

**ANEXO C.**  
**MODELO DE SIMULACIÓN DEL**  
**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DEL**  
**SEGURA**

## **ANEXO C: MODELO DE SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE LA CUENCA DEL SEGURA**

### **1.-INTRODUCCIÓN**

En este anexo se describe de forma más detallada los recursos y las demandas implementadas en el modelo de simulación del sistema de explotación de la cuenca del Segura, ya expuesto en el apartado 3.3 del documento del ETI.

La OPH de la CHS ha actualizado los recursos y las demandas del sistema único de explotación tras la puesta en marcha de las medidas recogidas en la Ley 11/2005 y RD 287/2006, para el horizonte 2015, con el modelo del sistema de explotación de la cuenca utilizado en los estudios desarrollados para la elaboración del PHN. De esta manera se ha obtenido una primera aproximación que será revisada en el proceso de elaboración del nuevo plan hidrológico.

Dicho modelo comprende como datos preliminares los siguientes elementos: recursos hídricos superficiales, unidades de demanda, caudales ecológicos, embalses de regulación y conducciones de transporte principales.

En este modelo se ha empleado un modelo de optimización a escala de cuenca en el entorno AQUATOOL, mediante el uso del programa OPTIGES, utilizado en los estudios desarrollados para la elaboración del PHN y en el vigente PHCS. Este modelo de optimización ha sido sometido a distintos escenarios, en los que se han planteado distintas hipótesis respecto a los recursos con los que cuenta el sistema, tal y como se describe a continuación:

- Recursos propios de la cuenca, obtenidos a partir de la restitución a régimen natural realizada por el modelo precipitación-escorrentía SIMPA, realizada por el antiguo MARM a nivel nacional.
- Recursos desalinizados, de acuerdo con las actuaciones consideradas en la Ley 11/2005. Los recursos contemplados para el escenario 2015 se corresponden con los volúmenes conveniados por los usuarios, con lo que los recursos desalinizados en la demarcación alcanzarían los 176 hm<sup>3</sup>/año, de los que 79 hm<sup>3</sup>/año corresponden al regadío (60 hm<sup>3</sup>/año correspondientes a IDAMs contempladas en la Ley 11/2005 y 19 hm<sup>3</sup>/año en resto IDAMs preexistentes en la cuenca) y 97 hm<sup>3</sup>/año al uso urbano, industrial y de servicios. La producción de 97 hm<sup>3</sup>/año para abastecimiento se encuentra supeditada a la satisfacción de una demanda urbana de 284 hm<sup>3</sup>/año.

La capacidad máxima de desalinización en 2015 se estima en 334 hm<sup>3</sup>/año, de los que 188 hm<sup>3</sup>/año corresponden al uso urbano y 146 hm<sup>3</sup>/año al uso agrario.

- Recursos trasvasados desde el acueducto Tajo Segura con destino a abastecimiento y regadío. Su disponibilidad es variable en función del carácter excedentario de las aguas, de acuerdo con la legislación vigente
- Retornos del uso urbano y agrícola: se consideran unos retornos del 80% de las demandas urbanas de Murcia, MCT-Campotejar, MCT-Sierra Espada, MCT-Lorca y MCT-La Pedrera, y del 25% de la demanda urbana de MCT-Torrealta. Además se asume un retorno del 18% procedente de la agrupación de demandas Vega Alta (p), Vega Media y Vega Baja Parcial.

El ámbito geográfico del modelo es el de planificación del vigente PHCS (demarcación del Segura más demandas externas a la misma pero atendidas con recursos del ATS) y por tanto incluye, tan sólo a efectos informativos y por comparación con el empleado en el actual PHCS y PHN, las demandas externas a la demarcación contempladas en el vigente PHCS.

A continuación se describen los recursos, las demandas e infraestructuras de almacenamiento consideradas en el modelo.

