

## Proyecto SUDOE-AQUIFER

### E 3.3.1 Caracterización de los ciclos hidrológicos de las zonas piloto



Documento  
final

Entrega:  
31 de diciembre de 2022

# Índice

1. Introducción .....	2
2. Caracterización del ciclo hidrológico.....	2
2.1. Contexto.....	3
2.1.1. Agua superficial .....	4
2.1.2. Agua subterránea.....	5
2.1.3. Agua regenerada .....	7
2.1.4. Agua desalinizada.....	8
3. Plan especial de sequía .....	9
4. Herramientas innovadoras para la mejora del ciclo del agua.....	11

## 1. Introducción

La comprensión de los ciclos hidrológicos es esencial para garantizar condiciones adecuadas para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes en materia de gestión de recursos hídricos. Además de estas entidades, también se entiende oportuno que la sociedad en general, y los diferentes usuarios del recurso hídrico en particular, puedan comprender el funcionamiento de los ciclos hidrológicos aplicados a su territorio.

Por otro lado, para que los resultados del trabajo realizado en cada área piloto puedan interpretarse y transmitirse adecuadamente entre diferentes regiones y países, es esencial que estos resultados se enmarquen teniendo en cuenta las características y el funcionamiento de los ciclos hidrológicos en cada una de las zonas objeto de estudio. De esta manera, dentro del alcance del proyecto, se realizará el levantamiento y caracterización de los diferentes ciclos hidrológicos para cada una de las zonas piloto.

## 2. Caracterización del ciclo hidrológico

La actividad de la Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena (CRCC) se extiende sobre una superficie regable de 42.255 ha y cuenta con 9.699 comuneros. Se localiza dentro del ámbito geográfico que le da nombre, el Campo de Cartagena (CC), que geomorfológicamente consiste en una amplia llanura con una suave inclinación hacia el sureste, sin cursos permanentes de agua superficial (Figura 1). Con respecto a la climatología la temperatura media anual es de 17,5°C y la precipitación promedia los 300 mm, con alta irregularidad en las precipitaciones con meses sin evento pluviométrico alguno y en muchos casos de carácter torrencial.

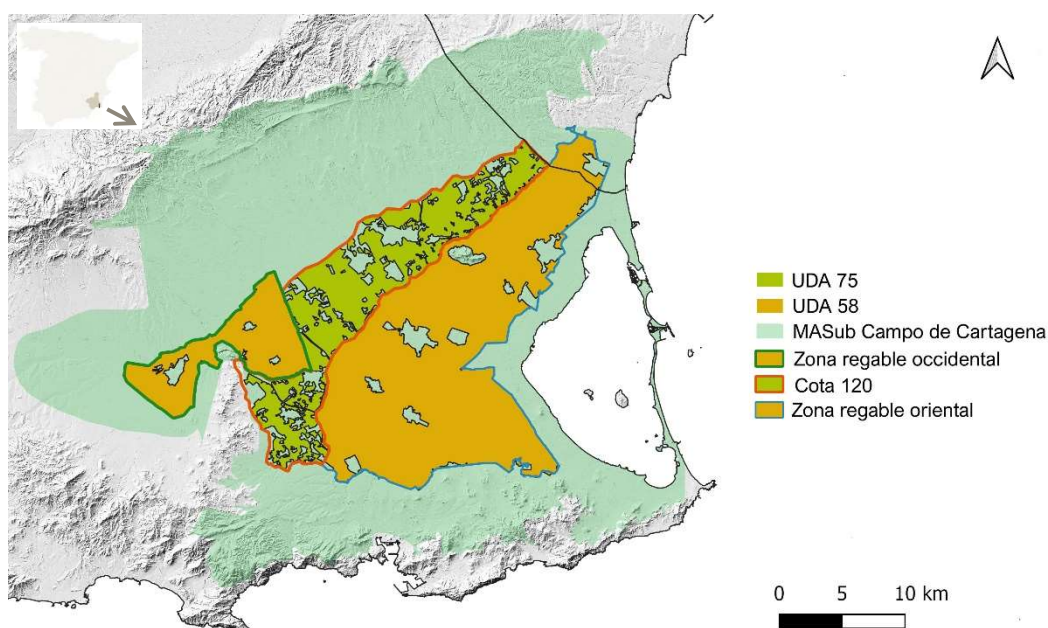


Figura 1. Localización del área de estudio.

