensual teórica de recursos que estabiliza los suministros en la cuenca del Segura. Es decir, se pretende que con los recursos procedentes del TTS se alcance la distribución mensual objetivo de aportaciones. En este caso, se ha fijado el valor óptimo al elevar 26,25 hm³/mes (315 hm³/año) los recursos propios medios de la cuenca del Segura. Por tanto, la distribución mensual teórica de recursos superficiales gestionados en la cuenca del Segura sería la siguiente (Gráfico 78):

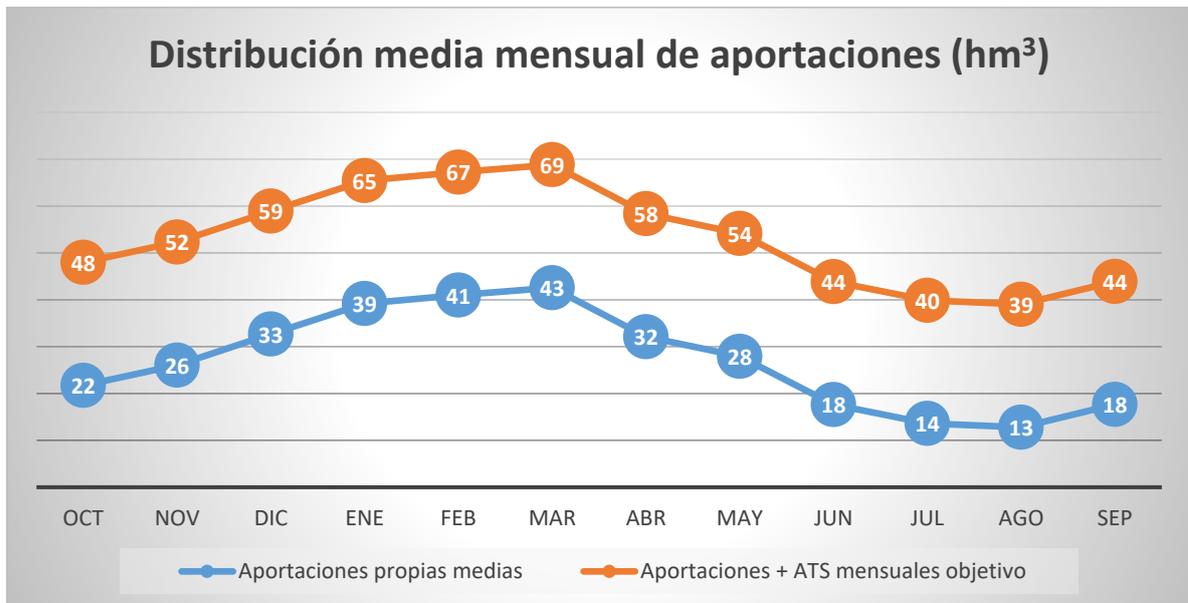


Gráfico 78.- Comparación entre la distribución mensual de recursos propios de la cuenca del Segura y la distribución mensual objetivo. Elaboración propia

Lógicamente, se desplaza la curva de aportaciones propias una cantidad constante similar al trasvase mensual seleccionado. Por consiguiente, el volumen anual objetivo de recursos gestionados en la cuenca del Segura (aportaciones propias más TTS) es de 641 hm³/año, con la distribución mensual reflejada en el Gráfico 78.

La regulación anual de la cuenca del Segura se encargará de administrar los recursos según las condiciones que exijan sus usos, así como las necesidades medioambientales propias.

3.5.3.1 Umbrales de la regla de explotación del TTS

Una vez obtenida la distribución mensual objetivo, se determinan los umbrales de los distintos niveles de explotación del TTS. Se valoró el empleo de distintas variables como definitorias de los umbrales de explotación: aportaciones propias interanuales, trimestrales o mensuales; concluyendo que la variable que mejor se adapta a los objetivos propuestos es la aportación propia mensual, concretamente, los percentiles mensuales de las aportaciones naturales del mes anterior en el que se decide el trasvase.

Es decir, la regla funciona de manera que, a primeros de cada mes, se revisa el volumen de aportaciones naturales del mes anterior. A ese volumen de aportaciones le corresponderá un determinado nivel en la regla de explotación del TTS. Y, a este nivel, se le asignará un volumen trasvasable mensual. El umbral que determina qué nivel le corresponde a cada volumen de aportaciones se ha determinado teniendo en cuenta los percentiles de aportaciones naturales mensuales. Los valores óptimos de los umbrales son los mostrados en el Gráfico 79.

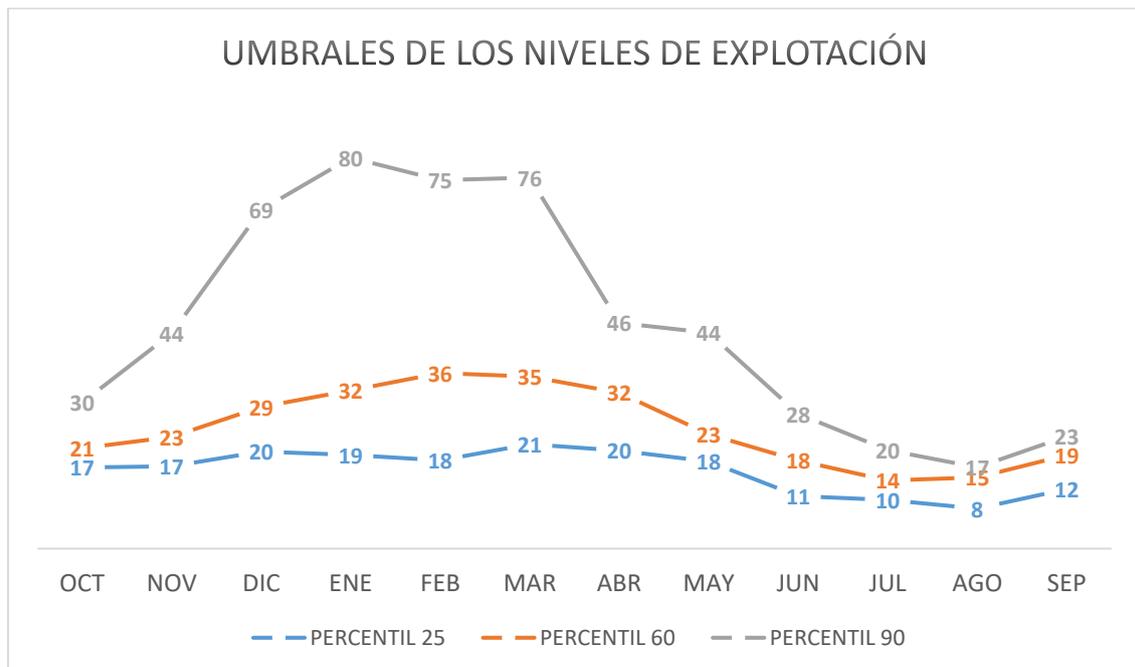


Gráfico 79.- Umbrales seleccionados de los niveles de explotación del TTS en función de los percentiles de aportaciones propias. Elaboración propia

Para aportaciones mensuales inferiores a la curva del percentil 25 se le asigna el Nivel 1 de la regla de explotación del TTS. Aportaciones inferiores a la curva del percentil 60, pero superiores al percentil 25, equivalen al Nivel 2. Aportaciones entre el percentil 90 y el percentil 60 se identificarán como Nivel 3. Y, por último, aportaciones mensuales superiores al percentil 90 se considerarán Nivel 4 de las reglas de explotación del TTS. Es decir, el nivel de la regla de explotación del TSS es variable cada mes. La variación mensual es similar a la variación de la curva de los percentiles de aportaciones propias de cabecera del Segura.

Esto añade un factor de complejidad a la regla porque que hay que revisar cada mes cuál es el volumen mensual de aportaciones para asignar un nivel. Pero esta tarea es análoga a la que se realiza actualmente para comprobar si nos encontramos en la curva de condiciones hidrológicas excepcionales, por lo que se considera viable operativamente.

3.5.3.2 Volumen trasvasable en cada nivel de explotación del TTS.

Con este diseño, para que la regla de explotación del TTS sea eficaz, el trasvase en cada nivel debe ser inversamente proporcional al percentil de aportaciones: cuanto menor sea el percentil de aportaciones, mayor será el trasvase, y viceversa. Los ensayos realizados optimizan la selección del volumen de cada nivel del siguiente modo (Tabla 42):

Tabla 42.- Volumen trasvasable en los niveles de explotación del TTS con la regla de explotación hiperanual según los criterios del RD 773/2014. Elaboración propia

Nivel de explotación	Volumen trasvasado mensual (hm³)
Nivel 1	45
Nivel 2	33
Nivel 3	14
Nivel 4	0

Pero este trabajo estaría incompleto si no incorporamos medidas adicionales que tengan en cuenta las condiciones de los embalses de cabecera del Tajo. En este caso, hay que añadir dos condiciones previas:

- 1) Debe existir un volumen embalsado conjunto en los embalses de Entrepeñas y Buendía superior al umbral mínimo no trasvasable. Para este ejercicio teórico se utiliza el umbral definido en el RD 773/2014 (400 hm³).
- 2) Para evitar vertidos extraordinarios, cuando los embalses se encuentren próximos a la curva de resguardo por avenidas, se incrementará el volumen trasvasable. Concretamente, cuando el volumen de reserva, a primeros de cada mes, supere los valores de la Tabla 43, el trasvase aprobado se fijará en 68 hm³/mes, el máximo de la capacidad del TTS, sin superar en ningún caso el límite legal anual de 600 hm³/año.

Tabla 43.- Volumen de existencias conjuntas indicadoras de incrementar el volumen trasvasable mensual hasta 68 hm³/mes (hm³). Elaboración propia

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
2344	2344	2344	2256	2206	2206	2256	2344	2344	2344	2344	2344

Por lo tanto, la regla de explotación que determina el volumen trasvasable en función de las aportaciones de la cuenca del Segura funcionará en el rango de reserva de los embalses de Entrepeñas y Buendía definido entre 400 hm³ y los volúmenes de reserva de la curva de la Tabla 43. Por encima de los valores de reserva de la Tabla 43, el volumen trasvasable será 68 hm³/mes, por debajo de la reserva de 400 hm³ no se podrá realizar ningún trasvase, ambos valores independientes de las aportaciones registradas en la cabecera del Segura.

3.5.3.3 La regla de explotación. Funcionamiento práctico

Con las premisas anteriores, la regla de explotación hiperanual del TTS, basada en los criterios del RD 773/2014 se puede resumir del siguiente modo (Tabla 44):

Tabla 44.- Regla de explotación hiperanual del TTS, basada en los criterios del RD 773/2014. Elaboración propia.

CONDICIÓN 1	CONDICIÓN 2	Aportaciones propias		NIVEL TTS	Vol. Trasvasado (hm ³ /mes)
		< Percentil	> Percentil		
Vol. Embalsado > 400 hm³	Vol. Embalsado > Curv. Resguardo	0 - 100		Nivel 1,2,3 o 4	68
	Vol. Embalsado < Curv. Resguardo	25	0	Nivel 1	45
		60	25	Nivel 2	33
		60	90	Nivel 3	14
		100	90	Nivel 4	0
Vol. Embalsado < 400 hm³	0 - 100		Nivel 1,2,3 o 4	0	

Como vemos en la Tabla 44, las dos condiciones previas son independientes del volumen de aportaciones de la cuenca del Segura, imponen un máximo (evitar vertidos) y un mínimo (garantizar los usos del Tajo) a la explotación de los embalses de cabecera del Tajo por el TTS. Entre el máximo y el mínimo el nivel de la explotación depende exclusivamente del volumen de aportaciones de la cuenca del Segura.

Un ejemplo práctico de esta metodología sería el siguiente:

Si en el mes de mayo suponemos unas existencias conjuntas en los embalses de Entrepeñas y Buendía superiores a 400 hm³ e inferiores a los valores de la Tabla 43 (rango de funcionamiento dependiente de las aportaciones de la cabecera del Segura), debemos identificar el nivel de explotación de la regla. Para ello, tenemos que fijarnos en la curva que define cada uno de los umbrales (Tabla 45):

Tabla 45.- Curva de los umbrales de la regla de explotación hiperanual del TTS, según los criterios del RD 773/2014. Elaboración propia.

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Umbral Nivel 3	30	44	69	80	75	76	46	44	28	20	17	23
Umbral Nivel 2	21	23	29	32	36	35	32	23	18	14	15	19
Umbral Nivel 1	15	16	18	18	16	21	18	16	10	8	8	11

1. Como debemos decidir el trasvase en el mes de mayo, las aportaciones registradas que nos interesan son las del mes anterior: abril. Por tanto, debemos fijarnos en las tres columnas de la Tabla 45 correspondientes al mes de abril.
2. Si las aportaciones registradas en abril fueron superiores a 46 hm³/mes. En ese caso no sería necesario aprobar trasvase para el mes de mayo (Nivel 4).
3. Cuando las aportaciones registradas en el mes de abril se encuentran entre 46 y 32 hm³/mes. El trasvase aprobado para el mes de mayo se correspondería con 14 hm³/mes, equivalente al Nivel 3.
4. Con aportaciones registradas en el mes de abril inferiores a 32 hm³/mes y superiores a 18 hm³/mes, el trasvase del mes de mayo sería de 33 hm³/mes (Nivel 2).
5. En el supuesto de que las aportaciones registradas en abril hubieran sido inferiores a 18 hm³/mes, el trasvase correspondiente al mes de mayo sería del máximo impuesto de 45 hm³/mes.

Este sería el proceso de decisión de trasvase mensual con la regla de explotación hiperanual del TTS. Pero ¿qué resultados se obtienen con esta regla de explotación?

3.5.3.4 Comprobación de la regla de explotación hiperanual del TTS en los embalses de cabecera del río Tajo.

Para analizar el comportamiento de la regla de explotación hiperanual, ejecutamos el balance hídrico en los embalses de cabecera del Tajo, considerando las condiciones de contorno del RD 773/2014 y aplicando la metodología de la nueva regla de explotación del TTS en la serie 1980-2018. Los resultados son los mostrados a continuación (Gráfico 80):

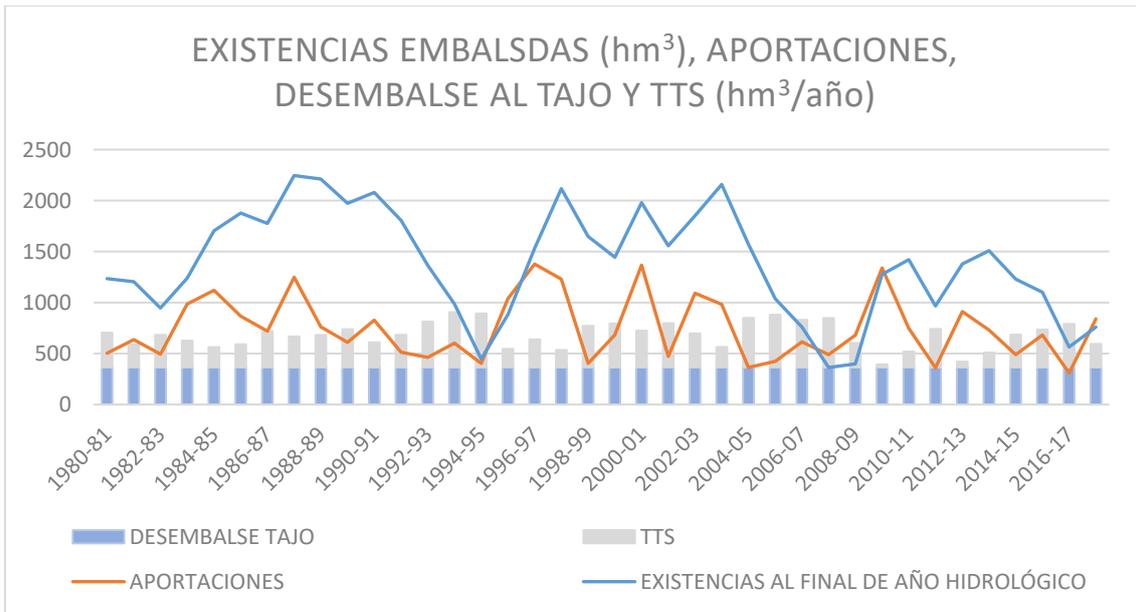


Gráfico 80.- Datos hidrológicos básicos de la regla de explotación alternativa en la cabecera del Tajo. Elaboración propia

En el Gráfico 80 se aprecia el comportamiento hiperanual de los embalses de cabecera del Tajo. El volumen de existencias oscila entre el máximo de su capacidad y 360 hm³ en septiembre de 2009. Los embalses almacenan recursos durante los años húmedos para satisfacer las demandas durante los ciclos secos continuados y simultáneos en la cuenca del Tajo y en la cuenca del Segura.

Se observa cómo durante los años húmedos, donde descienden las necesidades de la cuenca del Segura, existe un superávit que supone el incremento del volumen de reserva. En cambio, durante los ciclos secos, los desembalses (Tajo + TTS) son mayores que las aportaciones, descendiendo rápidamente el volumen embalsado (Gráfico 81).



Gráfico 81.- Existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía al inicio del año hidrológico con la regla de explotación alternativa. Elaboración propia

Si representamos mes a mes el periodo más desfavorable en el comportamiento de los embalses de cabecera del Tajo: los años hidrológicos 2004–2005 hasta 2009–2010, obtenemos el siguiente gráfico (Gráfico 82):

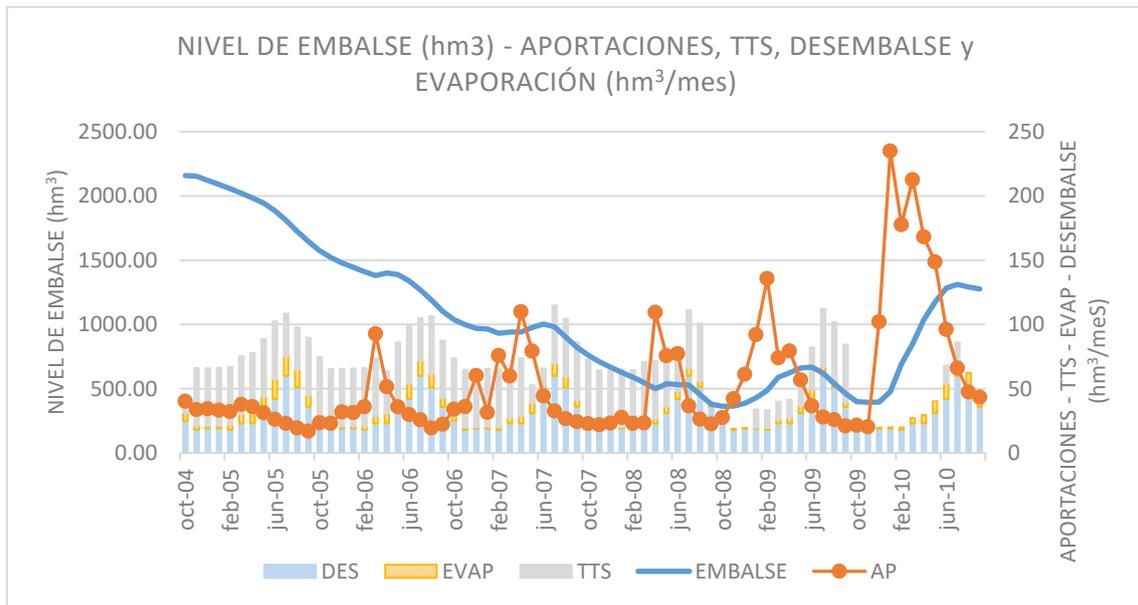


Gráfico 82.- Funcionamiento de la regla de explotación alternativa a escala mensual durante un ciclo seco. Elaboración propia

En el Gráfico 82 se muestra el recorrido de los embalses durante un ciclo seco, cuando las salidas (desembalse al tajo + TTS + evaporación) son muy superiores a las entradas (aportaciones). El volumen de existencias disminuye paulatinamente, en este caso, incluso por debajo del umbral de 400 hm³ al final de la sequía. En cuanto reaparece el periodo húmedo, los embalses vuelven a recuperar existencias embalsadas con rapidez. En este ciclo seco de cuatro años se hubieran trasvasado a la cuenca del Segura 1.950 hm³, 487,5 hm³/año de media anual, valor muy superior a cualquiera de los registrados históricamente en un periodo de sequía.

