

## **Plan de aprovechamiento y distribución de la reserva de hasta 20 hm<sup>3</sup> de aguas regeneradas prevista en el Plan Hidrológico del Guadalquivir (Artículo 19 de la Normativa): definición de criterios para informe de las solicitudes de concesión**



# Contenido

<b>o.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.</b>	<b>ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.</b>	<b>El RD 1620/2007 .....</b>	<b>2</b>
1.1.1.	Procedimiento de asignación.....	2
1.1.2.	Usos caracterizados en el RD .....	5
1.1.3.	Responsabilidades financieras y control de la calidad.....	7
<b>1.2.</b>	<b>El canon de control de vertidos .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.</b>	<b>La Ley 4/2010 de Aguas de Andalucía .....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.</b>	<b>Análisis de antecedentes en la planificación del uso de aguas regeneradas y de recomendaciones técnicas para la reutilización .....</b>	<b>9</b>
<b>1.5.</b>	<b>Revisión de la información requerida a los solicitantes.....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>CRITERIOS PARA EL ANÁLISIS Y PRIORIZACIÓN DE SOLICITUDES DE CONCESIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.</b>	<b>Consideraciones preliminares.....</b>	<b>16</b>
2.1.1.	Limitaciones de carácter general .....	16
2.1.2.	Consideración de los usos distintos del riego .....	17
2.1.3.	Planteamiento general.....	18
<b>2.2.</b>	<b>Oferta de aguas regeneradas.....</b>	<b>19</b>
2.2.1.	EDARs: nivel de tratamiento y conformidad de la calidad del efluente con el objetivo.....	20
2.2.2.	Censo de vertidos.....	23
<b>2.3.</b>	<b>Demanda de aguas regeneradas.....</b>	<b>25</b>
2.3.1.	Caracterización del regadío: superficies, dotaciones y origen del recurso.....	25
2.3.2.	Caracterización del regadío: modulación estacional de las necesidades hídricas.....	28
<b>2.4.</b>	<b>Condicionantes ambientales .....</b>	<b>31</b>
2.4.1.	Afección a las masas de agua .....	31
2.4.2.	Naturalidad de las masas de agua superficial.....	33
2.4.3.	Índice de extracción .....	34
2.4.4.	Zonas sensibles .....	35
<b>2.5.</b>	<b>Viabilidad técnico-económica.....</b>	<b>37</b>
2.5.1.	Caracterización socio-económica del regadío .....	37
2.5.2.	Análisis de los costes asociado a la reutilización .....	42

<b>2.6.</b>	<b>Condicionantes sociales .....</b>	<b>49</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA Y CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LAS SOLICITUDES .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.</b>	<b>Selección y extracción de los datos .....</b>	<b>53</b>
<b>3.3.</b>	<b>Cálculo de los costes asociados.....</b>	<b>53</b>
<b>3.4.</b>	<b>Justificación de los indicadores seleccionados y fijación de umbrales.....</b>	<b>54</b>
3.4.1.	Introducción .....	54
3.4.2.	Criterios de oferta .....	54
3.4.3.	Criterios ambientales .....	55
3.4.4.	Criterios de viabilidad .....	56
3.4.5.	Criterios sociales e institucionales .....	58
<b>3.5.</b>	<b>Integración de indicadores y resultado de la evaluación .....</b>	<b>59</b>

## ANEXO. SOLICITUD PARA OBTENER LA CONCESIÓN O AUTORIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS

### Índice de figuras

Fig. 1.	Procedimiento para la obtención de la autorización o concesión .....	3
Fig. 2.	Distribución de responsabilidades en la calidad y la inspección .....	7
Fig. 3.	Localización de EDARs, nivel de tratamiento .....	22
Fig. 4.	Actuaciones para conformidad de las aglomeraciones urbanas de más de 2.000 h-e y núcleos menores..	23
Fig. 5.	Localización de puntos de vertido .....	24
Fig. 6.	Distribución de cultivos de regadío en la DHG .....	25
Fig. 7.	Dotación anual por cultivo (m <sup>3</sup> /ha . año).....	26
Fig. 8.	Superficie regable según origen del recurso.....	28
Fig. 9.	Estado de las masas de agua superficial .....	32
Fig. 10.	Estado de las masas de agua subterránea .....	32
Fig. 11.	HPU objetivo para las masas de agua superficiales de la DH Guadalquivir .....	34
Fig. 12.	Índice de extracción en las masas de agua superficiales de la DH Guadalquivir .....	35
Fig. 13.	Municipios pertenecientes a aglomeraciones que vierten a zonas sensibles .....	37
Fig. 14.	Coste comparado de tratamientos convencionales y MBR .....	46
Fig. 15.	Variación del coste de las tipologías de tratamiento en función de su capacidad .....	47
Fig. 16.	Peso actual del regadío en los municipios de la DHG .....	50
Fig. 17.	Paro registrado frente a población total del municipio .....	51
Fig. 18.	Renta neta declarada por municipio (euros, 2012) .....	52

## Índice de tablas

Tab. 1.	Situación de la depuración en la DH Guadalquivir.....	21
Tab. 2.	Medidas para la reducción de contaminación puntual .....	22
Tab. 3.	Volúmenes procedentes de vertidos puntuales en la DH Guadalquivir .....	24
Tab. 4.	Dotaciones netas por cultivo (m <sup>3</sup> /ha.año).....	26
Tab. 5.	Demanda calculada para los diferentes horizontes por sistemas de explotación.....	26
Tab. 6.	Demanda calculada para los diferentes horizontes por origen del recurso .....	28
Tab. 7.	Distribución mensual de la demanda de regadío para el horizonte 2015 por UDAs.....	29
Tab. 8.	Distribución mensual de la demanda de regadío para el horizonte 2015 por cultivos .....	31
Tab. 9.	Aglomeraciones mayores de 10.000 h-e afectadas por la declaración de zonas sensibles en la DH Guadalquivir .....	35
Tab. 10.	Fuentes de información y ficheros asociados.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tab. 11.	Indicadores socioeconómicos de los cultivos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tab. 12.	Tipos de tratamiento de regeneración [TR], usos asociados y coste .....	43
Tab. 13.	Costes de inversión y operación de diversos tratamientos .....	44
Tab. 14.	Información facilitada para el análisis económico y financiero de los distintos tratamientos .....	45
Tab. 15.	Coste comparado de tratamientos convencionales y MBR .....	46



## 0. Introducción

Este estudio responde al compromiso adquirido en el *Anexo VII. Disposiciones normativas del Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir [PHDHG]* aprobado mediante el *Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro*, concretamente, en su *Artículo 19. Reserva de recursos*. En conformidad con el artículo 43.1 del TRLA<sup>1</sup> y el artículo 92 del RDPH<sup>2</sup>, para alcanzar los objetivos de la planificación hidrológica, se establece entre otras, la siguiente reserva:

c) *Con arreglo a los usos permitidos en Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de aguas depuradas, se constituye una reserva de hasta 20 hm<sup>3</sup>/año de aguas regeneradas. El Organismo de cuenca, a través de la Junta de Gobierno aprobará el correspondiente plan de aprovechamiento y distribución de estos recursos.*

Además de conformar reservas de recursos para nuevas asignaciones tal y como ha previstos el PHDHG, a efectos del logro de los objetivos de la planificación hidrológica, el empleo de las aguas regeneradas puede cumplir diversas funciones:

- Formar parte de estrategias de ordenación de la explotación de masas de agua subterránea que no alcanzan el buen estado cuantitativo.
- Aportar recursos de apoyo y emergencia en el marco de los Planes Especiales de Sequía a los que alude el artículo 27.1 de la [LEY 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional](#).
- Mejorar la garantía de servicio de las demandas concernidas, en tanto que su provisión está asociada a la del agua de abastecimiento que disfruta de máxima prioridad de asignación.
- Facilitar la implantación del régimen de caudales ambientales.
- Facilitar el cumplimiento de las directivas de vertido y de calidad de las aguas en zonas de baño.

La consideración integral de las funcionalidades potenciales del agua regenerada en la gestión de los recursos hídricos de la cuenca debe ser tomada en cuenta a la hora de valorar su aprovechamiento.

El presente documento no pretende convertirse en un plan o programa de iniciativa pública en el sentido expresado por el Artículo 7 del RD 1620/2007, sino establecer las bases técnicas y criterios que deben aplicarse en el análisis de las solicitudes que sean recibidas, de manera que quede garantizada la compatibilidad del uso propuesto con la planificación hidrológica (específicamente, con el cumplimiento de los caudales ecológicos) y, eventualmente, la asignación de los recursos solicitados con cargo a la reserva establecida a tal efecto en la Normativa del PHDHG.

---

<sup>1</sup> [Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.](#)

<sup>2</sup> [Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.](#)

## 1. Análisis del Marco Legal e Institucional

### 1.1. El RD 1620/2007

El [RD 1620/2007 por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas](#) establece las condiciones básicas para el empleo de las aguas depuradas (usos admitidos y criterios de calidad asociados; parámetros de calidad, frecuencia de muestreo y evaluación, criterios de conformidad y gestión de incumplimientos), las características de los contratos de cesión de derechos sobre aguas regeneradas y los procedimientos para la obtención de la concesión o autorización administrativa de la reutilización.

La reutilización de las aguas se define como la *aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar*. Por tanto, para su consideración como recursos disponibles, los volúmenes regenerados deberán cumplir los parámetros de calidad requeridos para el uso expectante.

#### 1.1.1. Procedimiento de asignación

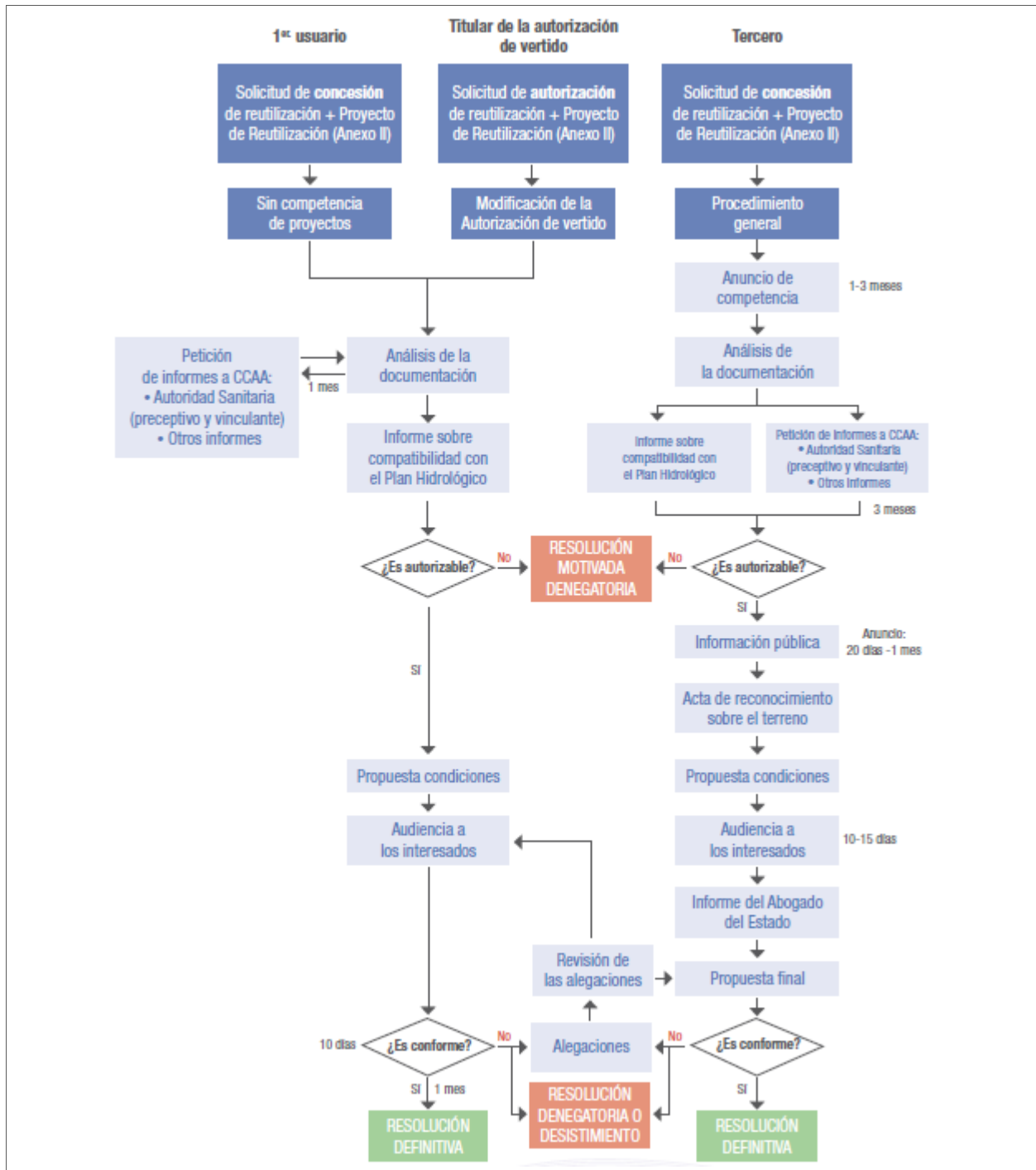
En principio, la reutilización requiere del otorgamiento de una concesión administrativa *tal como establecen los artículos 59.1 y 109 del TRLA*, siendo aplicable el régimen jurídico establecido en las secciones 1ª «*La concesión de aguas en general*» y 2ª «*Cesión de derechos al uso privativo de las aguas*» del citado TRLA. No obstante, el RD articula tres supuestos diferenciados con mecanismos de otorgamiento específicos:

- En el caso de que el solicitante fuera el **titular de una autorización de vertido de aguas residuales [ADV]** se requerirá una autorización administrativa que se asocia, además, a una asignación preferente del agua respecto a otros posibles solicitantes. El procedimiento se explicita en el artículo 9 del RD.
- Si el solicitante es el **concesionario de la primera utilización**, se establece un procedimiento específico, sin competencia de proyectos, de acuerdo a las prescripciones del artículo 8 del RD.
- Por último, si el solicitante **no es concesionario de la primera utilización ni titular de la ADV**, se habilita el procedimiento general de otorgamiento de concesiones, según el artículo 10 del RD.

El procedimiento de asignación para cada supuesto se sintetiza en la figura adjunta extraída del documento [Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas](#) (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010). [GARD]. Los plazos agregados de los dos tipos de procesos son sensiblemente diferentes, desde los 18 meses en el caso de la concesión en competencia a los 6 meses de autorización al titular de la ADV. En todos los casos, el peticionario debe presentar un **Proyecto de Reutilización de Aguas** y la **Solicitud de Concesión o de Autorización de Reutilización de Aguas**, según los formularios incluidos en el ANEXO II del RD que incorporan los datos básicos tanto del sistema de depuración y regeneración como del uso previsto. Más adelante nos referiremos con mayor detalle a la información que debe proveer el solicitante (ver sección 1.5).



**Fig. 1. Procedimiento para la obtención de la autorización o concesión**



Fuente GARD <http://www.magrama.gob.es/es/agua/publicaciones/GUIA RD 1620 2007 tcm7-178027.pdf>

En todos los supuestos, la compatibilidad de la solicitud con el Plan Hidrológico, debe ser informada por el organismo de cuenca. En caso positivo, el organismo elaborará una propuesta en la que se establecerán las condiciones en las que podría otorgarse la concesión para reutilizar las aguas. El condicionado contendrá los siguientes extremos:

- a) El origen y la localización geográfica del punto de entrega del agua depurada;*
- b) El volumen máximo anual en metros cúbicos y modulación establecida, caudal máximo instantáneo expresado en litros por segundo.*
- c) El uso admitido.*
- d) El punto de entrega y el lugar de uso del agua regenerada.*
- e) Las características de calidad del agua regenerada que deben cumplir los criterios de calidad exigidos para cada uso que se establecen en el anexo I.A de este real decreto, hasta su punto de entrega a los usuarios.*
- f) El sistema de reutilización de las aguas.*
- g) Los elementos de control y señalización del sistema de reutilización.*
- h) El programa de autocontrol de la calidad del agua regenerada que incluya los informes sobre el cumplimiento de la calidad exigida que se determinará conforme establece el anexo I.B y I.C.*
- i) El plazo de vigencia de la concesión.*
- j) Las medidas de gestión del riesgo en caso de calidad inadmisibles de las aguas para el uso autorizado.*
- k) Cualquier otra condición que el organismo de cuenca considere oportuna en razón de las características específicas del caso y del cumplimiento de la finalidad del sistema de reutilización del agua.*

Salvo los elementos i) y k), los puntos son coincidentes con los requisitos de contenido del Proyecto del solicitante. Si la resolución es finalmente positiva, tanto las concesiones de reutilización como las autorizaciones serán inscritas en la Sección A) del Registro de Aguas en la forma que establece el artículo 192 del RDPH. Si hubiera incumplimiento de las obligaciones derivadas del condicionado, la sanción será acorde a lo dispuesto en el título VII del TRLA.

Cabe indicar, por último y según el Artículo 6 del RD, que los titulares de concesiones y autorizaciones para reutilización de las aguas podrán suscribir contratos de **cesión de derechos** de uso de agua con carácter temporal a otro concesionario, de acuerdo con lo establecido en los artículos 67 y 68 de la TRLA y al TÍTULO VI del RDPH cumpliendo además que: a) el volumen anual susceptible de cesión no supere al del otorgamiento; b) la Administración pública observe que se cumplen los criterios de calidad en relación a los usos a que se vayan a destinar los caudales cedidos. De igual modo podrán participar en las operaciones de los Centros de Intercambio de Derechos.

### 1.1.2. Usos caracterizados en el RD

El Anexo I recoge los criterios de calidad para la utilización de las aguas regeneradas según los usos admitidos. Los usos contemplados son:

1.- Usos Urbanos	Calidad 1.1: Residencial	a) Riego de jardines privados
		b) Descarga de aparatos sanitarios
	Calidad 1.2: Servicios	a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares)
		b) Baldeo de calles
		c) Sistemas contra incendios
		d) Lavado industrial de vehículos
2.- Usos Agrícolas	Calidad 2.1	a) Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco
	Calidad 2.2	a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior
		b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne
		c) Acuicultura
	Calidad 2.3	a) Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana
		b) Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones
c) Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas		
3.- Usos Industriales	Calidad 3.1	a) Aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria
		b) Otros usos industriales.
		c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria
	Calidad 3.2	a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos
4.- Usos Recreativos	Calidad 4.1	a) Riego de campos de golf
	Calidad 4.2	a) Estanques, masas de agua y caudales circulantes ornamentales, en los que está impedido el acceso del público al agua
5.- Usos Ambientales	Calidad 5.1	a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno
	Calidad 5.2	a) Recarga de acuíferos por inyección directa
	Calidad 5.3	a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público.
		b) Silvicultura
	Calidad 5.4	a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares)

El RD también detalla los usos para los que queda explícitamente prohibida la reutilización, en concreto:

*a) Para el consumo humano, salvo situaciones de declaración de catástrofe en las que la autoridad sanitaria especificará los niveles de calidad exigidos a dichas aguas y los usos.*

b) Para los usos propios de la industria alimentaria, tal y como se determina en el artículo 2.1 b) del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, salvo lo dispuesto en el anexo I.A.3.calidad 3.1c) para el uso de aguas de proceso y limpieza en la industria alimentaria.

c) Para uso en instalaciones hospitalarias y otros usos similares.

d) Para el cultivo de moluscos filtradores en acuicultura.

e) Para el uso recreativo como agua de baño.

f) Para el uso en torres de refrigeración y condensadores evaporativos, excepto lo previsto para uso industrial en el anexo I.A.3.calidad 3.2.

g) Para el uso en fuentes y láminas ornamentales en espacios públicos o interiores de edificios públicos.

h) Para cualquier otro uso que la autoridad sanitaria o ambiental considere un riesgo para la salud de las personas o un perjuicio para el medio ambiente, cualquiera que sea el momento en el que se aprecie dicho riesgo o perjuicio.

Los criterios, que tendrán la consideración de mínimos obligatorios exigibles, aluden a alguno(s) de los siguientes parámetros:

- concentración de huevos de nematodos intestinales (al menos, géneros: *Ancylostoma*, *Trichuris* y *Ascaris*)
- concentración de UFC (unidades formadoras de colonias) de *Escherichia coli*
- concentración (mg) de sólidos en suspensión
- unidades nefelométricas de turbiedad
- otros contaminantes y sustancias peligrosas contenidos en la autorización de vertido aguas residuales (Anexo II del RD 849/1986, Anexo IV del RD 907/2007)
- otros patógenos: *Legionella spp* (si existe riesgo de aerosolización), *Taenia*, *Salmonella*...
- en el caso de usos agrícola, determinadas características del agua regenerada que requieren información adicional<sup>3</sup>.

En cualquier caso, y en todos los supuestos, el organismo de cuenca solicitará de las autoridades sanitarias un informe previo que tendrá carácter vinculante.

<sup>3</sup> Conductividad 3,0 dS/m; Relación de Adsorción de Sodio (RAS): 6 meq/L; Boro: 0,5 mg/L; Arsénico: 0,1 mg/L; Berilio: 0,1 mg/L; Cadmio: 0,01 mg/L; Cobalto: 0,05 mg/L; Cromo: 0,1 mg/L; Cobre: 0,2 mg/L; Manganeso: 0,2 mg/L; Molibdeno: 0,01 mg/L; Níquel: 0,2 mg/L; Selenio : 0,02 mg/L; Vanadio: 0,1 mg/L.. Para el cálculo de RAS se utilizará la fórmula:

$$RAS(\text{meq / L}) = \frac{[Na]}{\sqrt{\frac{[Ca] + [Mg]}{2}}}$$

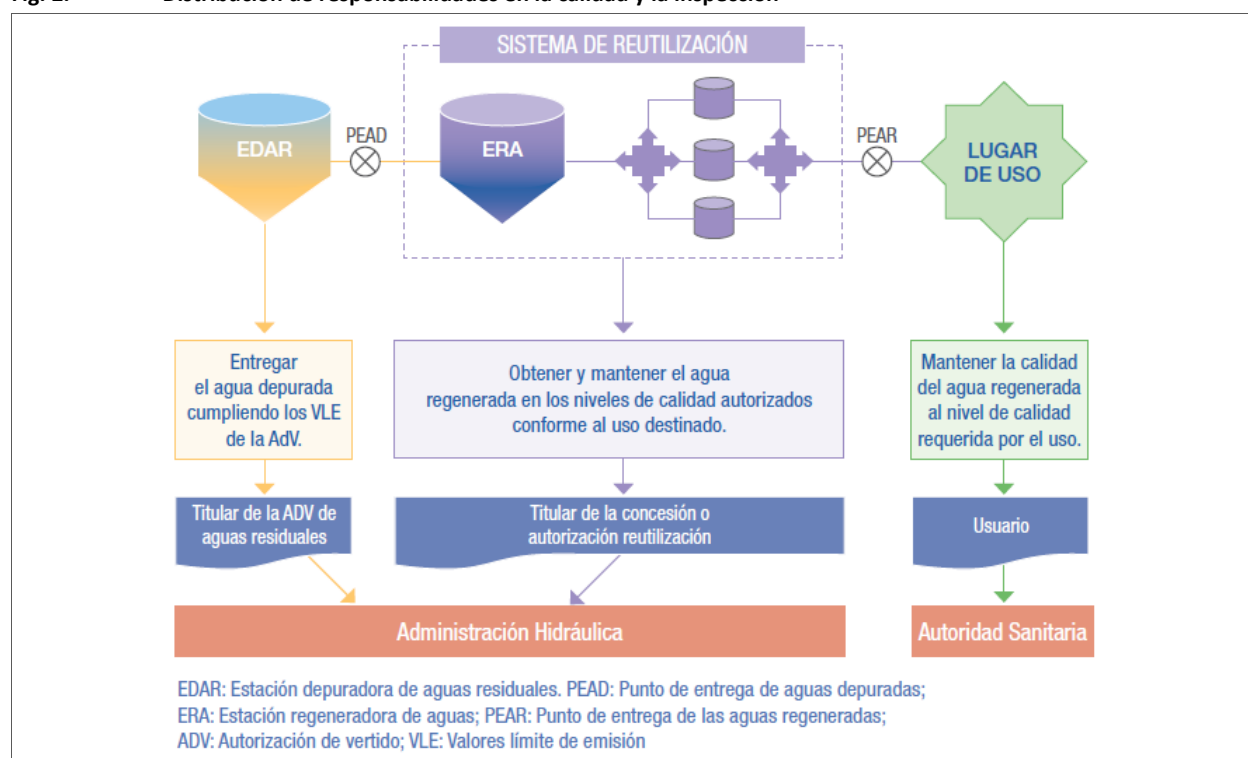
### 1.1.3. Responsabilidades financieras y control de la calidad

El RD establece las responsabilidades a efectos de responsabilidad en el cumplimiento de las condiciones de calidad, entendidas sin perjuicio de la potestad de supervisión y control de las autoridades ambientales y sanitarias:

*Artículo 5.4. El titular de la concesión o autorización de reutilización de aguas es responsable de la calidad del agua regenerada y de su control desde el momento en que las aguas depuradas entran en el sistema de reutilización (PEAD) hasta el punto de entrega de las aguas regeneradas (PEAR).*

*Artículo 5.5. El usuario del agua regenerada es responsable de evitar el deterioro de su calidad desde el PEAR hasta los lugares de uso.*

**Fig. 2. Distribución de responsabilidades en la calidad y la inspección**



Fuente: GARD

Respecto a la responsabilidad financiera el Artículo 11.3 clarifica que *el titular de la concesión o autorización de reutilización deberá sufragar los costes necesarios para adecuar la reutilización de las aguas a las exigencias de calidad vigentes en cada momento y responderá permanentemente de dicha adecuación*. Por el contrario, en el caso de que la administración concedente la que promueva la sustitución de caudales concesionales por otros procedentes de la reutilización, será la administración quien responda de los gastos inherentes a la obra en los términos del artículo 61.3 segundo párrafo del TRLA (únicamente de los gastos inherentes a la sustitución, pudiendo repercutir estos gastos sobre los beneficiarios).