Según la planificación hidrológica de la Demarcación Hidrográfica del Segura, el territorio gestionado por la CRCC se encuentra subdividido en dos unidades de demanda agraria (UDA): UDA nº 58 “Regadíos redotados del Trasvase Tajo-Segura (TTS) de la ZRT Campo de Cartagena” y UDA nº 75 “Cota 120 Campo de Cartagena” con regadío mixto. Se entiende como regadío mixto el uso de aguas subterránea, depurada y desalinizada. En el Campo de Cartagena existe otra UDA fuera de la gestión de esta comunidad de regantes, se trata de la UDA nº57 “Resto Campo de Cartagena, regadío mixto de acuíferos, depuradas y desalinizadas”.

La UDA 75 tienen como origen principal del agua para riego el agua subterránea y como orígenes secundarios la reutilización de aguas depuradas, desalinizadas y agua superficial. En el caso de la UDA 58, el TTS es la fuente principal del recurso, siendo secundarios los aportes procedentes de acuíferos y de la reutilización directa de aguas depuradas.

La CRCC realiza un uso conjunto, combinado y coordinado de todos los recursos disponibles, dada la alta calidad agronómica de las aguas del TTS, que permite con su mezcla reducir la conductividad eléctrica de las aguas de otros orígenes con peor calidad (regeneradas, subterráneas, desalobradas), lo que repercute en una buena producción agrícola y reducir la aportación de sales al suelo. La aplicación para riego de estas aguas de menor calidad, residuales tratadas y subterráneas, además de aumentar el recurso disponible para la agricultura, reducen los volúmenes aportados al Mar Menor de modo directo.

Por tanto, el conocimiento del ciclo hidrológico en el ámbito de estudio es clave para aprovechar todos los recursos de agua disponibles y su uso combinado, garantizando así el suministro de agua para los diferentes usos establecidos en este territorio.

## 2.1. Contexto

Los orígenes de los volúmenes de agua empleados para agricultura en el CC son; superficial externa (TTS) e interna, agua subterránea (MASub Campo de Cartagena, 070.052), agua desalinizada/desalobrada y agua regenerada (agua residual urbana).

El uso conjunto y coordinado de los diferentes orígenes de agua permite garantizar este suministro, en las figuras 2 y 3 se comprueba que el mayor soporte lo constituye el TTS.



Trasvase Tajo Segura	122 hm <sup>3</sup>
Regenerada (varias EDARs)	11,69 hm <sup>3</sup>
Autorización temporal desaladoras	26,29 hm <sup>3</sup>
Autorización temporal drenaje Mojón	4,73 hm <sup>3</sup>
Cuenca del Segura	4,2 hm <sup>3</sup>

Figura 2. Volúmenes de las diferentes dotaciones que recibe la CRCC (<https://www.crcc.es/concesiones/>).

Los recursos hídricos anuales de la CRCC, son los provenientes del trasvase Tajo-Segura (122 hm<sup>3</sup>), cuenca del Segura (4,2 hm<sup>3</sup>), EDARs (11,7 hm<sup>3</sup>), de desalación (26,3 hm<sup>3</sup>), y de drenaje (4,7 hm<sup>3</sup>). Otro aprovechamiento secundario procede de las aguas subterráneas. Estas dotaciones son por completo insuficientes para cubrir la demanda potencial agrícola de agua en la Zona Regable, donde la diferencia entre la evapotranspiración potencial y la precipitación se traduce en un déficit hídrico, que se evalúa entre 800 y 1.400 mm. Las necesidades reales son entre 180 y 200 hm<sup>3</sup>.

El abastecimiento urbano en este ámbito geográfico procede de desalinizadoras, de los ríos Taibilla y Segura y del propio TTS. No es considerado en este análisis.

### 2.1.1. Agua superficial

Desde principios de los años 1980 del siglo pasado se produjo un cambio drástico, puesto que hasta ese momento la demanda de agua para riego era satisfecha con recursos subterráneos, pero con la llegada de los recursos externos que proporcionaba el Trasvase del Tajo-Segura cambió drásticamente el escenario, pasando las aguas subterráneas a constituir un recurso secundario, pero a su vez esencial para atenuar importantes variaciones de los recursos procedentes del TTS.