Con esta metodología se consigue un trasvase medio anual de 312 hm³/año. El máximo en el año hidrológico 1993-1994 (540 hm³/año) en plena sequía del primer lustro de los 90. El mínimo trasvase anual se registra en el año 2009-2010, es tan solo de 28 hm³/año, como consecuencia de las elevadas aportaciones propias en la cabecera del Segura (Gráfico 83).

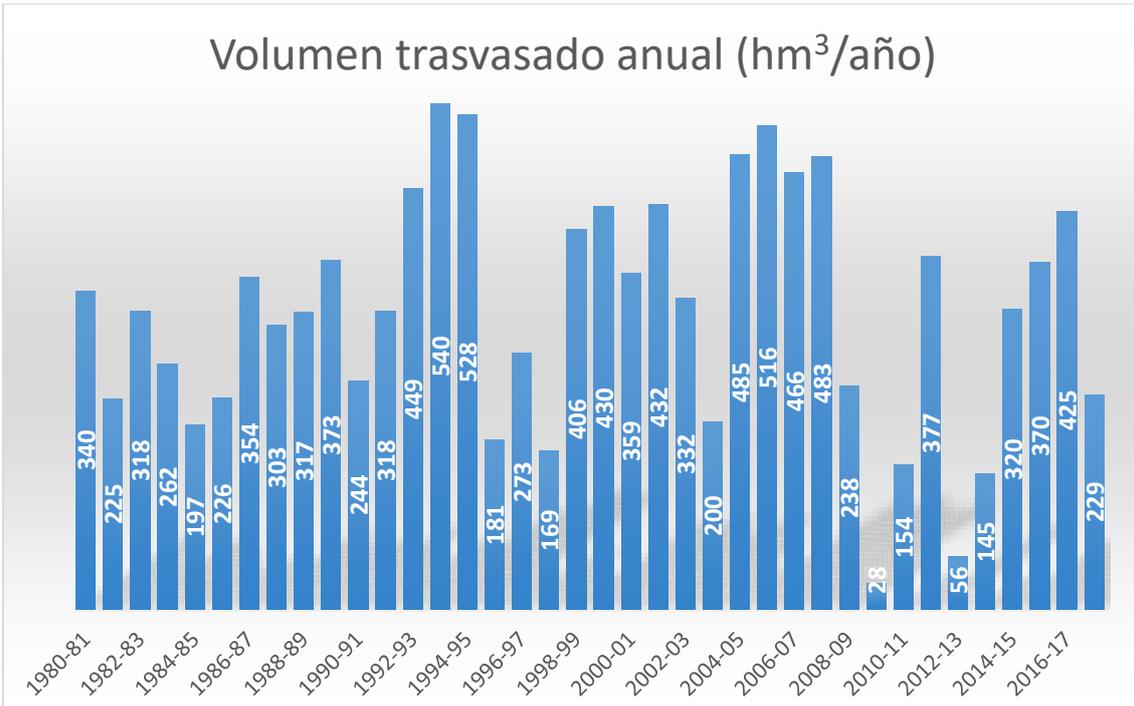


Gráfico 83.- Volumen trasvasado anual con las reglas de explotación alternativas. Elaboración propia.

El último indicador referido a la cuenca del Tajo es la frecuencia en los distintos estados (emergencia, alerta, prealerta y normalidad) de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Es decir, contabilizando los meses que se almacenan más de 1.300 hm³ (Normalidad); entre 1.300 y la curva de condiciones hidrológicas excepcionales (Prealerta); entre dicha curva y el umbral de 400 hm³ (Alerta); y por debajo del umbral de 400 hm³ (Emergencia). Es imprescindible garantizar que se minimizan las condiciones hidrológicas excepcionales con este modelo a fin de cumplir uno de los requisitos del objetivo legal de la Ley 21/2015. Los resultados son los siguientes (Gráfico 84):

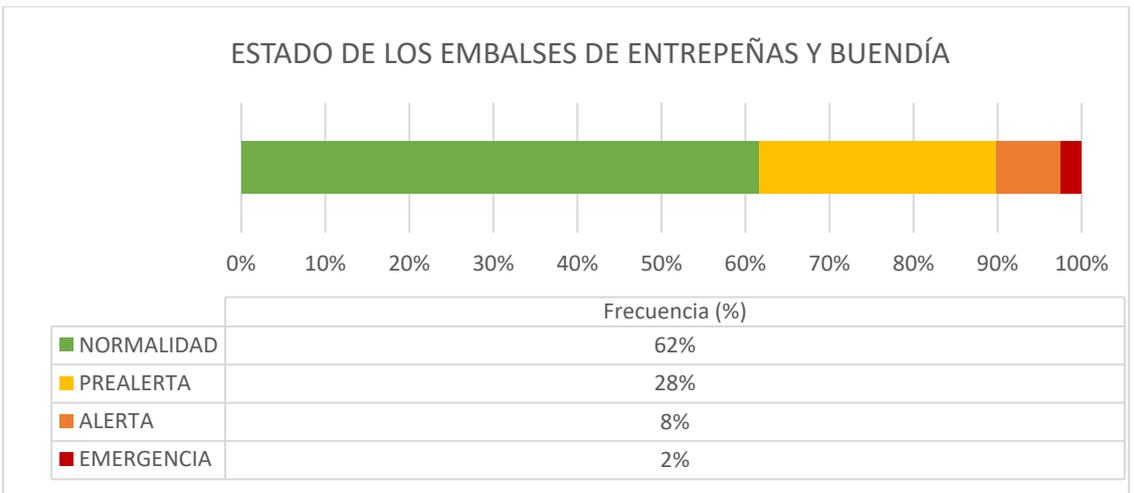


Gráfico 84.- Frecuencia de los niveles de explotación de los embalses de cabecera del Tajo. Elaboración propia.

Tan solo el 10 % de los meses se identifican situaciones de alerta o emergencia, mientras que el 62 % de los meses se detecta la normalidad en los embalses. Estos resultados son diametralmente opuestos a los obtenidos tras la aplicación hipotética del RD 773/2014 en la serie 1980-2018, donde el 45% de los meses los embalses se encontraban en situación de alerta o emergencia. Con el modelo propuesto, el 90 % se está fuera de las condiciones hidrológicas excepcionales: normalidad (62%) o prealerta (28%).

En resumen, los indicadores relativos a la cuenca del Tajo serían los siguientes (Tabla 46):

Tabla 46.- Comparación de indicadores de la cuenca del Tajo. RD 773/2014 y Regla alternativa. Elaboración propia.

	REGLA 773/2014 60/38/20-0	REGLA ALTERNATIVA
% NIVEL 4	13 – 0 %	2%
% NIVEL 3	32 – 29 %	8%
% NIVEL 2	45- 59 %	28%
% NIVEL 1	11- 12 %	62%
T min (hm³/año)	38 - 126	28
T max (hm³/año)	600	540
T med (hm³/año)	358 - 350	318
% Var	43 - 48%	40%
Vol. Emb min (hm³)	240 - 411	363
Vol. Emb max (hm³)	1.341 – 1.424	2.346
Vol. Emb med (hm³)	698 - 812	1.462

Aunque mejoran sustancialmente todos los indicadores relacionados con los embalses de cabecera del Tajo, es cierto que desciende el volumen trasvasable medio anual entre el 11 y el 9,1% en función del trasvase en Nivel 3 (20 o 0). No obstante, esta reducción contribuye a facilitar la gestión durante los periodos de sequía en la cuenca del Segura y consigue satisfacer el criterio legal referido a los embalses de la cabecera del Tajo: minimizar las condiciones hidrológicas excepcionales. En el subapartado siguiente se detalla el estado de la cuenca del Segura.

3.5.3.5 Comprobación de la regla de explotación hiperanual del TTS en la cabecera del Segura.

Los recursos trasvasados en origen tienen su correspondencia en la cuenca de destino. Para ello, lo primero que hay que hacer es aplicar al resultado del trasvase anual en la cuenca de origen las pérdidas correspondientes al transporte hasta la cuenca de destino (epígrafe 2.4.5). Tras esta operación podremos comprobar cómo funcionaría la regla de explotación del TTS diseñada en la cuenca del Segura durante el periodo considerado (Gráfico 85).

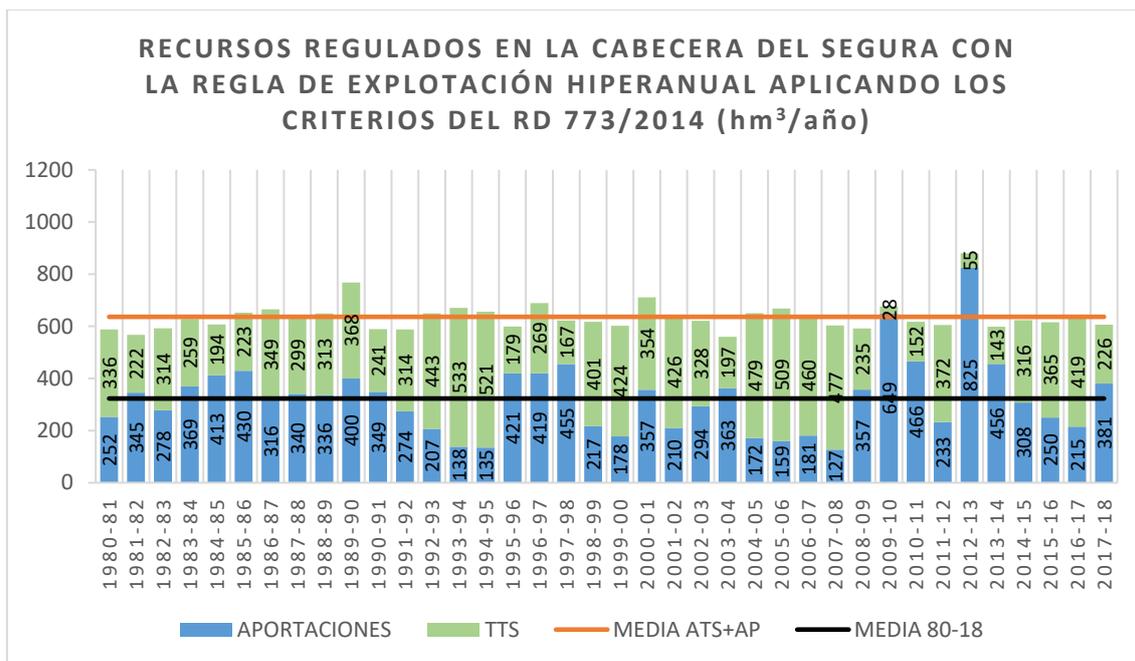


Gráfico 85.- Recursos regulados en la cuenca del Segura con las reglas de explotación alternativas. Elaboración propia.

Los resultados del Gráfico 85 son abrumadores. Esta metodología hubiera transformado por completo la concepción de las sequías en la cuenca del Segura, así como su gestión, al mismo tiempo que se cumple el criterio legal de estabilizar los suministros, no olvidemos, con las condiciones de contorno del RD 773/2014 (con los errores que ello implica). La regla de explotación hiperanual estabiliza al máximo los recursos disponibles en la cuenca del Segura (propios y externos), facilitando la gestión en la CHS, acorde a los recursos realmente disponibles. Anualmente se podrían haber gestionado recursos medios de 636 hm³/año, con un coeficiente de variación del 9 %, variación asimilable por los embalses de cabecera del Segura. El volumen mínimo anual de recursos totales así obtenido ha sido de 560 hm³/año, muy por encima de los 206 hm³/año obtenidos con la aplicación de la regla del 773/2014 o de los 339 hm³/año históricos (Tabla 47).

Tabla 47.- Comparativa de indicadores de recursos regulados en la cuenca del Segura. Elaboración propia

Aportaciones + TTS (hm ³ /año)	Indicadores de valores históricos (1980 – 2018)		Indicadores de valores calculados con la regla de explotación del RD 773/2014		Indicadores de valores calculados con la regla de explotación alternativa	
	Mínimas	319	1994 - 1995	206	2007 - 2008	560
Máximas	1.202	2012 - 2013	1.090	2012 - 2013	880	2012 - 2013
Medias	652	1980 - 2018	676	1980 - 2018	636	1980 - 2018
Nº años < 400	7	18,92%	7	18,92%	0	0%

Los cálculos así realizados devuelven un modelo realista con los recursos disponibles que, en ningún caso, amplifican la escasez basada en pretensiones irrealizables de agua trasvasable. Como era previsible, los resultados también demuestran que sea cuál sea la metodología utilizada es irrealizable pretender un trasvase medio anual cercano a 600

hm³/año, lo que debería, por sí solo, plantear correcciones en la gestión de la cuenca del Segura.

El modelo conceptual de esta regla de explotación del TTS podría resolver numerosos problemas y conflictos que, como anunciábamos anteriormente, atañen a la cuenca del Tajo, la cuenca del Segura y al Estado.

Con los dos modelos de gestión al descubierto; el de regulación anual de los embalses de cabecera del Tajo, utilizado hasta la actualidad; y el modelo de regulación hiperanual avanzado en este trabajo; es posible analizar y evaluar ambas alternativas para alcanzar el consenso sobre qué situación es preferible en ambas cuencas. Se puede disponer de recursos elevados durante unos pocos años húmedos, para luego afrontar el elevado riesgo durante los años secos. O, por contrapartida, se pueden gestionar recursos constantes en la cuenca del Segura, incluso durante los periodos de sequía. Hasta ahora solamente se había avanzado en una sola dirección. Tras esta propuesta existe una alternativa al modelo tradicional de explotación del TTS.

Es cierto que el modelo de regulación hiperanual requiere profundas transformaciones en la manera de gestionar los recursos hídricos, no solo en la cabecera del Tajo, sino especialmente en la cuenca del Segura, donde sería necesario afrontar cambios en las demandas de los distintos usos, las prioridades, e incluso la gestión de los recursos subterráneos, reutilizados, así como los resultantes de la desalación. Sin embargo, como decíamos con anterioridad, la calificación de fracaso rotundo en la gestión del TTS nos obligaba a tomar soluciones diametralmente opuestas al trabajo realizado hasta la actualidad.

Por el momento, lo que urge es corregir los errores, así como proceder a la actualización de las condiciones de contorno del RD 773/2014. Sobre todo, para atender un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, considerar los efectos desfavorables del cambio climático y recalcular las condiciones hidrológicas excepcionales de acuerdo a los criterios legalmente establecidos.

En el siguiente capítulo se desarrollan y calculan los parámetros que deben condicionar el diseño de la nueva regla de explotación del TTS.

4 REGLA DE EXPLOTACIÓN HIPERANUAL. LA PRIORIDAD DE LA CUENCA CEDENTE

La prioridad de la cuenca cedente no puede ser un discurso vacío. La vigencia legal de este principio se tiene que demostrar con hechos. Hemos comprobado como a lo largo de la historia del TTS se ha menospreciado el carácter prioritario de los usos y necesidades de la cuenca del Tajo. Durante los primeros 18 años no se respeta la prioridad real de la cuenca cedente al compartir recursos entre ambas cuencas (incluso con restricciones para la cuenca cedente) sin determinar los “excedentes”. Durante los últimos 18 años, desde la vigencia de la DMA, tampoco se respeta la prioridad al no implantar un régimen de caudales ecológicos que satisfaga las necesidades medioambientales de la cuenca cedente. La prioridad se ha visto mermada y limitada.

La gestión del TTS ha intentado alcanzar la cifra máxima de 600 hm³/año trasvasados permanentemente, al menos, así lo ha reclamado. Sin embargo, la realidad hidrológica de la cabecera del Tajo no ha permitido superar la cifra de 340 hm³/año de media (incluyendo cesiones de derechos y trasvases a la cuenca del Guadiana). Por otro lado, en la cuenca del Segura se ha agravado la situación de escasez. En el actual contexto de cambio climático es urgente reconducir la gestión de los recursos hídricos.

En este capítulo se propone una nueva regla de explotación del TTS intentando subsanar los numerosos errores detectados en la regla de explotación fijada en el RD 773/2014 y dando cumplimiento a la DMA, al TRLA y al principio de prioridad de la cuenca cedente. Hay que ser conscientes de que no sobra ni falta agua en ninguna cuenca. Los recursos naturales no se producen, pertenecen al medio físico en el cómputo de las características geológicas, climáticas, biológicas, hidrológicas, etc. Pero el ser humano es capaz de modificar y replantear características intrínsecas del entorno natural, la existencia del TTS es buena muestra de ello. Es preciso una reflexión sobre el modelo que aplicamos para gestionar los recursos naturales hasta encontrar aquellas fórmulas que mejor se adapten a la situación actual.

La lógica continuista del planteamiento inicial del TTS ha llevado a una situación de crisis y conflicto permanentes. Durante los 38 años de funcionamiento del TTS no se ha modificado su concepción inicial, por muy irrealizable que la volvieran los números. Su resistencia es aún más estoica si unimos los cambios hidrológicos resultantes del descenso generalizado de las aportaciones a los cambios de paradigma refrendados por cambios legislativos como la DMA. Pero la contradicción es evidente. La supervivencia del TTS no puede depender del incumplimiento continuado de la DMA. El río Tajo necesita implantar un régimen de caudales ecológicos en su eje principal para alcanzar el buen estado ecológico. La tarea de los gestores es conseguir el buen estado del río y encontrar el modelo de gestión compatible, si lo hubiera. Hasta ahora ha habido muchos perjudicados y muy pocos beneficiarios.

En este capítulo, sobre la base de los errores y actualizaciones descritos en el epígrafe 3.1, se estima el desembalse de referencia necesario para satisfacer todos los usos y reservas, así como necesidades medioambientales, asociados a la cabecera del Tajo. A continuación, se calcula la curva de reserva mínima que garantice temporal y volumétricamente los usos y necesidades medioambientales prioritarios del Tajo. Esta curva de reserva mínima será la referencia para determinar el umbral de existencias no trasvasables, que define los recursos llamados “excedentarios”. En tercer lugar, se determinará la curva de condiciones hidrológicas excepcionales con idéntica filosofía a los cálculos realizados en el diseño de las reglas de explotación del TTS anteriores. Por último, siguiendo la metodología y estructura de la regla adelantada en el epígrafe 3.5, se muestran los valores óptimos de la regla de explotación hiperanual que respeta la implantación de un régimen de caudales ecológicos en el eje del río Tajo. Para este trabajo se ha utilizado el régimen de caudales ecológicos propuesto en el ETI 2010 y en el borrador del PHDT 2011, como parte de un documento oficial. Entendemos que será necesario actualizar los valores obtenidos a medida que se publiquen estudios más completos con propuestas de regímenes de caudales ecológicos para el eje del Tajo que permitan devolverle su dinámica fluvial.