## **2.-RECURSOS**

**No se tiene en cuenta el sistema subterráneo**, por lo que los únicos recursos del modelo son los superficiales. Por ello no es posible comparar los recursos en régimen natural de la cuenca del Segura (que incluyen tanto la fracción subterránea como la superficial) con los recursos que considera el modelo OPTIGES.

En el modelo OPTIGES la fracción de recurso subterráneo renovable que es extraído de las masas de agua subterráneas no es considerado, por lo que tampoco se considera la fracción de las demandas atendida por los citados recursos renovables subterráneos.

Sin embargo, la fracción de las demandas atendida con recursos subterráneos no renovables sí se considera en el modelo, como demandas deficitarias a atender con recursos externos.

La razón por la que se emplea un modelo de simulación que no contempla la fracción subterránea en el presente ETI es simplemente permitir una comparación con los modelos de los trabajos desarrollados para la realización del PHN y el vigente PHCS, que no contemplan esta fracción.

En los trabajos desarrollados por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Segura para la elaboración del nuevo plan hidrológico se ha desarrollado un modelo que representa la totalidad de la cuenca como un sistema único de explotación, donde se incluyen tanto los recursos superficiales como subterráneas y se incluyen la totalidad de las demandas.

## 2.1.- Aportaciones propias de la cuenca

Las aportaciones propias de la cuenca se han obtenido a partir de las aportaciones en régimen natural de las cuencas vertientes a las presas de regulación del sistema, **a las que se han detraído las demandas existentes aguas arriba y no especificadas en el modelo.**

La evaluación del régimen natural se ha realizado a partir de la aplicación de un modelo de precipitación-escorrentía SIMPA, realizado por el antiguo MMAMRM a nivel nacional, que evalúa los recursos en régimen natural.

Tabla 1. Valores medios interanuales de las aportaciones de recursos propios consideradas en el modelo de simulación del sistema de explotación del Segura y evaluadas mediante la herramienta SIMPA.

Embalse al que se incorpora la aportación	Serie 1980-2005
Fuensanta	204,06
Cenajo	50,27
Talave	68,90
Camarillas	0
Alfonso XIII	0
Menjú	33,08
Puentes	16,07
<b>Total</b>	<b>372,38</b>

No se incluyen en el modelo de explotación, al igual que en los desarrollados para el vigente PHCS y PHN, los recursos generados aguas arriba de las presas de regulación y que son consumidos antes de su entrada en los embalses. De igual forma, no se contemplan en el modelo las demandas ubicadas aguas arriba de las presas de regulación.

Por otro lado, en el modelo de explotación, al igual que en los desarrollados para el vigente PHCS y PHN, no se incluyen los recursos superficiales generados aguas abajo de las presas de regulación de la cuenca. Así, la última aportación contemplada en la cuenca del Segura es la de Menjú.

## 2.2.- Aportaciones procedentes de la desalinización

Las aportaciones procedentes de la desalinización que se consideran para el escenario 2015 se corresponden con los volúmenes convenidos por los usuarios, más la capacidad de desalinización asignada directa a o indirectamente a la MCT. De esta forma, lo que los recursos desalinizados en la demarcación alcanzarían los 169 hm<sup>3</sup>/año, de los que 79 hm<sup>3</sup>/año corresponden al regadío (60 hm<sup>3</sup>/año correspondientes a IDAMs de promoción pública y 19 hm<sup>3</sup>/año en IDAMs promoción privada) y 97 hm<sup>3</sup>/año al uso urbano, industrial y de servicios. Este volumen de producción previsto está supeditado al mantenimiento de las tarifas actualmente ofertadas a los usuarios.

Tabla 2. Producción prevista de las plantas desalinizadoras previstas en el sistema de explotación del Segura. Horizonte 2015 (hm<sup>3</sup>/año).