En el consejo de ministros de 20 de febrero de 1970 se acordó destinar una dotación de 122 hm<sup>3</sup> anuales del TTS al CC, ratificada en la Ley 52/80 de 16 de octubre, reguladora del Régimen Económico de la Explotación del acueducto Tajo-Segura. Lo que representa un 88% de las dotaciones de agua de la CRCC.

En la siguiente figura (Figura 3) se ilustra la evolución de los volúmenes procedentes de las diferentes fuentes de recursos hídricos en los últimos años, demostrando el predominio de los volúmenes procedentes del TTS, siendo, por tanto, el pilar fundamental que sustenta los regadíos del CC.

El agua del trasvase presenta una buena aptitud para el riego. Únicamente en 1998 y 1999 se han trasvasado desde la cabecera del Tajo la totalidad de las dotaciones establecidas, por lo que la situación habitual de funcionamiento es la de un déficit permanente de recursos con una gran irregularidad. Ha habido años que la situación ha sido muy crítica, por ejemplo, en 1995 en el que la Comunidad de Regantes solo pudo distribuir 18 hm<sup>3</sup> y en 2006 con 25 hm<sup>3</sup>. Debido a esta

gran irregularidad en la disponibilidad de recursos, existen en la zona regable más de 1.300 embalses, con una capacidad de almacenamiento total superior a 21 hm<sup>3</sup>.

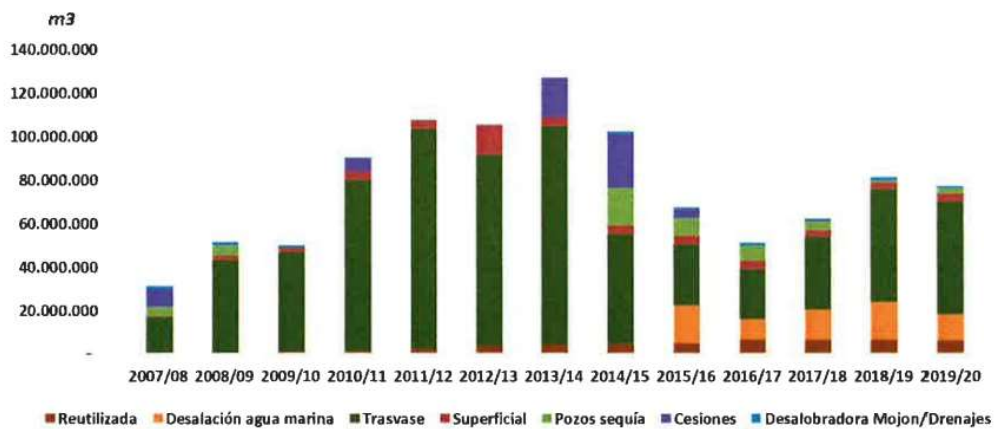


Figura 3. Evolución temporal y de volúmenes distribuidos por la CRCC entre los años hidrológicos 2007/2008 y 2019/2020 y por tipo de recurso (fuente: CRCC).

### 2.1.2. Agua subterránea

El agua subterránea supone, en principio, un recurso secundario desde la llegada del TTS, pero desempeña un papel estratégico para la producción agrícola, singularmente cuando no se dispone de agua de trasvase. La masa de agua subterránea (MASub) Campo de Cartagena está constituida por un acuífero multicapa (Figura 4), cuyo tramo más somero, denominado acuífero Cuaternario, está conectado a la laguna costera del Mar Menor, quedando, por tanto, el estado ecológico de este ecosistema fuertemente ligado a la hidrodinámica e hidroquímica del acuífero. Esta MASub está catalogada en mal estado cuantitativo y cualitativo.

Existen bombeos extraordinarios autorizados por CHS a través de los denominados pozos de sequía. Se trata de 164 pozos que podrían extraer un volumen total de 9,4 hm<sup>3</sup> (resolución CHS 2018). Las aguas subterráneas de la zona regable, de modo general se caracterizan por una salinidad media de unos 4 g/L y el 50% de los pozos presentan una conductividad superior a 3 mS/m.