4.1 Desembalses de referencia

El desembalse de referencia es entendido en este trabajo como un valor orientativo que permita atender los usos consuntivos y las necesidades medioambientales asociados a la cabecera del Tajo anualmente. Este valor permite cuantificar las obligaciones contraídas por la CHT en forma de asignaciones, reservas, derechos concesionales y cumplimiento del buen estado de las masas de agua. Evidentemente el desembalse es variable en el tiempo y depende de factores difícilmente cuantificables en un estudio teórico de escala mensual. Siendo así, en este trabajo se considera un error emplearlo como un elemento restrictivo por muy afinado que haya sido el cálculo para su obtención; más aún cuando se trata de un límite sobre la cuenca que posee la prioridad legal.

Como se ha podido comprobar en capítulos anteriores, la imposición de los desembalses de referencia al Tajo es el elemento más determinante en lo relativo al funcionamiento del TTS. El aumento del desembalse es directamente proporcional con el descenso del volumen trasvasable, independientemente de cómo se gestionen los recursos hídricos, si de forma anual o hiperanual. El trasvase aumenta cuando disminuye el desembalse al Tajo y viceversa. Esto no es difícil de entender, siempre se reparte la misma agua, la de la cabecera del Tajo, cuanto más necesite el uso prioritario para sus necesidades básicas, de menos agua dispondrá el TTS. Por eso, el desembalse al Tajo ha sido el elemento de disputa desde el inicio del TTS. Secuencialmente, se culpó a la CHT por derrochar agua, se le obligó a disminuirlo y finalmente se limitó su capacidad de gestión al limitar los desembalses de referencia al Tajo en el RD 773/2014.

En este epígrafe se desarrolla lo avanzado en el apartado 3.1, estimando un desembalse mensual desde Bolarque que cumple con las asignaciones, reservas y necesidades

medioambientales de la cuenca cedente, tal y como dispone el PHN, así como las leyes específicas del TTS, el TRLA y la DMA. El desembalse debe verificar que las aguas que se trasvasan sean en todo momento excedentarias de la cuenca del Tajo.

4.1.1 *Distribución mensual del desembalse de referencia para la reserva mínima*

El desembalse de referencia debe cumplir con la garantía “de las demandas actuales y futuras de todos los usos y aprovechamientos de la cuenca cedente, incluidas las restricciones medioambientales” (Art.12.2 PHN). Si comenzamos por cuantificar los usos y aprovechamientos actuales y futuros, nos estamos refiriendo a las asignaciones y reservas del PHDT 2015-2021. Las asignaciones propias del SE Cabecera son las siguientes (Tabla 48 y Tabla 49):

Tabla 48.- Asignaciones de usos de cabecera del Tajo aguas arriba de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Distribución mensual y anual (hm³/mes y hm³/año). Elaboración propia.
Fuente: (CHT, 2016)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Tot
Abast. cabecera (total)	0.53	0.46	0.37	0.37	0.34	0.48	0.46	0.58	0.66	0.89	0.94	0.66	6.74
Reg.Pr.Cab Tajo y Guadiela	0.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.93	1.93	4.79	9.14	7.57	2.93	28.56
Central Nuclear de Trillo	3.21	3.11	3.21	3.21	2.90	3.21	3.11	3.21	3.11	3.21	3.21	3.11	37.80
Total aguas arriba	4.65	3.57	3.58	3.58	3.24	4.05	4.49	5.72	8.56	13.24	11.72	6.70	73.09

Tabla 49.- Asignaciones de usos de cabecera del Tajo aguas abajo de los embalses de Entrepeñas y Buendía. Distribución mensual y anual (hm³/mes y hm³/año). Elaboración propia.
Fuente: (CHT, 2016)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Tot
Abast. Manc. Algodor - Girasol	2.22	2.10	2.07	2.07	1.87	2.17	2.10	2.27	2.29	2.56	2.61	2.29	26.60
CYII- Aranjuez	0.64	0.54	0.56	0.56	0.58	0.64	0.54	0.72	0.94	1.14	0.97	0.86	8.68
Alfoz de Zorita	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.09	0.09	0.07	0.79
Reg.Pr.Bolarque - Jarama	1.23	0.00	0.00	0.10	0.10	1.72	2.33	4.55	6.80	10.72	8.96	4.61	41.13
Reg.Almoguera (Illana-Leganiel)	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.31	0.61	1.54	3.18	2.46	1.43	10.24
Reg.Estremera	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.57	1.13	2.83	5.85	4.53	2.64	18.86
Reg.Real Acequia del Tajo	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	2.80	3.96	6.30	4.90	3.03	23.32
Reg. Caz Chico - Azuda	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	2.02	2.86	4.54	3.53	2.19	16.82
Reg. Canal de las aves	1.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.57	5.14	7.29	11.57	9.00	5.57	42.86
Reg.Barajas de Melo	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.15	0.31	0.76	1.58	1.22	0.71	5.08
Reg.Tajo en Aranjuez	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.14	0.27	0.41	0.71	0.59	0.27	2.55
No regulados Bolarque - Jarama	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.08	0.16	0.28	0.47	0.41	0.20	1.73
Ganadería	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	1.05

Industria no conectada	0.48	0.48	0.44	0.45	0.46	0.48	0.47	0.47	0.49	0.51	0.37	0.47	5.57
Evaporación azudes y presas	0.24	0.12	0.11	0.10	0.13	0.21	0.26	0.30	0.39	0.59	0.55	0.37	3.37
Total aguas abajo	10.11	3.39	3.32	3.42	3.27	6.23	12.06	20.90	30.99	49.88	40.27	24.80	208.63

En cuanto a las restricciones medioambientales, en el apartado 3.1.1 se definieron los caudales ecológicos necesarios, así como los márgenes de seguridad apropiados. Por tanto, implantando el régimen de caudales ecológicos en Aranjuez definido en el ETI 2010 y el PHDT 2011 (Tabla 8)²², e incluyendo un margen de seguridad para el cumplimiento del régimen de caudales ecológicos en todo el tramo del río Tajo hasta Talavera de la Reina del 5%, los caudales necesarios son los mostrados a continuación (Tabla 50):

Tabla 50.- Necesidades ambientales del Tajo para implantar el régimen de caudales ecológicos. Distribución mensual y anual (hm³/mes y hm³/año). Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2011).

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Tot
Q ecológico	29.19	28.25	29.19	28.66	25.89	28.66	29.39	30.37	29.39	28.12	28.12	27.22	342.45
Margen seguridad 5%	1.46	1.41	1.46	1.43	1.29	1.43	1.47	1.52	1.47	1.41	1.41	1.36	17.12
Necesidades ambientales	30.65	29.66	30.65	30.09	27.18	30.09	30.86	31.89	30.86	29.53	29.53	28.58	359.57

Por último, las reservas del PHDT 2015-2021 que en periodos de sequía y escasez son susceptibles de utilizarse y requerirse desde el SE cabecera (epígrafe 3.1.3) se resumen en la Tabla 51:

Tabla 51.- Reservas dependientes del SE cabecera. Distribución mensual y anual (hm³/mes y hm³/año). Elaboración propia. Fuente: (CHT, 2016)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Tot
CYII- Valdajos²³	4.46	4.39	4.54	4.54	4.00	4.46	4.39	4.38	3.99	3.96	4.13	4.07	51.32
Abast. Sagra Alta y Baja	1.67	1.48	1.47	1.42	1.33	1.52	1.47	1.64	1.95	2.07	2.09	1.89	20.00
Reg.C.B Alberche	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	5.64	8.87	16.78	21.62	18.79	8.75	83.00
Total reservas	7.84	6.03	6.24	6.24	5.54	7.02	11.67	14.95	22.41	27.28	24.62	14.46	154.31

No obstante, es poco factible que en la actualidad se requiera la totalidad de las tres asignaciones simultáneamente para las que se dispone reserva (abastecimiento de Madrid, abastecimiento de CLM y regadíos del CB del Alberche).

El desembalse de referencia deber reunir las condiciones para atender los usos, reservas y necesidades medioambientales con garantías (Art 12.2 Ley PHN). Como ensayo inicial se han determinado las magnitudes superiores e inferiores aceptables de dicho desembalse, para, al menos, cumplir con el régimen de caudales ecológicos mínimos.

²² El régimen de caudales ecológicos trimestral del ETI 2010 y el PHDT 2011 se traslada a valores mensuales. Las subidas y bajadas de caudal entre los meses pertenecientes al mismo trimestre se deben al número de días de cada mes y al cambio de unidades de m³/s a hm³/mes.

²³ Se han descontado las asignaciones del SE cabecera al CYII en Aranjuez de la reserva total de 60 hm³/año.

Para ajustar el cálculo a la metodología llevada a cabo por el Anexo Técnico del RD 773/2014, se han descontado las aportaciones intermedias truncadas en el percentil 20 (Gráfico 46) en el cálculo del desembalse.

El máximo valor del desembalse se produce cuando se requiere la reserva asignada en su totalidad (100% abastecimiento de Madrid y CLM, más 100% del C.B del Alberche). Pero actualmente se considera poco probable esta utilización. El valor superior de desembalse que se estima es aplicando el 100% de las reservas de abastecimiento, más el 60% de la reserva destinada al CB del Alberche, que es el valor de la reserva de regadío coincidente con lo acordado en la Comisión de Desembalse de febrero de 2018 (CHT, Feb-2018). El desembalse inferior se calculará contabilizando los usos del SE Cabecera, más el 50% de las reservas de abastecimiento, sin aplicar la reserva de regadío para el CB Alberche (Tabla 52).

Tabla 52.- Desembalses de referencia para cumplir con la garantía “de las demandas actuales y futuras de todos los usos y aprovechamientos de la cuenca cedente, incluidas las restricciones medioambientales”. Distribución mensual y anual (hm³/mes y hm³/año). Elaboración Propia.

Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011)

Desembalse de referencia	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Tot
Inferior	42	35	35	35	32	38	43	52	60	76	68	53	569
Superior	46	38	38	38	34	41	49	60	73	92	82	61	652
Con el 100% de la reserva asignada	47	38	38	38	34	42	52	64	80	100	90	64	688

La metodología del desembalse inferior o superior no implica que se esté restringiendo alguno de los usos asociados a la cabecera del Tajo (abastecimiento o regadío), sino que en este trabajo se estima que, teniendo en cuenta el funcionamiento del resto de los SSEE del Tajo, así como de las aportaciones recibidas, será necesario emplear un porcentaje de la reserva total asignada para garantizar el 100% de todos los usos dependientes de la cabecera. En el momento en que la CHT para garantizar el funcionamiento del SE Cabecera, o de cualquier otro sistema implicado, aplique restricciones en alguno de los usos dependientes de la cabecera del Tajo habrá que reevaluar el desembalse y, por consiguiente, los umbrales asociados a los embalses de la cabecera del Tajo. El TTS no puede suponer restricciones para la cuenca cedente. Lo anterior sirve también cuando la CHT requiera aumentar el porcentaje de asignación de reserva empleado para el cálculo del desembalse de referencia, precisamente, para evitar restricciones.

Por tanto, el desembalse mensual estimado será el resultado de sumar las asignaciones de los usos dependientes del SE Cabecera (Tabla 49), más el régimen de caudales ecológicos con los márgenes de seguridad apropiados (Tabla 50), más un porcentaje de la reserva de asignaciones de los usos que dependen del SE Cabecera para garantizar al 100% estos usos, restando las aportaciones intermedias truncadas (Gráfico 46).

Se estima que el desembalse necesario en la explotación del SE Cabecera durante un episodio de sequía se situará, en términos generales, entre los valores inferior y superior de desembalse, dependiendo principalmente de la respuesta ante la sequía del resto de SSEE de la cuenca del Tajo. Es decir, dependiendo de la reserva de asignaciones que sea necesario utilizar para garantizar todos los usos al 100%.

Mantener un margen de seguridad adecuado al mismo tiempo que se ajusta la realidad del SE Cabecera es esencial para el desarrollo de las reglas de explotación del TTS. De este equilibrio dependen muchos de los conflictos posteriores que puedan aparecer, o evitarse. Por una parte, la disminución de los recursos hídricos como consecuencia del cambio climático es una variable determinante para ofrecer seguridad a la cuenca cedente. La ocurrencia de peores sequías que las anteriores es, hoy por hoy, un hecho previsible y esperado. Por otra, una sobreestimación de las reservas necesarias supone disminuir la capacidad operativa de los embalses de cabecera del Tajo, reducir la reacción en su funcionamiento. Por ello, encontrar el equilibrio entre estas dos situaciones contrapuestas es la pieza fundamental para desarrollar unas reglas de explotación del TTS acordes a la realidad hidrológica de la cuenca del Tajo, pero también del Segura.

Para corroborar la idea anterior, se representa la curva de reserva mínima que exigirían los desembalses al Tajo de la Tabla 52 (Gráfico 86).

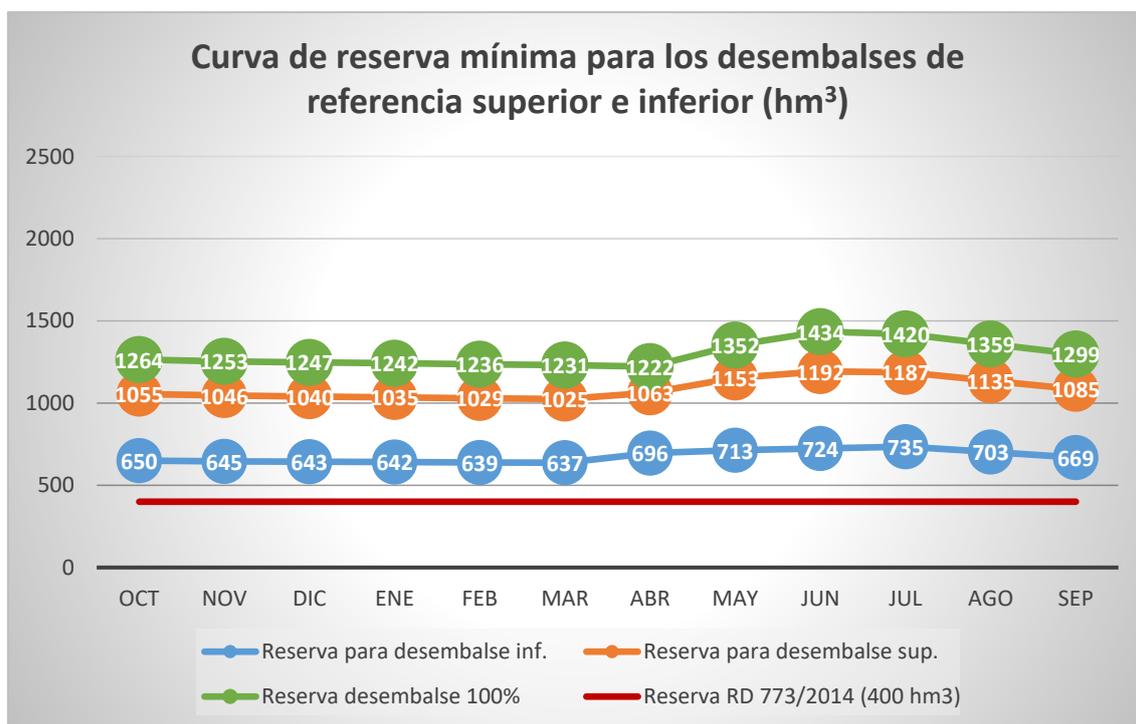


Gráfico 86.- Curva de reserva mínima calculada para los desembalses de referencia de la Tabla 52. Elaboración propia. Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011)

Aunque nos adelantemos al epígrafe siguiente, en el Gráfico 86 se comprueba que el umbral de excedentes no trasvasables (equivalente al máximo valor mensual de la curva de reserva mínima) oscilaría entre 735 y 1.192 hm³ para los desembalses inferior y

superior estimados. En caso de requerirse en algún momento toda la reserva asignada, las existencias embalsadas para garantizar los usos y necesidades del Tajo sin ninguna restricción serían de 1.434 hm³. En estos niveles de volumen de existencias embalsadas, donde la evaporación media se sitúa muy cercana a los 90 hm³/año, afinar y ajustar el desembalse a la situación de sequía real del SE Cabecera es fundamental para el correcto desarrollo de las reglas de explotación.

La decisión en este punto es crucial y requiere del mayor consenso posible, de una gran precisión técnica, así como del manejo de múltiples variables para aproximar entre sí los conceptos de realidad, pronóstico y seguridad. En este documento, teniendo en cuenta el funcionamiento actual del SE abastecimiento de Madrid, el SE Alberche y el SE Tajo medio, se considera oportuno utilizar la reserva asignada para situaciones de sequía en el SE Cabecera correspondiente al 50% de los abastecimientos (Madrid y CLM), así como del 16% de regadío en el CB del Alberche. Es decir, para situaciones de sequía y escasez en la cuenca del Tajo, los embalses de Entrepeñas y Buendía tendrán la capacidad de garantizar totalmente, a parte de sus propios usos, los porcentajes considerados de los usos fuera del SE cabecera, incrementando el desembalse respecto a la explotación ordinaria. Es conveniente reiterar aquí que esto no debe suponer restricciones para los usos que no poseen asignaciones directas en el SE Cabecera, sino que este es el valor estimado como necesario para garantizar dichos usos al 100%, complementándose con su sistema de explotación ordinario. Con todo ello, el desembalse de referencia estimado en el SE Cabecera para situaciones de sequía en la cuenca del Tajo es el mostrado en la Tabla 53.

Tabla 53.- Desembalse de referencia para la curva de reserva mínima. Distribución mensual y anual (hm³/mes y hm³/año). Elaboración propia. Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Tot
42	35	35	35	32	38	44	53	63	79	71	54	581

Este desembalse es el teóricamente necesario para atender los usos propios del SE Cabecera del Tajo (Tabla 49), las necesidades medioambientales que cumplen con el régimen de caudales ecológicos propuestos en el ETI 2010 y en el PHDT 2011 (Tabla 50), el 50% de la reserva de abastecimiento de CLM y Madrid, así como el 16% de la asignación de los riegos del CB del Alberche.

Si en cualquier sequía futura fuera necesario utilizar cantidades superiores a las aquí dispuestas para no aplicar restricciones, o se modificaran las asignaciones correspondientes al SE Cabecera, sería necesario actualizar inmediatamente el valor del desembalse de referencia para adecuar el funcionamiento de las reglas de explotación del TTS a la nueva realidad. Este proceso de modificación y actualización es tan importante como el afine de los cálculos que se realizan.