## 1.2. El canon de control de vertidos

El canon de control de vertidos (CCV), tal y como queda establecido en el art. 113 del TRLA, es una tasa destinada al estudio, control, protección y mejora del medio receptor de cada demarcación. Este canon, a favor del Organismo de cuenca, grava todos los vertidos al Dominio Público Hidráulico (DPH), estén o no autorizados, siendo el sujeto pasivo quien lleve a cabo el vertido, y el hecho imponible la propia realización del vertido. Es independiente de los cánones y tasas que puedan establecer CCAA<sup>4</sup> o corporaciones locales para financiar obras de saneamiento y depuración, no pudiendo destinarse a tal fin.

La reutilización directa con concesión administrativa evita el vertido a DPH y, por tanto, el hecho imponible por lo que el titular de vertido no ha de satisfacer el CCV. En términos económicos, la reutilización directa puede valorarse como el ahorro del pago del CCV en la cuantía correspondiente al vertido evitado.

El importe del CCV viene determinado por el producto del volumen de vertido autorizado por el precio unitario de control de vertido, que se calcula multiplicando el precio básico por metro cúbico por un coeficiente de (K), establecido según las indicaciones del Anexo IV del RDPH en función de la naturaleza, características y grado de contaminación del vertido, así como por la calidad ambiental del medio físico receptor. En ningún caso, K podrá ser superior a 4.

$$\text{CCV} = \text{Volumen vertido autorizado o estimado}^5 [\text{m}^3/\text{año}] \times \text{Precio unitario de control de vertido } (\text{€/m}^3)$$

El precio básico por metro cúbico se fija en 0,01683 € para el agua residual urbana, y en 0,04207 € para el agua residual industrial, según [Ley 22/2013 de Presupuestos Generales del Estado para 2014](#) [Ley 22/2013 de Presupuestos Generales del Estado para 2014](#).

Este principio ha sido aplicado en la Confederación Hidrográfica del Júcar con notable éxito, para que los titulares de vertido pudieran reducir el importe del CCV detrayendo del volumen vertido el volumen de reutilización, siempre que en ese plazo los usuarios de aguas regeneradas regularizaran su situación mediante la correspondiente autorización o concesión administrativa de reutilización.

## 1.3. La Ley 4/2010 de Aguas de Andalucía

La [LEY 4/2010, de 8 de junio, de Aguas de la Comunidad Autónoma de Andalucía](#) [LCAA] establece que la regeneración, en su caso, del agua residual depurada para su reutilización es una de las actividades que forma parte del ciclo integral del agua de uso urbano y, como tal, es uno de los servicios públicos prestados, directa o indirectamente, por los organismos públicos para el uso urbano del agua en los núcleos de población art.4), quedando sujeto a la competencia municipal en los términos de la legislación básica (art.16). Los Entes Locales podrán tipificar infracciones y establecer sanciones en las prácticas que provoquen un uso incorrecto o negligente del agua, con especial atención, entre otras, a la falta de uso de las aguas regeneradas en

---

<sup>4</sup> Andalucía dispone del *canon de mejora*, afectado a la financiación de las infraestructuras hidráulicas y de depuración declaradas de interés de la Comunidad Autónoma. Entró en vigor el 1 de mayo de 2011 (DF 5ª de la LCAA). El hecho imponible es la disponibilidad y el uso urbano del agua potable de cualquier procedencia suministrada por redes de abastecimiento públicas o privadas.

<sup>5</sup> En caso de vertidos no autorizados, el importe del canon se fijará por estimación indirecta (artículo 292 del RDPH). Comprobada la producción de un vertido de este tipo, el Organismo de cuenca liquidará el canon de control de vertidos por los ejercicios no prescritos, en una única liquidación.

las actividades que sean susceptibles del mismo o el uso de aguas regeneradas en actividades distintas de las permitidas (art. 113). El fomento de la reutilización se incorpora como una de las bases del uso sostenible del agua, basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles (art. 5)

#### 1.4. Análisis de antecedentes en la planificación del uso de aguas regeneradas y de recomendaciones técnicas para la reutilización

El objetivo de esta revisión es, por una parte, analizar la incidencia de los contenidos / especificaciones de estos documentos en el Plan de Aprovechamiento y, por otra, la consolidación de criterios técnicos, económicos y ambientales que puedan apoyar el cumplimiento de los objetivos del contrato.

- 1) [Versión preliminar del Plan Nacional de Reutilización de Aguas](#) (MAGRAMA, diciembre de 2010) e [Informe de sostenibilidad Ambiental](#)

Esta versión preliminar data de 2010 y no sido desarrollada ulteriormente. El documento establece un marco general técnico y legal y diagnóstico de la reutilización de aguas en España. El volumen de agua reutilizada en la cuenca del Guadalquivir se cifraba en 4,5 hm<sup>3</sup>/año, remitiéndose al dato correspondiente a 2006 reflejado en el “Informe sobre la situación de la reutilización de efluentes depurados en España” (CEDEX, 2008). En otros epígrafes del documento se estima que el volumen reutilizado conforme al RD 1620/2007 en 2009 se limitaba a 3 hm<sup>3</sup> anuales.

No se profundiza en el análisis de problemas y oportunidades específicos de la cuenca del Guadalquivir, dado que se excluyeron las demarcaciones hidrográficas intra-comunitarias entre las que, en el momento de redacción del Plan, se encontraba la parte andaluza del Guadalquivir. Es por ello que la única actuación concreta que se plantea en este ámbito es la reutilización de 7,30 hm<sup>3</sup>/año de efluentes de la EDAR de Puertollano para uso industrial con una inversión prevista de 8.250.827 €: 6.560.000 en regeneración 1.690.827 en transporte.

- 2) [Estrategia de Reutilización de las aguas residuales en Andalucía](#)

Este documento estratégico, que data de 2007, pretendía el análisis de las potencialidades presentes y futuras de la reutilización de las aguas residuales, así como los requerimientos técnicos y tecnológicos necesarios.

La valoración de la potencialidad se basaba en los datos aportados por el II Plan Nacional de Saneamiento y Depuración, que cifraba en 280 las EDARs operativas en la demarcación hidrográfica del Guadalquivir, que aportaban un total de 265,77 hm<sup>3</sup> de efluentes anuales de los que se reutilizaban un total de 6,57 hm<sup>3</sup> (CEDEX, 2007) con la distribución provincial que se presenta en la tabla adjunta

Provincia	Caudal disponible EDAR (hm <sup>3</sup> /año)	nº EDAR	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)				
			Agrícola	Golf	Industria	Urbanos	Total
Cádiz	4,62	5					
Córdoba	47,96	49			0,78		0,78
Granada	47,69	59	0,04			0,00	0,05
Huelva	5,36	11					

Jaén	44,64	81	1,58				1,58
Málaga	1,31	6					
Sevilla	114,20	69	1,18	0,21	2,78	4,17	
<b>Total</b>	<b>265,77</b>	<b>280</b>	<b>2,80</b>	<b>0,21</b>	<b>3,56</b>	<b>0,00</b>	<b>6,57</b>

La estrategia distingue zonas costeras y continentales, bajo un objetivo común de aprovechamiento máximo de las aguas regeneradas para el riego de parques y jardines, campos de golf y regadíos, sustituyendo recursos convencionales. En la tabla adjunta se presentan los ambiciosos objetivos cuantitativos provinciales para las zonas continentales.

Provincia	Caudal disponible EDAR (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)				Total	
		Parques y jardines	Campos de golf	Regadío			
Almería	11,83	0,09	0,00	4,08	4,17	35%	
Cádiz	23,87	0,12	0,73	8,51	9,36	39%	
Córdoba	51,21	0,19	0,24	18,60	19,03	37%	
Granada	51,70	0,13	0,24	20,87	21,24	41%	
Huelva	26,94	0,08	0,15	8,15	8,38	31%	
Jaén	44,75	0,16	0,08	16,26	16,50	37%	
Málaga	17,88	0,08	0,52	5,73	6,33	35%	
Sevilla	114,54	0,34	0,65	43,69	44,68	39%	
<b>Total</b>	<b>342,71</b>	<b>1,19</b>	<b>2,62</b>	<b>125,90</b>	<b>129,70</b>	<b>38%</b>	

### 3) Tratamiento de las aguas regeneradas en el [Plan Hidrológico de la demarcación del Guadalquivir 2015-2021](#)

La Memoria del PHDHG dedica su epígrafe 2.7.1 a la reutilización de aguas. Se resalta el hecho de que la cuenca presenta una tasa elevada de reutilización indirecta debido a su estructura en espina de pez, por lo que implícitamente se reutilizan los efluentes en usos aguas abajo. Por otra parte, se estima que entre el 0,5 y el 1% de los recursos hídricos destinados a la satisfacción de las demandas proceden de la reutilización directa.

Asimismo, se hace patente que las aguas reutilizadas no tiene la consideración de nuevo recurso, ya que son recursos que han mejorado su calidad, pero no nuevos y como tal ya están contabilizados. De hecho, en el reparto de recursos utilizados por orígenes no se singularizan las aguas reutilizadas<sup>6</sup>. No obstante, en el marco del análisis de recuperación de costes (Anejo 9), se avanza la cifra de 15,4 hm<sup>3</sup> anuales de agua reutilizada servida a usos agrarios y en la Normativa del Plan se avanza la cifra de 16,73 hm<sup>3</sup> como nivel actual (2012) como base para el seguimiento de los efectos en el medio ambiente de la aplicación del Programa de Medidas.

Por último, en el Anejo nº3 [Descripción de usos, demandas y presiones] se expone que *en las UDAs que se nutren de aguas reutilizadas, el consumo es escaso y no se debe tanto a la necesidad de los cultivos sino más bien a la limitación en los recursos de este origen.*

<sup>6</sup>



#### 4) Comisión Europea: [Water Reuse - Background and policy context](#)

En la web de la *DG Environment* se presentan diversos estudios pan-europeos y documentos de análisis sobre los condicionantes y oportunidades asociadas a la reutilización de aguas residuales, que fue propuesta en el Plan para salvaguardar los recursos hídricos de Europa<sup>7</sup> (*Blueprint*) como línea estratégica en la que se requería una mayor acción de la UE.

Se considera que la reutilización puede aliviar la presión cuantitativa sobre el medio hídrico, mediante la sustitución de otras fuentes, y cualitativa, reduciendo la descarga de efluentes a las zonas sensibles. La reutilización aporta un suministro fiable, bastante independiente del estiaje y de la variabilidad interanual, capaz de cubrir los picos de demanda de agua y reducir el riesgo de pérdida de cosechas e ingresos. Por otra parte, ofrece un gran potencial de creación de empleos verdes en la industria relacionada con el agua.

En la actualidad, se reutilizan en la UE alrededor de 1.000 hm<sup>3</sup> anuales de efluentes urbanos, lo que representa aproximadamente el 2,4% de los efluentes de aguas tratadas y algo menos del 0,5% del consumo de agua dulce. Se considera que esta cifra podría aumentar hasta los 6.000 hm<sup>3</sup>. Tanto Estados miembros del sur (España, Italia, Grecia, Chipre y Malta) como del norte (Bélgica, Alemania y Reino Unido) han puesto en marcha numerosas iniciativas de reutilización del agua para riego, usos industriales y recarga de acuíferos. En Chipre y Malta reutilizan ya más del 90% y el 60% de sus aguas residuales, respectivamente, mientras que Grecia, Italia y España la cifra se mueve entre el 5 y el 12% de sus efluentes.

#### 5) [CIS Guidance on Integrating Water Reuse in Water Planning and Management \(Document endorsed by EU Water Directors at their meeting in Amsterdam on 10th June 2016\)](#)

En este contexto nace el Documento Guía elaborado en el marco de la Estrategia Común de Implementación de la Directiva Marco de Aguas<sup>8</sup>. El documento comienza precisando en qué forma la reutilización puede contribuir al logro de los objetivos de la DMA y otros objetivos de la política comunitaria y clarificando algunos conceptos para facilitar la interpretación del documento. Prosigue un análisis de las posibles ventajas e inconvenientes de la reutilización desde diversas ópticas: ambiental, económica y social. Continúa con un examen detallado de los requisitos derivados de la legislación de la UE para garantizar la conformidad de los esquemas de reutilización. Se describen las etapas necesarias para una correcta planificación de las actuaciones y, en particular, para garantizar la protección de la salud pública. Las directrices terminan con secciones sobre comunicación y participación de los diversos agente públicos y privados, y sobre la financiación de los sistemas de reutilización. A lo largo del documento se proporcionan ejemplos de aplicación práctica para ilustrar los diversos elementos de la Guía.

---

<sup>7</sup> [Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones \[COM\(2012\)673\]](#).

<sup>8</sup> Derivado de las conclusiones del *Blueprint*, se propone la elaboración de un instrumento (reglamentario) que fije las normas mínimas de calidad requeridas para la reutilización de agua. Por otra parte, la Comisión estudia una mayor integración de la reutilización del agua en el desarrollo y revisión de documentos de mejores técnicas disponibles de referencia (BREF) para los sectores industriales relevantes en el ámbito de la Directiva sobre emisiones industriales (2010/75 / UE). También se trabaja en el apoyo a la investigación e innovación en la reutilización del agua (en el marco de la European Innovation Partnership on Water y se habilitan fondos de la UE para las inversiones: la Comisión animará a los Estados miembros a utilizar las oportunidades existentes en el marco del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), el Fondo de Cohesión (FC) y el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) y buscarán la elegibilidad para el Fondo Europeo de Inversiones estratégicas (FEIE).

La consideración de riesgos, costes y beneficios, se ha tenido en cuenta en el establecimiento de criterios de apoyo a la decisión que se detallan en la sección 3. También se han tenido en cuenta los condicionantes específicos incluidos en la sección dedicada al aseguramiento de la consistencia con el marco legal europeo, en particular:

- La reutilización no debe comprometer el logro de los objetivos de buen estado de las masas de agua (por ejemplo, mediante la alteración de la química o de las características hidrológicas) ni poner en riesgo la calidad en puntos de extracción de agua potable.
  - La reutilización para la recarga de acuíferos puede ser una medida complementaria siempre que se cuente con autorización previa, que la calidad no comprometa el logro de los objetivos fijados para la masa receptora y se dispongan los oportunos controles periódicos.
  - En general, debe limitarse la entrada de contaminantes en las aguas subterráneas, tanto por vía directa como difusa (por ejemplo, tras el uso de los efluentes en riego).
  - El agua destinada a reuso se considera una descarga en el punto en que abandona la planta de tratamiento por lo que aquellas deben cumplir las condiciones de la Directiva 91/271, en particular, disponer de un tratamiento secundario o similar si se trata de aglomeraciones superiores a 2.000 habitantes equivalentes, contar con autorización previa y seguir los protocolos de seguimiento y reporte.
  - Si se considera probable que los nutrientes del agua residual puedan afectar a áreas sensibles o vulnerables puede, o bien mantenerse la exigencia de tratamiento más riguroso, o bien eliminar el riesgo de contaminación mediante tecnologías de fertilización e irrigación avanzadas. En cualquier caso, si se ha adoptado por hacer uso del artículo 5.4 (demostrar que el porcentaje mínimo de reducción de la carga referido a todas las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas de dicha zona alcanza al menos el 75 % del total del fósforo y al menos el 75 % del total del nitrógeno) debe seguir manteniéndose este nivel de reducción de N y P.
  - La reutilización en la agricultura puede tener implicaciones para la designación de Zonas Vulnerables a la contaminación por Nitratos (Directiva 91/676) si comporta un riesgo adicional de contaminación nitrogenada en aguas que previamente no estaban consideradas en riesgo. Por otra parte, el agua reutilizada cae bajo la definición de “fertilizante” y, por tanto, resultan aplicables las provisiones establecidas para la aplicación, planificación y registro de la fertilización en el marco de los códigos de buenas prácticas y, en particular, las consecuentes prohibiciones y limitaciones temporales de aplicación, así como las condiciones derivadas de la proximidad a cursos de agua, pendiente del terreno y estado del suelo (saturado, helado o nevado).
- 6) [Guía para la Aplicación del R.D. 1620/2007 por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas](#)

Esta Guía, redactada a partir de las experiencias existentes en España y buenas prácticas, tiene como objetivo orientar y proponer procedimientos y criterios para la aplicación del RD a los distintos agentes involucrados, facilitando el trabajo de comprensión del mismo. Parte de los contenidos y algunas de las figuras que ilustran este informe están tomados de este documento.

Se exponen los aspectos clave del RD, se analizan las relaciones con otras normas europeas y nacionales, se clarifican cuestiones de interpretación incluso casos prácticos y preguntas frecuentes, se presentan algunas prescripciones técnicas básicas para un sistema de reutilización y recogen normas de uso del agua regenerad,

un glosario de terminología relativa a la reutilización de aguas regeneradas (incluso correspondencia con la literatura anglosajona).

Se dedica un capítulo a la calidad del agua regenerada que se concretan en: recomendaciones para el establecimiento de un Programa de control -incluso frecuencias mínimas de muestreo de los diversos patógenos y parámetros de control así como las frecuencias mínimas de muestreo y posibilidades de implementar controles automáticos; Buenas Prácticas en la explotación de una planta de regeneración; problemas de degradación de la calidad del agua regenerada almacenada y propuestas de medidas para asegurar el mantenimiento de la calidad; evaluación mediante la aplicación de criterios de conformidad del sistema de explotación y medidas de gestión frente a incumplimientos; responsabilidades en cuanto al aseguramiento de la calidad y en la inspección de los sistemas de reutilización por parte de la administración hidráulica (ver Fig. 2).

Otro capítulo está dedicado al establecimiento de prescripciones técnicas para el diseño del tratamiento de regeneración y para la red de transporte, así como para el mantenimiento y control de las instalaciones. En lo referente al diseño, se definen tratamientos tipo en función de las calidades del RD -a este respecto, remitimos a la sección 2.5.2.1 y, en particular a la Tab. 10- y se proponen criterios generales de diseño, en atención a la especificidad del efluente, para las tuberías de conducción, depósitos de almacenamiento, estaciones de bombeo, elementos de maniobra y control, dispositivos para la prevención del reflujo.

Finalmente, se incorpora un capítulo dedicado a exponer una serie de normas que aseguren que se está realizando un uso adecuado de las instalaciones con total garantía para la salud, tanto del público como de trabajadores y usuarios. Se distinguen los condicionantes de cada tipo de uso: riego urbano, agrícola y de campos de golf, otros usos urbanos, usos industriales y usos ambientales. En Anexo, se presentan modelos de ordenanza municipal relativa a la reutilización de aguas regeneradas.

#### 7) [Guidelines for Water Reuse](#) (Environmental Protection Agency, 2012)

Esta publicación es el documento guía de referencia para la reutilización en Estados Unidos de América. Está estructurado en nueve capítulos, algunos de los cuales están orientados claramente a condicionantes específicos del país no por ello faltos de interés -consideraciones normativas, regionales, institucionales, y financieras- pero otros presentan cuestiones de enfoque más amplio, en particular:

Capítulo 2.- Consideraciones sobre la Planificación y Gestión. Detalla las etapas que, idealmente deben ser consideradas en fase de planeamiento como parte de un plan integral de gestión de los recursos y un repaso a las cuestiones clave para el adecuado manejo del suministro con aguas regeneradas.

Capítulo 3.- Tipos de aplicaciones de la reutilización. Analiza la reutilización para usos agrícolas, ambientales, recreacionales y potables incluyendo una extensa discusión sobre reutilización directa e indirecta aplicada al abastecimiento.

Capítulo 6.-Tecnologías de tratamiento para la protección de la salud pública. Panorama de los objetivos de tratamiento para las aguas regeneradas y de las principales tecnologías (incluso mecanismos de tratamiento en sistemas naturales: humedales y filtración en acuíferos).

Capítulo 8.- Difusión Pública, Participación y Consulta. Estrategias de información y participación del público en la planificación del sistema de reutilización del agua y el uso de agua regenerada. También se discute el potencial de las redes sociales para ayudar con este proceso.

Capítulo 9.- Experiencias globales en la reutilización del agua. Describe el crecimiento de reutilización avanzada a nivel mundial, y proporciona información sobre los principios para la mitigación de riesgos, factores para la expansión de la reutilización del agua, y nuevos estudios de casos que pueden proporcionar enfoques fundamentados.

El libro cuenta con multitud de casos de estudio, tanto nacionales (EEUU) como internacionales.

Para finalizar, cabe indicar aquí que las guías prácticas o documentos de diseminación de experiencias sobre reutilización son numerosas. Centrándonos en las publicadas en España podemos destacar:

[La reutilización de las aguas residuales. Acondicionamiento y uso](#) (Monografías CEDEX, 1989)

[Manual práctico de Riego con agua residual municipal regenerada](#) (Rafael Mujeriego Ed., 1990)

[Normas para redes de reutilización](#) (Canal de Isabel II, 2007)

[Tecnologías de tratamiento de aguas para su reutilización](#) (Programa Consolider Tragua)

[Guía metodológica para el uso de aguas regeneradas en riego y recarga de acuíferos](#) (Programa Consolider Tragua)

[Experiencias prácticas de reutilización](#) (Programa Consolider Tragua)

[Manual de Buenas Prácticas de Uso de Aguas Regeneradas](#) (Comisión 5 AEAS. 2011)

### 1.5. Revisión de la información requerida a los solicitantes

De acuerdo al contenido del RD 1620/2007, el peticionario deberá presentar un proyecto de reutilización de aguas que incluya:

- La identificación del titular de la autorización de vertido cuyas aguas depuradas se pretenden reutilizar (en caso de que el solicitante no sea dicho titular).
- La identificación del Título y Autor del Proyecto.
- La identificación del origen (nombre de la EDAR, paraje...) y la localización geográfica de los puntos de entrega del agua depurada (PEAD) y regenerada (PEAR): coordenadas UTM X (6 dígitos) e Y (7 dígitos), huso y nº Hoja 1/50.000.
- La caracterización del agua regenerada: parámetros de calidad indicados en el RD en función del tipo de uso.
- El volumen máximo anual solicitado ( $m^3$ ), modulación y caudal máximo instantáneo (l/s).
- El uso al que se va a destinar el agua, categorizado en función de los tipos y calidades del decreto (ver sección 0).
- El lugar de uso del agua regenerada (municipio, lugar/paraje/polígono industrial, referencia catastral).