Atendiendo a los datos incluidos en el plan hidrológico (revisión tercer ciclo, 2022-2027, pendiente de aprobación hasta la fecha; Figura 5), los recursos disponibles de la MASub son de 65.79 hm<sup>3</sup>/año, considerando todos los acuíferos que la componen, sin incluir el acuífero de La Naveta. El balance hídrico cuenta con las entradas procedentes de la infiltración de agua de lluvia que asciende a 48 hm<sup>3</sup>/año y el retorno de riegos se estima en 18,2 hm<sup>3</sup>/año, mientras que las salidas son 58 hm<sup>3</sup>/año por bombeos y 9,1 hm<sup>3</sup>/año mediante descarga al mar. Este balance oficial supone, por tanto, un índice de explotación de 0.89 (cociente entre las extracciones y el recurso disponible de la masa de agua subterránea).

El 16 de julio de 2020, la Junta de Gobierno de la CHS declaró el acuífero del Campo de Cartagena “en riesgo de no alcanzar el buen estado químico” por la elevada presencia de nitratos en su

agua. Esta decisión supone la activación de los trámites para que el organismo de cuenca elabore un plan de ordenación de esta masa de agua, que vierte sus aguas directamente Mar Menor.

Además de la explotación por bombeo, hay que considerar que desde la década de 1990 existe una serie de drenajes que captan el agua del acuífero superficial (Cuaternario), y una vez tratada en la estación desaladora/desalobrador del Mojón constituye el recurso denominado en la figura 1 autorización temporal drenaje del Mojón de 4,73 hm<sup>3</sup>.

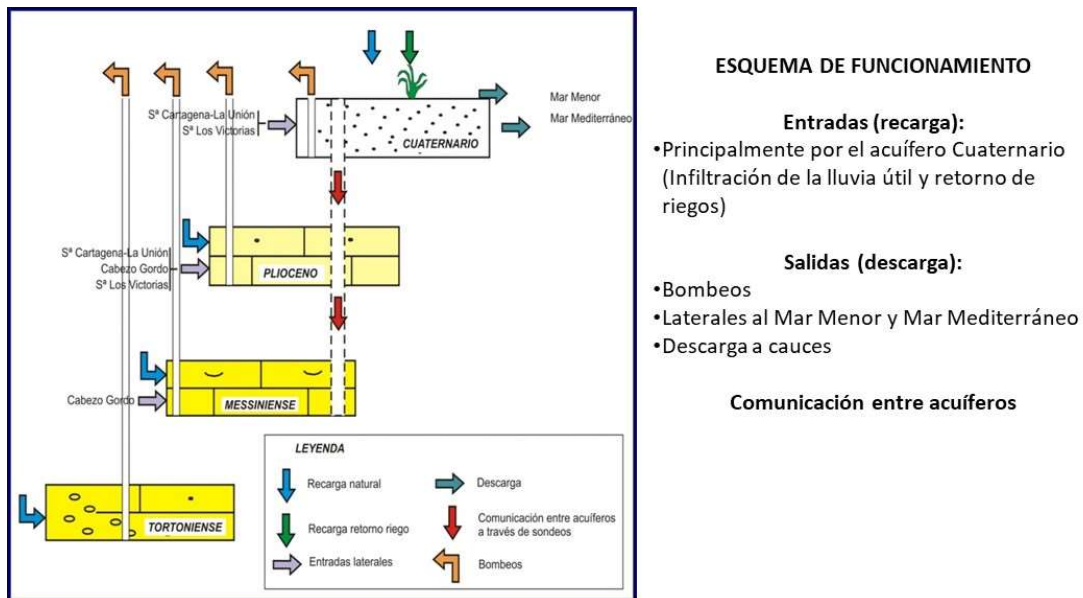


Figura 4. Funcionamiento hidrogeológico y balance hídrico (Fuente: Jiménez et al, 2009)