4.1.2 *Distribución mensual del desembalse de referencia para la explotación ordinaria del SE cabecera*

Como se mencionaba en el epígrafe anterior, ajustar la realidad del sistema es esencial para garantizar el correcto funcionamiento de todas las variables del problema. En consecuencia, sería irreal mantener el desembalse propuesto en la Tabla 53 para el funcionamiento ordinario del SE Cabecera, fuera de las situaciones de sequía, donde existe la posibilidad de atender demandas allí consideradas desde otros orígenes de suministro.

Por esta razón, con el desembalse ordinario se pretenden cubrir los requerimientos medioambientales previos del régimen de caudales ecológicos, los usos propios del SE cabecera del PHDT 2015-2021 (que incluye 9 hm³/año para el CYII) más un 10% de la reserva destinada al abastecimiento de CLM mediante la conducción de Almoguera por cuestiones de operatividad. Con estos criterios, y restando las aportaciones intermedias truncadas, el desembalse requerido en situación ordinaria es el de la Tabla 54:

Tabla 54.- Desembalse de referencia en situación ordinaria. Distribución mensual y anual (hm³/mes y hm³/año). Elaboración propia. Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Tot
39	32	33	32	29	35	40	49	57	73	65	50	534

Se considera que el desembalse de 534 hm³/año utilizado en situación ordinaria es suficiente para atender el caudal ecológico mínimo propuesto, los usos propios del SE cabecera y el 10% de la reserva de abastecimiento para CLM. Otra vez, cualquier necesidad de ampliación de estos valores debe ser motivo de revisión.

En resumen, los desembalses que se utilizarán de aquí en adelante, en función de la situación de la cuenca del Tajo serán los siguientes (Tabla 55):

Tabla 55.- Desembalses de referencia en situación de sequía y situación ordinaria. Distribución mensual y anual (hm³/mes y hm³/año). Elaboración propia. Fuentes: (CHT, 2016) y (CHT, 2011)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Tot
Desembalse ordinario	39	32	33	32	29	35	40	49	57	73	65	50	534
Desembalse en sequía	42	35	35	35	32	38	44	53	63	79	71	54	581

La situación de sequía del Tajo determinará la necesidad de emplear uno u otro desembalse. En caso de sequía es más previsible necesitar aumentar el desembalse para atender usos no considerados en el funcionamiento ordinario. En cualquier caso, hay que recordar que en este cálculo se ha aceptado como válido el estudio de régimen de caudales ecológicos propuesto en el ETI 2010 y en el borrador del PHDT 2011, cualquier

modificación a este respecto conllevará la necesidad de actualizar los valores de la Tabla 55.

4.2 Curva de reserva mínima

Con el desembalse de referencia podemos hallar el umbral de recursos no trasvasables. El umbral de recursos no trasvasables se entiende como el volumen de reserva que asegura totalmente la garantía temporal y volumétrica de los usos y necesidades del Tajo dependientes del SE cabecera, es decir, el volumen determinado a partir de la curva de reserva mínima. Como es lógico, la garantía debe cubrir la situación más desfavorable, en este caso, el desembalse para situaciones de sequía, a fin de asegurar la prioridad de la cuenca cedente en todo momento y bajo cualquier circunstancia (Tabla 55).

La metodología de cálculo para estimar la curva de reserva mínima ya ha sido ampliamente desarrollada en capítulos anteriores de este documento, y se puede consultar en el Anejo I, de modo que es prescindible reiterarlo aquí.

Con el desembalse de referencia de la Tabla 55, correspondiente a la situación de sequía (581 hm³/año), se calcula la curva de reserva mínima capaz de garantizar temporal y voluméricamente dicho desembalse al 100%, que cumple con la prioridad real de la cuenca cedente. El cálculo se realiza en la serie 1980-2018, diferenciando los resultados obtenidos en la última sequía, a fin de captar el efecto producido (Gráfico 87):

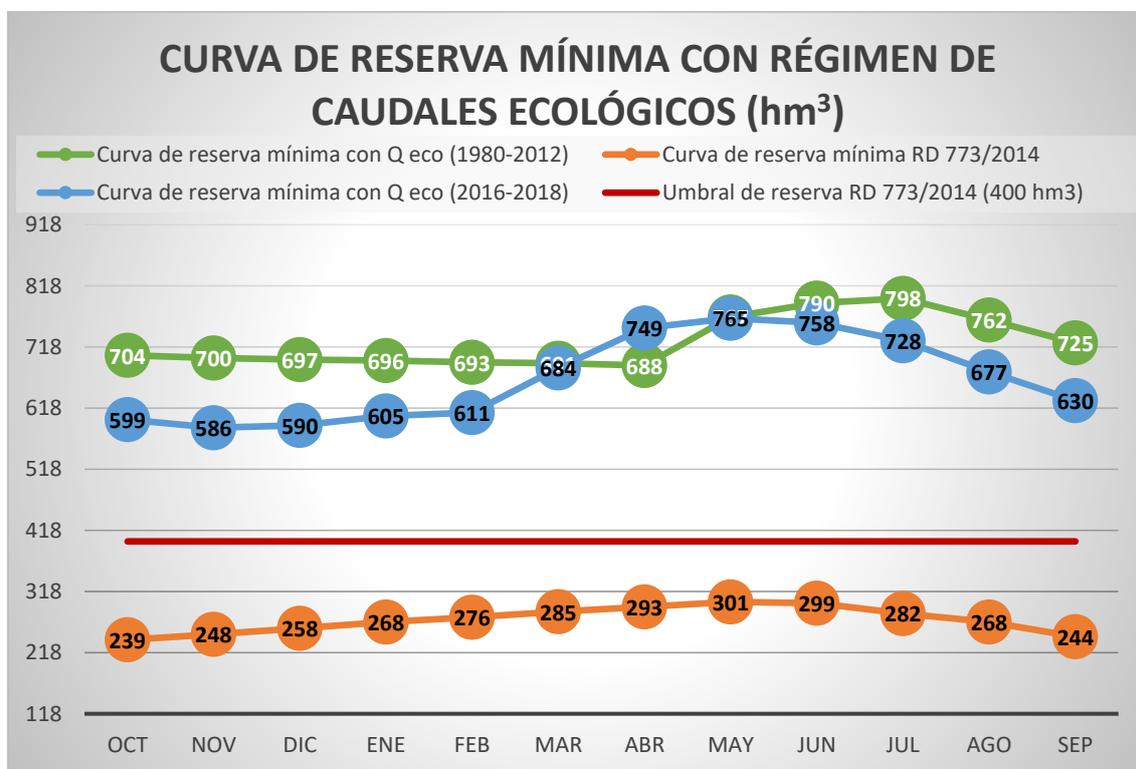


Gráfico 87.- Curva de reserva mínima de los embalses de cabecera con la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. Elaboración propia

Los resultados muestran que la curva de reserva mínima obtenida en el periodo 1980-2012 oscila entre 688 hm³ y 798 hm³/año. En caso de evaluar exclusivamente la última sequía, la curva de reserva mínima varía entre 586 hm³ y 765 hm³. La evaluación del periodo 1980-2018 tendrá como resultado la envolvente de las dos curvas anteriores. Sobre estos resultados, el umbral de recursos no trasvasables se fija, para mayor seguridad, como el valor máximo mensual de la curva de reserva mínima, es decir, 800 hm³/año.

La diferencia de esta curva respecto a la actual del RD 773/2014 es muy elevada. Por consiguiente, es imprescindible corregir el umbral de recursos no trasvasables para implantar con seguridad un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. El Anexo Técnico (página 60) ya contemplaba esta posibilidad: *no hay concordancia técnica entre especificar para el futuro mínimos en Aranjuez de 10,86 m³/s, como se apunta en los Anexos del borrador (refiriéndose al PHDT 2011), y la reserva propuesta de 400 hm³. Ambos criterios son técnicamente incompatibles, debiendo resolverse esta discordancia en futuras revisiones del Plan*".

El Anexo Técnico deja claro una postura, bien se implanta un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo con garantías, o bien se mantiene el umbral de recursos no trasvasables en 400 hm³, pero ambos objetivos son incompatibles simultáneamente. La discordancia se resolvió en el PHDT 2009-2015. No se implantó el régimen de caudales ecológicos y se impuso la limitación de 400 hm³ de volumen de reserva no trasvasable, como ya hemos tenido ocasión de comprobar en capítulos anteriores. En definitiva, tal como se propone en este trabajo, para garantizar el régimen de caudales ecológicos en el río Tajo es necesario duplicar el umbral de recursos no trasvasables desde los 400 hm³ actuales hasta los 800 hm³ (Gráfico 88).

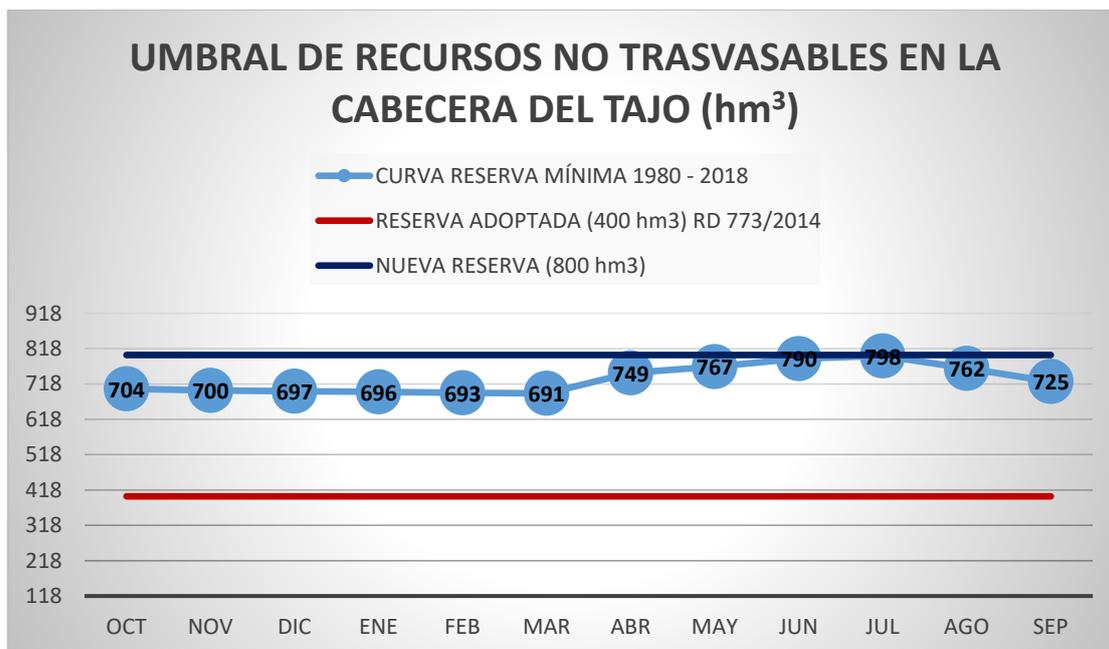


Gráfico 88.- Umbral de recursos no trasvasables en la cabecera del Tajo con la implantación del régimen de caudales ecológicos 1980 – 2018. Elaboración propia

Con este umbral de 800 hm³ de reserva en los embalses de cabecera del Tajo, si el comportamiento de la regla de explotación es el adecuado, se cumple una función esencial que no ha sido valorada hasta ahora. El incremento de la lámina de agua en los embalses de Entrepeñas y Buendía. Con una reserva de 800 hm³ se minimiza el impacto socioeconómico del TTS sobre los municipios ribereños, cumpliendo con una deuda histórica con el entorno donde se construyeron los grandes embalses de regulación hiperanual del río Tajo (San Martín, Larraz, & Hernández - Mora, 2018).

En definitiva, la reserva de 800 hm³ marca el umbral por debajo del cual no podrán realizarse trasvases. Con el método de la curva de reserva mínima se han obtenido los “excedentes” de la cuenca del Tajo, considerando éstos como los recursos embalsados superiores al volumen de reserva que garantiza temporal y volumétricamente los usos y necesidades medioambientales de la cuenca cedente: la reserva que garantiza la prioridad real de la cuenca cedente. De este modo, se determina uno de los conceptos exigibles por ley con anterioridad a la realización de cualquier trasvase.

4.3 Curva de condiciones hidrológicas excepcionales

El siguiente requerimiento legal que deben cumplir las reglas de explotación del TTS es definir las condiciones hidrológicas excepcionales, desarrollando los criterios del RD 2530/1985. Las condiciones hidrológicas excepcionales se decretan cuando el volumen de reserva en los embalses es tal que no se puede garantizar un volumen de trasvase mínimo, cumpliendo en todo momento con las garantías del Tajo, sin ninguna restricción. En esta situación es el ministro o la ministra con competencias en materia de agua el que decide el volumen trasvasable a la cuenca del Segura (Ley 21/2015). Además, según lo

dispuesto en la Ley 21/2015, las reglas de explotación del TTS tienen entre sus objetivos minimizar la entrada en las denominadas condiciones hidrológicas excepcionales.

Con estos condicionantes, hay que referenciar el “*nivel de riesgo que se pretende asumir antes de que se dispare la excepcionalidad*” (Cabezas, 2013). Las nuevas condiciones de contorno imposibilitan garantizar trasvases de 200 hm³/año, como sí admitía la situación anterior, donde no se cubrían las necesidades medioambientales de la cuenca cedente. Con desembalses para el río Tajo entre 530 y 580 hm³/año, el trasvase medio anual no puede superar los 150 hm³/año, por el hecho ya mencionado de que aumentar los desembalses al Tajo disminuye el trasvase realizado. Lo más apropiado considerando este trasvase medio anual sería no involucrar la dependencia de los abastecimientos de la cuenca del Segura con el agua trasvasada. Lo lógico sería otorgarles una verdadera prioridad frente al regadío, que les garantice sus usos con los recursos de la propia cuenca, incluido, por supuesto, la desalación.

La desalación ofrece la verdadera garantía a los usos de abastecimiento. El estudio de los dos últimos años de funcionamiento de la Mancomunidad de Canales del Taibilla (MCT en adelante), como receptora principal de los recursos del trasvase destinados al abastecimiento humano, nos puede facilitar la labor de determinar qué volumen mínimo se considera como definitivo de la excepcionalidad (Gráfico 89).

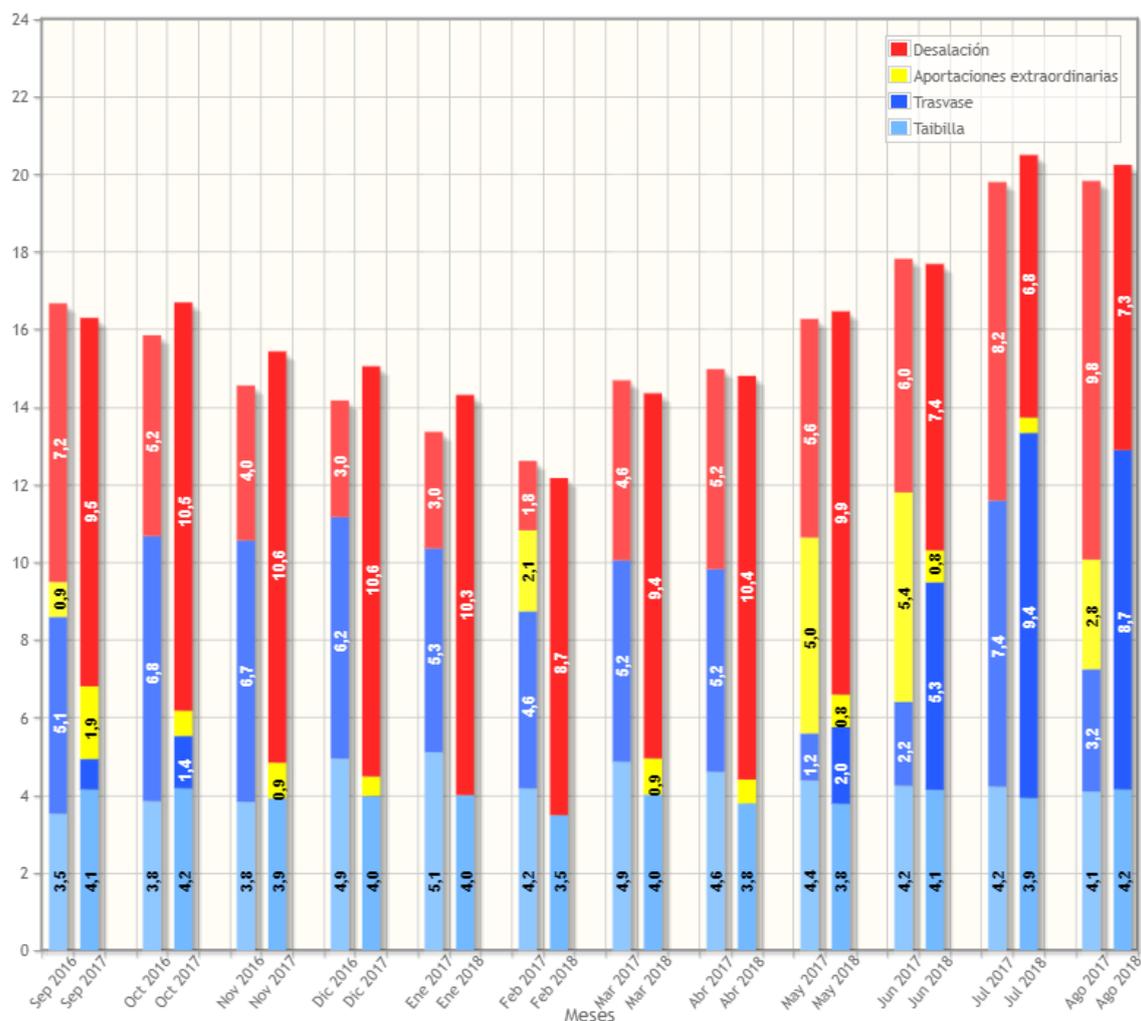


Gráfico 89.-Demanda mensual de la Mancomunidad de Canales del Taibilla por tipo de recurso entre septiembre de 2016 y agosto de 2018 (hm³). Fuente: https://www.mct.es/web/mct/-/ban_demanda-de-agua?_101_INSTANCE_I2MIR2G025So_redirect=%2F

La sequía del periodo 2016-2018 exigió elevar considerablemente los recursos procedentes de la desalación para el abastecimiento de la MCT, puesto que el trasvase se detuvo desde junio de 2017 hasta abril de 2018. Esta fuente de suministro inexplorada hace no muchos años, rebaja las exigencias sobre el TTS, hasta hacerlas prácticamente inexistentes. Los recursos propios de la cuenca del Segura deberían garantizar los usos de abastecimiento humano sin ninguna necesidad del TTS. Además de estos, existe capacidad para producir 158 hm³/año de agua desalada para la MCT (CHS, 2017).

Por todo ello, la excepcionalidad, el riesgo, se decide dedicar exclusivamente para el riego de socorro, cifrado en 60 hm³/año, que equivaldría aproximadamente al 40% del trasvase medio anual estimado (150 hm³/año). Esta cantidad deberá reajustarse en el momento en que se active el trasvase para abastecimiento en la cuenca del Guadiana. En consecuencia, se decide cuantificar el valor del trasvase mínimo en 5 hm³/mes (60 hm³/año).