Desalinizadoras	Horizonte 2015	
	Regadío (hm <sup>3</sup> )	Abastecimiento (hm <sup>3</sup> )
Alicante I		45
Alicante II		
San Pedro del Pinatar I		48
San Pedro del Pinatar II		
Valdelentisco	17	
Águilas ACUAMED	34	2
Torre vieja (*)		
El Mojón	2	
C.R. Virgen de los Milagros	10	
CR Marina de Cope	5	
CR Águilas	4	
Desaladora Bajo Almanzora	7	
Desaladora de Escombreras CARM		2
<b>TOTALES</b>	<b>79</b>	<b>97</b>
<b>176 hm<sup>3</sup></b>		

Notas:

(\*) Nota: la producción para uso agrario de la IDAMs de Torre vieja sólo se prevé como apoyo puntual y coyuntural en situaciones de sequía.

La capacidad de producción de recursos desalinizados en la cuenca es mayor, con un volumen previsto a 2015 de 334 hm<sup>3</sup>/año, de los que 146 hm<sup>3</sup>/año corresponden al regadío (127 hm<sup>3</sup>/año correspondientes a IDAMs de promoción pública y 19 hm<sup>3</sup>/año en IDAMs promoción privada) y 188 hm<sup>3</sup>/año al uso urbano, industrial y de servicios. Este volumen de producción no se considera disponible en el horizonte 2015 porque las tarifas actualmente ofertadas a los usuarios no permiten la plena producción de las citadas IDAMs.

Tabla 3. Capacidad de producción máxima de las plantas desalinizadoras previstas en el sistema de explotación del Segura. (hm<sup>3</sup>/año).

Desalinizadoras	Capacidad de producción máxima	
	Regadío (hm <sup>3</sup> )	Abastecimiento (hm <sup>3</sup> )
Alicante I		45
Alicante II		
San Pedro del Pinatar I		48
San Pedro del Pinatar II		
Valdelentisco	30	20
Águilas ACUAMED	48	12
Torre vieja	40	40
El Mojón	2	
C.R. Virgen de los Milagros	10	
CR Marina de Cope	5	
CR Águilas	4	
Desaladora Bajo Almanzora	7	
Desaladora de Escombreras CARM		23
<b>TOTALES</b>	<b>146</b>	<b>188</b>
<b>334 hm<sup>3</sup></b>		

### **2.3.- Retornos del uso urbano y el agrícola**

Se consideran unos retornos del 80% de las demandas urbanas de: Murcia, MCT-Campotejar, MCT-Sierra Espada, MCT-Lorca, Altiplano y MCT-Pedrera, y del 25% de la demanda urbana de MCT-Torrealta, por presentarse el resto del retorno fuera de la demarcación del Segura. Además, se asume un retorno del 18% procedente de la agrupación de demandas Vega Alta (p), Vega Media (p) y Vega Baja Parcial.

El resto de los retornos agrarios no se contemplan en el modelo por ser fundamentalmente retornos por infiltraciones a masas de agua subterránea y porque el modelo no contempla la fracción subterránea.

En los trabajos desarrollados por la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Segura para la elaboración del nuevo plan hidrológico se ha desarrollado un modelo que representa la totalidad de la cuenca como un sistema único de explotación, donde se incluyen tanto los recursos superficiales como subterráneas y se incluyen la totalidad de los retornos de riego.

## **3.- DEMANDAS DEL MODELO**

En el modelo de explotación, al igual que en los desarrollados para el vigente PHCS y PHN, tan sólo se consideran las demandas urbanas y agrarias, así como las demandas ambientales y las restricciones por caudales ambientales.

Para la redacción del nuevo plan de cuenca se está desarrollando un modelo que represente el sistema único de explotación, donde se simula tanto el sistema superficial como subterráneo y se incorporan todas las demandas que no contempla el modelo simplificado empleado en la redacción del ETI.

### **3.1.- Demanda urbana, industrial y de servicios**

Las unidades de demanda urbana consideradas en el modelo de evaluación del déficit de la cuenca son topológicamente las mismas que las consideradas en el modelo de los estudios desarrollados para la elaboración del PHN. En estas demandas se incluye la demanda industrial y de servicios de la demarcación, además del abastecimiento humano.