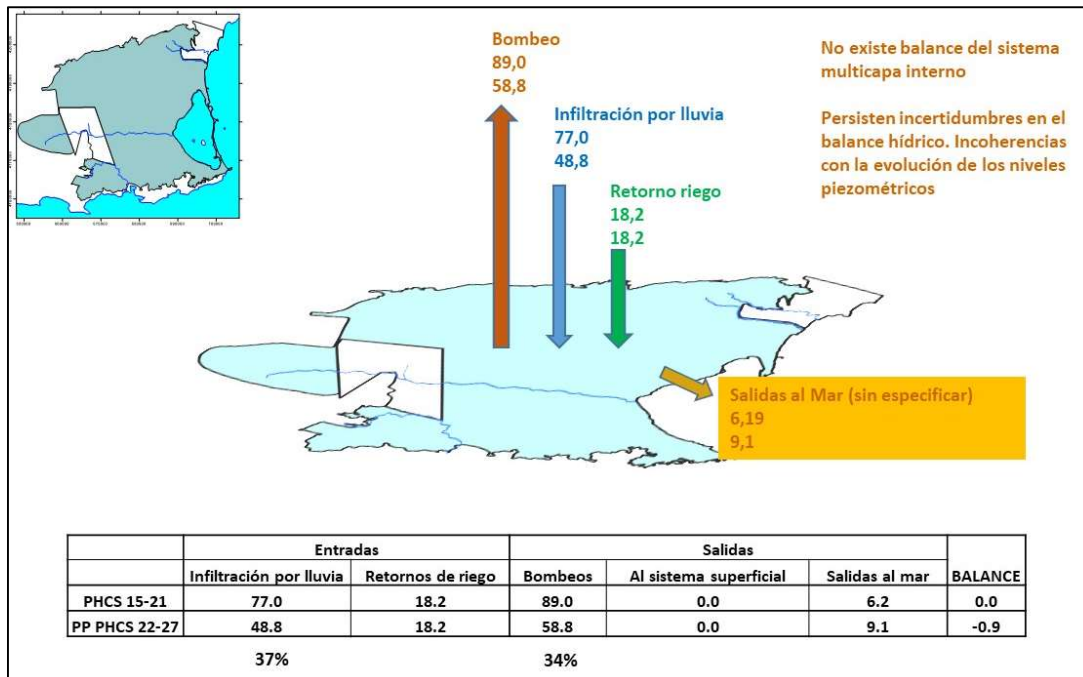


Figura 5. Comparación cifras oficiales de balance hídrico (en hm<sup>3</sup>/año) de la Masa de Agua subterránea 070.052 "Campo de Cartagena" entre el PHCS 15-21 y la Propuesta Proyecto PHCS 22-27

### 2.1.3. Agua regenerada

La Comunidad de Regantes del Campo de Cartagena desde 2008 lleva a cabo la reutilización de aguas depuradas para riego, provenientes de EDARs que incluyen tratamiento terciario, con la aplicación de su Plan de Gestión y Programa de Autocontrol, según lo indicado por el RD 1620/2007. Este proceso se lleva a cabo en coordinación con la Entidad Regional de Saneamiento y Depuración (ESAMUR), y bajo la supervisión y vigilancia de la autoridad sanitaria.

La mayor preocupación es garantizar en todo momento la calidad desde un punto de vista sanitario del agua reutilizada distribuida a sus regantes, dado que un fallo en el control de la calidad del agua depurada puede afectar muy negativamente.

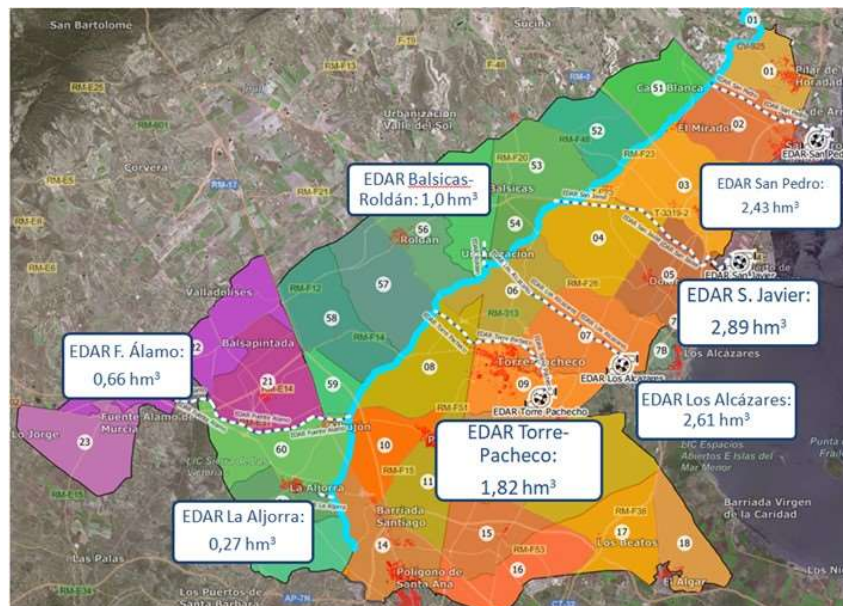
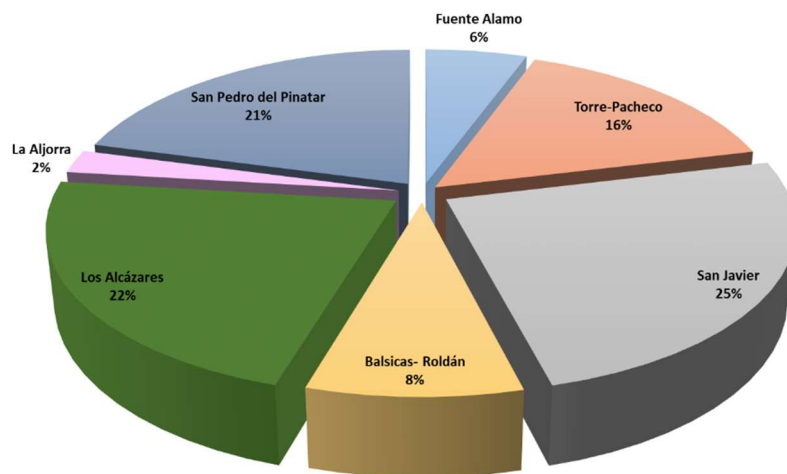