El cambio de modelo en las reglas de explotación implica un cambio teórico instrumental en la determinación de las condiciones hidrológicas excepcionales. Mantener las condiciones hidrológicas excepcionales como un volumen de reserva en los embalses de cabecera solamente sería un indicador del riesgo. Un aviso antes de alcanzar el umbral de excedentes no trasvasables. En el modelo anterior, el volumen de trasvase se decidía en función del volumen de existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía. Por consiguiente, había una relación directa entre el volumen de trasvase y la propia curva de condiciones hidrológicas excepcionales. En este caso, con un modelo de reglas de explotación hiperanual como el que se propone, el volumen trasvasado depende de las aportaciones recibidas en la cuenca del Segura. Por ello, el volumen mensual de trasvase propuesto no irá asociado al volumen mensual que define la curva de condiciones hidrológicas excepcionales, como ocurría anteriormente. De forma general, el volumen de trasvase mensual será superior al planteado para compensar las posibles situaciones de sequía padecidas en la cuenca del Segura, funcionando los embalses en régimen hiperanual.

En cualquier caso, es importante que el ministro o la ministra competente decida en una situación de excepcionalidad sobre el volumen trasvasable mensual, a fin de suavizar el rápido descenso de los embalses cuando coinciden situaciones de sequía en la cabecera del Tajo y en la cabecera del Segura. Así, se podrá mantener una lámina de agua más estable en los embalses para los usos lúdicos y recreativos prioritarios, al mismo tiempo que se garantiza un volumen de recursos más estable en la cuenca del Segura, evitando que se alcance el umbral de recursos no trasvasables. Por tanto, con el desembalse realizado al Tajo en la situación más desfavorable, como corresponde a las condiciones hidrológicas excepcionales (581 hm³/año), e imponiendo un trasvase mínimo de 60 hm³/año, se calcula la curva de condiciones hidrológicas excepcionales (Gráfico 90 y

Tabla 56).

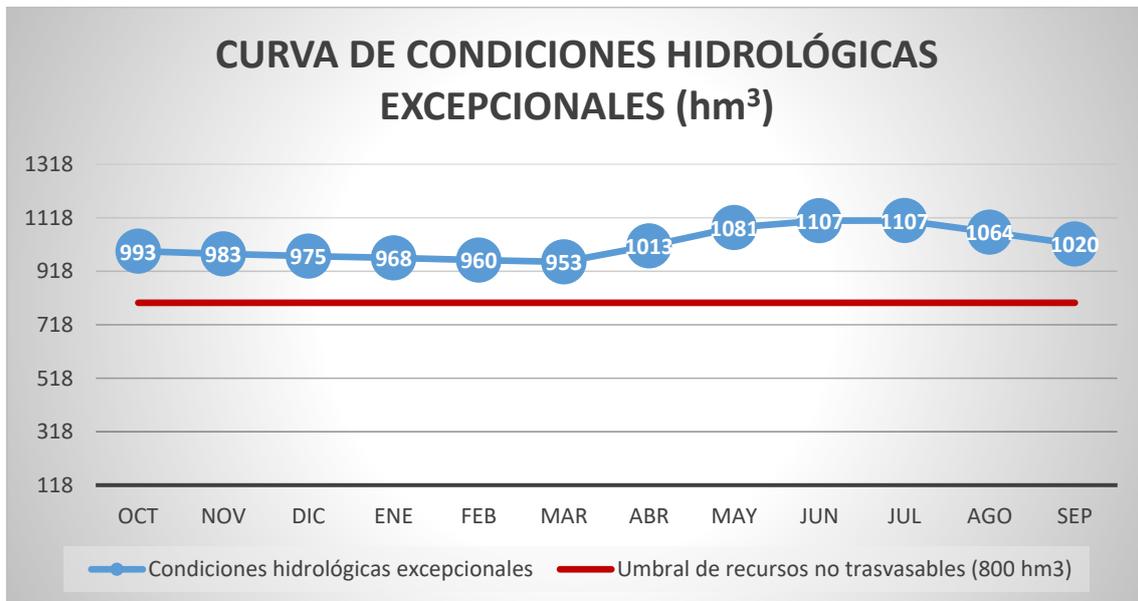


Gráfico 90.- Curva de condiciones hidrológicas excepcionales con caudales ecológicos
Elaboración propia.

Tabla 56.- Curva de reserva definitiva de las condiciones hidrológicas excepcionales (hm³).
Elaboración propia

OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
993	983	975	968	960	953	1.013	1.081	1.107	1.107	1.064	1.020

Esta curva, calculada para la situación más desfavorable de la cuenca del Tajo, con un desembalse diseñado para periodos de sequía, proporciona un margen de seguridad a la decisión del volumen trasvasado cuando los desembalses de la cuenca del Tajo se mantienen en situación ordinaria.

4.4 Regla de explotación hiperanual

En los epígrafes anteriores se han obtenido los valores correspondientes a las condiciones de contorno del problema (desembalse de referencia, umbral de recursos no trasvasables, curva de condiciones hidrológicas excepcionales). A continuación, se busca diseñar las reglas de explotación del TTS con objeto de facilitar la gestión de las situaciones de sequía en la cuenca del Segura, al mismo tiempo que se satisfacen todas las necesidades reales de la cuenca del Tajo. La regla propuesta pretende mantener un volumen estable de suministro en la cuenca del Segura, a través del funcionamiento hiperanual de los embalses de cabecera del Tajo.

Estas reglas, junto a las realizadas en el borrador del PHDT 2011, son las únicas conocidas cuyo objetivo prioriza el cumplimiento de la DMA, implantando un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo. Asimismo, se pretende demostrar que durante los 38 años de funcionamiento del TTS se ha realizado una gestión destinada a sobredimensionar las capacidades del Tajo para trasvasar agua a la cuenca del Segura, lo que ha significado una falsa sensación de abundancia en dicha cuenca, dificultando la gestión de los recursos hídricos.

Con la implantación del régimen de caudales ecológicos en el río Tajo es indispensable la puesta en marcha de las desaladoras si se quiere alcanzar recursos medios anuales en la cuenca del Segura equivalentes a los registrados en periodos anteriores.

La metodología llevada a cabo para el diseño de las reglas de explotación del TTS es similar a la descrita en el epígrafe 3.5, variando, obviamente, los umbrales de diseño, así como los volúmenes trasvasados en cada uno de los umbrales. La regla es sencilla de aplicar y está configurada sobre parámetros hidrológicos conocidos: las aportaciones mensuales en la cuenca del Segura y las existencias embalsadas en la cabecera del Tajo.

Simplificadamente, para un mes determinado, en función de las aportaciones recibidas el mes anterior, se propone un volumen trasvasable siempre que las existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía estén por encima del umbral de recursos no trasvasables de 800 hm³. Por último, como condición adicional, a fin de evitar excesivos vertidos en periodos

húmedos, cuando las existencias en Entrepeñas y Buendía están cercanas a la curva de resguardo, el trasvase mensual se elevará a 68 hm³/mes, el máximo de capacidad del TTS, siempre que no se supere el máximo trasvase legal de 600 hm³/año.

4.4.1 El trasvase de diseño en la cuenca del Segura. Umbrales y volúmenes de trasvase.

Como en el caso analizado del epígrafe 3.5.3.1, el primer parámetro relativo al volumen trasvasado es estimar un objetivo de recursos anuales que complementa, con el agua del TTS, los recursos propios gestionados en la cuenca del Segura.

Primero, se dimensiona sobre los recursos excedentes medios disponibles. Si las aportaciones medias en la cabecera del Tajo en el periodo 1980-2018 son 745 hm³/año; los desembalses al Tajo los estimamos en valor medio de 550 hm³/año; y la evaporación media anual se sitúa alrededor de 90 hm³/año para volúmenes de reserva cercanos a los 1.200 hm³; podemos cuantificar el trasvase medio disponible en torno a 110 hm³/año. Por tanto, si sumamos esta cantidad al volumen medio anual de la cuenca del Segura (323 hm³/año), el objetivo de recursos anuales medios gestionados en la cuenca del Segura (propios + TTS) se situará muy próximo a los 435 hm³/año. Sobre este objetivo se parametrizan los umbrales de aportaciones. Los umbrales óptimos de diseño son los mostrados en el siguiente gráfico (Gráfico 91). Los umbrales de los niveles 1, 2 y 3 se corresponden con los percentiles de aportaciones 20, 50 y 70 respectivamente, en la serie 1980-2018.

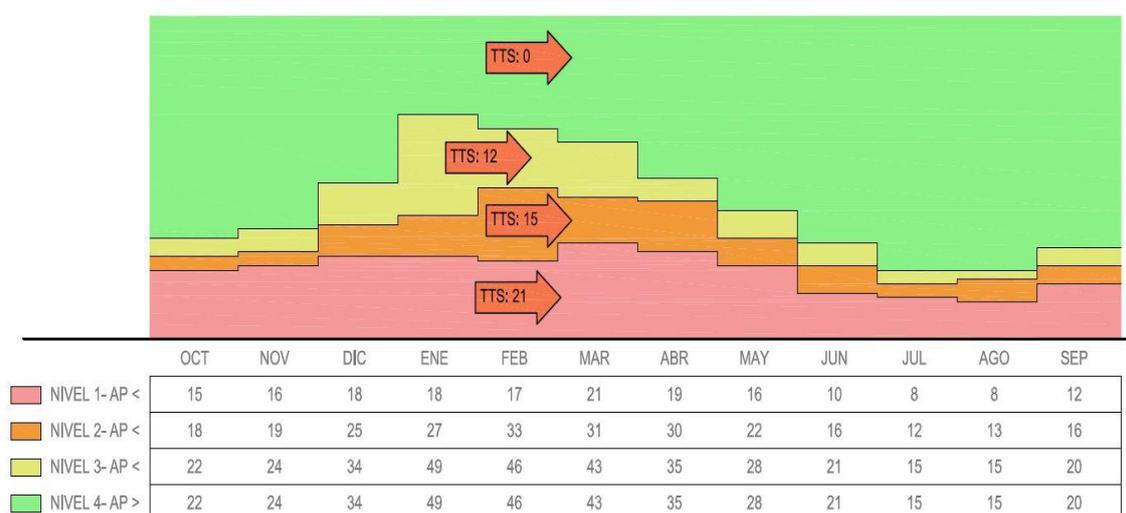


Gráfico 91.- Niveles de explotación del TTS sobre los percentiles de aportaciones mensuales de la cuenca del Segura (hm³/mes). Elaboración propia. Fuente: Estadísticas hidrológicas CHS (www.chsegura.es).

Cada uno de los niveles se identificará cuando las aportaciones mensuales del mes considerado se encuentren por debajo del valor del umbral de dicho mes. Cuando las

aportaciones mensuales sean superiores a las del umbral del Nivel 3, se identificaría el Nivel 4. Los volúmenes trasvasados en cada uno de los niveles son los de la Tabla 57:

Tabla 57.- Traspase mensual en cada uno de los niveles de explotación del TTS (hm^3/mes).

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Vol. Traspase	21	15	12	0

La curva de existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía a partir de la cual los volúmenes de trasvase se elevan hasta 68 hm^3 es (Tabla 58):

Tabla 58.- Umbral de existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía que define el trasvase de $68 \text{ hm}^3/\text{mes}$. Distribución mensual hm^3/mes . Curva de resguardo – 50 hm^3 . Elaboración propia.

Fuente: (CHT, 2017)

Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
2403	2403	2103	2103	2103	2403	2403	2403	2403	2403	2403	2403

Por tanto, las reglas de explotación del TTS quedan definidas del siguiente modo (Tabla 59):

Tabla 59.-Regla de explotación del TTS (hm^3). Elaboración propia

CONDICIÓN 1	CONDICIÓN 2	NIVEL TTS	Vol. Trasvasado Mensual (hm^3)
Vol. Embalsado > 800 hm^3	Vol. Embalsado > Curv. Resguardo - 50 hm^3	1,2,3 o 4	68
	Vol. Embalsado < Curv. Resguardo – 50 hm^3	1	21
		2	15
		3	12
		4	0
Vol. Embalsado < 800 hm^3		1,2,3 o 4	0

Las condiciones previas de las dos primeras columnas se refieren al volumen de existencias conjuntas de Entrepeñas y Buendía, mientras que la tercera columna depende de las aportaciones mensuales de la cuenca del Segura del mes anterior al que se decide el trasvase (Gráfico 91).

4.4.2 *El balance en la cuenca del Tajo*

Para comprobar los resultados que produce la aplicación de la regla de explotación propuesta en la Tabla 59, se realiza el balance hídrico en la cuenca del Tajo en la serie 1980-2018.

Con objeto de no desvirtuar la realidad de la cuenca, se propone realizar un desembalse al río Tajo desde Bolarque variable en función de la situación de la cabecera del Tajo. Se han empleado los indicadores de sequía del borrador del PES del Tajo de 2017 para detectar los meses en los que se hubiera declarado la situación de sequía prolongada en la serie 1980-2018 (Ilustración 7). En el mes que se decreta la sequía prolongada (cuando

el indicador es inferior a 0,3), el desembalse de dicho mes será el correspondiente al desembalse para la situación de sequía de la cuenca del Tajo (581 hm³/año). En cualquier otra situación se empleará el desembalse de la situación ordinaria (534 hm³/año).

SISTEMA DE CABECERA												
Aport. Acumulada 3 meses E. Entrepeñas				(hm ³ /mes)			Factor de ponderación				55%	
INDICE	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
0	26,30	29,50	36,66	38,77	39,79	40,81	49,22	50,48	45,58	36,67	26,55	23,84
0,3	42,04	43,23	54,11	59,42	57,83	55,11	62,29	63,43	67,11	52,19	42,49	37,06
0,5	52,31	58,48	75,75	85,45	98,15	112,45	122,55	137,63	130,99	90,99	66,60	52,80
1	93,90	106,14	207,60	402,70	461,70	470,67	360,02	313,12	309,10	287,20	232,40	154,10
Aport. Acumulada 3 meses E. Buendía				(hm ³ /mes)			Factor de ponderación				45%	
INDICE	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
0	23,00	22,10	31,35	34,02	34,09	33,24	40,00	52,00	47,77	38,28	32,27	29,00
0,3	30,96	31,90	37,78	40,48	46,49	49,32	56,60	56,93	51,08	45,50	37,08	31,54
0,5	47,00	46,57	61,14	67,95	88,33	89,80	104,22	109,26	92,96	74,07	54,42	50,90
1	72,00	88,00	178,40	368,50	418,80	369,47	264,59	236,03	226,00	210,00	160,00	107,00

Ilustración 7. Variables, umbrales y coeficientes de ponderación utilizados para la definición del indicador de sequía de la UTS 01- Cabecera. Fuente: CHT, 2017.

Esta metodología contribuye a no sobreestimar el posible trasvase que es capaz de soportar la cabecera del Tajo. En lugar de aplicar de manera constante el desembalse ordinario, se emplea el umbral de sequía prolongada como indicador de alerta sobre un posible aumento de las necesidades en los usos del Tajo dependientes de la cabecera. Con estos condicionantes, los resultados obtenidos son los siguientes (Gráfico 92):

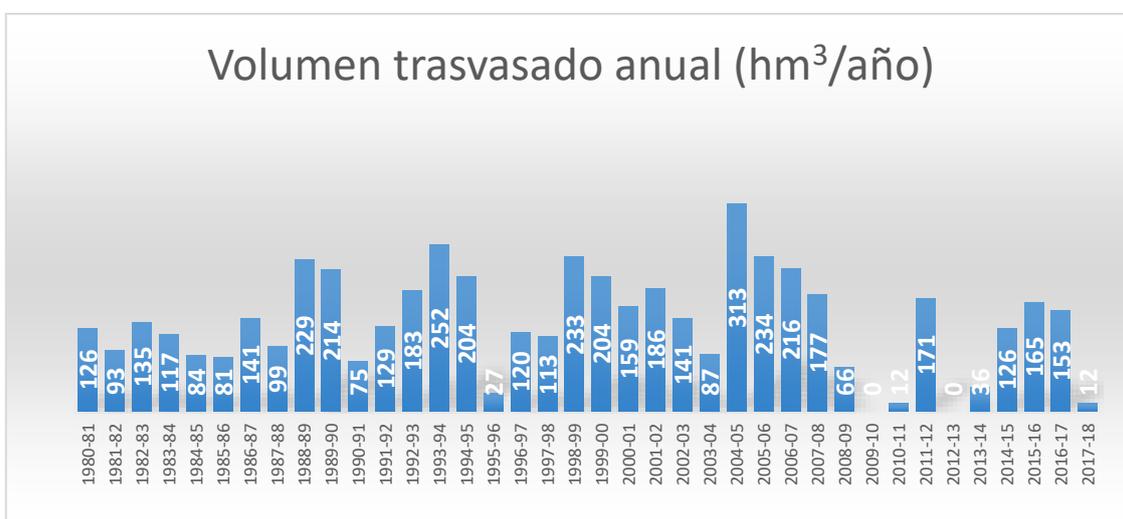


Gráfico 92.- Volumen trasvasado anual con la regla de explotación del TTS hiperanual. Elaboración propia.

El volumen trasvasado anual varía entre 0 y 313 hm³/año, coincidiendo los mayores trasvasos con los periodos más secos y los menores trasvasos con los periodos húmedos de la cuenca del Segura. El volumen de trasvase medio es 134,55 hm³/año, superior al objetivo medio previsto inicialmente.

En cuanto al volumen de existencias almacenado, el mínimo valor registrado se produce a primeros del mes de febrero de 2018, cuyo valor es 511 hm³. El valor medio de funcionamiento de los embalses es 1.514 hm³ de reserva, alcanzando el máximo en junio de 2004, con 2.374 hm³, el máximo de su capacidad (Gráfico 93).

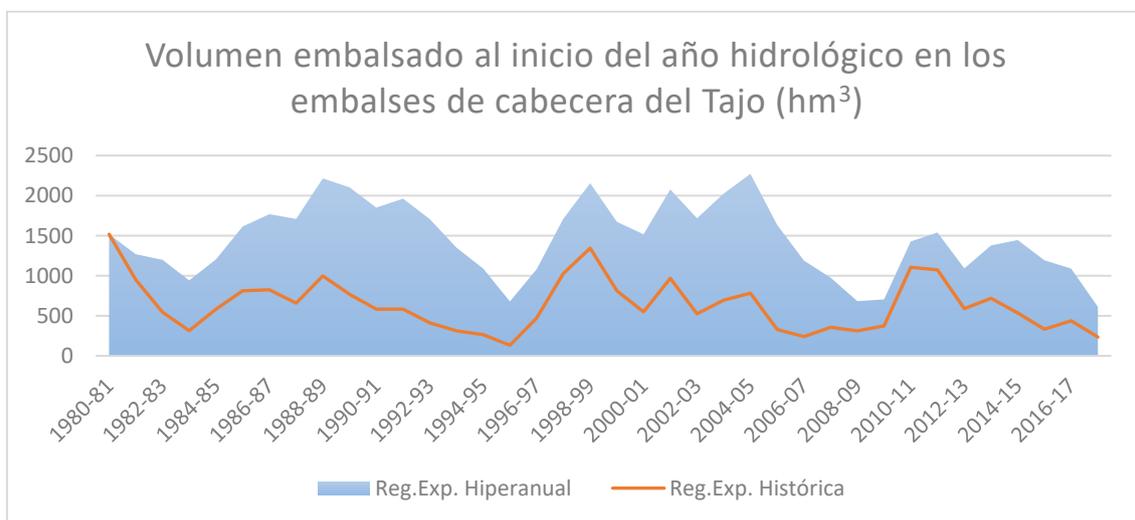


Gráfico 93.- Existencias conjuntas en Entrepeñas y Buendía al inicio del año hidrológico con la regla de explotación hiperanual. Elaboración propia

El comportamiento hiperanual de los embalses es apreciable, acumulando recursos durante los años húmedos para emplearlos durante los periodos cíclicos de sequía. No obstante, se logra mantener una lámina estable durante largos periodos de tiempo, y nunca inferior a la superficie correspondiente para un volumen embalsado de 500 hm³, lo que contribuye a satisfacer las demandas de los municipios Ribereños.