Tabla 1. Demandas urbanas, industrial y de servicios consideradas en el modelo de simulación del sistema de explotación del Segura.

<b>DEMANDAS URBANAS, INDUSTRIALES Y DE SERVICIOS (hm<sup>3</sup>/año)</b>		
	UDU del PHCS	Horizonte 2015
MCT Sierra Espada	UDU 2 + 10 hm <sup>3</sup> UDU 1	31
MCT Campotéjar	UDU 3	40
MCT Torrealta	UDU 4	102
MCT Pedrera	UDU 5	75
MCT Lorca	UDU 6	14

<b>DEMANDAS URBANAS, INDUSTRIALES Y DE SERVICIOS (hm<sup>3</sup>/año)</b>		
	UDU del PHCS	Horizonte 2015
Altiplano	UDU 12 y UDU 13 + industrial no conectada	8
Urbana Almería Sur	UDU 7	9
Murcia-Río Segura	UDU 13	15
Hellín	UDU 7	3
<b>Total urbanas</b>		<b>298</b>

Se trata de agrupaciones de demanda en las que se integran las Unidades de Demanda (UDU) establecidas en el PHCS. Las demandas urbanas tienen una mayor prioridad que las demandas agrícolas.

Nótese que en la tabla nº 26 del Esquema de Temas Importantes se cuantifica el volumen de demanda urbana, industrial y de servicios de la DHS y de las demandas atendidas desde la misma en el ámbito de las cuencas de L'Alacantí y Vinalopó, así como en el Distrito Hidrográfico Mediterráneo de Andalucía, en 330 hm<sup>3</sup>/año.

Sin embargo, el sumatorio de demandas urbanas en el modelo supone 298 hm<sup>3</sup>/año, para el horizonte 2015, ya que en el modelo no se incorporan las demandas urbanas de los municipios de la cabecera del Segura, Mundo, Guadalentín y una fracción de la demanda de la MCT atendida con recursos propios del río Taibilla.

### **3.2.- Demanda agrícola**

En el modelo de Evaluación del Déficit en la cuenca del Segura, se consideran las agrupaciones de demanda tal y como se describe en el modelo usado por los estudios desarrollados para la elaboración del PHN. Esto es, se agrupan aplicaciones de distintas UDAs en función del origen del recurso y de la localización geográfica. Se incluyen, además, los ahorros previstos por mejora de técnicas de riego en el RD 287/2006.

Tabla 2. Demandas agrícolas consideradas en el modelo de simulación del sistema de explotación del Segura.

<b>Modelo simulación sistema Segura</b>		
<b>Demanda</b>	<b>Horizonte 2015 (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Origen</b>
Hellín	22,5	22,5 cuenca
Vega alta antes de Ojós	50,35	50,25 propios + 0,1 ATS
Vegas alta(p) media y baja(p)	139	139 propios
Vega baja (parcial)	74,9	74,8 propios + 0,1 ATS
Vega baja (parcial) y RLMD	73,8	68 propios + 5,8 ATS
Trasvase antes de Ojos	24,7	24,7 ATS
La Pedrera	13,97	13,97 ATS
Campo de Cartagena-Oriental	92,5	92,5 ATS
Campo de Cartagena-Occidental	18,65	18,65 ATS
M.I. antes de Partidor	31,73	31,73 ATS

<b>Modelo simulación sistema Segura</b>		
<b>Demanda</b>	<b>Horizonte 2015 (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Origen</b>
M.D. antes de Algeciras	21,6	21,6 ATS
Guadalentín después de Algeciras	12,2	12,2 ATS
R.L.M.I.	110,7	105 ATS + 5,7 otros
Déficit MI y otros	92,7	87,4 DEFICIT + 5,3 ATS
Almería	14,86	14,86 ATS
Lorca	42,2	12,2 cuenca + 30 ATS
Déficit Guadalentín	109,2	109,2 déficit
Déficit Mazarrón-Águilas	33,9	33,9 déficit
Déficit Jumilla-Yecla	33,6	33,6 déficit
Déficit Trasvase Vegas-Mula	49,4	49,4 déficit
Déficit Trasvase Guadalentín-Almería	35	35 déficit
Déficit Trasvase Alicante	19,1	19,1 déficit
Total demandas modelo	1.117	
Autoabastecidos (no incorporados al modelo)	432	
<b>Demanda total</b>	<b>1.549</b>	<b>1.662 PHCS – 113 modernización</b>