Figura 6. Porcentaje y dotaciones que aporta cada EDAR al canal de distribución (fuente: CRCC).



De este recurso secundario la dotación asciende al 7 % del total distribuido por CRCC (unos 12 hm<sup>3</sup>) y procede de 7 estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas localizadas en el CC (Figura 6):

- Fuente Álamo: fangos activos - aireación prolongada + coagulación + floculación + filtro de discos + desinfección ultravioleta
- Torre-Pacheco: fangos activos - aireación prolongada + coagulación + floculación + filtros de arena + desinfección ultravioleta
- San Javier: fangos activos - aireación prolongada + coagulación + floculación + filtro de arena + desinfección ultravioleta
- Balsicas- Roldán: fangos activos - aireación prolongada + coagulación + floculación + filtro de arena + desinfección ultravioleta
- Los Alcázares: fangos activos - aireación prolongada + coagulación + floculación + filtro de arena + desinfección ultravioleta
- La Aljorra: fangos activos - aireación prolongada + coagulación + floculación + filtro de arena + desinfección ultravioleta
- San Pedro del Pinatar: fangos activos - biorreactor de membranas + desinfección ultravioleta

#### 2.1.4. Agua desalinizada

La autorización temporal desde la desaladora Torrevieja (ASV-87/2019) asciende a 22,29 hm<sup>3</sup>, pero se puede incrementar en caso de que alguna comunidad de regantes del Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo Segura (SCRATS) renuncie a parte que le corresponde. La concesión total asciende a 80 hm<sup>3</sup>/año para todos los regadíos de las zonas del TTS en las provincias de Alicante, Murcia y Almería. La entrega de estos nuevos volúmenes se hace por las infraestructuras del postrasvase. En la figura 7 se muestra la conexión de agua desalada al canal de distribución.

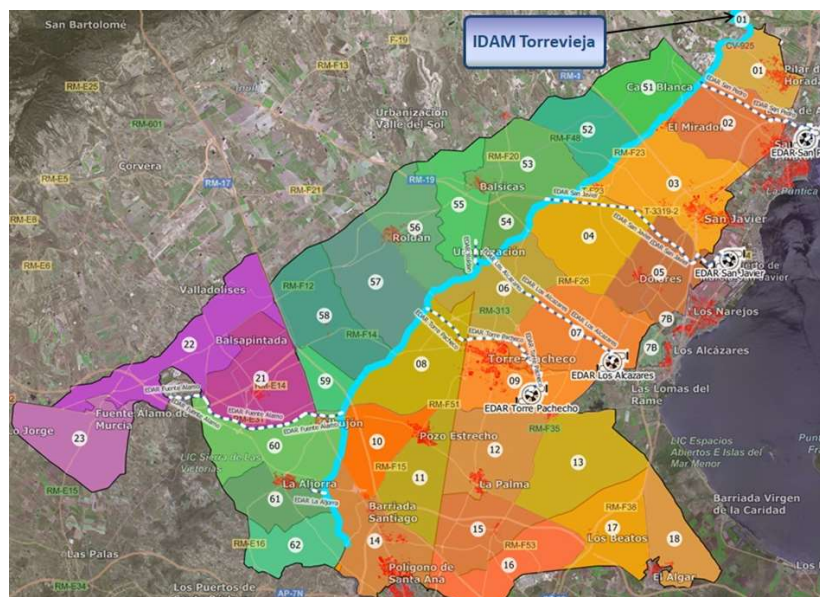


Figura 7. Conexión de agua desalada de la desaladora de Torrevieja al canal de distribución (fuente: CRCC).