Para determinar el estado de los embalses, se han supuesto como umbrales los siguientes (Tabla 60):

Tabla 60.- Umbrales del estado de los embalses de cabecera del Tajo

Estado	Volumen embalsado en Entrepeñas y Buendía
Normalidad	> 1.800
Prealerta	< 1.800
	> Curva de cond.hidr.exc.
Alerta	< Curva de cond.hidr.exc
	> 800
Emergencia	< 800

Con estos parámetros se ha cuantificado el número de meses de ocurrencia en cada uno de los estados anteriores (Gráfico 94):

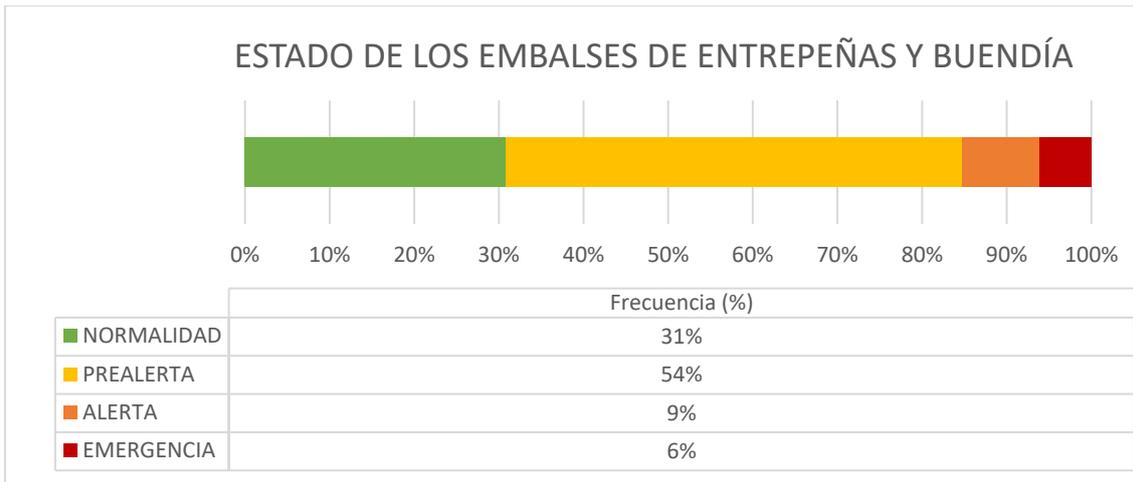


Gráfico 94.- Estado de los embalses de Entrepeñas y Buendía con la regla de explotación hiperanual.

La alerta más la emergencia tienen una probabilidad de ocurrencia del 15% de los meses, siendo la emergencia tan solo un 6%. Los embalses permanecen por encima de 1.800 hm³ un 30% de los meses, siendo su funcionamiento más habitual en el estado de prealerta (54%). Resultados satisfactorios en comparación con los obtenidos con la regla del RD 773/2014, consiguiendo minimizar las condiciones hidrológicas excepcionales (15%).

La evolución de todos los parámetros relativos a la cuenca del Tajo en la serie 1980-2018 se representa en el Gráfico 95:

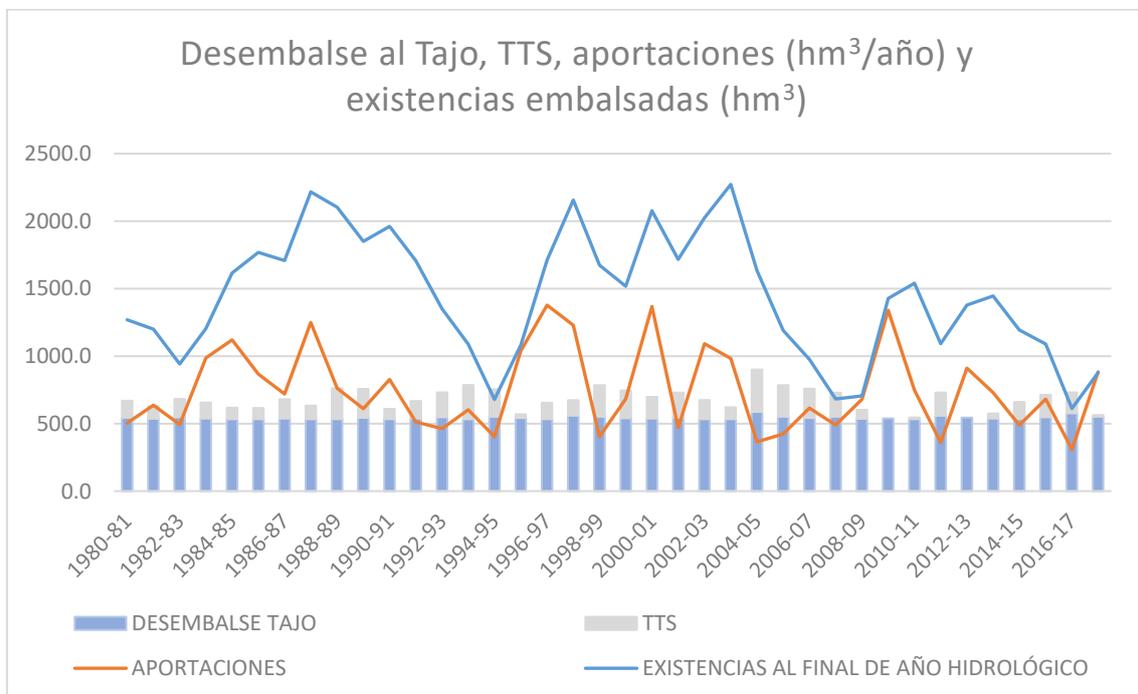


Gráfico 95.- Datos hidrológicos básicos de la cabecera del Tajo con la regla de explotación hiperanual. Elaboración propia.

Hay que resaltar que pese a las precauciones mencionadas consistentes en elevar el trasvase mensual cuando las existencias se aproximan a la curva de resguardo, se produce un vertido en tres años de la serie 1980-2018. El primero en 1989-1990 de 9 hm³ en el mes de diciembre. El segundo de 26 hm³, repartido en 5 y 20 hm³ en los meses de enero y febrero de 1997 respectivamente. El último en diciembre de 2004, de 17 hm³. Este vertido permite aportar crecidas al río en los meses medioambientalmente más favorables.

El funcionamiento de los indicadores de la cuenca del Tajo es satisfactorio, sin llegar a producirse ningún año con déficit. Todo ello, incluso elevando el desembalse de referencia en los periodos de sequía prolongada para la cuenca del Tajo. El desembalse promedio al Tajo es de 543,8 hm³/año.

Los indicadores relativos a la cuenca del Tajo se resumen a continuación (Tabla 61):

Tabla 61.- Indicadores de la regla de explotación del TTS hiperanual relativos a la cuenca del Tajo. Elaboración propia

REGLA HIPERANUAL	
% EMERGENCIA	6%
% ALERTA	23%
% PREALERTA	41%
% NORMALIDAD	30%
T min (hm³/año)	0
T max (hm³/año)	313
T med (hm³/año)	135
% Var	57%
Vol. Emb min (hm³)	511
Vol. Emb max (hm³)	2.374
Vol. Emb med (hm³)	1.515

4.4.3 *El balance en la cuenca del Segura*

El destino del trasvase es la cuenca del Segura. Por tanto, conviene evaluar los resultados producidos por la regla de explotación hiperanual en dicha cuenca, para comprobar si se ha conseguido el objetivo legal de estabilizar los suministros, contribuyendo a mejorar la gestión durante los periodos de sequía.

Para considerar el trasvase en la cuenca de destino, lo primero es aplicar las pérdidas descritas en el apartado 2.4.5. Una vez realizada esta operación podemos cuantificar los recursos gestionados en la cabecera del Segura como las aportaciones propias más los recursos trasvasados (Gráfico 96).

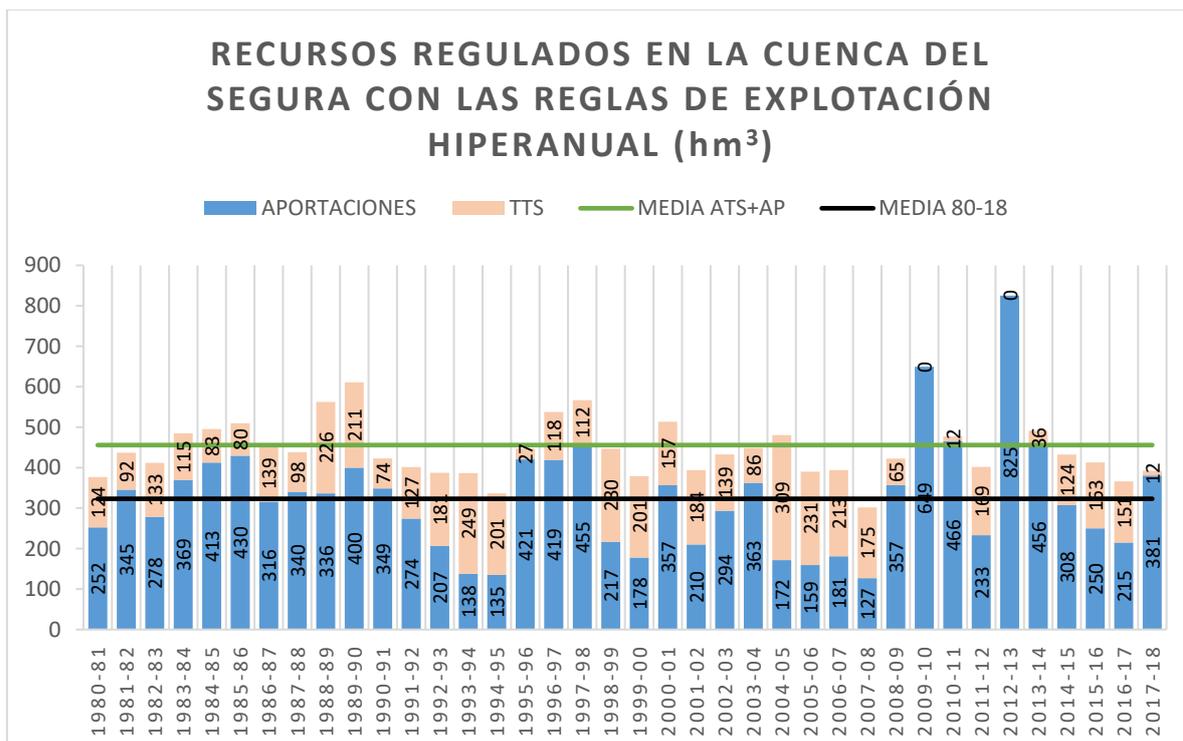


Gráfico 96.- Recursos regulados en la cuenca del Segura con la regla de explotación del TTS hiperanual. Elaboración propia.

La media de los recursos anuales gestionados se eleva desde 323 hm³/año hasta 456 hm³/año. El valor mínimo es de 303 hm³/año, similar al mínimo histórico de 319, salvo que este último volumen se produjo sin implantar un régimen de caudales ecológicos en el río Tajo, incumpliendo la normativa específica del trasvase, así como la DMA. El valor máximo se produce sin realizar ningún envío, exclusivamente con los recursos propios de la cuenca del Segura, que en el año 2012 – 2013, que fueron de 825 hm³/año.

Con este volumen trasvasado es obvio que se requiere profundas transformaciones en la cuenca del Segura. Aunque se condicionan los envíos a circunstancias de disminución de recursos hídricos, es decir, se racionaliza el TTS, el aumento de las necesidades del Tajo reduce considerablemente la capacidad de enviar agua a la cuenca del Segura. Para cumplir la ley, el volumen de trasvase medio se reduce un 60 % respecto al valor histórico.

Sin embargo, si evaluamos exclusivamente los periodos de sequía, la reducción del volumen trasvasado es inapreciable. En el periodo 1991-1995 con aportaciones propias medias de 188 hm³/año, se trasvasaron de media 221 hm³/año. Con la nueva regla se hubieran trasvasado 245 hm³/año de media, un valor superior. Este ciclo de sequía no es algo extraordinario. El cuatrienio más seco de la cuenca del Segura, en el periodo hidrológico 2004-2008, las aportaciones medias fueron de tan solo 160 hm³/año. En ese mismo periodo se trasvasaron de media 241 hm³/año. La regla de explotación hiperanual, en el periodo 2004-2008 proporciona un volumen medio de 273 hm³/año, superior incluso al volumen de trasvase del periodo 1991-1995. Es decir, a medida que descienden las aportaciones en la cuenca del Segura, los embalses de cabecera del Tajo intentan

contribuir a paliar la situación de sequía, en función de su capacidad. Con las nuevas condiciones, que exigen la implantación del régimen de caudales ecológicos en río Tajo, la regla de explotación hiperanual devuelve unos resultados satisfactorios para cumplir los objetivos deseados: no se produce ningún déficit en la cuenca del Tajo y se estabilizan los recursos (propios + externos) en la cuenca del Segura.

Los recursos medios anuales disponibles en la cuenca del Segura ascenderían a 456 hm³/año. Tan solo dos años (5%) los recursos serían inferiores a 350 hm³/año, ninguno a 300 hm³/año. Aunque el descenso de recursos disponibles es notable, la ventaja de la cuenca del Segura es que cuenta con una fuente de recursos de la que no disponen la mayoría de las cuencas españolas: la desalación. Los recursos desalados son indispensables para mantener las condiciones previas de la cuenca del Segura. La cuenca dispone de capacidad para generar, al menos, 340 hm³/año de agua desalada (CHS, Borrador del Plan Especial de Sequía, 2017). El TTS con la regla de explotación hiperanual colabora en los periodos de sequía de la cuenca, pero con la desalación, se puede incrementar la disponibilidad por encima de los valores históricos obtenidos. En consecuencia, la sostenibilidad del sistema actual depende, en gran medida, de la producción del agua desalada y no del TTS. Si suponemos que el agua desalada disponible es de 200 hm³/año (un 40 % inferior a la capacidad real de producción), los recursos gestionados en la cuenca del Segura se elevan hasta los 645 hm³/año (propios + TTS + desalación), valor muy similar al histórico de recursos propios, más TTS.

Si en los dos años de mayores aportaciones propias se considera innecesario producir agua desalada, y en el resto de años se producen 200 hm³/año, no habría ningún año en el que los recursos gestionados fuesen inferiores a 500 hm³/año. Un valor muy superior al mínimo histórico de 319 hm³/año.

Complementar los recursos de la desalación con una programación adecuada del TTS genera numerosos beneficios en la cuenca del Segura. En años hidrológicos de aportaciones propias inferiores a 150 hm³/año, se superarían los 500 hm³/año de recursos hídricos. Se podrían gestionar recursos con una variabilidad del 11%, estabilizando los suministros al máximo.

La regla de explotación hiperanual del TTS, junto a la desalación, originan un entorno sostenible para la cuenca del Segura, que facilitaría la gestión de los periodos secos, a la vez que se respetan las necesidades reales de la cuenca del Tajo (Gráfico 97).

Con este modelo, que requiere replantear aspectos tan importantes como las asignaciones otorgadas en la cuenca del Segura, se gestionaría todo el periodo hidrológico: ciclos húmedos y secos, y no exclusivamente la abundancia de la cabecera del Tajo.

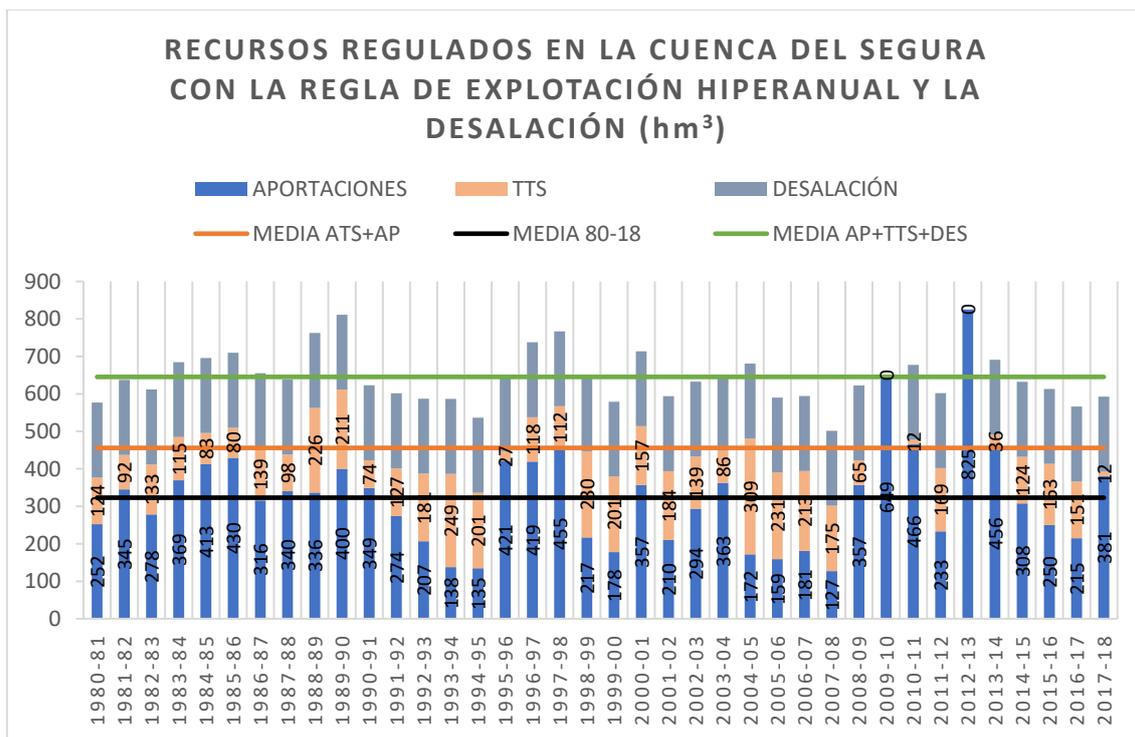


Gráfico 97.- Recursos regulados en la cuenca del Segura con la regla de explotación hiperanual del TTS y la producción de 200 hm³/año de agua desalada.

Con tan solo un 60 % de la capacidad total de desalación, los indicadores de la cuenca del Segura serían los siguientes (Tabla 62):

Tabla 62.- Indicadores en la cuenca del Segura con la regla de explotación hiperanual y 200 hm³/año de agua desalada. Elaboración propia.