- El autocontrol analítico propuesto como establece el anexo I del RD (periodicidad, método, LC<sup>9</sup>).
- El sistema de reutilización de las aguas, en particular:
  - El sistema de depuración aplicado: tipos de pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento más riguroso y/u otros.
  - Datos generales de la ERA incluyendo si es existente (en tal caso, año de entrada en funcionamiento) o en proyecto, además de datos identificativos de titularidad y emplazamiento.
  - Proceso de regeneración<sup>10</sup>, incluyendo diagrama o descripción detallada e indicando la capacidad máxima de regeneración (m<sup>3</sup>/h) y el régimen de funcionamiento (continuo o estacional).
- Las características de las infraestructuras previstas para almacenamiento y distribución del agua regenerada desde el PEAR hasta los lugares de uso, incluyendo:
  - Descripción o diagrama de las instalaciones de almacenamiento.
  - Descripción o diagrama de las instalaciones de distribución.
  - Descripción de los elementos de control.
  - Descripción de los elementos de señalización.
- Las medidas adoptadas para el uso eficiente del agua.
- Las medidas de gestión del riesgo en caso de que la calidad del agua regenerada no sea conforme con los criterios establecidos en el anexo I correspondientes al uso permitido.

Adicionalmente, cuando el destino de las aguas regeneradas fuese el **uso agrícola**:

- Acreditación de la titularidad de las tierras que se pretenden regar a favor del petitionerario o, en el caso de que el petitionerario sea una comunidad de regantes, documento que acredite que la solicitud de concesión ha sido aprobada por la junta general.
- Copia actualizada del plano parcelario del catastro, donde se señalará la zona a regar.
- Información adicional referida a los parámetros y las características de los cultivos, en caso de que no se cumplan los valores de los parámetros e indicadores definidos en el «anexo I.A», de acuerdo con las instrucciones técnicas vigentes.

Si el destino del agua regenerada es la **recarga de acuíferos**, deben indicarse profundidad (m) unidad hidrogeológica y acuífero, así como las coordenadas X e Y, huso y hoja 1/50.000.

Cuando se pretende el uso del agua regenerada en **otro tipo de instalaciones**, debe indicarse el código CNAE de la actividad principal, datos del titular e identificación fiscal, así como los datos catastrales y postales de radicación de la actividad.

En el caso de tratarse de uso industrial en **torres de refrigeración y condensadores evaporativos**, debe incorporarse una breve descripción del programa específico de control de las instalaciones contemplado en el

<sup>9</sup> Límite de cuantificación, es decir, concentración mínima de interés que puede determinarse con el nivel de incertidumbre requerido en la tabla del Anexo.

<sup>10</sup> Las opciones incluidas como terciario son: Desinfección (cloración); nitrificación/desnitrificación; eliminación de Fósforo; ozonización; ultravioleta; ultrafiltración/ósmosis inversa

[Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.](#)

Por su parte el anexo II contiene el modelo normalizado de solicitud que deben presentar quienes deseen obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas depuradas que se presenta como ANEXO al presente Informe. En la web del MAGRAMA se habilita el procedimiento de solicitud electrónica:

[https://sede.mapama.gob.es/portal/site/se/ficha-procedimien-to?procedure\\_suborg\\_responsable=4&boton=Ver+m%25C3%25A1s&procedure\\_id=31&by=theme](https://sede.mapama.gob.es/portal/site/se/ficha-procedimien-to?procedure_suborg_responsable=4&boton=Ver+m%25C3%25A1s&procedure_id=31&by=theme)

## 2. Criterios para el análisis y priorización de solicitudes de concesión

### 2.1. Consideraciones preliminares

#### 2.1.1. Limitaciones de carácter general

En atención al mejor aprovechamiento de la reserva establecida en el artículo 19.c) de las Disposiciones Normativas del PHDHG (DN), y para el mejor cumplimiento de los criterios y objetivos de la planificación hidrológica, se han establecido los siguientes condicionantes generales que deben ser cumplidos por todas las solicitudes:

- El volumen total solicitado no debe superar la cantidad de 1,50 hm<sup>3</sup> anuales, con el fin de que puedan distribuirse los beneficios de la reserva a un mayor número de usuarios y territorios, trasladando así el objetivo de conseguir *el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial* que establece el artículo 40 del TRLA. El volumen mínimo se sitúa en 0,15 hm<sup>3</sup> anuales, ya que se considera que por debajo de esa cantidad difícilmente pueden afrontarse los costes que conlleva la utilización de aguas regeneradas.
- En caso de que el destino total o parcial de los efluentes solicitados, sea la sustitución de caudales de otro origen, la cuantía de esta sustitución no será tenida en cuenta como detracción de la reserva estipulada en el citado artículo 19.c) de las DN del PHDHG.
- Con carácter previo a la valoración de las solicitudes se analizará el volumen efluente que puede considerarse disponible teniendo en cuenta los aprovechamientos existentes con concesión o que al menos hayan sido declarados compatibles con la planificación hidrológica. El volumen solicitado, sumado al ya comprometido, no deberá superar el 80% del volumen total efluente, reservando un 20% para el cumplimiento de los objetivos ambientales o usos futuros prioritarios y en aplicación de un principio general de precaución). Las solicitudes deberán justificar la evaluación del volumen efluente que justifica el cumplimiento de esta norma.
- En ningún caso la nueva concesión podrá poner en riesgo el estado de la(s) masa(s) de agua asociadas a la captación.
- La toma deberá situarse directamente en la EDAR y de forma que se asegure que se capten exclusivamente efluentes de la misma.
- La infraestructura de regulación propuesta deberá ser capaz de almacenar al menos el 25 % del volumen solicitado.

- Las analíticas de calidad de aguas a presentar a la administración se obtendrán a través de entidades colaboradoras acordes a las previsiones del artículo 255 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico.
- No se admitirán solicitudes que no cuenten con el respaldo de una EDAR en funcionamiento o en construcción, ni se otorgaran concesiones si el vertido de la EDAR no es conforme. Aquellas peticiones que resulten seleccionadas pero que pretendan captar de una EDAR en construcción o no conforme tendrán un plazo de doce meses desde la emisión del informe de valoración de la OPH para subsanar las deficiencias, quedando automáticamente anuladas de no hacerlo. En este caso el volumen adjudicado quedaría liberado y a disposición del Organismo de Cuenca.
- La adjudicación de volúmenes se hará por orden de puntuación de las solicitudes. En caso de empate se tendrá en consideración la puntuación obtenida en el bloque social e institucional. Si persiste el empate, se tendrán en cuenta sucesivamente y en este orden, las de los bloques ambiental, oferta y de viabilidad.
- Las solicitudes deberán rellenar el impreso "SOLICITUD PARA OBTENER LA CONCESIÓN O AUTORIZACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS" disponible a través de la página web de la CHG, en la dirección <http://www.chguadalquivir.es/procedimientos-administrativos>, así como los documentos necesarios para la valoración de cada uno de los ítems puntuables. Los documentos técnicos deberán alcanzar como mínimo el nivel de anteproyecto.

### 2.1.2. Consideración de los usos distintos del riego

En un primer nivel de análisis para establecer la jerarquía entre las peticiones recibidas, se plantea el tipo de uso al que corresponde la solicitud. En este sentido, se atenderá a los criterios de prioridad y compatibilidad de usos establecidos en el Capítulo II de las DN que, con carácter general y respetando el uso prioritario del abastecimiento, establece el orden de preferencia entre los diferentes usos del agua previsto en el artículo 60.3 del TRLA<sup>11</sup>:

*1.º Abastecimiento de población, incluyendo en su dotación la necesaria para industrias de poco consumo de agua situadas en los núcleos de población y conectadas a la red municipal.*

*2.º Regadíos y usos agrarios.*

*3.º Usos industriales para producción de energía eléctrica.*

*4.º Otros usos industriales no incluidos en los apartados anteriores.*

*5.º Acuicultura.*

*6.º Usos recreativos.*

*7.º Navegación y transporte acuático.*

*8.º Otros aprovechamientos.*

---

<sup>11</sup> (...) para lo que se tendrá en cuenta la clasificación y categorías contempladas en el artículo 49 bis del RDPH.

En un primer nivel de análisis para establecer la jerarquía entre las peticiones recibidas, se plantea el tipo de uso al que corresponde la solicitud. En este sentido, se atenderá a los criterios de prioridad y compatibilidad de usos establecidos en el Capítulo II de las DN del PHDHG que, con carácter general y respetando el uso prioritario del abastecimiento, otorga, salvo excepciones puntuales y tasadas, preferencia al regadío y los usos agrarios.

Dado que se espera que la inmensa mayoría de las solicitudes sean para uso agrario los indicadores y criterios de priorización que se exponen en las secciones siguientes se focalizan en la evaluación comparada de solicitudes para uso en riego agrícola<sup>12</sup>.

### 2.1.3. Planteamiento general

Se propone la selección de un grupo de indicadores que permitan la valoración de las solicitudes bajo los siguientes criterios generales:

- A) Disponibilidad y calidad de los recursos efluentes.
- B) Sostenibilidad ambiental y compatibilidad con los objetivos ambientales de las masas de agua.
- C) Garantía de la viabilidad técnica y económica de la actuación, tanto en lo que se refiere a la inversión inicial como al posterior mantenimiento y operación.
- D) Equidad territorial y atención a criterios sociales.

En principio, la información necesaria para la evaluación vendrá aportada en el documento de solicitud y en el Proyecto que lo acompaña según las prescripciones del RD 1620/2007. Estos requerimientos de información se detallan en la sección 1.5 e incluyen la caracterización y localización del origen del recurso (EDAR de toma, procesos de regeneración y consecuente calidad prevista) y del uso(s) (localización y caracterización del cultivo o instalación en la que se va a emplear el agua, volumen requerido y estacionalidad).

Por otra parte, aunque cabe esperar que los solicitantes hayan realizado una evaluación técnica y económica realista antes de formular su petición, lo cierto es que el RD no obliga a informar de costes y beneficios esperados, ni de la viabilidad financiera prevista para la(s) actividad(es) que van a emplear el agua regenerada.

Sin embargo, ante la eventual competencia de diversas iniciativas por la asignación de recursos, la planificación hidrológica debe incorporar criterios de viabilidad económica, social y ambiental de cada propuesta. Por otra parte, es necesario calibrar la rentabilidad financiera para el solicitante como anticipación de su compromiso en el lanzamiento efectivo de la reutilización y su capacidad para recuperar los costes incurridos y obtener una rentabilidad que garantice el éxito del proyecto.

Para facilitar la consideración integrada de todos los factores que deben apoyar la toma de decisiones, la selección y definición de indicadores tendrá en cuenta la disponibilidad de bases de datos alfanuméricas y gráficas, dando prioridad a aquellas contenidas en el PHDHG y otros estudios realizados por la Oficina de Planificación Hidrológica. La selección de los indicadores se detalla en la sección 3.

---

<sup>12</sup> En el caso, poco probable, de que se presentarán ofertas competitivas entre usos distintos del riego (sobre la misma EDAR y pertenecientes al mismo tipo a efectos de preferencia), podrá articularse un análisis semejante al planteado para usos de regadío, pero limitado a los indicadores ambientales y sociales.



Sobre esta base, se ha confeccionado una matriz para la evaluación de solicitudes, para lo que se ha seguido el siguiente proceso:

1. Selección de indicadores, sobre la base de la disponibilidad de información y el equilibrio entre las diversas componentes de viabilidad: ambiental, económica y social. Los indicadores pueden ser de tipo numérico (e.g. coste del tratamiento necesario para la reutilización) o no (e.g. tipo de tratamiento actual).
2. Los valores de cada indicador se asocian a valores discretos para su integración en la matriz, estableciendo umbrales de separación de clases para los indicadores de tipo numérico.
3. Se asigna un peso relativo a cada indicador, buscando el equilibrio entre los 4 grupos de criterios establecidos con anterioridad: A, B, C Y D. **La puntuación obtenida en cada bloque se ponderará proporcionalmente de modo que el máximo valor posible corresponda al 25% del total.**
4. Se conforma una matriz multi-criterio que facilita la jerarquización de las peticiones. Esta matriz es la componente final en la que se integran los diversos elementos de análisis: bases de datos (características de las EDARs, cultivos, masas de agua, datos municipales); herramientas para el cálculo de los costes de regeneración, regulación y aducción de los recursos reutilizados; definición y cálculo de indicadores y umbrales.

El proceso y la justificación de los criterios adoptados se explican con mayor detalle en el capítulo 3.

## 2.2. Oferta de aguas regeneradas

La caracterización inicial de este tipo de instalaciones se ha realizado a partir de una consulta específica realizada en junio de 2016 a la Base de Datos EDARnet del MAGRAMA, realizada en junio de 2016. La citada base contiene los siguientes campos:

- Código EDAR
- Nombre EDAR
- Localización EDAR (UTM X) (UTM Y) (Huso)
- Tipo de tratamiento máximo
- Coste de Construcción (euros) [este campo no siempre aparece relleno]
- Conformidad (Último Diagnóstico 2015)
- Localización Punto de vertido (UTM X) (UTM Y) (Huso)
- Medio receptor
- Población Diseño (Hab. Eq.)
- Población Conectada (Hab.)
- Carga Conectada (Hab. Eq.)
- Población Conectada (%)
- Agua tratada reutilizada (%) en agricultura / en industria / en otros
- Observaciones

Se cuenta también con la Capa EDARS contenida en la IDE del Guadalquivir, que incorpora datos que pueden complementar las anteriores, en concreto: la carga industrial (h-e) y/o porcentaje; la carga bruta y neta

(kg/año) de DBO<sub>5</sub>, N, P, DQO y sólidos en suspensión. De particular interés son los campos que indican si el vertido se produce o no a zona sensible.

También se cuenta con una Base de Datos con el Censo de Vertidos de la DHG que se identifican por su localización física (coordenadas y huso), titular y nombre de la instalación, medio receptor y volumen vertido (m<sup>3</sup>/año).

Se ha realizado dos trabajos específicos mediante análisis GIS para facilitar la evaluación de la oferta de aguas residuales:

- Por una parte, se han asociado los puntos de vertido a las masas receptoras, en función de la (micro)-cuenca vertiente en la que están localizados: para determinar la cuenca de vertido correspondiente a cada masa se utiliza el Modelo Digital del Terreno [MDT] del IGN. Debe recordarse que los vertidos pueden realizarse a cauces que no sean masa de agua y éste análisis es, por tanto, necesario para localizar la masa que pudiera verse afectada por la detracción de los efluentes para uso.
- Por otra, se han buscado establecer coincidencias entre los puntos de vertido de EDARNet y del Censo de Vertidos de la DHG de manera que pueda asignarse volúmenes de vertido acordes con el Censo a las EDARs. Se ha adoptado un criterio de proximidad para asimilar errores de ubicación o diferencias de criterio o escala en la determinación de tales puntos. Este tipo de aproximación incluye un cierto nivel de incertidumbre y, en cualquier caso, arroja resultados incompletos por lo que se considera conveniente incidir en mejorar la consistencia de ambas bases.

En cualquier caso, el conjunto de bases utilizadas aporta información suficiente para cubrir los requerimientos básicos necesarios para proceder a evaluar la disponibilidad de caudales aptos para su reutilización, con los tratamientos de regeneración y obras de aducción a zona de usos y regulación que fueran necesarias.

### 2.2.1. EDARs: nivel de tratamiento y conformidad de la calidad del efluente con el objetivo

Los niveles de tratamiento de las aguas residuales urbanas deben garantizar el cumplimiento de la [Directiva 91/271/CEE](#), incorporada al ordenamiento jurídico español mediante [RDL 11/1995](#) y el [RD 509/1996](#). En resumen, se establece la obligación de realizar la depuración secundaria en las aglomeraciones de más de 2.000 habitantes equivalentes (h-e), y realizar un tratamiento más riguroso (disminuyendo la concentración de Nitrógeno y Fósforo) en las aglomeraciones de más de 10.000 h-e en zonas declaradas como sensibles. En la demarcación hay 13 zonas sensibles (11 tipo río y 2 tipo lago)<sup>13</sup>, declaradas por la [Resolución de 30 de junio de 2011](#).

Según se recoge en el PHDHG, según el padrón del Instituto Nacional de Estadística referido al 2013, la demarcación cuenta con 288 aglomeraciones urbanas con más de 2.000 habitantes equivalentes (h-e), con una carga contaminante total de aproximadamente 6.350.000 habitantes equivalentes. Un 44% de estas aglomeraciones (125) no tiene un nivel de depuración adecuado, si bien suponen sólo un 11,3% de la carga contaminante total.

---

<sup>13</sup> Arroyo Almonazar (desde nacimiento hasta la Corta de San Jerónimo), Embalse de Canales, Embalse de Cubillas, Embalse de El Gergal, Embalse de Guadalén, Embalse de Huesna, Embalse de Puente Nuevo, Embalse de Sierra Boyera, Embalse de Sierra Boyera, Embalse de Torre del Águila, Ermita R. San Pedro Alanís de la Sierra, La Ribera. Rivera de Huéznar (El Pedroso), Parque Nacional de Doñana y su entorno, Parque Natural de Cazorla I.

El conocimiento del tipo y conformidad del tratamiento actual determina la necesidad de abordar nuevas obras para la adecuación de las instalaciones, a las que se añadirían las específicas de regeneración. El módulo de regeneración debe, en principio, acoplarse a una EDAR de carácter secundario -o más riguroso, en caso de vertido a zona sensible- que funcione adecuadamente.

En la figura y tabla adjuntas se sintetiza la situación actual de la depuración en la demarcación. Se aprecia que un total de 93 núcleos (en general de menor dimensión) carecen de EDAR y sólo un tercio del total de vertidos que cubre aproximadamente la mitad de la carga poblacional, muestra conformidad con la calidad en el año 2015. Estos datos implican que un buen número de instalaciones requieren intervención previa antes de la eventual implantación de una ERA.

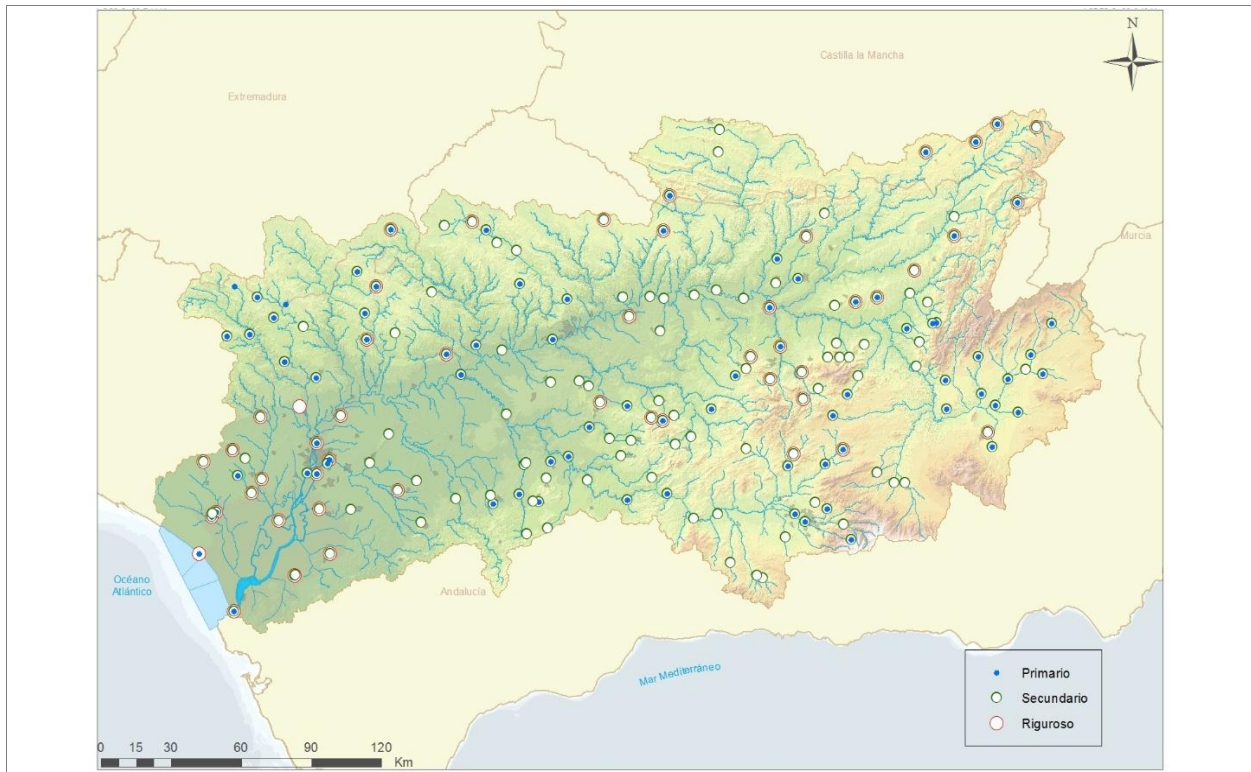
**Tab. 1. Situación de la depuración en la DH Guadalquivir**

Tipo de tratamiento máximo <sup>14</sup>	nº instalaciones	Población diseño (hab-eq)	Población Conectada (hab)	Carga Conectada (hab-eq.)	Conformidad
Primario	2	4.219	2.849	2.252	0
Primario + Riguroso	1	90.000	23.000	25.774	0
Primario + Secundario	52	2.678.463	1.056.341	1.898.135	28
Secundario	72	1.208.486	322.770	974.962	36
Secundario + Riguroso	24	2.100.126	1.684.441	1.730.161	15
Primario + Secundario + Riguroso	25	512.174	124.995	366.385	12
Más riguroso	1	14.400	0	12.400	1
No se indica	18	29.500	12.697	104.596	5
Sin EDAR	92	40.224	0	47.218	0
<b>Total</b>	<b>287</b>	<b>6.677.592</b>	<b>3.227.093</b>	<b>5.161.883</b>	
<b>Conforme</b>	<b>97</b>	<b>3.873.307</b>	<b>1.503.079</b>	<b>2.963.796</b>	
	33,8%	58,0%	46,6%	57,4%	

Fuente: EDARnet, junio de 2016

<sup>14</sup> Se ha respetado la caracterización del inventario, aunque algunos de los tipos podrían considerarse equivalentes (primario + secundario ≈ secundario).

**Fig. 3. Localización de EDARs, nivel de tratamiento**



Fuente Elaboración propia a partir de EDARNet

En consecuencia, el PHDHG incorpora un amplio paquete de medidas para la reducción de la contaminación puntual (01).

**Tab. 2. Medidas para la reducción de contaminación puntual**

Actuación	Medidas básicas	Actuaciones complementarias	Total
Nueva construcción EDAR	95	207	302
Adecuaciones EDAR existentes	39	2	41
Tratamiento más riguroso	17	43	60
Agrupación de vertidos	13	8	21
Mantenimiento de EDAR	147	147	
Otros	6	1	7
<b>Total</b>	<b>317</b>	<b>261</b>	<b>578</b>

Fuente PHDHG

Las medidas básicas son las necesarias para el cumplimiento de la Directiva 91/271, mientras que las complementarias, que incluyen EDARs en núcleos menores y tratamientos más rigurosos sobre vertidos a masas con problemas de nutrientes, repercuten positivamente y muchas veces son necesarias para alcanzar los objetivos medioambientales de las masas de agua.

Los costes asociados ascienden a 1.503,1 millones de euros, repartidos

entre los periodos 2016-2021 (774,4 M€) y 2022-2027 (728,8 M€).

La figura adjunta presenta la localización de los diversos tipos de actuaciones.