La autorización temporal de la desaladora de Escombreras (ASV-88/2019) suma 4 hm<sup>3</sup>.

### 3. Plan especial de sequía

El proyecto AQUIFER SUDOE tiene por título “instrumentos innovadores para la gestión integrada de escasez creciente de recursos hídricos. En este apartado se explica la estrategia de la CHS ante los diferentes escenarios, a escala cuenca del Segura y teniendo en cuenta las fluctuaciones en el TTS, atendiendo a la revisión del plan especial de sequía llevada a cabo en 2018.

Se establecen las situaciones de Normalidad (ausencia de escasez), cuando los indicadores muestran ausencia de escasez, Prealerta (escasez moderada), en el momento en el que se identifica un inicio en la disminución de los recursos disponibles que puede suponer un riesgo para satisfacer las demandas, Alerta (escasez severa), ya se reconoce una disminución de los recursos disponibles evidenciando un claro riesgo de imposibilidad de atender las demandas y la declaración de Emergencia, en una situación de máximo grado de afección por disminución de los recursos disponibles (Figura 8).

Escenarios escasez coyuntural	Índice de Estado (Ie)
Normalidad	Entre 1 y 0,5
Prealerta	Entre 0,5 y 0,3
Alerta	Entre 0,3 y 0,15
Emergencia	Inferior a 0,15

Figura 8. Escenarios de escasez coyuntural en función de los umbrales (extraído de la Revisión del Plan Especial de Sequía (CHS, 2018).

El diagnóstico de los escenarios de escasez se realizará mensualmente por el organismo de cuenca, antes del día 15 de mes siguiente al que correspondan los datos, en función de la información ofrecida por el sistema de indicadores tanto para los recursos de la cuenca (Figura 9) como del estado de los recursos del trasvase (Figura 10).

Umbral	Índice de Estado PES 2007	Indicador cuenca (Vsc)	Índice de Estado propuesto (Ie)
Máximo		768 hm <sup>3</sup>	1
Prealerta		290 hm <sup>3</sup>	0,5
Alerta	0,35	234 hm <sup>3</sup>	0,3
Emergencia	0,20	177 hm <sup>3</sup>	0,15
Mínimo		103 hm <sup>3</sup>	0

Figura 9. Indicadores de recursos de cuenca (extraído de la Revisión del Plan Especial de Sequía (CHS, 2018).

Umbral	Índice de Estado PES 2007	Indicador trasvase (Vsc)	Índice de Estado propuesto (Ie)
Máximo		1.128 hm <sup>3</sup>	1
Prealerta		565 hm <sup>3</sup>	0,5
Alerta	0,35	360 hm <sup>3</sup>	0,3
Emergencia	0,20	250 hm <sup>3</sup>	0,15
Mínimo		103 hm <sup>3</sup>	0

Figura 10. Indicadores de recursos de cuenca umbrales (extraído de la Revisión del Plan Especial de Sequía (CHS, 2018).

En la siguiente figura (Figura 11) se facilita una captura de pantalla de los indicadores publicados en la página web de la CHS al respecto de la situación de escasez del sistema trasvase desde febrero de 2007 hasta agosto de 2022.