Aportaciones + TTS (hm ³ /año)	Indicadores de valores históricos (1980 – 2018)		Indicadores de valores calculados con la regla de explotación del RD 773/2014		Indicadores de valores calculados con la regla de explotación hiperanual + desalación	
Mínimas	319	1994 - 1995	206	2007 - 2008	502	2007 - 2008
Máximas	1.202	2012 - 2013	1.090	2012 - 2013	825	2012 - 2013
Medias	652	1980 - 2018	676	1980 - 2018	645	1980 - 2018
Nº años < 400	7	18,92%	7	18,92%	0	0%

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la regla de explotación hiperanual del TTS, incluyendo 200 hm³/año de desalación, facilitaría la gestión de los recursos del Segura durante los periodos de sequía y se disminuye la variabilidad de los recursos. La regla de explotación hiperanual, siendo la única de las tres reglas analizadas de la tabla anterior que cumple con las necesidades medioambientales de la cuenca del Tajo, proporciona una seguridad a los usuarios del Segura que no se ha producido con el funcionamiento histórico del TTS (Gráfico 98).

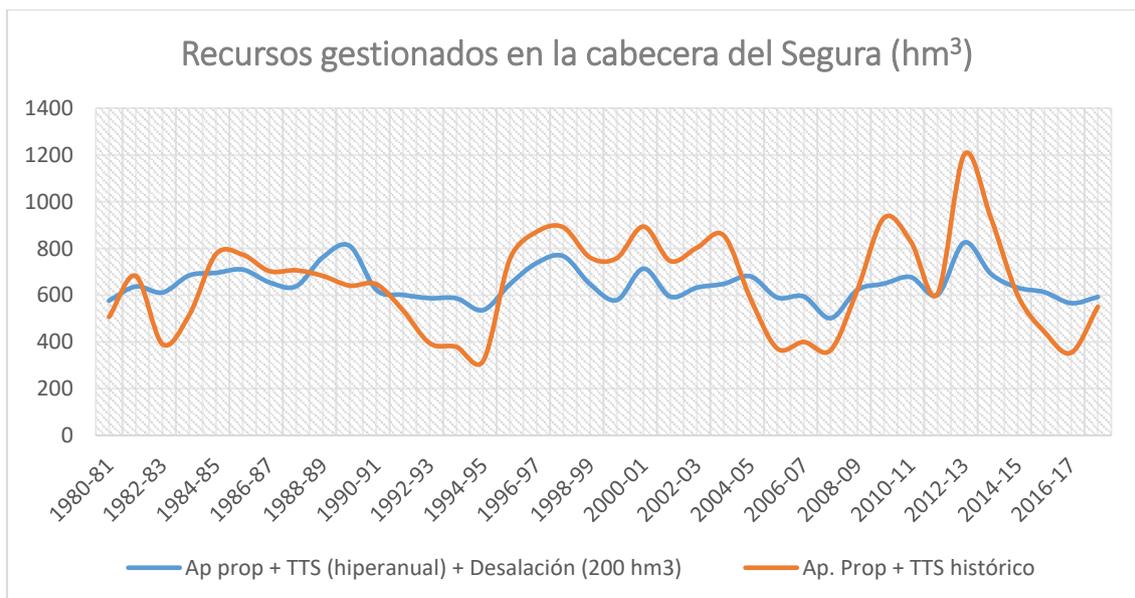


Gráfico 98.- Comparación de recursos hídricos gestionados en la cuenca del Segura. Elaboración propia.

La adopción de esta regla de explotación del TTS requiere una revisión y reestructuración completa de la gestión de los recursos en la cuenca del Segura. También, de las últimas modificaciones legislativas relacionadas con el TTS. Es necesario modificar el umbral de recursos no trasvasables, recogido por ley en el PHN. También requiere modificar los umbrales y volúmenes de la regla de explotación recogidos en el RD 773/2014. El desembalse de referencia, sin embargo, está abierto a elevarse sin requerir una modificación reglamentaria, ya que el régimen de caudales ecológicos no ha sido contemplado entre los usos ambientales en él dispuestos. Aunque debería eliminarse como restricción para la CHT.

4.4.4 *Comparación de la regla de explotación hiperannual con la regla del PHDT 2011.*

Que sean necesarios tantos cambios legislativos para adaptar las condiciones del TTS a la realidad hidrológica de ambas cuencas, así como a las necesidades medioambientales de la cuenca del Tajo, es un indicador de cuáles han sido los intereses que han predominado para la redacción de la legislación vigente.

Sin embargo, como decíamos, hay otro modelo de regla de explotación que prepondera el cumplimiento de la DMA. Estamos hablando de la regla propuesta en el borrador del PHDT 2011. Esta regla fue diseñada para funcionar con el umbral de 400 hm³, por lo que no requeriría ningún cambio de normas con rango de ley, sino exclusivamente la modificación del RD 773/2014.

La regla de explotación del PHDT 2011 se resume en la Tabla 63

Tabla 63.- Regla de explotación del PHDT 2011. Fuente: (CHT, 2011)

Nivel de explotación del TTS	Volumen embalsado en E y B (hm ³)		Vol.trasvase mensual (hm ³)
	Vol. Emb >	Vol. Emb <	
Nivel 1	1.800	-	68
	1.500	1.800	20
Nivel 2	Curv.Cond.Hidr.Exc	1.500	5
Nivel 3	400	Curv.Cond.Hidr.Exc	5
Nivel 4	-	400	0

Con los desembalses considerados en el apartado 4.1, que varían en función de la declaración de la sequía prolongada del SE Cabecera, ejecutamos el balance hídrico de los embalses de cabecera del Tajo con las reglas de explotación de la Tabla 63.

El resultado es una regla muy estable para los embalses de cabecera, que se mantienen en niveles medios anuales de 1.159 hm³. Sin embargo, el mínimo llegaría hasta los 340 hm³/año en febrero de 2018. En el resto de sequías, el mínimo es prácticamente similar al calculado en la regla de explotación hiperanual. En cambio, el máximo volumen almacenado no superaría los 1.855 hm³/año. El trasvase de 68 hm³/mes es una barrera difícilmente superable por las aportaciones de la cabecera del Tajo (Gráfico 99).

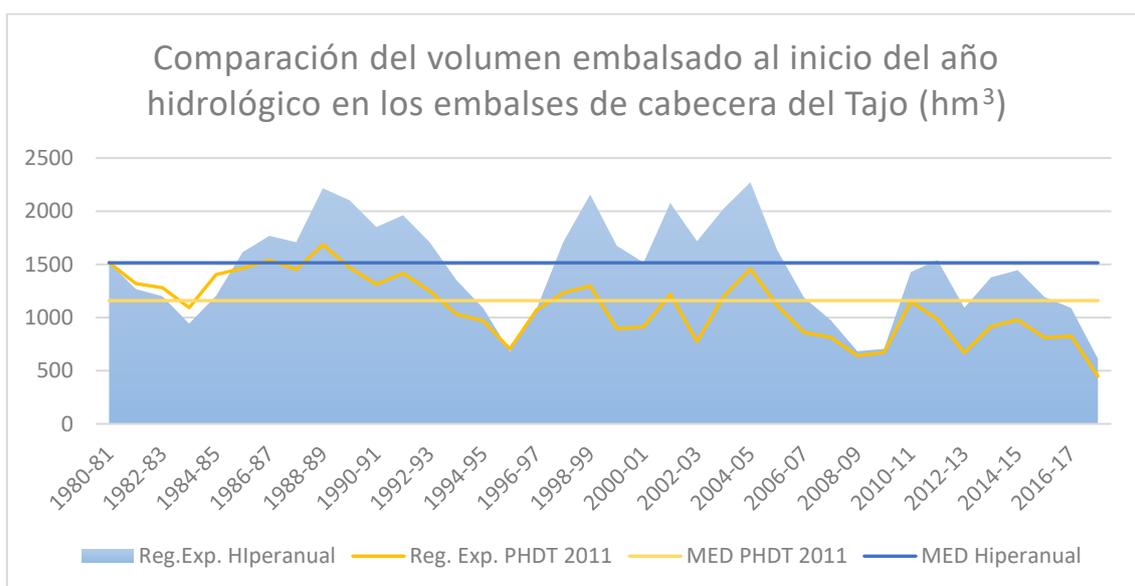


Gráfico 99.- Recursos embalsados al inicio del año hidrológico en la cabecera del Tajo con la regla de explotación del PHDT 2011. Elaboración propia.

El trasvase realizado es estable en torno a 60 hm³/año. No obstante, los años especialmente húmedos del segundo lustro de la década de los noventa, alcanza el máximo de 600 hm³/año (Gráfico 100). Por tanto, son suministros estables en origen, pero mal distribuidos en destino, por lo que se desaconseja la utilización de esta regla de explotación.

El trasvase medio anual se cifra en 155 hm³/año, debido a las altas variaciones de los años hidrológicos húmedos (Gráfico 100). Nuevamente, se trataría de la gestión de la abundancia de la cabecera del Tajo.

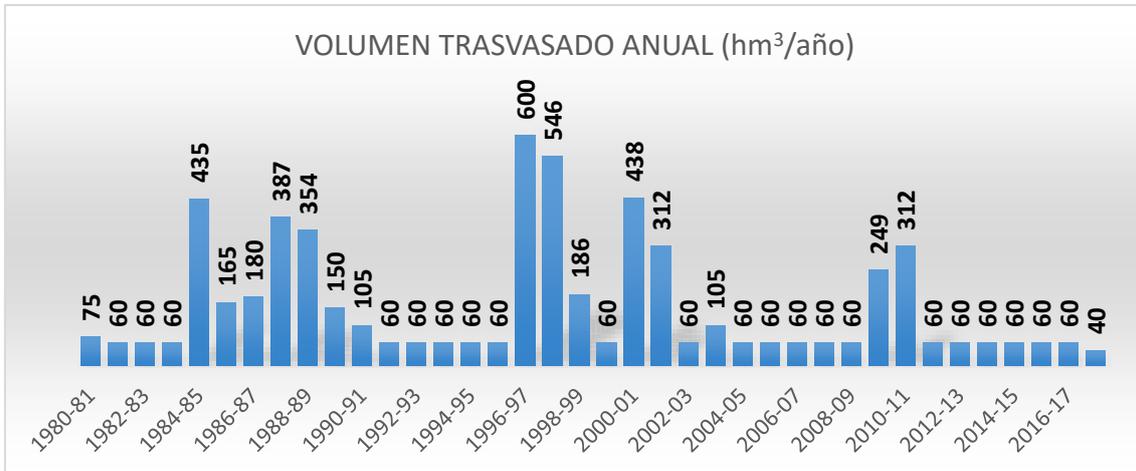


Gráfico 100.- Volumen trasvasado anual con la regla de explotación del PHDT 2011. Elaboración propia.

En vista de los resultados, una regla sin una modificación legislativa que eleve el umbral de recursos no trasvasables hasta 800 hm³/año requeriría una reparametrización de la regla del PHDT 2011.

5 CONCLUSIONES

El TTS parte de una visión economicista del agua, propia de la época en que se concibió, proyectó y construyó. Su promotores y beneficiarios ignoraron completamente las repercusiones medioambientales que una obra de tales características tendría para la cuenca cedente. A ello se añade el efecto del cambio climático y la disminución drástica de aportaciones, que paradójicamente no han impedido el crecimiento continuo de la demanda. Antes al contrario, y a pesar de haberse trasvasado de media una tercera parte de lo inicialmente estimado ($328 \text{ hm}^3/\text{año}$ sobre $1.000 \text{ hm}^3/\text{año}$), la superficie de regadío en la cuenca receptora no ha dejado de crecer.

Las administraciones responsables, en lugar de replantear las posibilidades de funcionamiento de la infraestructura, han intentado satisfacer los máximos legales para los que finalmente se diseñó ($600 \text{ hm}^3/\text{año}$). En consecuencia, tan solo se ha gestionado una pequeña parte, la más favorable del ciclo hidrológico, la correspondiente a los años húmedos. Los frecuentes, inevitables y previsibles periodos de sequía se han tratado de combatir con otras herramientas no menos perjudiciales para el medioambiente e insostenibles en el medio y largo plazo. Los decretos excepcionales de sequía han permitido la sobreexplotación de masas de agua superficiales y subterráneas. Se han concedido subvenciones o exenciones de las tarifas para regadío. Se ha permitido y fomentado la contraventa de derechos al uso privativo de las aguas. La causa alegada para adoptar estas medidas ha sido siempre la misma: el TTS es insuficiente y es necesario aumentar la oferta de agua. No se ha planteado nunca modificar la política hídrica del lado de la demanda, mediante una reducción de ésta basada en la racionalidad y la sostenibilidad. No se han frenado los múltiples conflictos que se han generado en diversos ámbitos a causa del TTS: sociales, económicos, jurídicos, técnicos, etc.

Pero no solamente ha sido ingestionable la cuenca receptora. Los perjuicios causados a la cuenca del Tajo, la cedente y prioritaria por ley, durante estos 38 años de funcionamiento del TTS han sido evidentes. Las primeras pruebas fueron las acusaciones de malgastar agua en el río, que según los beneficiarios impedía incrementar el flujo de trasvase y era el motivo del mal funcionamiento del TTS. Posteriormente se convino a la CHT a reducir los desembalses. Hoy en día se ha impuesto un límite reglamentario. La cuenca que ha sufrido el control de sus desembalses ha sido siempre la cuenca del Tajo, mientras que en la cuenca del Segura han crecido con cada ciclo húmedo. El caudal en el río Tajo se ha limitado hasta un valor mínimo constante, impidiendo cualquier regeneración natural. Los embalses han funcionado muy por debajo de su capacidad, limitando su efectividad para afrontar con garantías los previsibles periodos de sequía. Se ha incumplido la legislación en cuanto a las garantías del Tajo, basándose en el vacío que permitían los conceptos jurídicos indeterminados. Primero, al tardar 18 años en determinar los excedentes. Segundo, al llevar ya otros 18 años desde la vigencia de la DMA sin implantar o determinar un régimen de caudales ecológicos. No se han respetado las necesidades medioambientales, ni los usos recreativos de los municipios ribereños, tampoco los usos

más allá de Aranjuez que se pudieran atender desde la cabecera del Tajo, sencillamente porque hacerlo era opuesto a garantizar algún año el máximo de 600 hm³/año de recursos trasvasables mediante el TTS. El TTS ha supuesto un límite al funcionamiento ordinario de la cuenca. Por todo ello, lo que empezó como una proeza ingenieril, se consolidó como un mecanismo imprescindible para unos, pero deleznable para otros.

El proceso histórico por el cual se han confeccionado las diferentes reglas de explotación del TTS se ha desarrollado exclusivamente desde una única perspectiva. La falta de diálogo y transparencia mostrados han sido uno de los principales motores generadores de conflictos. Cuando el TTS estaba encima de la mesa se consiguió extraer de la planificación hidrológica que marcaba la DMA. Los intereses que se han tratado de satisfacer con las reglas de explotación del TTS han sido los de la cuenca receptora. Ha predominado el criterio de elevar el volumen trasvasable frente a cualquier otro, asumiendo los conflictos generados por ello. Pese a las numerosas señales que decretaban un cambio de rumbo en la política de gestión de los recursos hídricos, tales como el “efecto 80”, la DMA o el cambio climático, lo que más sorprende del TTS es su resistencia. El TTS ha sabido adaptar la situación hidrológica y legal a sus premisas, imponiendo una realidad alternativa. La Ley 21/2015 o el RD 773/2014 son la última muestra de ello.

La regla de explotación vigente del TTS (RD 773/2014) contiene errores y contradicciones con la legislación vigente que la hacen inviable técnicamente. Es cierto que el umbral de recursos no trasvasables se elevó desde 240 hm³ a 400 hm³ de reserva en los embalses de cabecera del Tajo, pero en todos los aspectos principales se ha perjudicado a la cuenca cedente, y se ha incumplido la legislación, poniendo en riesgo también a la cuenca receptora. Primero se ha incumplido la prioridad de las necesidades medioambientales del río Tajo, lo que es contrario a la DMA, el TRLA e incluso al PHN. Segundo, se ha impuesto un límite a estas necesidades, garantizando exclusivamente un caudal mínimo de 6 m³/s en Aranjuez, poniendo en riesgo la recuperación medioambiental, o la consecución del buen estado ecológico, del tramo de río Tajo desde Bolarque hasta Talavera de la Reina. Se han subestimado las condiciones hidrológicas excepcionales a base de imponer restricciones a la cuenca cedente, a fin de mantener los embalses en niveles más bajos, incumpliendo manifiestamente la ley. Aun así, no se han logrado los objetivos legales de minimizar las condiciones hidrológicas excepcionales. En cuatro años de vigencia de la regla de explotación del RD 773/2014 se ha estado por debajo de ellas en un 85% de los meses. Ningún mes en la mal llamada normalidad. El resultado de su aplicación ha sido la sobreexplotación de los embalses de cabecera del Tajo y el aumento de la “escasez” en la cuenca del Segura. La regla no se ha sometido a un proceso de actualización, atendiendo a nuevos criterios hidrológicos como sequías más intensas o nuevas asignaciones o reservas del último PHDT, limitando las garantías y seguridades de la cuenca cedente. Para el correcto desarrollo de cualquier regla de explotación que se quiera plantear es imprescindible un protocolo de actualización y

corrección. Solamente así se podrá afrontar la incertidumbre inherente a los recursos hídricos, amplificada por los efectos del cambio climático.

Sobre lo expuesto en el párrafo anterior es evidente que se requiere una inmediata actualización y revisión de la regla de explotación del TTS del RD 773/2014, sobre todo, para cumplir la ley.

Los impactos de una gestión tan deficiente han trascendido a las cuestiones puramente hidrológicas. Y no se entiende que pequeñas rectificaciones del funcionamiento actual suplan 38 años de fracasos. Se requiere una propuesta diferente, un modelo completamente nuevo. Para ello, se ha salido del foco de la gestión tradicional a fin de encontrar nuevas respuestas a un problema cada vez más longevo.

En este trabajo se ha demostrado que es posible cumplir otro objetivo legal permanentemente incumplido del TTS: estabilizar los recursos regulados en la cuenca del Segura, siempre en función de las necesidades del Tajo, la cuenca prioritaria. Para ello, basta con aplicar una gestión sostenible del TTS, porque al mismo tiempo que se respetan todos los usos y necesidades reales de la cuenca cedente, el TTS puede contribuir a disminuir los efectos de las sequías en la cuenca del Segura.

El diseño de una regla de explotación hiperanual en los embalses de cabecera del Tajo, basada en las aportaciones recibidas en la cuenca del Segura, se ha demostrado más sostenible y eficaz para la gestión de la realidad hidrológica de las cabeceras de ambas cuencas. Con este modelo se consigue incrementar la reserva en los embalses de cabecera del Tajo para afrontar con mayores garantías los periodos de sequía. Los recursos almacenados medios ascienden a 1.500 hm³. Se garantizan todos los usos, actuales y futuros, incluyendo entre ellos los ignorados usos recreativos de los municipios ribereños, así como las necesidades medioambientales de la cuenca cedente a partir de la implantación de un régimen de caudales ecológicos. Se cumple el objetivo legal de minimizar las condiciones hidrológicas excepcionales, reduciéndolas tan solo al 10% de los meses. Por otra parte, la posibilidad de acceder a recursos procedentes de la desalación en la cuenca receptora es determinante para mantener los usos actuales de la cuenca del Segura. Con la producción de agua desalada funcionando al 60% de su capacidad, se podrían gestionar recursos medios anuales en la cuenca del Segura de 645 hm³/año, sin ningún año hidrológico por debajo de 500 hm³/año. Esto supone solamente 7 hm³/año menos que los recursos medios actuales. Pero el año de menores recursos se dispondría de 183 hm³/año más respecto al mínimo histórico. Todo ello, cumpliendo con las necesidades de la cuenca del Tajo, hasta ahora permanentemente insatisfechas.