**Fig. 4. Actuaciones para conformidad de las aglomeraciones urbanas de más de 2.000 h-e y núcleos menores**



Fuente PHDHG

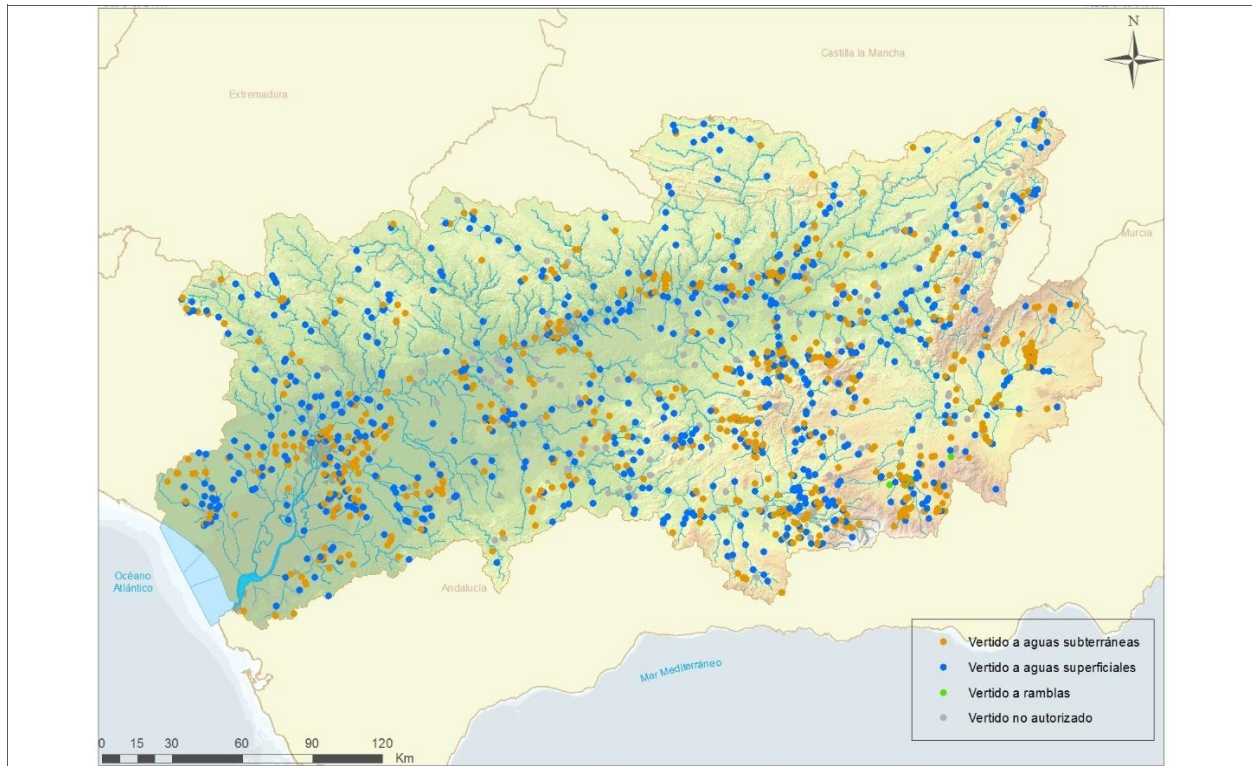
Las instalaciones en las que se señala reutilización actual de los efluentes son escasas y en todos los casos se remite a riego y/o baldeos en las zonas propias. Se trata de las EDAR de Bujalance-Cañete de las Torres, Hornachuelos, Nueva Carteya, Zuheros, Espiel, Luque, Bélmez, Palma del Río y Fernán Núñez.

### 2.2.2. Censo de vertidos

La figura adjunta presenta la localización de los puntos en los que se producen vertidos puntuales en la demarcación, con un código de colores que permite identificar el tipo-origen de vertido.



**Fig. 5. Localización de puntos de vertido**



Fuente Elaboración propia a partir del Censo de vertidos de la CH Guadalquivir

En la tabla subsiguiente se presenta los agregados volumétricos autorizados por tipo de vertido y medio receptor. Según esta información, las aguas residuales urbanas vertidas al medio ascienden a 213, 5 hm<sup>3</sup> anuales. Esto quiere decir que los volúmenes que se tiene previsto asignar representan algo menos del 10% de las aguas residuales generadas. Se contabilizan un total respecto al origen del vertido por tipos de medio receptor.

**Tab. 3. Volúmenes procedentes de vertidos puntuales en la DH Guadalquivir**

Tipo de medio receptor	Urbano o asimilable menor de 2.000 hab.eq.	Urbano o asimilable de 2.000 a 9.999 hab.eq.	Urbano o asimilable mayor de 10.000 hab.eq.	Industrial	del cual, con sustancias peligrosas	Achique de minas	Piscifactoría	Refrigeración	Total
Aguas subterráneas directo	12.449	0	0	0	0	0	0	0	12.449
Aguas subterráneas indirecto	628.456	0	0	416.064	4.047	0	0	56.568	1.101.089
Aguas superficiales	8.797.500	25.751.291	178.353.256	23.228.137	13.397.559	500.000	88.300.800	140.709.478	465.640.463
Ramblas	2.969	0	0	4.599	0	0	0	0	7.568
<b>Total</b>	<b>9.441.375</b>	<b>25.751.291</b>	<b>178.353.256</b>	<b>23.648.801</b>	<b>13.401.606</b>	<b>500.000</b>	<b>88.300.800</b>	<b>140.766.046</b>	<b>466.761.569</b>
		<b>213.545.922</b>							

Fuente elaboración propia a partir del inventario de vertidos

Las coordenadas de localización pueden asociarse a la masa de agua (o cauce) en la que se produce el vertido actual. No obstante, como se aprecia en la figura, en muchos casos la información de este campo está ausente y no siempre es posible establecer una relación clara entre EDAR y punto de vertido.

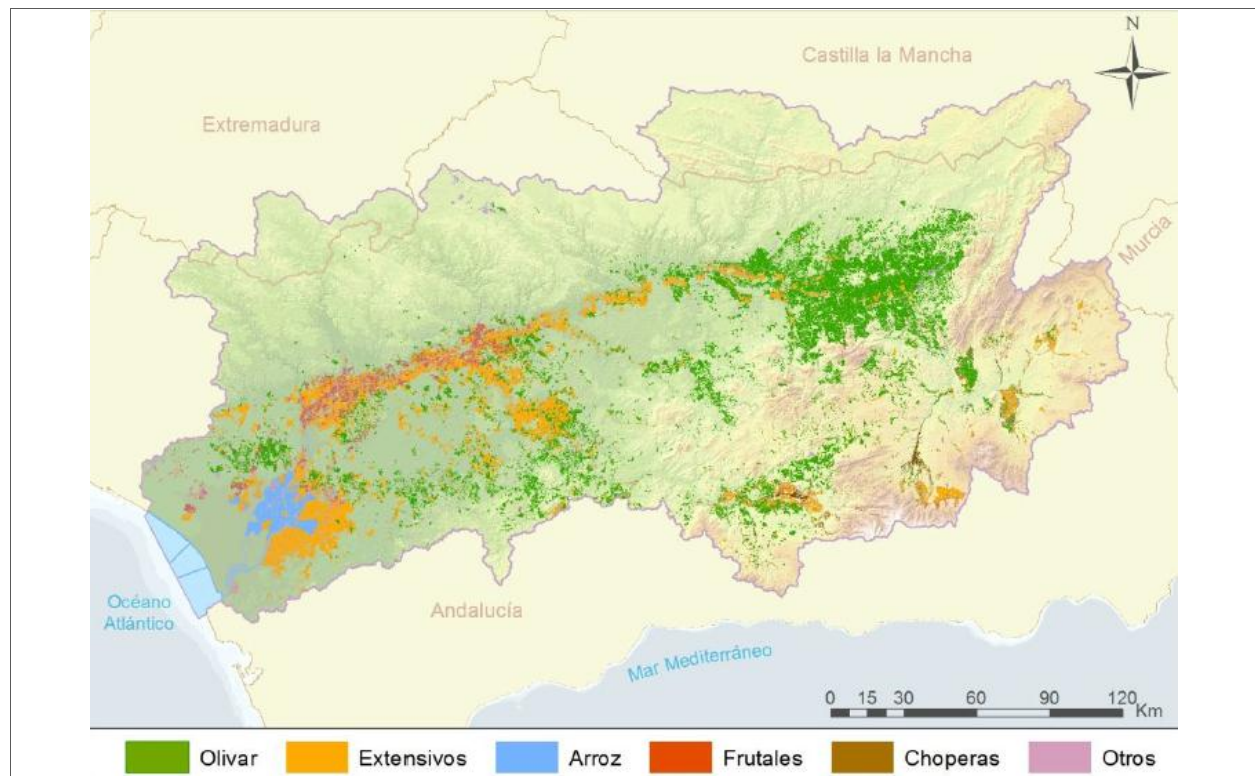
## 2.3. Demanda de aguas regeneradas

### 2.3.1. Caracterización del regadío: superficies, dotaciones y origen del recurso

En el PHDHG, la unidad espacial para la caracterización de la demanda agrícola es la Unidad de Demanda Agraria (UDA), agrupación que atiende a la definición de la IPH y responde a criterios meramente técnicos, fundamentalmente a la procedencia compartida de las aguas de riego. Cada UDA se caracteriza por datos temporales sobre superficie de riego, tipo de cultivos, sistemas de regadío, demandas de agua, comunidades de regantes que la componen, fuentes de suministro (embalses, acuíferos, plantas de desalinización, depuradoras, etc.), volúmenes suministrados por cada fuente, infraestructuras de riego, eficiencias, retornos, etc. Todas estas informaciones son relevantes a la hora de estimar los elementos condicionantes de la reutilización con una adecuada definición espacial.

En el horizonte 2015 (situación actual) la superficie transformada en regadío en la DHG se cifra en 892.627 ha, de las cuales se riegan 856.429 ha. El consumo total de la cuenca asciende a 3.357 hm<sup>3</sup> anuales, lo que supone unos 3.919 m<sup>3</sup>/ha. El olivar ocupa algo más de la mitad de la superficie regada, seguido a distancia por los cultivos extensivos y el arroz.

**Fig. 6. Distribución de cultivos de regadío en la DHG**



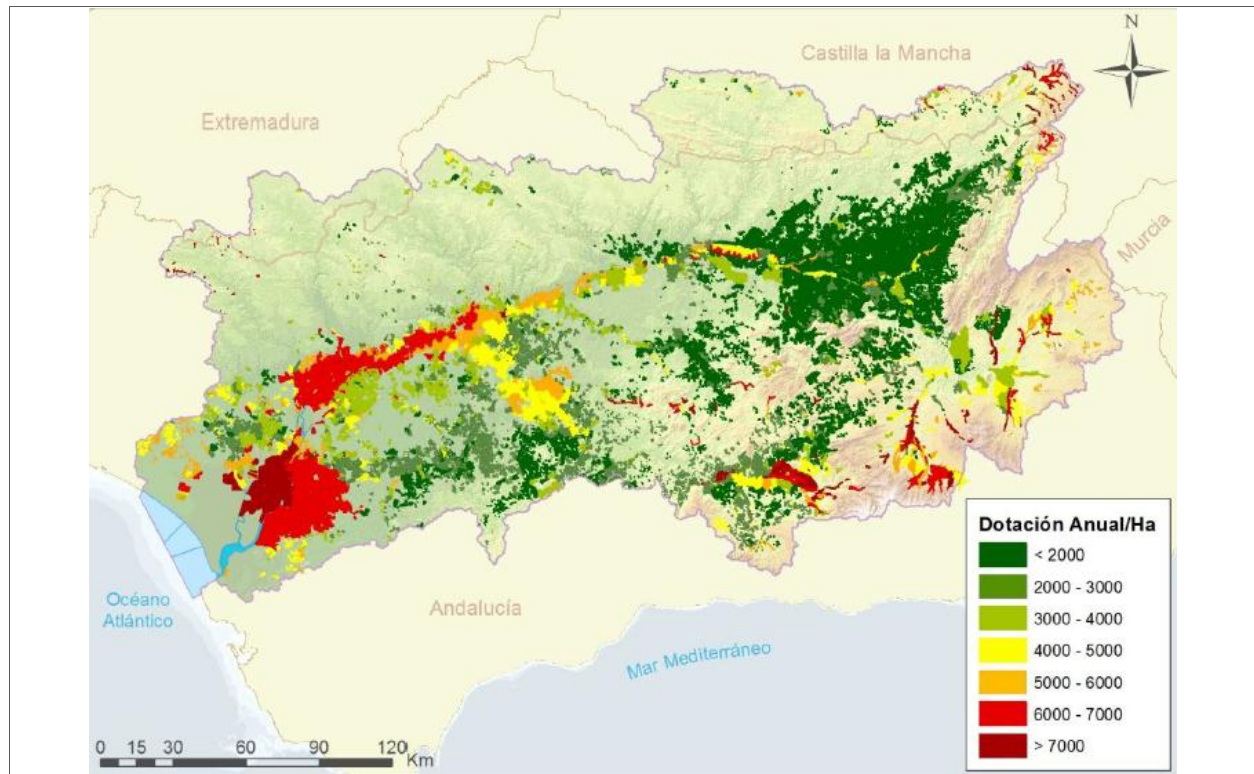
Fuente PHDHG

El PHDHG procede a la estimación de demanda agrícola actual previo análisis de zonas de regadío para actualizar su extensión y los cultivos existentes. Se asigna la correspondiente dotación neta y se calcula la eficiencia global actual como el producto de las de transporte, distribución y aplicación (a partir de determinadas características de los sistemas e infraestructura de riego).

**Tab. 4. Dotaciones netas por cultivo (m<sup>3</sup>/ha.año)**

Cultivo	Cultivo		
Fresa, fresón y otras berries	4.500	Frutales	5.400
Cereales invierno	1.900	Cítricos	5.400
Maíz	5.000	Almendro	2.500
Arroz	10.450	Olivar <sup>15</sup>	1.290
Girasol	2.600	Otros cultivos leñosos	4.000
Otros cultivos herbáceos	4.500	Alfalfa	4.500
Cultivos Hortícolas	4.500	Chopo	5.400

**Fig. 7. Dotación anual por cultivo (m<sup>3</sup>/ha . año)**



Fuente PHDHG

Por último, se obtiene la demanda bruta 2015 de los riegos, a partir de la demanda neta y la eficiencia y se proyecta a los horizontes 2021 y 2027.

**Tab. 5. Demanda calculada para los diferentes horizontes por sistemas de explotación**

Sistema de Explotación	2015		2021		2027	
	Superficie (ha)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Superficie (ha)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Superficie (ha)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)
1 Guadamar	32.710	144,16	38.887	151,38	33.710	134,50

<sup>15</sup> Se admitirán dotaciones superiores en aquellas explotaciones cuyos derechos concesionales otorgados lo permitan hasta un máximo de 2.150 m<sup>3</sup>/ha.



**Tab. 5. Demanda calculada para los diferentes horizontes por sistemas de explotación**

Sistema de Explotación	2015		2021		2027	
	Superficie (ha)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Superficie (ha)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Superficie (ha)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)
2 Abastecimiento Sevilla	482	2,40	482	2,23	482	2,08
3 Abastecimiento Córdoba	167	0,36	167	0,36	167	0,35
4 Abastecimiento Jaén	1.444	4,09	1.414	4,02	1.444	3,54
5 Hoya de Guadix	16.396	94,10	16.162	81,96	16.162	78,92
6 Alto Genil	62.659	226,83	62.659	213,16	62.659	210,51
7 Regulación General	723.951	2.778,08	742.363	2.770,02	753.421	2.695,18
8 Bembézar-Retortillo	18.621	106,75	18.621	104,70	17.645	100,85
<b>Suma</b>	<b>856.429</b>	<b>3.356,77</b>	<b>880.755</b>	<b>3.327,84</b>	<b>885.689</b>	<b>3.225,93</b>

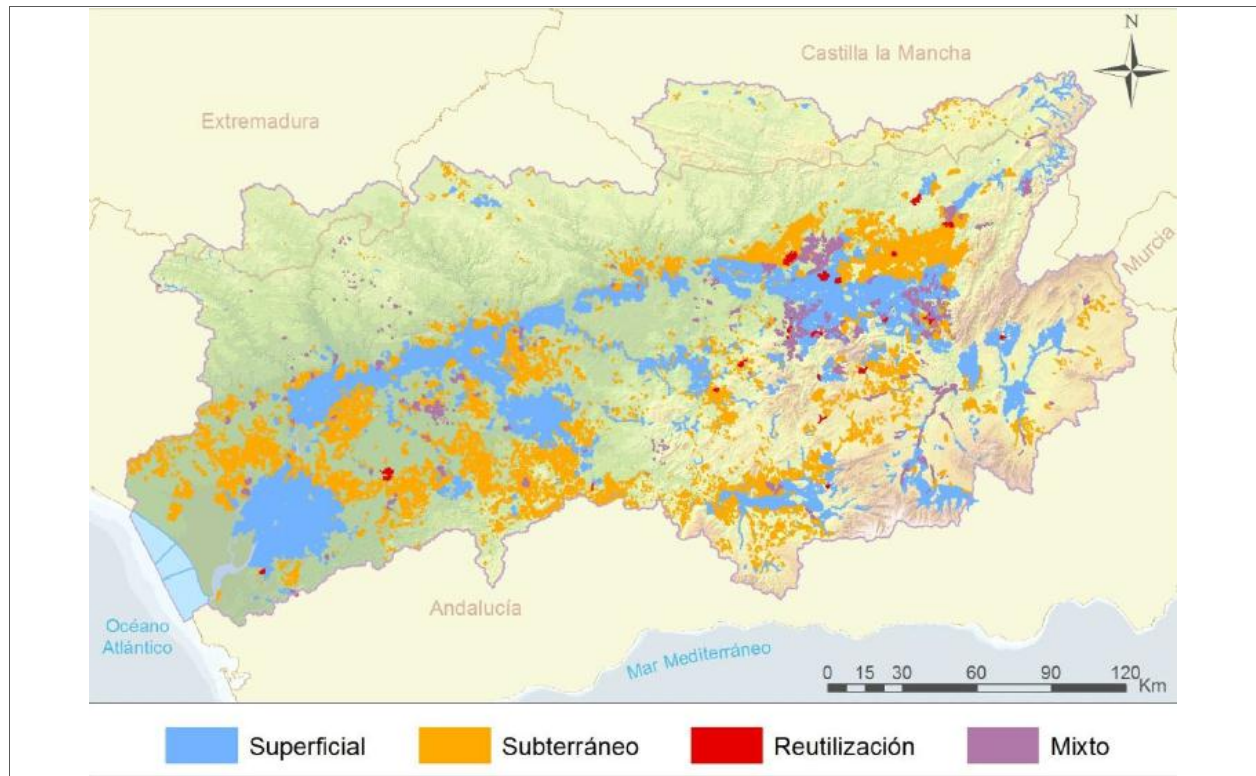
Fuente PHDHG

De acuerdo al apéndice 9 de la Normativa las eficiencias objetivo para los regadíos pre-existentes en la demarcación son las siguientes:

Eficiencia de riego	Eficiencia de conducción	Eficiencia de distribución	Eficiencia de aplicación			Eficiencia global		
			Riego por gravedad	Riego por aspersión	Riego localizado	Riego por gravedad	Riego por aspersión	Riego localizado
Regadíos de aguas superficiales y subterráneas	0,95	0,95	0,78	0,83	0,95	0,7	0,75	0,86

El origen de los recursos en la actualidad se muestra en la figura adjunta.

**Fig. 8. Superficie regable según origen del recurso**



Fuente PHDHG

**Tab. 6. Demanda calculada para los diferentes horizontes por origen del recurso**

Sistema de Explotación	2015		2021		2027	
	Superficie (ha)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Superficie (ha)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Superficie (ha)	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)
Riegos regulados	432.880	2.163,28	462.845	2.190,46	467.779	2.110,87
Riegos no regulados	102.285	334,65	100.125	313,06	100.125	301,76
Riegos subterráneos	321.264	858,84	317.785	824,32	317.785	813,30
<b>Suma</b>	<b>856.429</b>	<b>3.356,77</b>	<b>880.755</b>	<b>3.327,84</b>	<b>885.689</b>	<b>3.225,93</b>

Fuente PHDHG

El PHDHG estima que entre el 0,5 y el 1,0% de las aguas superficiales corresponden a la reutilización directa de aguas residuales.

### 2.3.2. Caracterización del regadío: modulación estacional de las necesidades hídricas

La variación estacional de las necesidades hídricas condiciona la posibilidad de gestión del agua residual y, en último término, puede determinar la necesidad de una mayor o menor capacidad de regulación en la medida en que se ajuste al flujo normal de los efluentes que se asocia, a su vez, a la modulación del consumo urbano que el PHDHG considera distribuida uniformemente a lo largo del año. Una buena aproximación a la modulación de la demanda de riego ha podido establecerse por una doble vía:

- A nivel de Unidad de Demanda Agraria [UDA], sobre la base de las modulaciones mensuales incluidas en el Anejo nº4. Restricciones al uso, prioridades de usos y asignación de recursos.