Nótese que en el modelo no se incorpora la totalidad de las demandas agrarias, ya que los regadíos ubicados aguas arriba de los embalses de regulación o los atendidos por la fracción renovable de los recursos subterráneos se consideran autoabastecidos (suponen 432 hm<sup>3</sup>/año de demanda bruta) y se contemplan no como una demanda, sino como una detracción a los recursos propios, tal y como se ha indicado en el apartado 3.1. del presente anexo.

### **3.3.- Caudales ecológicos y Demanda ambiental**

En el modelo de simulación del sistema Segura se consideran las siguientes restricciones medioambientales al sistema:

- Caudales ecológicos en el río Segura y el río Mundo, entendidos como una restricción al sistema. En principio se ha partido de los valores de caudal ecológico considerados por los estudios desarrollados para la elaboración del PHN, que serán objeto de revisión en el actual proceso de planificación.

Tabla 3. Caudales ecológicos considerados en el modelo de simulación del sistema Segura.

	<b>Caudal ecológico</b>	
	Según PHN	
	m <sup>3</sup> /s	hm <sup>3</sup> /mes
Fuensanta-Cenajo	0,9	2,3
Cenajo-Confluencia Mundo	1,37	3,6
Talave-Camarillas	0,44	1,1
Camarillas-Confluencia Segura	0,58	1,5
Ojós-Contraparada	3	7,9

	<b>Caudal ecológico</b>	
	Según PHN	
	m <sup>3</sup> /s	hm <sup>3</sup> /mes
Contraparada-San Antonio	4	10,4
San Antonio-Desembocadura	0	0

- Demanda para Sostenimiento de Humedales, de 30 hm<sup>3</sup>/año. Esta demanda es consuntiva y su prioridad es máxima junto con la de los caudales ambientales. Se ha considerado preliminarmente de igual cuantía que la establecida en los estudios desarrollados para la elaboración del PHN y será objeto de revisión en el actual proceso de planificación.

## **4.- RESUMEN DE RECURSOS Y DEMANDAS**

### **4.1.- Recursos**

Los recursos considerados para la estimación del balance de la cuenca, para la serie 1980/81-2005/06 y el horizonte 2015, son:

- Aportaciones netas del río Segura de 634 hm<sup>3</sup>/año, correspondientes a un régimen natural de 704 hm<sup>3</sup>/año menos una evaporación media en los embalses de la demarcación de cerca de 70 hm<sup>3</sup>/año.
- Recursos subterráneos de los acuíferos no drenantes al río Segura (Terciario de Torrevieja, Cabo Roig, Campo de Cartagena, Sierra de Cartagena, Triásico de las Victorias, Triásico de Carrascoy, Mazarrón y Águilas) sino al mar Mediterráneo, con valor de 86 hm<sup>3</sup>/año, correspondiente a la infiltración por lluvia en estos acuíferos (93 hm<sup>3</sup>/año), menos la demanda ambiental de estas masas para sostenimiento de la interfaz dulce-salina, estimada en 7 hm<sup>3</sup>/año.
- Recursos trasvasados del Acueducto Tajo Segura con destino a abastecimiento y regadío. Su disponibilidad es variable en función del carácter excedentario de las aguas, de acuerdo con la legislación vigente.
- Recursos trasvasados del Negratín atendiendo a la normativa reguladora vigente y a los volúmenes realmente trasvasados con destino la cuenca del Segura, sobre un valor máximo de 21 hm<sup>3</sup>/año
- Retornos superficiales de usos urbanos, industriales y agrarios, con valor de 189 hm<sup>3</sup>/año, correspondientes a 170 hm<sup>3</sup>/año de retornos urbanos e industriales a los que se restan los 13 hm<sup>3</sup>/año de las depuradoras cuyos efluentes llegan al Mar Mediterráneo y 32 hm<sup>3</sup>/año de retornos superficiales agrarios, fundamentalmente de las Vegas de la Segura.