Pero la implantación de la nueva regla de explotación propuesta requiere reformas legales de gran calado, empezando por modificar el umbral de recursos no trasvasables para adaptarlo a los usos actuales y futuros, así como para garantizar las necesidades medioambientales de la cuenca del Tajo, tal como exige la DMA, el TRLA, el PHN o las leyes específicas del TTS. Se debe continuar por modificar el RD 773/2014, adaptando

los umbrales y volúmenes trasvasables a los criterios de la nueva regla, y suprimiendo la limitación de los desembalses a la cuenca del Tajo.

Para llevar a cabo todo este proceso sería recomendable la apertura de las decisiones a otros ámbitos. En especial, es la CHT la que por su experiencia y conocimiento del funcionamiento global del conjunto de la cuenca debería liderar el proceso de selección de los desembalses de referencia. Sobre esta decisión se edifican el resto de parámetros. Y nadie mejor que la CHT, como responsable legal y directo de la gestión de los embalses, puede ajustar a la realidad los umbrales de seguridad aplicables.

En conclusión, es posible otro modelo de gestión del TTS. La regla de explotación hiperanual de los embalses de cabecera del Tajo permite trasvasar recursos a la cuenca receptora cuando más se necesitan, sin menospreciar las necesidades de la cuenca del Tajo. Se respetan todos los usos prioritarios, atendiendo una deuda histórica con los municipios ribereños. Estas reglas adaptan los valores a la realidad hidrológica actual, englobando todo el espectro de ciclos húmedos y secos, gestionando ambos. Pero esta regla también pretende ser un modelo actualizable en los más que probables cambios hidrológicos en los que estamos inmersos.

La pregunta sería: ¿estamos dispuestos a afrontar el cambio de modelo en la gestión del TTS?

6 BIBLIOGRAFÍA

37 Años Trasvase Tajo - Segura - ESPECIAL ABC. (31 de marzo de 2016). ABC.

Aparicio, B. J. (1947). Los pantanos de Entrepeñas y Buendía y su túnel de enlace I, II y III. *Revista de Obras Públicas* N° 2782, 58 - 160.

Blázquez Calvo, F., & Díaz-Marta Pinilla, M. (1995). *El trasvase Tajo - Segura: Una obra insolidaria e ineficiente*. Borrador sin publicar.

Botía Pantoja, A. (1984). El Trasvase Tajo - Segura o...La multiplicación del agua. *Cauce* 200 N° 7, 31-33.

Cabezas, F. (2013). *El sistema de cabecera del Tajo y el trasvase Tajo - Segura*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

CEDEX. (s.f.). Obtenido de Ministerio de Fomento: http://ceh-flumen64.cedex.es/Planificacion/Planificacion_hidrologica/ComplejoTajoSegura/complejo_tajo_segura.htm

CH Tajo. (2007). Anejo VIII- Catálogo de medidas. En CH Tajo, *Plan Especial de Sequías de la Cuenca Hidrográfica del Tajo* (pág. 3). Madrid: Dirección General del Agua.

CHS. (2007). *Plan Especial de alerta y eventual sequía en la cuenca del Segura*.

CHS. (2017). *Borrador del Plan Especial de Sequía*.

CHT. (1998). *Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo*.

CHT. (2010). *Esquema de Temas Importantes*

CHT. (2011). *Plan Hidrológico de cuenca de la parte española de la demarcación hidrográfica del Tajo*. Madrid.

CHT. (2015). *Comisión de Desembalse dic-15*. Madrid.

CHT. (2016). *Plan Hidrológico de la Demarcación del Tajo 2015 - 2021*.

CHT. (2017). *Plan Especial de Sequía (BORRADOR 21 de diciembre)*.

CHT. (Feb-2018). *Comisión de desembalse*.

Gallego Bernad, M., & Sánchez Pérez, M. (2006). La destrucción ambiental del río Tajo: orígenes, procesos y consecuencias. *V Congreso Ibérico sobre gestión y planificación del agua*. Faro.

- García Yelo, J. (1997). Situación actual del Trasvase Tajo - Segura. *Revista de Obras Públicas N°3365*, 7-17.
- LEY 10/2001. (2001). Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional.
- Ley 21/1971. (1971). *En de 19 de junio, por la que se regula el aprovechamiento conjunto Tajo - Segura.*
- LEY 21/2013. (2013). *Ley 21/2013.*
- LEY 21/2015. (2015). *Ley 21/2015.*
- Ley 52/1980. (1980). *Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo - Segura.*
- Lorenzo Pardo, M. (1933). *Plan Nacional de Obras Hidráulicas*. Madrid: Biblioteca CEHOPU.
- MAPAMA. (2014). *RD 773/2014*. Madrid.
- Martín Carrasco, F., Garrote de Marcos, L., & Granados García, A. (2006). Determinación de niveles de explotación de embalses para compatibilizar la gestión de avenidas y sequías. *Ingeniería Civil 144*, 97 - 104.
- Martín Mendiluce, J., & Pliego Gutierrez, J. (1967). Anteproyecto General del Acueducto Tajo - Segura. Ministerio de Obras Públicas.
- Méndez, R. (22 de Octubre de 2011). *El "inadmisibile" trasvase Tajo - Segura*. Obtenido de EL PAIS: https://elpais.com/diario/2011/10/22/sociedad/1319234403_850215.html
- MITECO. (Agosto de 2018). *Ministerio para la Transición Ecológica*. Obtenido de <https://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/default.aspx>
- MMA. (1997). *Una regla de explotación para la programación de trasvases del acueducto Tajo - Segura*. Madrid: Dirección General de Obras Hidráulicas y calidad de las aguas.
- (1999). *Orden por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de cuenca del Tajo.*
- Pellicer-Martínez, F., & Martínez-Paz, J. M. (2018). *Efectos del cambio climático sobre la gestión del trasvase Tajo - Segura*. Coimbra: X Congreso Ibérico de Gestión Y Planificación del Agua.

- RD 1982/1978. (1978). *de 26 de julio, sobre la organización de los servicios encargados de gestionar la explotación de la infraestructura hidráulica "Trasvase Tajo - Segura"*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- RD 773. (2014). *de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo - Segura*. MAPAMA.
- San Martín, E., Larraz, B., & Hernández - Mora, N. (2018). *Estudio de los impactos socioeconómicos del trasvase Tajo - Segura sobre los municipios ribereños de los embalses de cabecera de Entrepeñas y Buendía*. UCLM.
- Sánchez Candelas, R. (2012). Historia del trasvase Tajo - Segura. En *El río Tajo, lecciones del pasado para un futuro mejor* (págs. 247 - 282). Toledo: Ledoria.
- Santamaría, J. (4 de mayo de 1979). *La primera crisis de la energía: 1979*. Obtenido de EL PAIS: https://elpais.com/diario/1979/05/04/economia/294616806_850215.html
- SCRATS. (2011). *Memoria anual* (pg 38).
- SCRATS. (2012). *Memoria anual 2012*. Obtenido de <http://www.scrats.es/ftp/memorias/Memoria-regantes-12.pdf>
- SCRATS. (2013). *Memoria Anual 2013*.

**ANEJO 1.- MODELO
MATEMÁTICO Y
PROCESO DE
CÁLCULO DEL
BALANCE HÍDRICO**

ÍNDICE

1	PREMISAS Y DATOS INICIALES.....	2
1.1	Aportaciones en los embalses de cabecera del Tajo.....	2
1.2	Evaporación y pérdidas en los embalses de cabecera del Tajo.....	2
1.3	Aportaciones en los embalses de cabecera del Segura.....	4
1.4	Volumen mínimo de existencias embalsadas.....	4
2	MODELO MATEMÁTICO PARA EL CÁLCULO DE LA CURVA DE RESERVA MENSUAL.....	5
3	PROCESO DE CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO EN LA REGLA DE EXPLOTACIÓN DEL TTS ANUAL.....	6
4	PROCESO DE CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO EN LA REGLA DE EXPLOTACIÓN DEL TTS HIPERANUAL.....	7

1 PREMISAS Y DATOS INICIALES

En el presente anejo se detallan los procedimientos de cálculo utilizados para fundamentar el Proyecto Fin de Máster titulado “*Diseño de una nueva regla de explotación hiperanual para los embalses de cabecera del Tajo*”. En este anejo no se incluyen los métodos elaborados para optimizar la regla de explotación hiperanual.

Básicamente se han empleado tres procesos diferentes, para los que se ha requerido el desarrollo de tres modelos matemáticos de cálculo. Todos ellos han sido realizados con la herramienta informática EXCEL v.2016.

El primer proceso de cálculo ha sido necesario para estimar las curvas de reserva mensuales de los embalses de cabecera del Tajo, tanto la curva de reserva mínima como la curva de condiciones hidrológicas excepcionales. El segundo, para aplicar el balance hídrico según las reglas de explotación del TTS desarrolladas hasta la actualidad, dependientes del volumen de existencias embalsado en Entrepeñas y Buendía, así como de sus aportaciones interanuales. El tercer proceso se ha utilizado para realizar el balance hídrico con las condiciones de la regla de explotación hiperanual, para el que hay que incluir la variable de las aportaciones propias de la cabecera del Segura.

Estos tres modelos matemáticos tienen puntos de partida comunes que se detallan con carácter previo al inicio de la explicación del modelo en sí.

1.1 Aportaciones en los embalses de cabecera del Tajo

La serie de aportaciones de los embalses de cabecera del Tajo tiene algunas distorsiones entre la ofrecida por la CCEATS, y la serie de la Red de Seguimiento del Estado e Información Hidrológica del Ministerio Para la Transición Ecológica. Para este trabajo se ha optado por utilizar la segunda, con datos validados por el CEDEX. Para actualizar al máximo posible la información, los últimos años 2015 – 2018, se han completado con los datos semanales de existencias embalsadas ofrecidos por la CHT.

Por tanto, todos los datos referidos a la serie de aportaciones de los embalses de cabecera del Tajo son públicos y contrastables en <https://www.cht.es> y <https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>

1.2 Evaporación y pérdidas en los embalses de cabecera del Tajo

La evaporación en los embalses de cabecera del Tajo se ha modelado según las premisas recogidas en el “*Sistema de Cabecera del Tajo y el trasvase Tajo – Segura*” (páginas 29 a 32), soporte técnico de la regla de explotación del TTS desarrollada reglamentariamente en el RD 773/2014.

En este trabajo se estima la evaporación conjunta del sistema Bolarque-Entrepeñas-Buendía según diferentes modelos de evaporación teóricos y experimentales,

comparándose los resultados. Como conclusión de estos análisis se opta por adoptar una evaporación igual para los tres embalses de cabecera con media anual de 1.100 mm/año, con la distribución mensual mostrada en la siguiente ilustración:

	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

Ilustración 1.- Distribución mensual porcentual de la evaporación de los embalses de cabecera del Tajo. Fuente: (Cabezas, 2013).

A estos efectos, Bolarque-Entrepeñas-Buendía actúan como un único embalse en cuanto al cálculo de la evaporación.

Los datos mensuales se cuantifican en mm (l/m^2). Por consiguiente, para evaluar el volumen mensual que se evapora de los embalses se precisa de una superficie: la lámina de agua libre.

Para este trabajo se han utilizado los datos proporcionados por la batimetría del CEDEX de 2008, en la que se relacionan cota- volumen- superficie de los embalses de Entrepeñas y Buendía.

El volumen máximo considerado de los embalses ha sido 2.473 hm^3 , al que corresponden 1.638 hm^3 de Buendía y 835 hm^3 de Entrepeñas. Teniendo en cuenta esta relación, se ha considerado que el 60% del volumen de existencias conjunto corresponde al embalse de Buendía, mientras que el 40% restante corresponde a la lámina de Entrepeñas. Una vez que el embalse de Entrepeñas se encontrase lleno, puede derivar agua por el túnel de conexión al embalse de Buendía, hasta completar su llenado.

El cálculo de la evaporación para cada mes se determina aplicando el coeficiente de evaporación mensual al volumen medio de existencias en dicho mes, con la relación volumen-superficie indicada anteriormente. Con el siguiente proceso secuencial:

- 1) Se calcula el volumen medio de existencias conjuntas.
- 2) Se asigna un volumen a cada uno de los embalses.
- 3) Se estima, a partir de la batimetría del CEDEX la superficie de lámina libre que le corresponde a cada embalse, interpolando linealmente entre dos valores consecutivos de la Tabla Cota-Volumen-Superficie.
- 4) Se aplica el coeficiente de evaporación mensual a la lámina libre calculada.
- 5) Se suman los valores de evaporación obtenidos para cada uno de los embalses

Este procedimiento se ha cotejado con los valores obtenidos en el cálculo de las curvas de reserva mínimas del citado soporte técnico, validando así el procedimiento realizado.

Por otra parte, otro posible factor de pérdidas son las posibles filtraciones de los embalses de cabecera del Tajo, dominados por terrenos kársticos. Al igual que en el soporte técnico, se ha considerado que las pérdidas relacionadas con las filtraciones aflorarían en Bolarque, o aguas abajo de él, en alguno de los siguientes azudes del eje principal del río Tajo, pudiendo obviarse de los cálculos del balance.

1.3 Aportaciones en los embalses de cabecera del Segura

La serie de aportaciones en los embalses de cabecera del Segura se ha recopilado de la página web de la CHS: <https://www.chsegura.es/>

En el apartado de control, existe un epígrafe dedicado a las aportaciones, donde se compila en formato de tabla la serie de aportaciones netas entre 1930-2018 a escala mensual.

1.4 Volumen mínimo de existencias embalsadas

El mínimo volumen admisible en los embalses de Entrepeñas y Buendía se ha asimilado a 118 hm³ de existencias conjuntas. La elección de este valor se ha detallado a lo largo del documento principal.

2 MODELO MATEMÁTICO PARA EL CÁLCULO DE LA CURVA DE RESERVA MENSUAL

La curva de reserva mensual que garantiza totalmente temporal y volumétricamente un determinado desembalse se ha obtenido a través de un modelo matemático.

Dicho modelo analiza el máximo periodo de déficit del balance hídrico a escala mensual y calcula cuál es el volumen de reserva necesario en cada mes para garantizar, al finalizar del periodo de déficit, un volumen de reserva superior al mínimo de la explotación.

Por tanto, las variables involucradas en el cálculo son las mismas que en el balance hídrico. Las entradas, correspondientes a las aportaciones de los embalses; y las salidas, equivalentes al desembalse designado más la evaporación calculada. Sin embargo, no hay que olvidar que la evaporación está relacionada con el volumen de existencias inicial y final, por lo que será necesario un proceso iterativo para garantizar la linealidad del flujo.

Se procede del siguiente modo:

- 1) Obtención del máximo periodo de déficit, siendo el déficit el resultado negativo de la diferencia entre entradas y salidas. Como identificador del proceso, el final de las sequías de la serie de aportaciones, marcan el final del periodo de déficit. El mes de inicio del máximo periodo de déficit para cada mes es el objetivo de la búsqueda.
- 2) Una vez obtenido el máximo periodo de déficit, se ejecuta el balance de forma inversa. Es decir, partiendo desde un volumen de 118 hm^3 en el último mes del periodo de déficit, se avanza hasta el volumen de existencias necesario en el mes correspondiente, cuando termina el periodo de déficit, es decir, el inicio de la sequía.
- 3) Durante el proceso de cálculo es necesario iterar entre el volumen de existencias inicial y final de cada mes calculado en el balance y el volumen de evaporación. El volumen de existencias medio entre el volumen inicial y final de cada mes debe coincidir con la evaporación que le corresponde a la lámina de agua asignada para el volumen medio de ese mismo mes.

3 PROCESO DE CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO EN LA REGLA DE EXPLOTACIÓN DEL TTS ANUAL

En este trabajo, se ha analizado el periodo 1980-2018 ejecutando diferentes modalidades de regla de explotación del TTS anual. Nos referimos a regla de explotación anual a aquella que depende exclusivamente de los volúmenes de existencias de los embalses de Entrepeñas y Buendía, así como de las aportaciones interanuales de los mismos embalses.

Este balance se ha ejecutado a escala mensual. Los datos de partida son las existencias embalsadas reales de los embalses de Entrepeñas y Buendía en el mes de octubre de 1980 y la serie de aportaciones mensual de la serie 1980-2018 citada en el epígrafe 1.1 de este anejo.

$$V_{emb,i} = V_{emb,i-1} + Ap_i - Des_i - EV_i - TTS_i - Vertido_i$$

El desembalse al Tajo es constante mes a mes, cuando se ha aplicado el RD 773/2014.

El trasvase en un determinado mes se calcula imponiendo las condiciones de la regla de explotación. En el caso de la regla de explotación del RD 773/2014, se ha modelado tanto como para el volumen de existencias de Entrepeñas y Buendía, como para las aportaciones interanuales.

Por tanto, se verifican las condiciones de existencias y aportaciones antes de asignar un volumen trasvasable al mes considerado. También se verifica que no se supere el valor máximo de 600 hm³/año.

El vertido solamente se produce cuando el volumen final es superior al volumen de capacidad del embalse. En ese caso, el volumen final permanece como el máximo y el vertido es similar al volumen que se encontraba por encima de dicho valor.

Nuevamente, para obtener la evaporación mensual es necesario un proceso iterativo similar al especificado en el Capítulo 2.

Al final del proceso se obtienen mes a mes todas las variables involucradas.

4 PROCESO DE CÁLCULO DEL BALANCE HÍDRICO EN LA REGLA DE EXPLOTACIÓN DEL TTS HIPERANUAL

El proceso de cálculo del balance de la regla de explotación del TTS hiperanual es similar al descrito anteriormente, en el Capítulo 3 de este Anejo. Simplemente hay que añadir nuevas condiciones al trasvase mensual.

Para obtener esta variable se ha operado del siguiente modo:

Primero se ha obtenido el trasvase mensual sin tener en cuenta las condiciones de la cabecera del Tajo. Es decir, el volumen teórico ideal de los niveles de la regla de explotación diseñada, a partir de las aportaciones mensuales de la cabecera de Segura.

Segundo, se corrige este resultado con las condiciones definidas por los embalses de cabecera del Tajo. El nivel máximo de embalse, que aumenta el trasvase mensual hasta 68 hm³. Y el nivel mínimo de existencias no trasvasables, que exige anular el trasvase en ese mes. También se impone no superar el máximo de 600 hm³/año de volumen total anual trasvasado. El proceso es iterativo hasta que coinciden los criterios de la regla con el resto de variables involucradas en el balance hídrico.

El resultado es la obtención mensual de cada una de las variables seleccionadas:

$$V_{emb,i} = V_{emb,i-1} + Ap_i - Des_i - EV_i - TTS_i - Vertido_i$$