**Tab. 7. Distribución mensual de la demanda de regadío para el horizonte 2015 por UDAs**

SE	UDA	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
SE1	01D01	1,7%	0,2%	0,1%	2,1%	2,1%	3,7%	10,3%	15,3%	21,7%	20,8%	14,6%	7,5%
SE1	01D02	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%	5,0%	5,0%	30,0%	30,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SE1	01D03	0,0%	0,0%	0,0%	5,0%	5,0%	5,0%	30,0%	30,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SE5	05D01	2,3%	0,7%	0,6%	1,2%	1,2%	1,5%	8,3%	12,7%	18,9%	23,4%	20,3%	8,8%
SE6	06D01	3,4%	1,9%	1,5%	1,9%	1,9%	2,3%	8,3%	10,5%	17,3%	22,6%	20,3%	8,3%
SE6	06D02	2,5%	1,5%	1,3%	2,0%	2,0%	4,6%	8,2%	10,0%	19,3%	23,7%	19,7%	5,3%
SE6	06D03	2,3%	1,3%	1,1%	1,7%	1,7%	4,9%	8,0%	9,6%	19,5%	24,5%	20,2%	5,1%
SE6	06D04	2,1%	1,6%	1,2%	1,2%	1,2%	1,6%	4,6%	15,1%	19,2%	21,8%	20,8%	9,5%
SE6	06D05	2,1%	0,5%	0,5%	0,9%	0,9%	1,3%	6,7%	12,5%	19,0%	24,9%	21,5%	9,4%
SE6	06D06	3,2%	2,4%	1,9%	2,4%	2,4%	4,3%	8,3%	9,8%	18,4%	22,0%	19,2%	5,7%
SE6	06D07	2,2%	1,9%	1,5%	2,0%	2,0%	3,6%	6,9%	13,9%	19,6%	20,7%	19,0%	6,7%
SE6	06D08	2,4%	1,5%	1,3%	2,7%	2,7%	3,9%	10,9%	13,2%	19,9%	19,7%	16,6%	5,3%
SE6	06D09	2,7%	2,0%	1,7%	2,5%	2,5%	5,1%	9,8%	10,9%	19,2%	21,1%	18,1%	4,5%
SE7	07D01	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	22,0%	22,0%	22,0%	22,0%	12,0%
SE7	07D02	2,1%	1,6%	1,3%	1,8%	1,8%	3,1%	5,8%	13,2%	19,4%	22,3%	19,9%	7,6%
SE7	07D03	0,2%	0,1%	0,1%	0,4%	0,4%	0,5%	2,5%	21,9%	21,9%	20,6%	20,4%	11,0%
SE7	07D04	0,9%	0,3%	0,3%	0,5%	0,5%	2,1%	4,0%	15,6%	20,6%	24,1%	21,4%	9,6%
SE7	07D05	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	21,9%	22,0%	22,0%	21,9%	11,9%
SE7	07D06	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	22,0%	22,0%	22,0%	22,0%	12,0%
SE7	07D07	0,9%	0,7%	0,6%	2,0%	2,0%	2,1%	10,3%	21,3%	21,6%	15,7%	15,4%	7,5%
SE7	07D08	0,4%	0,1%	0,1%	0,6%	0,6%	0,6%	2,7%	20,8%	21,8%	21,1%	20,5%	10,7%
SE7	07D09	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	22,0%	22,0%	22,0%	22,0%	12,0%
SE7	07D10	1,2%	1,0%	0,6%	1,0%	1,0%	1,0%	2,2%	18,1%	20,6%	21,9%	21,3%	10,3%
SE7	07D11	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	21,5%	22,1%	22,2%	21,8%	11,4%
SE7	07D12	1,8%	1,7%	1,4%	1,4%	1,4%	4,4%	6,6%	12,3%	19,1%	22,6%	20,2%	7,2%
SE7	07D13	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	1,0%	1,6%	20,1%	21,6%	22,4%	21,6%	11,0%
SE7	07D14	1,0%	0,6%	0,5%	0,7%	0,7%	3,8%	7,0%	12,5%	19,7%	24,6%	20,8%	8,2%
SE7	07D15	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%	1,0%	3,3%	21,4%	22,0%	20,7%	20,2%	10,5%
SE7	07D16	0,3%	0,2%	0,1%	0,7%	0,7%	1,5%	4,3%	20,2%	21,8%	21,0%	19,5%	9,7%
SE7	07D17	0,5%	0,2%	0,2%	1,0%	1,0%	3,4%	8,8%	16,3%	21,0%	21,5%	18,3%	7,7%
SE7	07D18	0,1%	0,1%	0,1%	0,5%	0,5%	2,9%	5,6%	18,7%	21,9%	22,0%	19,4%	8,2%
SE7	07D19	0,2%	0,2%	0,2%	1,5%	1,5%	4,1%	12,3%	22,4%	23,5%	17,9%	11,6%	4,7%
SE7	07D20	1,0%	0,7%	0,6%	2,6%	2,6%	4,3%	15,5%	21,5%	22,8%	15,2%	9,6%	3,6%
SE7	07D21	1,1%	0,7%	0,6%	0,8%	0,8%	4,0%	6,9%	13,2%	20,2%	24,8%	19,2%	7,5%
SE7	07D22	0,9%	0,7%	0,6%	2,2%	2,2%	4,3%	13,9%	21,0%	22,7%	16,7%	10,5%	4,2%
SE7	07D23	0,1%	0,1%	0,1%	0,6%	0,6%	0,7%	3,5%	22,3%	22,1%	19,7%	19,6%	10,5%
SE7	07D24	0,8%	0,5%	0,4%	2,5%	2,5%	3,1%	13,6%	22,1%	22,6%	14,8%	11,7%	5,4%
SE7	07D25	1,3%	1,1%	0,9%	2,0%	2,0%	4,5%	11,7%	17,1%	22,0%	18,9%	14,1%	4,4%
SE7	07D26	1,0%	0,4%	0,3%	1,0%	1,0%	2,8%	6,8%	12,9%	22,2%	24,1%	20,4%	7,1%
SE7	07D27	0,5%	0,3%	0,3%	0,5%	0,5%	2,3%	4,6%	11,4%	24,0%	25,8%	22,3%	7,6%
SE7	07D28	1,5%	1,2%	1,0%	1,7%	1,7%	2,3%	6,6%	17,5%	20,4%	19,3%	18,4%	8,3%
SE7	07D29	2,4%	1,7%	1,4%	2,0%	2,0%	3,4%	7,2%	12,2%	19,3%	22,4%	19,0%	6,9%
SE7	07D30	0,9%	1,0%	0,7%	0,7%	0,7%	5,5%	8,0%	15,5%	21,5%	24,8%	15,8%	4,9%
SE7	07D31	0,8%	0,7%	0,6%	2,5%	2,5%	4,8%	14,6%	18,7%	21,7%	16,8%	11,9%	4,4%
SE7	07D32	0,8%	0,4%	0,4%	2,1%	2,1%	4,3%	14,1%	19,2%	22,4%	17,2%	12,4%	4,5%

**Tab. 7. Distribución mensual de la demanda de regadío para el horizonte 2015 por UDAs**

SE	UDA	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
SE7	07D33	0,9%	0,7%	0,6%	0,9%	0,9%	4,0%	7,8%	12,8%	22,0%	24,0%	19,3%	6,2%
SE7	07D34	1,0%	0,5%	0,4%	0,7%	0,7%	3,1%	6,0%	11,3%	22,1%	25,8%	21,2%	7,2%
SE7	07D35	1,6%	0,9%	0,7%	1,3%	1,3%	3,5%	7,0%	12,5%	20,7%	24,9%	18,5%	7,1%
SE7	07D36	6,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,0%	22,0%	21,0%	24,0%	17,0%
SE7	07D37	5,8%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,4%	10,2%	22,0%	21,1%	23,5%	16,5%
SE7	07D38	5,0%	5,1%	4,0%	4,0%	4,0%	5,1%	7,9%	8,0%	16,0%	18,0%	18,0%	5,1%
SE7	07D39	0,7%	0,6%	0,4%	2,4%	2,4%	5,5%	10,2%	14,0%	20,7%	24,6%	13,6%	4,9%
SE7	07D40	1,0%	0,8%	0,7%	3,0%	3,0%	5,4%	11,5%	13,8%	20,3%	22,7%	13,2%	4,5%
SE7	07D41	0,6%	0,4%	0,4%	3,5%	3,5%	5,3%	11,7%	14,5%	20,9%	24,1%	10,8%	4,3%
SE7	07D42	1,2%	0,4%	0,4%	0,7%	0,7%	2,2%	7,2%	12,8%	21,5%	24,6%	20,4%	7,9%
SE7	07D43	0,2%	0,2%	0,1%	1,4%	1,4%	3,2%	10,2%	21,2%	22,7%	18,4%	14,6%	6,5%
SE7	07D44	1,0%	0,8%	0,7%	1,2%	1,2%	4,1%	6,5%	10,6%	22,0%	25,1%	20,8%	6,0%
SE7	07D45	5,8%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%	10,1%	22,0%	21,2%	23,7%	16,6%
SE7	07D46	1,3%	0,8%	0,8%	3,8%	3,8%	3,8%	18,8%	21,9%	22,2%	10,1%	9,1%	3,5%
SE7	07D47	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	22,0%	22,0%	22,0%	22,0%	11,8%
SE7	07D60	1,3%	0,6%	0,6%	1,0%	1,0%	2,2%	5,0%	14,4%	20,0%	24,0%	20,8%	9,2%
SE7	07D63	1,2%	0,0%	0,0%	1,3%	1,3%	1,3%	2,7%	8,8%	22,8%	26,5%	24,6%	9,4%
SE7	07D64	0,4%	0,2%	0,1%	0,3%	0,3%	2,9%	6,1%	13,6%	23,6%	25,9%	19,5%	7,0%
SE7	07D65	1,4%	0,5%	0,5%	1,7%	1,7%	4,4%	8,1%	11,0%	19,9%	25,9%	18,6%	6,3%
SE7	07D66	0,2%	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%	2,8%	9,7%	25,1%	26,1%	25,7%	9,3%
SE7	07D67	3,4%	1,9%	1,8%	2,4%	2,4%	2,6%	6,3%	9,3%	18,3%	23,7%	20,3%	7,5%
SE7	07D68	2,2%	1,1%	0,9%	2,2%	2,2%	2,8%	9,9%	14,2%	20,0%	20,3%	17,4%	6,8%
SE7	07D69	1,8%	1,6%	1,3%	2,5%	2,5%	4,7%	11,9%	15,9%	20,4%	17,3%	15,6%	4,6%
SE7	07D70	1,4%	0,9%	0,7%	1,4%	1,4%	1,6%	7,5%	18,3%	20,4%	19,1%	18,4%	8,8%
SE7	07D71	2,4%	1,8%	1,5%	3,1%	3,1%	3,4%	12,9%	16,5%	20,0%	15,5%	14,3%	5,5%
SE7	07D72	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	22,0%	22,0%	22,0%	22,0%	11,9%
SE7	07D73	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	22,0%	22,0%	22,0%	22,0%	12,1%
SE7	07D74	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	22,0%	22,0%	22,0%	22,0%	12,0%
SE7	07D75	1,8%	1,4%	1,1%	2,3%	2,3%	2,7%	10,4%	17,6%	20,4%	17,0%	16,0%	6,9%
SE8	08D01	1,0%	0,9%	0,7%	0,9%	0,9%	3,1%	4,8%	9,9%	23,0%	24,8%	23,1%	6,8%
SE8	08D02	0,5%	0,3%	0,3%	0,5%	0,5%	3,7%	6,2%	12,5%	23,5%	25,8%	20,2%	6,0%

- A nivel de cultivo<sup>16</sup>, se ha estimado a partir de:
  - Los datos de Kc del [Sistema de Información Agroclimática para el Regadío](#) (SiAR) del MAGRAMA para las estaciones del Guadalquivir para la mayor parte de los **cultivos al aire libre y fresón**.
  - Para los **cultivos protegidos**, las dotaciones recomendadas en la publicación clásica de Cajamar (versión actualizada en 2005) [Dosis de riego para los cultivos hortícolas bajo invernadero en Almería](#)<sup>17</sup>.

<sup>16</sup> Se ha revisado el contenido de la publicación [Superficie de los Cultivos de Regadío y sus Necesidades de Riego, en la Demarcación de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir](#) (2005).

<sup>17</sup> Esta publicación presenta diversas alternativas de siembra para cada cultivo. En general, se realizan los cálculos para las opciones que comportan mayor ocupación temporal: siembra en agosto para tomate, calabacín, pepino y pimiento; siembra en la primera semana de enero para sandía y melón. Las combinaciones de diversos cultivos, tendentes a una máxima utilización de la instalación son muy numerosas.

- Para **chopo y pistacho** se aplican valores tomados de las (escasas) referencias bibliográficas específicas<sup>18</sup>.

**Tab. 8. Distribución mensual de la demanda de regadío para el horizonte 2015 por cultivos**

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Arroz	15,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	18,3%	20,8%	20,8%	20,8%	19,2%
Maíz	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,5%	10,8%	16,1%	20,4%	24,7%	21,5%	0,0%	0,0%
Algodón	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,1%	6,0%	18,4%	27,4%	23,9%	20,3%
Remolacha azucarera	19,5%	19,5%	21,1%	23,7%	23,7%	26,3%	26,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Alfalfa	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%
Melón aire libre	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	11,5%	14,2%	26,1%	28,8%	19,4%	0,0%
Melón protegido	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%	2,0%	7,0%	22,7%	30,2%	36,8%	0,0%	0,0%	0,0%
Patata	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,1%	14,9%	28,7%	29,2%	17,1%	0,0%
Sandía aire libre	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,2%	10,3%	31,2%	32,2%	20,2%	0,0%	0,0%
Sandía protegido	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%	2,4%	7,1%	21,7%	30,4%	37,1%	0,0%	0,0%	0,0%
Tomate aire libre	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,1%	13,1%	23,7%	28,1%	23,0%
Tomate protegido	14,5%	8,7%	5,3%	5,5%	7,5%	9,8%	15,4%	17,7%	0,0%	0,0%	1,9%	13,7%
Calabacín protegido	20,7%	12,6%	7,6%	8,6%	13,6%	8,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	26,0%
Fresón protegido	0,0%	7,6%	9,8%	13,0%	16,3%	18,5%	21,7%	21,7%	8,7%	0,0%	0,0%	0,0%
Pepino protegido	21,8%	13,2%	7,8%	9,1%	14,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,9%	29,7%
Pimiento protegido	17,8%	11,5%	6,9%	7,3%	9,1%	11,8%	18,2%	0,0%	0,0%	0,0%	2,5%	14,9%
Naranja	13,8%	13,8%	13,8%	11,3%	10,3%	10,3%	10,3%	10,3%	11,3%	11,3%	11,3%	13,8%
Uva	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	17,0%	20,8%	26,4%	26,4%	9,4%	0,0%
Aceituna mesa	27,6%	27,6%	20,7%	13,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	17,2%	20,7%	20,7%	27,6%
Aceituna almazara	27,6%	27,6%	20,7%	13,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	17,2%	20,7%	20,7%	27,6%
Almendro	36,4%	36,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	27,3%	36,4%	36,4%
Chopo	6,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%	13,9%	13,9%	13,9%	13,9%	13,9%	13,9%
Pistacho	10,7%	6,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,6%	14,7%	20,7%	21,8%	21,2%	17,0%
Girasol	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,7%	31,0%	34,5%	13,8%	0,0%	0,0%

## 2.4. Condicionantes ambientales

### 2.4.1. Afeción a las masas de agua

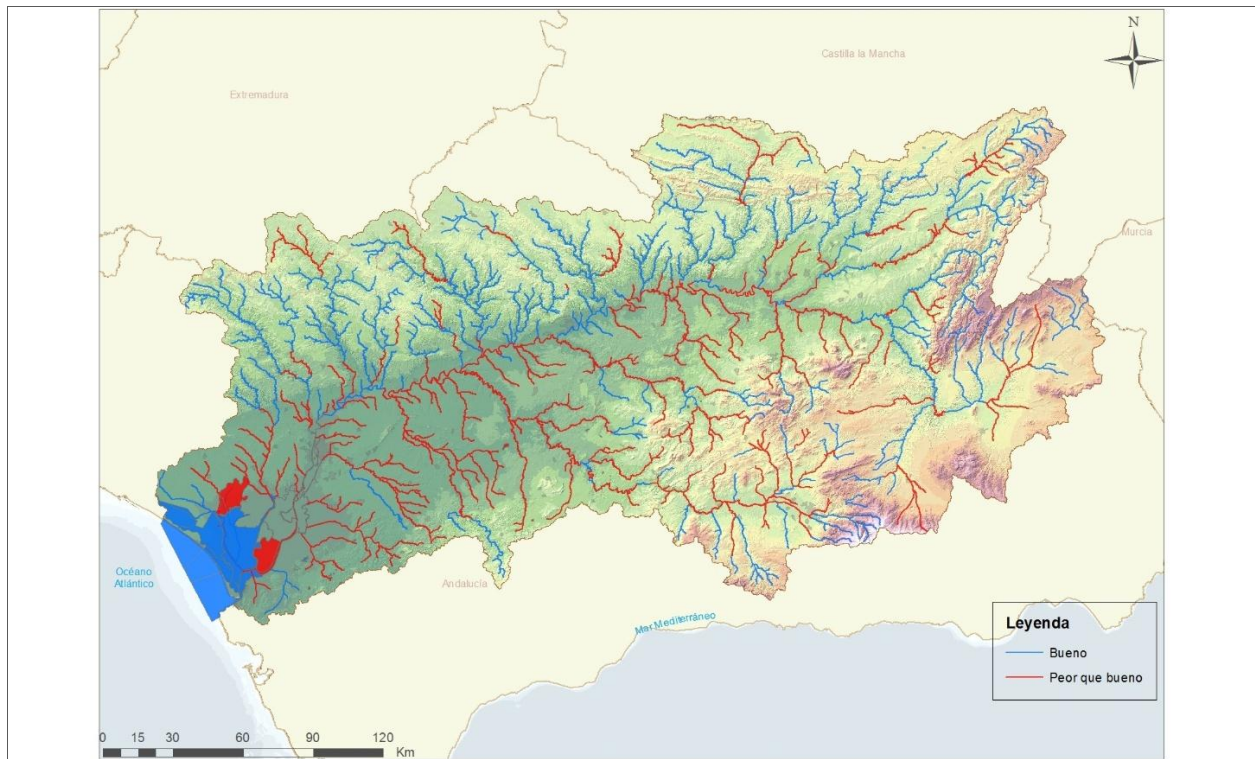
La reutilización directa de las aguas residuales urbanas supone una reducción de los volúmenes vertidos al medio y, por tanto, puede comportar un inmediato impacto cuantitativo sobre el estado de las masas de agua superficiales y subterráneas a las que retornaban: reducción de los caudales fluyentes, menor volumen de recarga a los acuíferos, inferior capacidad de dilución de contaminantes.

<sup>18</sup>

Para el chopo, el Proyecto Fin de Carrera [Vivero de chopos en El Cortijo \(La Rioja\)](#) de David Castellanos García (2013). En el pistacho, se utiliza la referencia de David A. Goldhamer (2005) para el estado de California, frecuentemente utilizada en las condiciones españolas: [Tree water requirements & regulated deficit irrigation](#) (In: Ferguson, L (Ed.), Pistachio Production Manual, 4th Edition. Davis, Center for Fruit and Nut Research and Information, pp. 103-116).

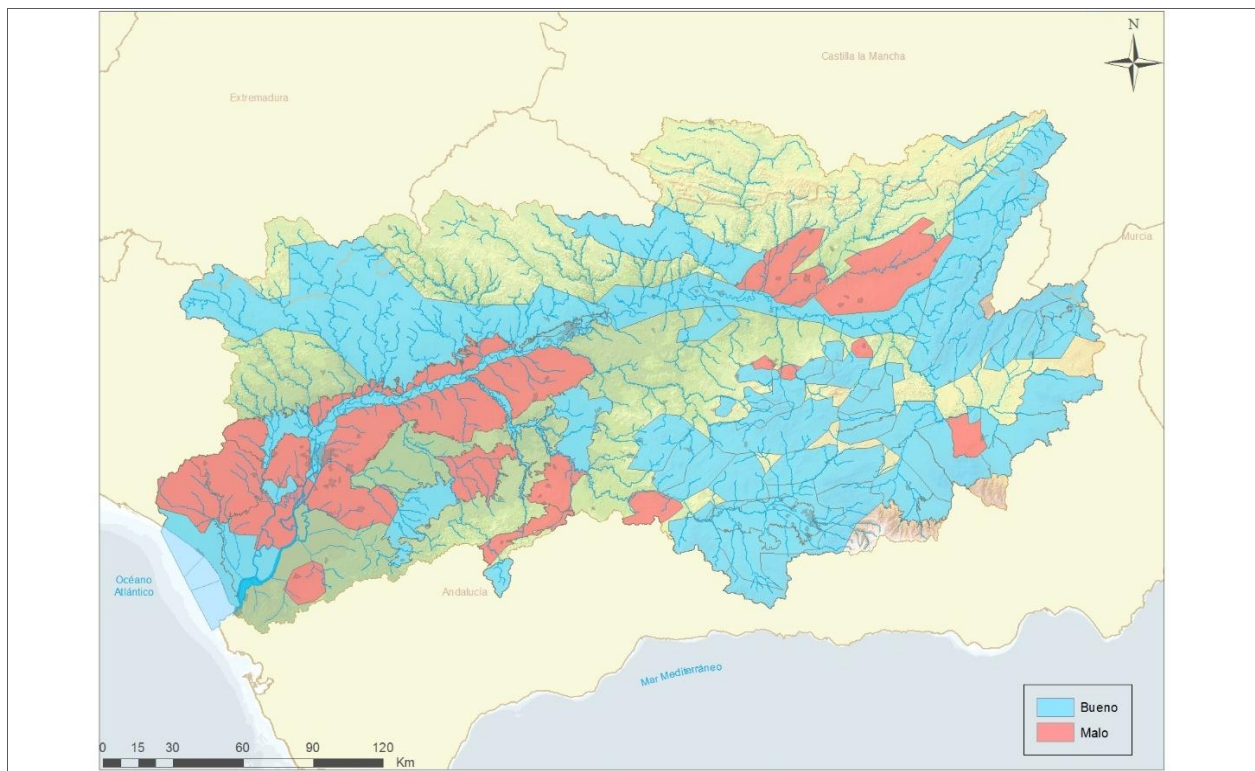


**Fig. 9.** Estado de las masas de agua superficial



Fuente elaboración propia a partir de datos del PHDHG

**Fig. 10.** Estado de las masas de agua subterránea



Fuente elaboración propia a partir de datos del PHDHG

Por otra parte, la carga contaminante presente en el vertido, aun depurado, es otro elemento de afección a las masas receptoras y su retirada vía la reutilización directa puede ayudar al logro de los objetivos ambientales. Esto es particularmente cierto para el caso de los nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) absorbidos por los cultivos a los que se destina el agua residual.

Calibrar el efecto de estos diversos condicionantes escapa a consideraciones simplistas, máxime si tenemos en cuenta el encaje en el sistema general de asignación de los recursos de la demarcación y el impacto que los usos directos (toma del efluente directamente a salida de planta) pueden tener en los indirectos (tomadas de cauce o aluvial, aguas abajo del punto de vertido).

No obstante, en las secciones siguientes, se procede a la caracterización de diversos elementos de relevancia ambiental, para su posterior análisis en el marco de generación de indicadores relevantes de impacto.

#### 2.4.2. Naturalidad de las masas de agua superficial

Siguiendo el marco conceptual de la DMA, el estado de las aguas superficiales se corresponde con su grado de conservación<sup>19</sup>, y se determina sobre una amplia base de elementos de calidad: biológicos, físico-químicos (generales, sustancias prioritarias y contaminantes específicos) e hidromorfológicos. En lo que se refiere al régimen hidrológico, que puede verse alterado por la detracción de caudales destinados a la reutilización, el buen estado se relaciona con el logro de unas condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados para los indicadores de calidad biológicos.

La estimación del régimen de caudales ecológicos debe ser coherente con el logro del buen estado o potencial ecológico en ríos o aguas de transición, tal y como establece el artículo 18 del [Reglamento de la Planificación Hidrológica](#)<sup>20</sup>. Atendiendo a las indicaciones de la [Instrucción de Planificación Hidrológica](#)<sup>21</sup>, para la distribución temporal de caudales mínimos se aplicarán métodos hidrológicos, cuyos resultados deberán ser ajustados mediante la modelación de la idoneidad del hábitat en tramos fluviales representativos. Esta modelación se basará en la simulación hidráulica acoplada al uso de curvas de preferencia del hábitat físico para la especie o especies objetivo, obteniéndose curvas que relacionen el hábitat potencial útil [HPU] con el caudal en los tramos seleccionados. Con carácter general deberá considerarse el caudal correspondiente a un umbral HPU comprendido en el rango 50-80% del HPU máximo, pudiendo rebajarse ulteriormente en las masas muy modificadas hasta el 30% del HPU máximo.

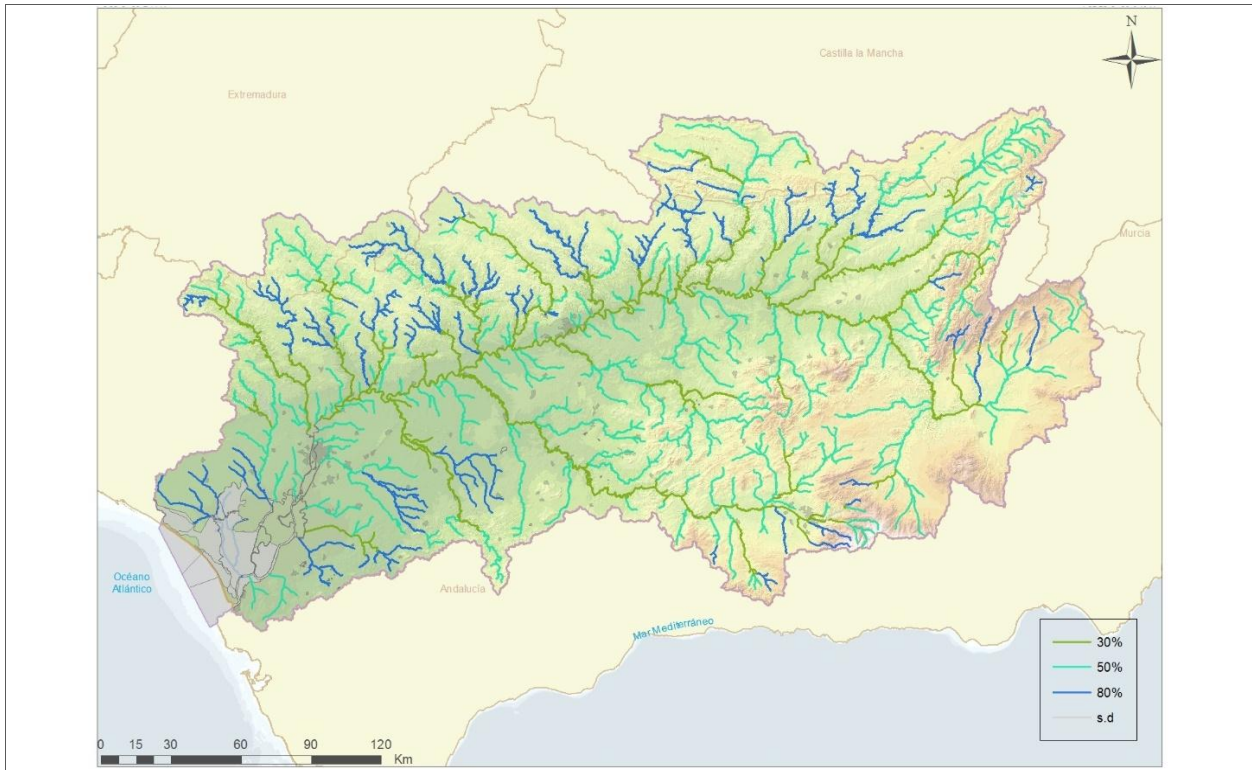
El PHDHG ha establecido objetivos diferentes de HPU en función de las circunstancias específicas de cada masa y, en particular, del grado de alteración hidrológica de la misma. Esta clasificación, que se presenta de manera gráfica en la figura adjunta, puede ser considerada, por tanto, indicadora de la naturalidad del régimen en las circunstancias actuales.