- Retornos subterráneos de usos agrarios, estimados en 64 hm<sup>3</sup>/año.
- Recursos desalinizados para uso urbano, por valor de 97 hm<sup>3</sup>/año medios interanuales, con una capacidad de producción máxima de 188 hm<sup>3</sup>/año.
- Recursos desalinizados para uso agrario, por valor de 79 hm<sup>3</sup>/año medios interanuales, con una capacidad de producción máxima de 146 hm<sup>3</sup>/año.

Del total de recursos considerados, se ha estimado que al menos 65 hm<sup>3</sup>/año medios interanuales no son aprovechables por el sistema por corresponderse con episodios esporádicos de avenida y salidas al mar de aguas de escasa calidad a través de azarbes.

De los recursos de la cuenca contemplados, se han incorporado al modelo sólo una fracción, ya que 464 hm<sup>3</sup>/año de recursos no se incluyen al no incorporarse al modelo sus demandas asociadas.

### **Resumen de demandas**

Las demandas consideradas son aproximadamente 1.909 hm<sup>3</sup>/año medios interanuales para la serie 1980/81-2005/06 y el horizonte 2015, con la siguiente distribución:

- Demandas urbanas, industriales y de servicios, 330 hm<sup>3</sup>/año. De esta cantidad tan sólo se representan en el modelo 298 hm<sup>3</sup>/año, ya que las demandas urbanas de los municipios de la cabecera del Segura, Mundo, Guadalentín y una fracción de la demanda de la MCT atendida con recursos propios del río Taibilla, 32 hm<sup>3</sup>/año en total, no se incluyen en el modelo, ni los recursos que las satisfacen.
- Demanda agraria 1.549 hm<sup>3</sup>/año, de las que en el modelo se incluye sólo 1.117 hm<sup>3</sup>/año, ya que los regadíos ubicados aguas arriba de los embalses de regulación o los atendidos por la fracción renovable de los recursos subterráneos se consideran autoabastecidos (suponen 432 hm<sup>3</sup>/año de demanda bruta) y se contemplan no como una demanda, sino como una detracción a los recursos propios.
- Demanda de mantenimiento de humedales, 30 hm<sup>3</sup>/año.

Por lo tanto, de la demanda de 1.909 hm<sup>3</sup>/año contemplada, tan sólo se han incluido en el modelo 1.445 hm<sup>3</sup>/año, de forma que 464 hm<sup>3</sup>/año de demandas no se incluyen al no incorporarse al modelo sus recursos asociados.

## **5.-ESTRUCTURAS DE REGULACIÓN**

Finalmente, en el modelo se consideran los siguientes embalses de regulación de la cuenca, ya considerados previamente en los estudios desarrollados para la realización del Plan Hidrológico Nacional:

- Embalse del Talave, en el río Mundo.
- Embalse de Camarillas, en el río Mundo.
- Embalse de la Fuensanta, en el río Segura.
- Embalse del Cenajo, en el río Segura.
- Embalse del Hondo, laguna situada entre Elche y Dolores (Alicante).
- Embalse de Puentes, en el río Guadalentín.
- Embalse de Algeciras, en la rambla de Algeciras.
- Embalse de la Pedrera, en el postravase del ATS, en el Campo de Cartagena.
- Embalse de Alfonso XIII, río Quípar.
- Embalse de Crevillente, en el postravase del ATS, en la población de Crevillente (Alicante).