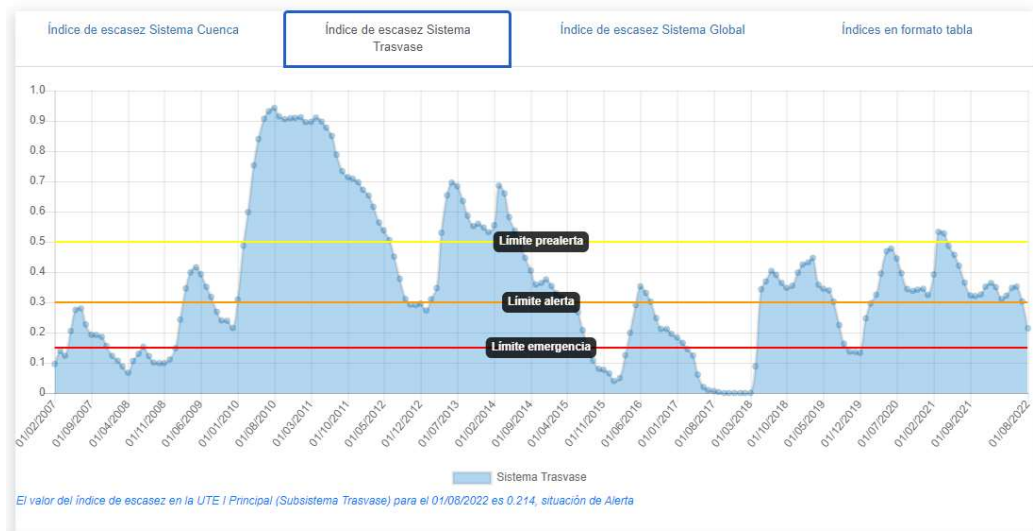


Figura 11. Evolución del valor del índice de escasez del sistema trasvase desde febrero de 2007 hasta agosto de 2022 (<https://www.chsegura.es/es/cuenca/caracterizacion/sequias/indices-e-informes-de-seguimiento/>).

Ante un escenario de prealerta, se contempla el análisis de posibles soluciones de ámbito local que puedan evitar los déficits de abastecimiento a través de obras de emergencia o cambios concesionales (movilización de bombeos subterráneos -bombeos de sequía- y movilización de capacidad de desalinización). En cuanto a la ciudadanía se fomentarían campañas de concienciación para estimular el ahorro, incluidos los agricultores, así como de planificación de las cosechas para una posible reducción de sus dotaciones.

Ante una situación de alerta, se impondrá un ahorro objetivo de un 10% en el suministro de agua potable por los Ayuntamientos y se podrá plantear restricciones de dotaciones y/o superficies de riego hasta el 25 % de la demanda nominal recogida en el Plan Hidrológico. Los nuevos recursos procederían de un aumento de los recursos a través de la movilización de la

capacidad de desalación ociosa, junto con la puesta en marcha de los pozos de sequía preexistentes (con DIA favorable; bombeos de sequía), si fuera preciso, se llevaría a cabo el análisis de posibles aportaciones extraordinarias a través del Centro de Intercambio y compra/venta de concesiones procedentes de esta y otras cuencas (10 hm<sup>3</sup>/año, para regadío, pudiendo ampliarse hasta 25 hm<sup>3</sup>/año en caso de que se produzcan déficits en abastecimientos).

En el caso de alcanzar un valor el índice de estado en el sistema global de emergencia, en ámbito urbano se impondrían medidas de restricción al consumo con un objetivo de reducción del 15% de la demanda nominal y para la agricultura podrán plantearse restricciones de dotaciones y/o superficies de riego hasta el 50 % de la demanda nominal recogida en el Plan Hidrológico. En cuanto a la búsqueda de recursos se produciría la movilización de la totalidad de la capacidad de desalación ociosa, la puesta en marcha de los pozos de sequía preexistentes con un máximo de 130 hm<sup>3</sup>/año y aportaciones extraordinarias a través del Centro de Intercambio y compra/venta de concesiones procedentes de esta y otras cuencas (20-30 hm<sup>3</sup>/año, para regadío, pudiendo ampliarse hasta 50 hm<sup>3</sup>/año en caso de que se produzcan déficits en abastecimientos).

#### 4. Herramientas innovadoras para la mejora del ciclo del agua

El proyecto AQUIFER SUDOE está enfocado en los instrumentos innovadores para la gestión integrada de escasez creciente de recursos hídricos.

Por este motivo, en el “site” de la CRCC se están implementando aplicaciones innovadoras en la monitorización de acuíferos en tiempo real junto con el análisis y toma de datos complementarios de explotación por bombeo y la evaluación de la recarga con datos satelitales y agrometeorológicos.

Con toda esta información se pretende una toma de decisiones fundamentada tanto en el momento de gestionar las sequías como en situaciones de normalidad.

#### Webgrafía

Confederación hidrográfica del Segura. Plan hidrológico en proceso de elaboración ciclo 2022-2027

<https://www.chsegura.es/es/cuenca/planificacion/planificacion-2022-2027/el-proceso-de-elaboracion/>

Comunidad de Regantes Campo de Cartagena

<https://www.crcc.es/concesiones/>