<sup>19</sup> Definición general de buen estado ecológico para ríos, lagos, aguas de transición y aguas costeras: *los valores de los indicadores de calidad biológicos correspondientes al tipo de masa de agua superficial muestran valores bajos de distorsión causada por la actividad humana, pero sólo se desvían ligeramente de los valores normalmente asociados con el tipo de masa de agua superficial en condiciones inalteradas.*

<sup>20</sup> Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

<sup>21</sup> ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.

**Fig. 11. HPU objetivo para las masas de agua superficiales de la DH Guadalquivir**



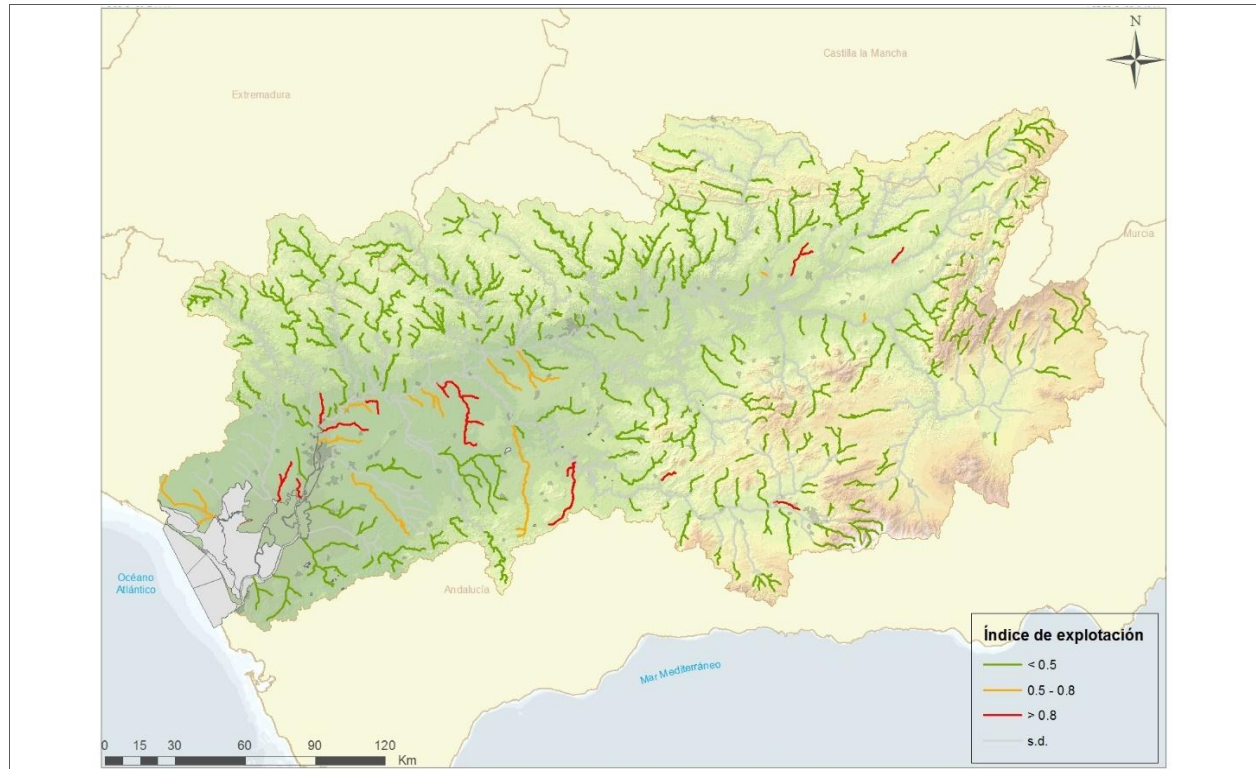
*Fuente elaboración propia a partir de datos del PHDHG*

### 2.4.3. Índice de extracción

En el marco de la redacción del PHDHG, se ha realizado una evaluación del grado de extracción actual de recursos que afecta tanto a las masas de agua superficiales como subterráneas. En lo que se refiere a las masas superficiales, más directamente afectadas por la eventual detracción de caudales para su reutilización directa. Este índice se calcula como cociente entre el total extracciones y el recurso disponible en la masa de agua; el recurso disponible es resultado de detraer las necesidades asociadas al mantenimiento del régimen de caudales ecológicos mínimos de la aportación media en régimen natural. En la figura adjunta, se presenta el mapa con los índices de extracción calculados.



**Fig. 12. Índice de extracción en las masas de agua superficiales de la DH Guadalquivir**



Fuente elaboración propia a partir de datos del PHDHG

#### 2.4.4. Zonas sensibles

La Directiva 91/271/CEE dispone en su artículo 5.1 que los estados deben determinar las zonas sensibles según los criterios establecidos en el Anexo II de la misma, con revisión al menos cada cuatro años. En las plantas depuradoras de las aglomeraciones mayores de 10.000 habitantes-equivalentes que vierten sus aguas depuradas a las masas de aguas declaradas como zonas sensibles, o en sus áreas de captación habrá de implantarse un tratamiento más riguroso.

En la actualidad, las zonas sensibles de la Demarcación del Guadalquivir quedan establecidas en la [Resolución de 30 de junio de 2011, de la Secretaría de Estado de Medio Rural y Agua, por la que se declaran las zonas sensibles en las cuencas intercomunitarias](#), y son las siguientes.

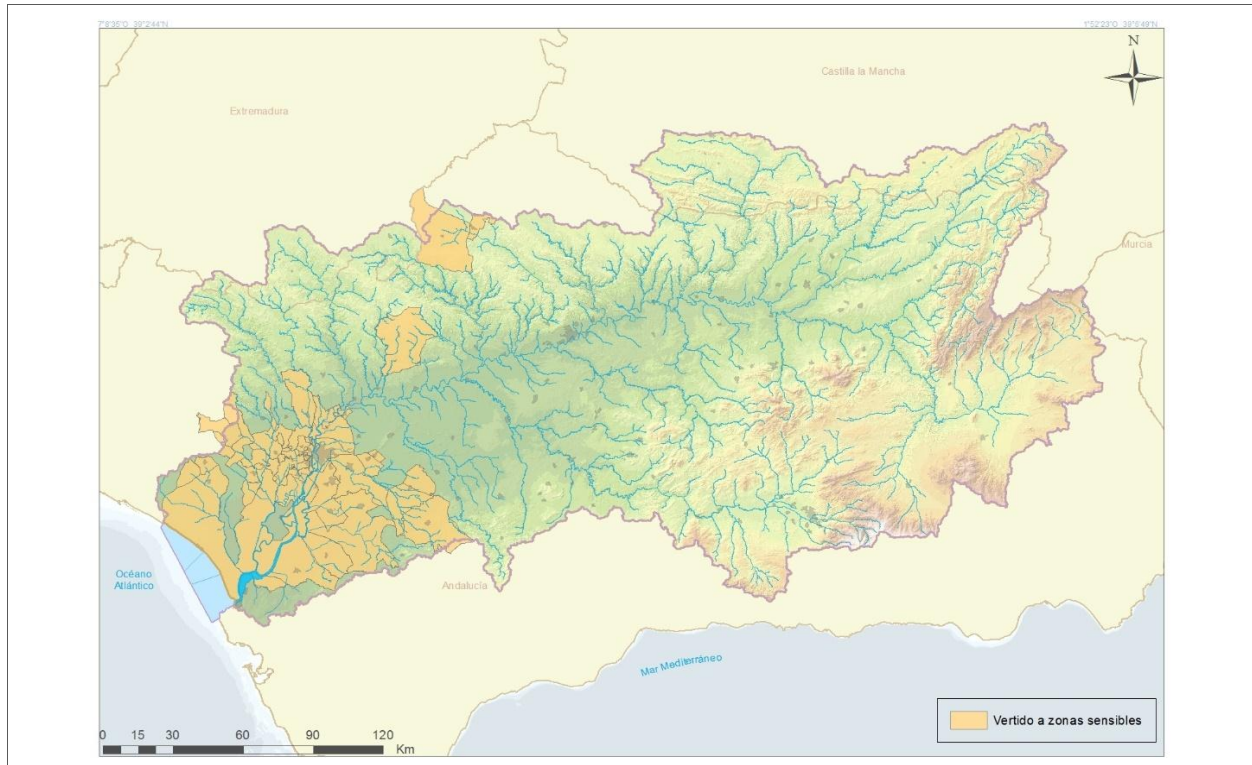
**Tab. 9. Aglomeraciones mayores de 10.000 h-e afectadas por la declaración de zonas sensibles en la DH Guadalquivir**

Zona sensible	Aglomeración mayor de 10.000 h-e	Municipios pertenecientes a la Aglomeración
Arroyo Almonazar (desde nacimiento hasta la Corta de San Jerónimo)	-	
Embalse de Canales	-	
Embalse de Cubillas	-	
Embalse de El Gergal	-	
Embalse de Guadalén	-	
Embalse de Huesna	Constantina	Constantina

**Tab. 9. Aglomeraciones mayores de 10.000 h-e afectadas por la declaración de zonas sensibles en la DH Guadalquivir**

Zona sensible	Aglomeración mayor de 10.000 h-e	Municipios pertenecientes a la Aglomeración
Embalse de Puente Nuevo	-	
Embalse de Sierra Boyera	Fuente Obejuna	Fuente Obejuna
	Penarroya-Pueblo Nuevo	Peñarroya; Pueblo Nuevo
Embalse de Torre del Águila	-	
Ermite R San Pedro Alanís de la Sierra	-	
La Ribera Rivera de Huéznar (El Pedroso)	-	
Parque Nacional de Doñana y su entorno	Trebujena	Trebujena
	Condado de Huelva I	Almonte; Rociana del Condado
	Bollullos	Bollullos Par del Condado
	Condado de Huelva II	Chucena; Escacena del Campo; Paterna del Campo; Manzanilla
	Arahal (El)	Arahal
	Aljarafe III-A	Aznalcázar; Huévar del Aljarafe; Sanlúcar la Mayor
	Brenes	Brenes
	Guillena	Guillena
	Lebrija	Lebrija
	Morón de la Frontera	Morón de La Frontera
	Palacios y Villafranca	Palacios y Villafranca
	Aljarafe II	Albaida del Aljarafe; Algaba, La; Almensilla; Benacazón; Bollullos de la Mitación; Bormujos; Castilleja de la Cuesta; Castilleja de Guzmán; Espartinas; Gelves; Gines; Mairena del Aljarafe; Olivares; Palomares del Río; Santiponce; Salteras; Tomares; Umbrete; Valencina de la Concepción; Villanueva del Ariscal
	Paradas	Paradas
	Sevilla I (Tablada)	Camas; San Juan de Aznalfarache; Sevilla
	Sevilla II (Coper)	Dos Hermanas; Sevilla; Coria del Río; Puebla del Río, La
	Sevilla III (La Ranilla)	Alcalá de Guadaíra; Sevilla
	Sevilla IV (San Jerónimo)	Alcalá del Río; Rinconada, La; Sevilla
	Utrera	Utrera
	Aljarafe III-B	Pilas; Villamanrique de la Condesa
	Los Alcores	Mairena del Alcor; Viso del Alcor, El
El Cuervo	Lebrija	
Las Cabezas de San Juan	Las Cabezas de San Juan	
Parque Natural de Cazorla I	-	

**Fig. 13. Municipios pertenecientes a aglomeraciones que vierten a zonas sensibles**



Fuente elaboración propia a partir de la Resolución de 30 de junio de 2011, de la Secretaría de Estado de Medio Rural y Agua, por la que se declaran las zonas sensibles en las cuencas intercomunitarias

## 2.5. Viabilidad técnico-económica

### 2.5.1. Caracterización socio-económica del regadío

#### 2.5.1.1. Introducción

Un aspecto fundamental en la reutilización es aceptar que el agua es un bien económico, como se reconoce en la Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible de 1992: *“El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos a los que se destina y debería reconocerse como un bien económico”*. Es necesario hacer una distinción entre el valor, coste y precio del agua, los cuales con frecuencia son muy distintos unos de otros. El valor económico del agua es particularmente evidente en las situaciones de escasez de agua. El agua tiene diferentes valores económicos en sus diferentes usos.

Por otra parte, tiene un coste económico de suministro, que también varía en diferentes situaciones. El agua entregada a un usuario particular, en un lugar específico, en cierto momento tiene un beneficio económico, pero también conlleva un coste económico. La relación entre el beneficio específico y el coste específico es la base de la justificación económica para abastecer a ese usuario. Finalmente, el precio del agua es una transacción financiera o fiscal entre el proveedor y el usuario, la cual generalmente está controlada atentamente por las autoridades públicas y a veces tiene poca relación con su valor en usos específicos o con su costo de suministro.

La asignación de agua solamente sobre la base de dichos principios económicos es complicada y difícil de aplicar en la práctica (Turner, 2004; Winpenny, 1997). Sin embargo, el concepto básico de comparar los costes y beneficios de suministrar agua en lugares específicos a categorías específicas de usuarios es fundamental para los proyectos de reutilización de aguas residuales y requiere algún tipo de estimación, aunque sea aproximada, de los beneficios del agua para los potenciales usuarios.

### 2.5.1.2. Indicadores socioeconómicos analizados

La caracterización socioeconómica realizada en la DHG persigue analizar determinados indicadores socioeconómicos vinculados con las macromagnitudes agrarias que caracterizan la zona de estudio y comparar los cambios en ellos al pasar de una tierra cultivada en secano a regadío, con el objetivo de determinar aspectos tales como la contribución de la agricultura de regadío al desarrollo económico y al empleo de la zona en cuestión, el incremento del valor de la producción bruta al cultivar en regadío y la capacidad de pago de los agricultores, para así poder valorar los costes y beneficios del suministro de agua regenerada para el uso agrario. Los indicadores que se han considerado son los siguientes:

- Rendimientos por cultivos, a nivel provincial, tanto en secano como en regadío.
- Precio percibido por los agricultores, a nivel autonómico.
- Producción por cultivos, a nivel provincial, tanto en secano como en regadío.
- Coste por cultivos en regadío, a nivel provincial.
- Renta disponible según tipo de cultivo, a nivel autonómico.
- Población activa en el sector agrario, a nivel provincial.

### 2.5.1.3. Fuentes de Información

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** recoge el origen de los datos analizados, así como el fichero que los contienen. Las fuentes de información utilizadas son en su totalidad fuentes oficiales, lo que facilita una futura actualización y comparabilidad de los mismos.

**Tab.10 Fuentes de información y ficheros asociados.**

Datos	Origen	Fichero
Rendimientos por cultivos	Anuarios de Estadísticas Agrarias y Pesqueras para Andalucía	Rendimientos Secano-Regadío 2011-2012.xls
	Observatorio de Precios y Mercados Junta de Andalucía	
Precio percibido por los agricultores	Anuarios de Estadísticas Agrarias y Pesqueras para Andalucía	Precios Percibidos Agricultores 2011-2015.xls
	Índice de Precios Mensuales Percibidos (IPPA)	
	Observatorio de Precios y Mercados Junta de Andalucía	
Producción por cultivos	Elaboración propia a partir de los anteriores	Producción Secano-Regadío 2011-2012.xls

Coste por cultivos en regadío	Estudios de Costes Agrarios (MAGRAMA)	Costes Cultivos 2012.xls
Renta disponible	Estudios de Costes Agrarios (MAGRAMA)	Costes Cultivos 2012.xls
Población activa en el sector agrario	Anuarios de Estadísticas Agrarias y Pesqueras para Andalucía	Evolución Población Activa 2004-2012.xls

En lo referente a la temporalidad, para el cálculo de los rendimientos por cultivos se ha tomado un promedio de los años 2011-2012, debido a diferentes razones:

- Es la última información disponible oficial (año 2012)
- El análisis de la evolución de rendimientos en los cultivos muestra que el año 2011 fue un año de rendimientos máximos, mientras que el 2012 presenta rendimientos muy bajos por unas circunstancias meteorológicas anómalas (golpe de calor en primavera) con afección a los rendimientos de determinados cultivos, y determinante por ejemplo en el caso del olivar.

Una mención especial requiere el caso de los cítricos y del olivar. Para estos cultivos se ha tomado como referencia los rendimientos medios por hectárea teniendo en cuenta la edad del cultivo, en el caso de los cítricos, y el año de explotación para el caso del olivar, para que así reflejen una situación económica realista para la valoración de las futuras peticiones de agua regeneradas, dado que los años 2011 y 2012 reflejan campañas en las que los cultivos aún no se han desarrollado totalmente. Respecto a los precios percibidos por los agricultores para estos cultivos se ha tomado el precio medio de las últimas campañas con datos oficiales (2007/08 a 2015/16), por los mismos motivos señalados anteriormente.

En cuanto a los precios percibidos por los agricultores el criterio ha sido el mismo que para el caso de los rendimientos por cultivos (promedio de los años 2011-2012) para la mayor parte de los mismos, y posteriormente comparado con los datos del IPPA, que reflejan años posteriores (2013-2015) pero a nivel nacional y no autonómico.

Los datos sobre los costes de los cultivos, la renta disponible y la población activa responden al año 2012, último año con información oficial disponible.

En cuanto a la territorialidad, todos los cálculos han sido realizados a nivel provincial. El nivel comarcal queda descartado por no existir una fuente oficial estadística representativa a ese nivel.

#### 2.5.1.4. Indicadores

A partir de los datos sobre rendimientos y precios se ha obtenido el valor de la producción final de secano y riego. Esta producción final responde a los ingresos totales (sin subvenciones ni indemnizaciones), a los que hay que descontar los costes de producción, obteniendo indicadores relevantes para el objetivo de este trabajo:

1. **Producción Bruta:** Ingresos totales por producción. Indicador que refleja los ingresos procedentes exclusivamente de la producción agraria, sin tener en cuenta subvenciones ni indemnizaciones.
2. **Valor Añadido Bruto (VAB):** Ingresos por producción + Subvenciones + Indemnizaciones. Indicador que refleja la contribución al PIB regional.

3. **Margen Bruto Estándar (MBE)**: VAB - Costes Directos (semillas y plantas, fertilizantes, productos fitosanitarios, etc.).
4. **Margen Bruto (MB)**: MBE - Maquinaria - Mano de Obra Asalariada.
5. **Renta disponible**: MB - Costes Indirectos.
6. Adicionalmente es importante estimar el valor del indicador **empleo**.

Tanto el VAB, como el MBE y el MB son indicadores que reflejan la contribución al PIB regional, si bien el más utilizado es el VAB. La diferencia entre VAB y MBE muestra el peso de los costes directos en el sector, y la diferencia entre MBE y MB muestra el peso del coste de maquinaria y la mano de obra asalariada.

En lo que respecta al empleo en el sector agrario, se presenta (además de los costes asociados a la mano de obra asalariada), la evolución anual y provincial tanto de la población activa como de la tasa de paro para toda Andalucía, así como su contribución al empleo total. Estos datos pueden ser de utilidad para dar prioridad a zonas más castigadas en términos de empleo y en las que la puesta en riego de determinadas zonas pueda contribuir al desarrollo económico y la cohesión social.

Por último, también habría que destacar, el incremento del valor de la tierra al pasar de secano a regadío, aspecto que también incidiría positivamente en el desarrollo de la zona en cuestión.

#### 2.5.1.5. Método de análisis

La propuesta es elaborar una tabla de los seis indicadores arriba mencionados tanto en secano como en riego para poder estimar el aumento de valor privado y público que generaría el uso de aguas residuales en la actuación analizada.

Todos los indicadores están muy correlacionados, pero dan información complementaria, por ejemplo:

- El **VAB** nos indica la 'aportación al PIB regional'.
- El **Empleo** (UTH o jornales) nos da un indicador del impacto social.
- La **Renta Disponible** indica la capacidad de pago y debe compararse con el coste del agua para evaluar la sostenibilidad financiera.

Para el cálculo de los valores de referencia provinciales se ha tomado de las tablas mencionadas en el apartado anterior los siguientes valores:

Rendimientos por cultivos: promedio años 2011-2012.

Precio percibido por los agricultores.

Coste por cultivos en regadío: Costes EUR/ha (inputs) o bien EUR/kg (cosecha).

A partir de A, B y C, se derivan los indicadores ya mencionados.

#### 2.5.1.6. Resultados y conclusiones

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra los resultados de los indicadores socioeconómicos incluidos en el análisis de valoración para la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

La información disponible permite analizar la viabilidad económica del riego con aguas regeneradas en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. Serán los estudios de cada caso los que determinen la idoneidad o no de hacerlo, así como la prioridad que se establezca en la asignación.

**Tab 11. Indicadores socioeconómicos de los cultivos.**

Cultivos		Valor Añadido Bruto (VAB) (€/ha)	Margen Bruto Estándar (€/ha)	Empleo (horas/ha)
Cereales	Arroz	2.482	1.539	51
	Maíz	2.768	1.668	39
Industriales	Algodón	2.463	1.674	80
	Girasol	913	685	12
	Remolacha azucarera	3.659	2.737	63
	Tomate	5.441	4.070	207
Forrajeros	Alfalfa	2.146	1.811	39
Hortícolas	Aire Libre	10.709	4.911	307
	Protegido	34.528	23.307	1.831
Tubérculos	Patata	5.109	1.805	207
Cítricos	Naranja	6.300	4.063	486
Viticultura	Uva de mesa	10.138	6.260	116
Aceituna	Aceituna mesa	4.125	3.086	315
	Aceituna almazara	4.200	3.083	98
Almendro / Pistacho		3.590	2.337	135
Chopo		1.008	656	38

A petición de la OPH, se han establecido indicadores socioeconómicos para chopo y pistacho, cultivo emergente en la demarcación. La información económica sobre esos cultivos es realmente escasa: en el caso del chopo, se ha localizado una estimación del indicador de renta disponible (53 €/ha) mientras que para el almendro puede aplicarse el margen bruto procedente de un estudio de viabilidad del elaborado por la Junta de Andalucía (971 €/ha) que, a falta de información específica, se asimila también al pistacho. El resto de indicadores se estima aplicando coeficientes ad-hoc, característicos del conjunto de cultivos leñosos que disponen de valoración completa.

Debe indicarse que, lógicamente, la fiabilidad de estos indicadores es sustancialmente inferior en la medida en que proceden de información menos sistemática.



## 2.5.2. Análisis de los costes asociado a la reutilización

### 2.5.2.1. Coste de los sistemas de regeneración

Para aproximar los costes asociados al **incremento de los recursos disponibles mediante tratamiento de regeneración** se cuenta con el documento [Guía técnica para la caracterización de medidas](#)<sup>22</sup> [en adelante GTCM] elaborado por el CEDEX en el marco de los trabajos de apoyo a la realización de los planes hidrológicos de cuenca. La Guía establece cuatro tipos de tratamiento en función de los valores máximos admisibles de *Escherichia coli* y de turbidez establecidos en el RD 1620/2007. Se propone un quinto tratamiento de aplicación cuando sea preciso reducir el contenido en sales del agua producto, que incluye bien una etapa de desalación mediante ósmosis inversa (cuando sea exigible una máxima calidad bacteriológica) o bien desalación mediante electrodiálisis reversible.

Se ha supuesto que el tratamiento de regeneración es adicional a una instalación de depuración preexistente con tratamiento secundario. Alternativamente, podría efectuarse un diseño conjunto de depuración y reutilización que optimizara el coste de ambos procesos. En cualquier caso, la Guía reconocía que los costes propuestos son conservadores y podrían seguir una apreciable tendencia descendente en los años subsiguientes. También se reconocía que la escasez de datos disponibles de casos reales dificultaba la obtención de curvas de coste unitario en función del tamaño de la planta mediante análisis estadístico, de manera que quedasen reflejados los efectos de economía de escala.

Respecto a los costes de explotación y mantenimiento engloban los debidos al consumo de energía y reactivos, a la reposición de elementos fungibles y al personal preciso para el funcionamiento de la planta. Se destaca la incertidumbre asociada a: el coste de personal, que puede reducirse sensiblemente si la entidad explotadora es la misma para ambos; el coste de energía, dependiente del volátil precio del kwh consumido que en la Guía se establece en el entorno de 0,07 €/kwh. En cualquier caso, la contribución del consumo energético a los costes de explotación de los cinco tratamientos propuestos oscila entre el 20% y el 40%.

Asumiendo la reflexión realizada en la propia Guía respecto a la evolución tendencial a la baja de los costes implicados **se ha optado por no aplicar incrementos de precios unitarios**. Cabe reflejar que el [incremento del IPC](#) entre la referencia temporal de la Guía -a efectos de la estimación de costes, diciembre de 2006- y el último dato disponible en el momento de redacción de este informe -abril de 2016- ha sido de 13,6%. Respecto al coste del kwh, la estadística del Ministerio de Industria, Energía y Turismo refleja un [precio neto de la electricidad para uso industrial](#) de 0,092 €/kwh.

Por último, se adopta una vida útil de 15 años para el conjunto de la instalación, asumiendo el criterio de la Guía, como integración de la imputable a la obra civil, del orden de 50 años, y el resto de equipos, entre los cuales se encuentran membranas, cuya vida útil es mucho menor o filtros que alcanzan una vida útil de hasta 10 años, dependiendo de las características del agua a tratar.

La tabla adjunta presenta un resumen con la descripción de procesos, criterios de calidad, usos admisibles y el intervalo de costes de inversión, explotación y mantenimiento y total.

---

<sup>22</sup> Versión 3.2, de noviembre de 2009. Posteriormente, se publicó la Guía Técnica para la caracterización de las actuaciones a considerar en planes hidrológicos y estudios de viabilidad (Ángel García Cantón, Marta Catalinas Pérez, María Estrella Alonso Tejedor y Pedro Gallego García de Leániz - CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS, 2012).

**Tab. 10. Tipos de tratamiento de regeneración [TR], usos asociados y coste**

	TR1			TR 2			TR 3			TR 4			TR 5a			TR 5b		
Línea de tratamiento	1) Físico-químico con decantación 2) Filtración 3) Membranas de ultrafiltración 4) Desinfección de mantenimiento			1) Físico-químico con decantación 2) Filtración 3) Desinfección mediante ultravioleta 4) Desinfección de mantenimiento			1) Filtración 2) Desinfección mediante ultravioleta 3) Desinfección de mantenimiento			1) Filtración			1) Físico-químico con decantación 2) Filtración 3) Membranas de ultrafiltración 4) Desalación ósmosis inversa 5) Desinfección de mantenimiento			1) Físico-químico con decantación 2) Filtración lavado continuo 3) Desalación EDR 4) Desinfección mediante ultravioleta 5) Desinfección de mantenimiento		
Calidad: E coli	Ausencia			≤ 200 UFC/100 mL			1.000 - 10.000 UFC/100			sin limitación			Ausencia			≤ 200 UFC/100 mL		
Calidad: turbidez	≤ 2 UNT			10-15 UNT			sin limitación			sin limitación			≤ 2 UNT			10-15 UNT		
Usos incluidos en el RD 1620/2007	<u>Usos urbanos</u> 1.1.a) Riego de jardines privados 1.1.b) Descarga de aparatos sanitarios <u>Usos industriales</u> 3.2.a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos <u>Usos ambientales</u> 5.2.a) Recarga de acuíferos por inyección directa			<u>Usos urbanos</u> 1.2.a) Riego de zonas verdes urbanas 1.2.b) Baldeo de calles 1.2.c) Sistemas contra incendios 1.2.d) Lavado industrial de vehículos <u>Usos agrícolas</u> 2.1.a) Riego de cultivos con contacto directo del agua con las partes comestibles para alimentación humana en fresco. <u>Usos industriales</u> 3.1.a) Aguas de proceso y limpieza excepto en la industria alimentaria. 3.1.b) Otros usos industriales 3.1.c) Aguas de proceso y limpieza para uso en la industria alimentaria <u>Usos recreativos</u> 4.1.a) Riego de campos de golf.			<u>Usos agrícolas</u> 2.2.a) Riego de productos, contacto directo con las partes comestibles, consumo tras tratamiento industrial. 2.2.b) Riego de pastos, animales productores de leche o carne. 2.2.c) Acuicultura. 2.3.a) Riego localizado de leñosos sin contacto con frutos consumidos en alimentación. 2.3.b) Riego de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo. 2.3.c) Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas. <u>Usos recreativos</u> 4.2.a) Estanques, masas de agua y caudales ornamentales, impedido acceso público. <u>Usos ambientales</u> 5.1.a) Recarga de acuíferos por percolación localizada.			<u>Usos ambientales</u> 5.3.a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público. 5.3.b) Silvicultura.			Idem TR 1			Idem TR 2		
	mínimo	media	máximo	mínimo	media	máximo	mínimo	media	máximo	mínimo	media	máximo	mínimo	media	máximo	mínimo	media	máximo
inv (€/m <sup>3</sup> /d)	0,038	0,059	0,081	0,005	0,007	0,009	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,002	0,098	0,132	0,166	0,067	0,088	0,110
exp (€/m <sup>3</sup> /d)	0,159	0,193	0,227	0,062	0,077	0,093	0,041	0,057	0,072	0,041	0,057	0,072	0,562	0,643	0,723	0,437	0,500	0,562
Total (€/m <sup>3</sup> /d)	0,196	0,252	0,308	0,067	0,084	0,102	0,043	0,060	0,076	0,042	0,058	0,074	0,661	0,775	0,889	0,504	0,588	0,672

Pese a la consideración realizada anteriormente sobre la dificultad de evaluar las economías de escala por la escasez de datos, cabe esperar que los valores más bajos de intervalo de costes se identifiquen con las instalaciones de mayor capacidad y viceversa.

Para contrastar la validez de los supuestos de coste de la tabla anterior, en particular, la asunción del mantenimiento de costes en el último decenio se han contrastado estos resultados con los de referencias bibliográficas más recientes.

**El Coste de no regenerar**, presentación de Philippe Rougé (SUEZ Water Spain) y Francesc Hernández (Universitat de Valencia) en la Jornada *La reutilización del agua en el marco de la economía circular* (mayo de 2016). La ponencia presenta una tabla con los costes de inversión (CAPEX) y de operación y mantenimiento (OPEX) basada de la experiencia de los ponentes. Aplicando una vida útil de 15 años resultan los siguientes costes:

**Tab. 11. Costes de inversión y operación de diversos tratamientos**

	Dimensión			Total (€/m <sup>3</sup> /d)		
	[M] < 1.000 m <sup>3</sup> /d	[L] 1.000 m <sup>3</sup> /d - 100.000 m <sup>3</sup> /d	[XL] > 100.000 m <sup>3</sup> /d	[XL]	[L]	[M]
<b>Potabilización</b>				<b>0,106</b>	<b>0,134</b>	
CAPEX (€/m <sup>3</sup> /d)		350	250			
OPEX (€/Dam <sup>3</sup> )		70	60			
<b>Potabilización avanzada</b>				<b>0,255</b>	<b>0,460</b>	
CAPEX (€/m <sup>3</sup> /d)		600	300			
OPEX (€/Dam <sup>3</sup> )		350	200			
<b>Depuración</b>				<b>0,241</b>	<b>0,383</b>	<b>0,807</b>
CAPEX (€/m <sup>3</sup> /d)	2.500	1.000	500			
OPEX (€/Dam <sup>3</sup> )	350	200	150			
<b>Reutilización (Terciario con desinfección)</b>				<b>0,043</b>	<b>0,067</b>	<b>0,113</b>
CAPEX (€/m <sup>3</sup> /d)	400	200	100			
OPEX (€/Dam <sup>3</sup> )	40	30	25			
<b>Reutilización (Desinfección y desalación)</b>				<b>0,255</b>	<b>0,510</b>	<b>0,783</b>
CAPEX (€/m <sup>3</sup> /d)	1.000	600	300			
OPEX (€/Dam <sup>3</sup> )	600	400	200			
<b>Desalación de agua de mar</b>				<b>0,728</b>	<b>0,778</b>	<b>0,874</b>
CAPEX (€/m <sup>3</sup> /d)	1.500	1.250	1.250			
OPEX (€/Dam <sup>3</sup> )	600	550	500			

Fuentes: *El Coste de no regenerar* (Rouge y Hernández, 2016)

El coste de reutilización (terciario + desinfección) de la instalación de gran tamaño [XL] es similar al inferior del intervalo del tipo TR3 de la Guía.

[Guía tratamientos avanzados de aguas residuales urbanas](#), (Alberto del Villar García). Recoge información para el análisis económico y financiero de 11 tipos de tratamientos desarrollados en el marco del proyecto CONSOLIDER-TRAGUA ([www.consolider-tragua.com](http://www.consolider-tragua.com)). La información correspondiente se presenta en la tabla siguiente, aunque debe indicarse que se trata de proyectos del ámbito I+D+i lo que comporta costes, en general elevados.

**Tab. 12. Información facilitada para el análisis económico y financiero de los distintos tratamientos**

PARÁMETROS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
								UF	UF+OI		
Volumen (m <sup>3</sup> /año)	502	5.475.000	6.400	3.650	365.000	n/d	365.000	133.152	46.516	86.400	86.400
Inversión (€)	16.363	24.000.000	81.700	200.000	n/d	n/d	1.197.821	122.726	52.325	156.000	148.000
Obra Civil (%)	100%	n/d	79%	30%	n/d	n/d	87%	10%	10%	15%	12%
Instalaciones (%)	0%	n/d	21%	70%	n/d	n/d	13%	90%	90%	85%	88%
Costes Mantenimiento (€)	865	657.000	n/d	n/d	617.763	n/d	110.636	33.943	32.181	45.558	102.872
Consumo energético (kWh/año)	0	n/d	n/d	13.688	5.408.636	0,3 kWh/m <sup>3</sup>	146.927	22.400	37.251	61.320	534.360
Uso potencial	Ambiental y riego	Ambiental y riego	Urbano e industrial	Urbano e industrial	Sin especificar	Sin especificar	Urbano e industrial	Urbano e industrial	Urbano e industrial	Urbano e industrial	Riego e Industrial
Coste Anual Equivalente Inversión (€)	946	1.387.922	5.870	20.731			79.482	14.328	6.109	9.021	26.891
Costes Mantenimiento (€)	865	657.000			617.763		110.636	33.943	32.181	45.558	102.872
COSTES ANUALES (€)	1.811	2.044.922	5.870	20.731	617.763		190.118	48.271	38.289	54.579	129.763
CAE Inversión por m <sup>3</sup> (€)	1,88	0,25	0,92	5,68			0,22	0,11	0,13	0,10	0,31
Costes mantenimiento por m <sup>3</sup> (€)	1,72	0,12			1,69		0,30	0,25	0,69	0,53	1,19
Consumo energético relativo (kWh/m <sup>3</sup> )	0,00			3,75	14,82	0,30	0,40	0,17	0,80	0,71	6,18
Coste por m <sup>3</sup> tratado (€)	3,61	0,37	0,92	5,68	1,69		0,52	0,36	0,82	0,63	1,50

Fuente: Elaboración propia a partir de información facilitada por los grupos de investigación correspondientes. <sup>(7)</sup> 1- Filtros verdes como sistema de tratamiento y reutilización de aguas residuales. 2- Reutilización de aguas depuradas para el desarrollo de una barrera hidráulica contra la intrusión marina en el Delta del Llobregat. Primera fase (ósmosis, ultrafiltración y ultravioletas). 3- Biorreactores de membrana (MBR-Membrane Bioreactor). 4- Acoplamiento de sistemas basados en ozono, carbón activo y radiación. 5- Oxidación Húmeda Catalítica. 6- Procesos de electrocoagulación/electrolisis para regeneración de aguas. 7- Foto-Fenton solar como sistema de tratamiento de efluente de EDAR. 8a- Regeneración de efluentes secundarios de EDAR mediante tecnologías de UF para su reutilización en usos industriales. 8b- Regeneración de efluentes secundarios de EDAR mediante tecnologías de UF y OI para su reutilización en usos industriales. 9- Tecnología de Membranas: Ultrafiltración y Nanofiltración. 10- Aplicación de Fotocatálisis Heterogénea para el tratamiento y depuración de aguas residuales. 11- Aplicación de procesos Fenton combinados con ultrasonidos (Sono-Fenton) o con UV-Vis (Foto-Fenton) para el tratamiento avanzado de depuración de aguas residuales. n/d: no disponible/no facilitada.

Fuente: Guía tratamientos avanzados de aguas residuales urbanas

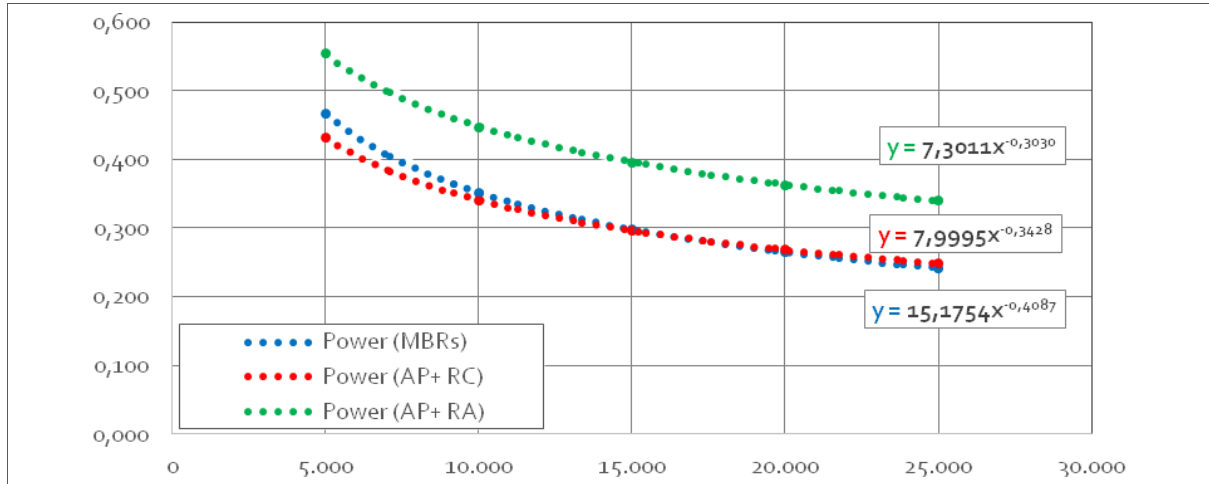
**Los MBR como tratamiento de regeneración: criterios de implantación**, presentación de Raquel Iglesias Esteban del Área de Tecnología del Agua CEH-CEDEX en las mismas jornadas. La tecnología MBR (biorreactores de membrana)<sup>23</sup> se presenta como solución para alcanzar calidad de efluente acorde con el RD 1620/2007. Debe clarificarse de que no se trata de un módulo adicional a un tratamiento secundario, sino de un concepto de depuración integral alternativo -por cierto, en franca expansión, con una capacidad instalada en España de más de 300.000 m<sup>3</sup>/día repartidos en unas 50 instalaciones (2014)- válido como opción si debe abordarse una construcción de nueva planta. La ponencia ofrece curvas comparativas de coste frente a tratamientos de aireación prolongada + tratamiento de regeneración (convencional / avanzada).

<sup>23</sup>

Para mayor información se remite a la publicación [Guía técnica para la implantación de Biorreactores de membrana. R 22](#) (CEDEX, 2014).

El resultado de este análisis se resume en la figura y tabla adjuntas.

**Fig. 14. Coste comparado de tratamientos convencionales y MBR**



Fuente: elaboración propia a partir de "Los MBR como tratamiento de regeneración: criterios de implantación" (Iglesias, 2016)

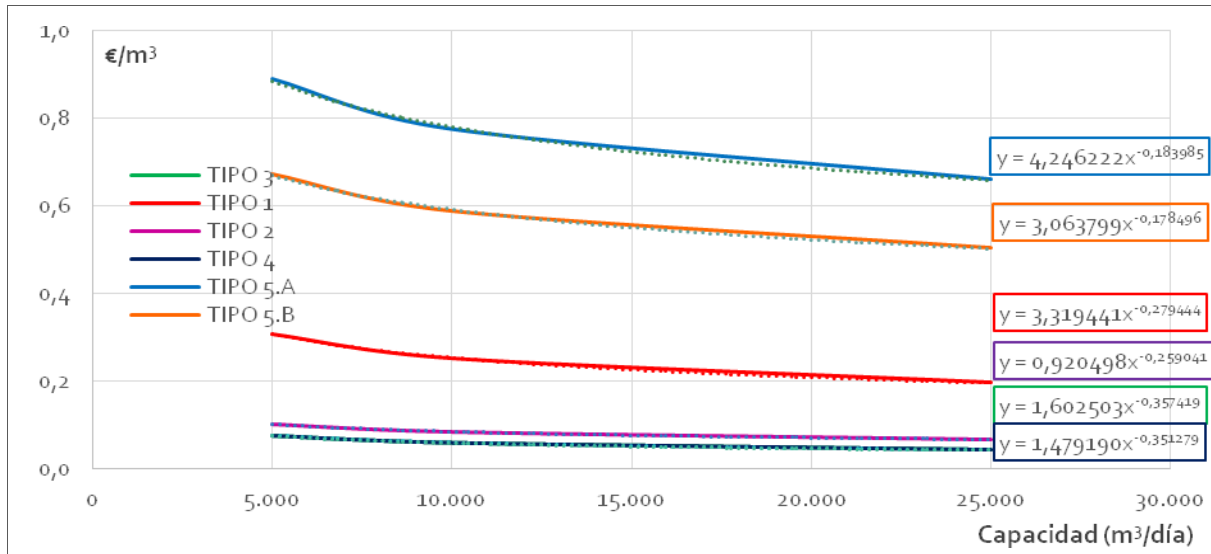
**Tab. 13. Coste comparado de tratamientos convencionales y MBR**

Capacidad (m <sup>3</sup> /día)	MBR	Aireación prolongada + Regeneración convencional	Aireación prolongada + Regeneración avanzada
5.000	0,467	0,432	0,554
10.000	0,351	0,340	0,447
15.000	0,298	0,296	0,396
20.000	0,265	0,268	0,363
25.000	0,242	0,249	0,340

### Síntesis

Sobre la base de la información antecedente, se han construido funciones de variación del coste en función del tamaño que asimilan los valores mínimo, medio y máximo de la GTCM a las capacidades correspondientes a 5.000, 10.000 y 25.000 m<sup>3</sup>/día, obteniéndose las siguientes fórmulas de evolución de costes unitarios para cada tipo de tratamiento.

**Fig. 15. Variación del coste de las tipologías de tratamiento en función de su capacidad**

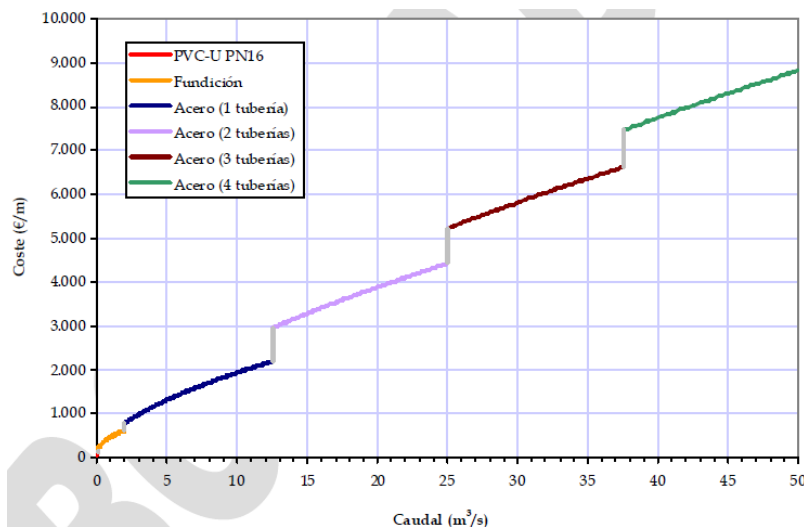


Fuente: elaboración propia a partir de diversas fuentes

### 2.5.2.2. Costes de regulación y de aducción a la zona regable

La estimación se basa en los datos técnico económicos presentados en el GTCM para tres tipologías de medida que se detallan a continuación. Para la actualización de los costes se ha aplicado un factor de 1,142 correspondiente a la variación del IPC en el periodo diciembre de 2006 – mayo de 2016.

**TUBERÍAS A PRESIÓN E IMPULSIONES.** En la GTCM se explicitan los criterios técnicos y de diseño de este tipo de tuberías (fundamentalmente basados en la *Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*) que se traducen en las siguientes fórmulas de coste:



Rango caudales (m <sup>3</sup> /s)	Material	Rango de diámetro nominal (mm)	Coste (€/m)
0,006 - 0,075	PVC-U PN16	110 - 315	435,16* Q (m <sup>3</sup> /s) <sup>0,4435</sup>
0,075 - 2,00	Fundición dúctil	300 - 1.200	471,72* Q (m <sup>3</sup> /s) <sup>0,3850</sup>
2,00-12,50	Acero (1 tubería)	1.118 - 2.540	534,04* Q (m <sup>3</sup> /s) <sup>0,5596</sup>
12,50-25,00	Acero (2 tuberías)		681,92* Q (m <sup>3</sup> /s) <sup>0,5808</sup>
25,00-37,50	Acero (3 tuberías)		799,40* Q (m <sup>3</sup> /s) <sup>0,5834</sup>
37,50 -50,00	Acero (4 tuberías)		895,82* Q (m <sup>3</sup> /s) <sup>0,5848</sup>

La vida útil se estima en 25 años y los costes de explotación y mantenimiento se estiman en una cuantía fija anual del 1,2 % del coste de inversión.

**BALSAS.** El cálculo interno de la capacidad de regulación necesaria se realiza confrontando mes a mes la generación de efluentes y la demanda asociada al cultivo (o grupo de cultivos). Se adjunta un ejemplo de cálculo del volumen de balsa necesario (cifras en hm<sup>3</sup>) y algunos comentarios generales sobre el mismo.

	Volumen efluente	Volumen regenerado	Volumen demanda	Demanda servida (sin regulación)	Volumen almacenable	Demanda requerida desde balsa	<i>Demanda servida total</i>
oct	39.146,25	37.971,86	31.428,57	31.428,57	6.543,29	0,00	<i>31.428,57</i>
nov	39.146,25	37.971,86	0,00	0,00	37.971,86	0,00	<i>0,00</i>
dic	39.146,25	37.971,86	0,00	0,00	37.971,86	0,00	<i>0,00</i>
ene	39.146,25	37.971,86	0,00	0,00	37.971,86	0,00	<i>0,00</i>
feb	39.146,25	37.971,86	0,00	0,00	37.971,86	0,00	<i>0,00</i>
mar	39.146,25	37.971,86	0,00	0,00	37.971,86	0,00	<i>0,00</i>
abr	39.146,25	37.971,86	31.428,57	31.428,57	6.543,29	0,00	<i>31.428,57</i>
may	39.146,25	37.971,86	31.428,57	31.428,57	6.543,29	0,00	<i>31.428,57</i>
jun	39.146,25	37.971,86	31.428,57	31.428,57	6.543,29	0,00	<i>31.428,57</i>
jul	39.146,25	18.985,93	31.428,57	18.985,93	0,00	12.442,64	<i>31.428,57</i>
ago	39.146,25	18.985,93	31.428,57	18.985,93	0,00	12.442,64	<i>31.428,57</i>
sep	39.146,25	18.985,93	31.428,57	18.985,93	0,00	12.442,64	<i>31.428,57</i>
	<b>469.755,00</b>	<b>398.704,56</b>	<b>220.000,00</b>	<b>182.672,08</b>		<b>37.327,92</b>	<b>220.000,00</b>

- De acuerdo a la estimación sería necesario un embalse de 37.327,92 m<sup>3</sup> de capacidad.
- El volumen efluente se rebaja para tener en cuenta el rechazo del tratamiento terciario. Estos coeficientes se han fijado a partir de la información característica de cada tipología incluida en la GTCM.

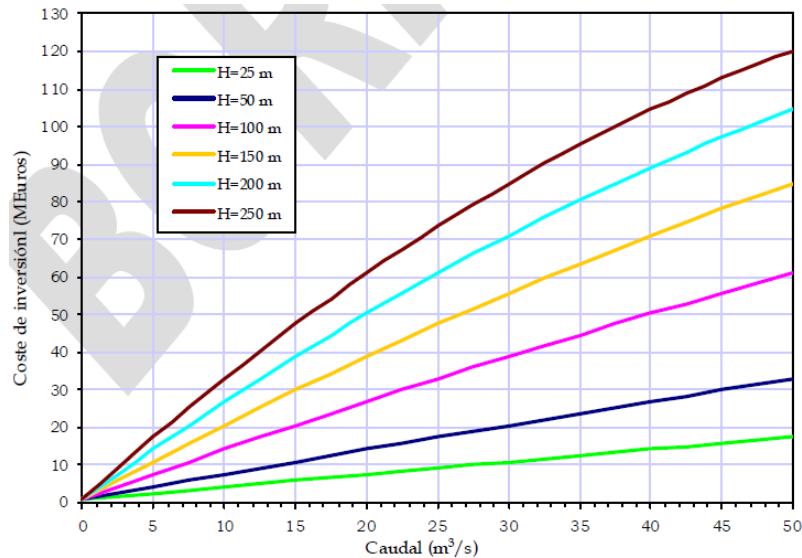
	<b>Coeficientes</b>
Tipo 1	0,88
Tipo 2	0,97
Tipo 3	0,97
Tipo 4	0,97
Tipo 5. A	0,62
Tipo 5. B	0,80

- Se ha incorporado la condición más restrictiva de derivar como máximo el 50% del caudal efluente en los meses de estiaje (julio a septiembre).



- Ha de comprobarse que la demanda requerida desde el embalse es inferior al acumulado del volumen almacenable en el mes anterior.

**ESTACIONES DE BOMBEO.** En este caso, las funciones de coste propuestas proceden de la actualización de las incluidas en la Documentación Técnica del Plan Hidrológico Nacional. La ecuación a que responden las curvas de variación coste-caudal es  $[I = -3,3 \cdot 10^{-7} (q \cdot h)^2 + 0,01373 q \cdot h + 0,719]$  siendo I: Coste de inversión (millones de euros); h: Salto neto de la elevación (m); q: Caudal de diseño ( $m^3/s$ ).



La vida útil se estima en 25 años y los costes de explotación y mantenimiento se estiman en una cuantía fija anual del 1,2 % del coste de inversión.

El coste de explotación se calcula previo cálculo de la potencia de la instalación [

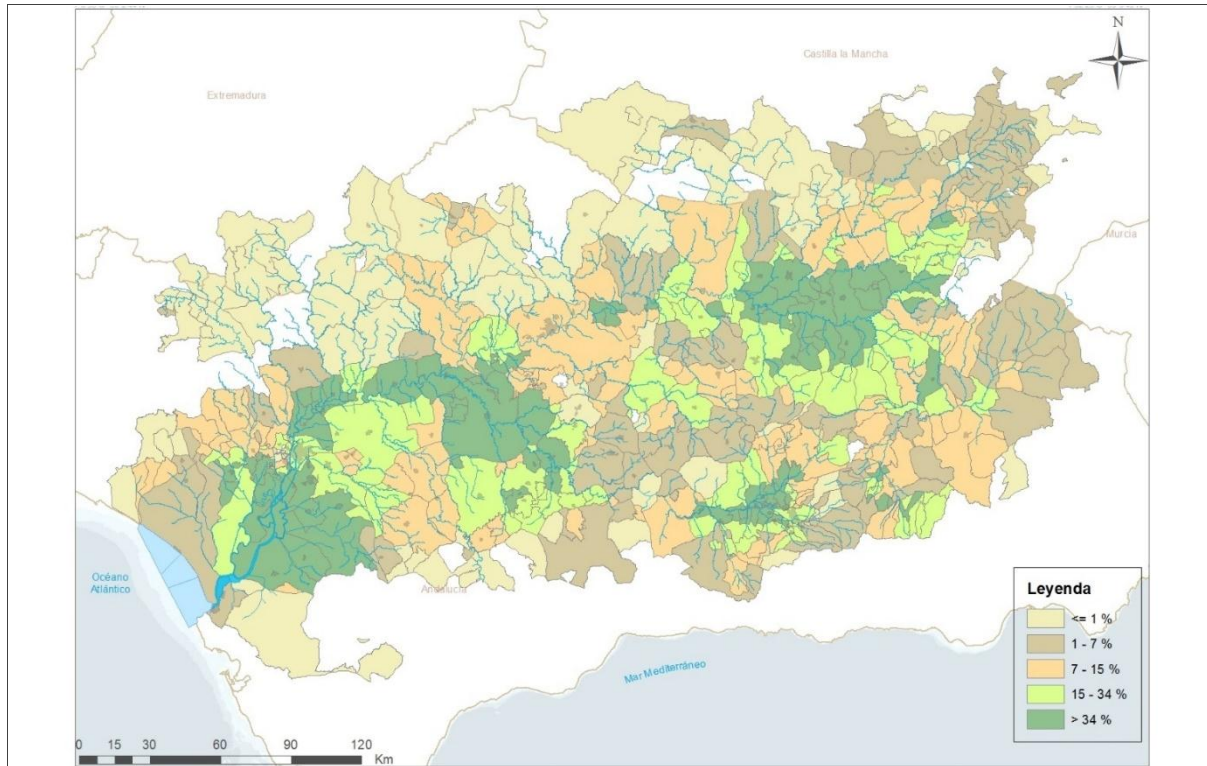
$$P(kw) = Hm(m) \times \frac{Q \left( \frac{l}{s} \right) \times 0,735}{75 \times \eta}$$
 ] en función de los caudales bombeados y las horas de funcionamiento necesarias. Se ha considerado un precio de la energía de 0,092 €/kw-h (MINETUR, 2015).

## 2.6. Condicionantes sociales

Además de los indicadores que se derivan directamente de la rentabilidad del regadío (sección 2.5.2) que también aportan una aproximación al beneficio generado por los nuevos recursos disponibles desde la óptica de la generación de riqueza y empleo, se ha considerado la incorporación de otros elementos de análisis para valorar el interés social de la actuación.

1. La superficie actual del regadío, medida en relación al total municipal. Se ha considerado el **peso actual del regadío** como un elemento diferencial a tener en cuenta a la hora de promover nuevos desarrollos. Dada la dificultad global de acceder a la disponibilidad de nuevos recursos en la demarcación, la reutilización se considera una opción de re-equilibrio, primando a los municipios / zonas con menor acceso actual al agua de riego.

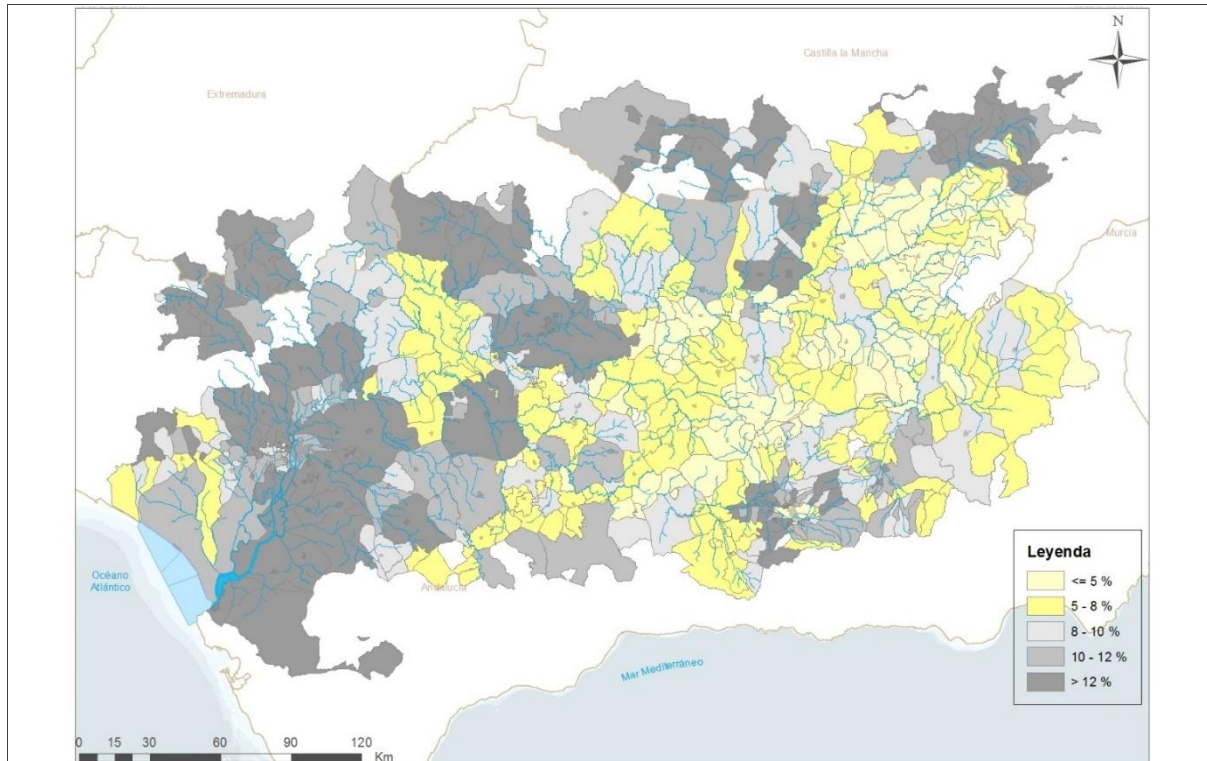
**Fig. 16. Peso actual del regadío en los municipios de la DHG**



*Fuente: elaboración propia a partir de información suministrada por la OPH Guadalquivir*

- El nivel de paro actual, en la medida en que la generación de actividad asociada al riego puede ser un elemento de reducción. Se ha calculado la ratio de paro registrado (promedio anual)<sup>24</sup> frente a población empadronada, ambos datos para el año 2015.

**Fig. 17. Paro registrado frente a población total del municipio**

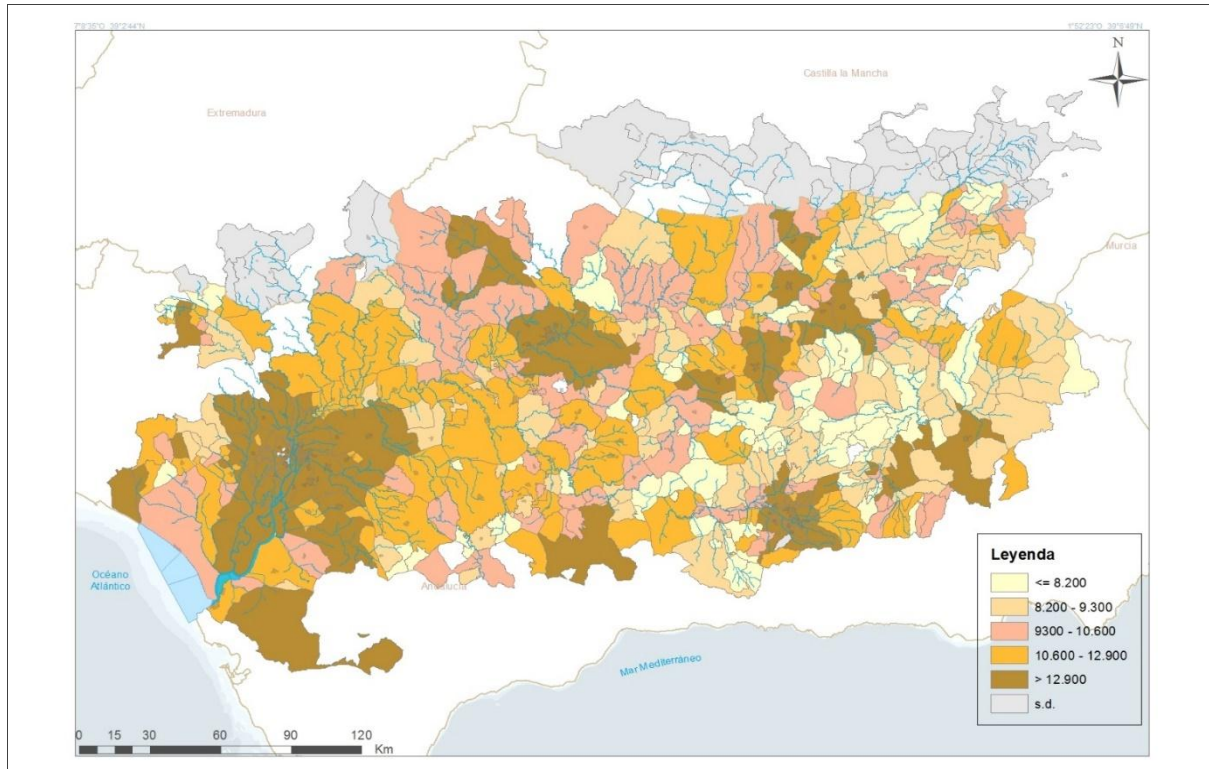


Fuente: elaboración propia a partir de datos del Servicio Público de Empleo Estatal y el Padrón municipal de habitantes

<sup>24</sup> Obtenido a partir de la [Estadísticas por municipios \(paro registrado y contratos\)](#) del Servicio Público de Empleo Estatal.

- La **renta neta declarada** (2012). La interpretación de este elemento no es inmediata, dado que podría interpretarse como factor inverso de asignación, en la intención de fomentar la actividad en municipios de baja renta, o directo si la renta se asocia a mayor dinamismo y, por tanto, potencial de éxito de la actuación. En cualquier caso, este dato sólo está disponible para la región andaluza.

**Fig. 18. Renta neta declarada por municipio (euros, 2012)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos del Sistema de Información Multi-territorial de Andalucía y (la fuente original es la Agencia Tributaria del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas)

### 3. Metodología y criterios para la evaluación de las solicitudes

#### 3.1. Introducción

Para la evaluación de las solicitudes, se ha diseñado un protocolo de evaluación de las solicitudes de reutilización de aguas regeneradas. Los datos necesarios para la evaluación de han organizado en cuatro grupos:

- EDAR.** Incluye información sobre condicionantes directamente dependientes de la EDAR sobre la que se solicita la concesión. Los datos han sido suministrados directamente por la CHG (EDARNet, Censo de vertidos) complementada con trabajo realizado a partir de las coberturas SIG: en particular para establecer la correspondencia entre ambas coberturas, por un lado, y asociar los vertidos EDAR a masas de agua superficiales y subterráneas.
- Cultivos.** Se reflejan los datos socio-económicos para los principales cultivos de la demarcación, trabajo realizado por la Universidad de Córdoba, y las dotaciones netas y eficiencia standard incluidas en el Apéndice 9 de la Normativa del PHDHG. Se tendrán en cuenta:

- Modulación por UDA, recogidas en el Anejo nº4 del PHDHG.
- Modulación por cultivo (ver sección 2.3.2).
- Modulación aportada por el Proyecto de reutilización.
- **Municipales.** Datos disponibles a nivel municipal que, en general, se asocian a la evaluación de los condicionantes socioeconómicos.
- **Masas de agua.** Informa del estado actual de las diversas masas de agua (superficiales y subterráneas) tal y como queda definido en el PHDHG, así como de los índices actuales de extracción.

### 3.2. Selección y extracción de los datos

A los efectos de alimentación de datos para el funcionamiento de la aplicación, se distinguen dos tipos de datos:

- Datos que deben introducirse **manualmente** tomados de la solicitud: Solicitante, Municipio(s) en los que se utilizará el agua, Nombre de la EDAR cuyos efluentes se solicitan, Cultivo(s), Superficie (ha), Volumen requerido solicitud ( $m^3$ ); indicación de si se sustituyen o no recursos de otro origen y, en caso afirmativo el volumen sustituido de aguas superficiales y/o de subterráneas, así como la(s) masa(s) de agua en las que se plantea(n) reducir la extracción. Algunos de estos campos incorporan un desplegable con los valores posibles para evitar errores que invalidarían el funcionamiento de la aplicación.
- Datos que proceden de **cálculos internos**, esto es, aquellos en los que los valores son deducidos una vez introducida la información primaria (EDAR, Municipio, Cultivo, Masa de agua).

Cabe indicar aquí que se ha contemplado la posibilidad de que las solicitudes contemplen más de un municipio y/o cultivo.

### 3.3. Cálculo de los costes asociados

Se ha generado una hoja de cálculo para cada Proyecto (*Calc\_Infraestructuras\_Pn*) que permite estimar en función de la EDAR implicada, superficie demandante, cultivo(s), volumen solicitado y modulación que se pretende aplicar al riego, los diversos costes implicados que se han clasificado en:

- **transporte y distribución:** estación de bombeo y coste energético, tubería de impulsión a balsa y tubería de distribución de balsa a zona regable
- **regulación**, calculada en base al balance mensual entre volumen depurado y demanda.
- **regeneración**, en función del TIPO de regeneración necesaria que se deriva del uso requerido, teniendo en cuenta la información disponible de los distintos tipos de tratamiento.

La base de cálculo de estos costes ha sido la GTCM (ver sección 2.5.2). Los costes han sido debidamente actualizados y, en el caso de la regeneración, se ha procedido a una revisión de las fuentes documentales más recientes tal y como se describe en el apartado 2.5.2.1.



### 3.4. Justificación de los indicadores seleccionados y fijación de umbrales

#### 3.4.1. Introducción

La selección de indicadores se ha realizado en el marco de las reuniones de trabajo mantenidas por el equipo de proyecto y la OPH Guadalquivir, bajo los ya comentados condicionantes de disponibilidad de información y representatividad de la amplia diversidad de condicionantes.

El proceso de fijación de umbrales para cada indicador se pretende asignar a los resultados / datos representativos de cada proyecto valores ordinales en escala variable: como máximo del 1 al 5 y, como mínimo (valores de tipo discreto: sí / no) del 1 al 2. Para la definición de los intervalos, cuando ha sido posible, se ha tenido en cuenta los percentiles de variación de las series de datos (por ejemplo, P80 | P60 | P40 | P20 en el caso de los datos municipales).

#### 3.4.2. Criterios de oferta

##### Fracción del efluente total solicitada

Resulta del contraste de los volúmenes solicitados y los disponibles (valores globales) para avanzar posibles desequilibrios entre oferta y demanda. Como se ha anticipado anteriormente, se ha establecido una limitación general, de manera que el volumen comprometido no supere el 80% del volumen total efluente, en aplicación de principio general de precaución, dejando espacio para futuros usos o fines ambientales. Por debajo de esta fracción se aplican los siguientes intervalos de puntuación:

Fracción comprometida inferior al 40% del volumen efluente	5
Fracción comprometida entre el 40% y 50% del volumen efluente	4
Fracción comprometida entre el 50% y 60% del volumen efluente	3
Fracción comprometida entre el 60% y 70% del volumen efluente	2
Fracción comprometida entre el 70% y 80% del volumen efluente	1

##### Nivel de tratamiento actual

Sobre la base de información suministrada por EDARNet, se valora positivamente que se disponga de un nivel de tratamiento avanzado, dado que, en caso contrario, pueden preverse costes adicionales. Los costes de regeneración, tal como están calculados, sólo incluyen los módulos específicos de filtración y desinfección.

Tratamiento Secundario + Riguroso	5
Tratamiento Secundario	2
Tratamientos de nivel inferior	1

### Conformidad

La no conformidad (dato de EDARNet) comporta mal funcionamiento y, nuevamente, costes previsiblemente más altos.

Vertido actual conforme	5
Vertido actual no conforme	1

### Fracción del volumen total captado en el periodo de aguas invernales (15 de septiembre a 15 de abril)

La captación fuera del periodo normal de riego disminuye la posibilidad de afectar a otros aprovechamientos ya consolidados.

Más del 90% captado en el periodo de aguas invernales	5
Del 80 % al 90 % captado en el periodo de aguas invernales	4
Del 70 % al 80 % captado en el periodo de aguas invernales	3
Del 60 % al 70 % captado en el periodo de aguas invernales	2
Menos del 60 % captado en el periodo de aguas invernales	1

### **3.4.3. Criterios ambientales**

#### Vertido zona sensible

Se considera favorable la retirada de nutrientes consecuente a la reutilización del efluente, específicamente cuando la EDAR desde la que se solicita el aprovechamiento vierte a zona sensible.

Aglomeración vierte a zona sensible	2
Aglomeración no vierte a zona sensible	1

#### Naturalidad de la masa superficial a la que se vierten los efluentes

Se valora negativamente la detracción de agua para reutilización en masas en las que el grado de alteración actual del régimen hidrológico (grado de naturalidad) es bajo. El indicador escogido es el porcentaje de Hábitat Potencial Útil fijado en el PHDGH como objetivo para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos.

Alteración hidrológica alta (HPU 30%)	5
Alteración hidrológica media (HPU 50%)	3
Alteración hidrológica baja (HPU 80%)	1

#### Índice de extracción de la masa superficial de la que se detrae el vertido

Este criterio, en cierta medida relacionado con el anterior, pretende trasladar el grado de presión que afecta a la masa de la que se detrae el vertido, valorando negativamente ulteriores extracciones en aquellas masas cuyo índice de extracción es ya muy elevado. El Índice de explotación establecido en el PHDGH



se recalcula para considerar para incorporar el efecto de la detracción del efluente para su reutilización directa.

Índice de explotación revisado inferior a 0,50	5
Índice de explotación revisado inferior a entre 0,50 y 0,60	4
Índice de explotación revisado inferior a entre 0,60 y 0,70	3
Índice de explotación revisado inferior a entre 0,70 y 0,80	2
Índice de explotación revisado superior a 0,80	1
Sin determinar	2

#### Convenio con titular del vertido

La existencia de un acuerdo con el titular de la autorización de vertido para colaborar en el mantenimiento de la EDAR en el momento de presentar la solicitud se considera un factor positivo en cuanto que dicho acuerdo va a ser necesario en último término y su logro en las fases tempranas del proceso es un aval para el éxito de la iniciativa. En un segundo nivel, se aprecias que pueda acreditarse que dicho convenio se encuentra en fase de tramitación.

Convenio	5
Principio de acuerdo	3
Pendiente de negociación	1

#### Suficiencia de la regulación propuesta

Las solicitudes de reutilización deben ir acompañadas de un Proyecto que refleje las características de las infraestructuras previstas para almacenamiento y distribución del agua regenerada desde el PEAR hasta los lugares de uso. Para evaluar si las infraestructuras de regulación propuestas son suficientes para moderar el efecto sobre las masas de agua receptoras del vertido, se compara la capacidad estimada con la de la propuesta y se clasifica el proyecto según la siguiente escala.

volumen solicitud / volumen regulado $\geq 0,80$	5
volumen solicitud / volumen regulado entre 0,67 y ,0,80	4
volumen solicitud / volumen regulado entre 0,50 y 0,67	3
volumen solicitud / volumen regulado entre 0,33 y 0,50	2
volumen solicitud / volumen regulado entre 0,25 y 0,33	1

Debe recordarse que la estimación asume una rebaja de los caudales derivables en estiaje (50% del total efluente) para garantizar una circulación mínima en los meses más secos.

#### **3.4.4. Criterios de viabilidad**

Los indicadores de viabilidad técnico -económica aluden a dos tipos de criterios:

- los determinantes de la viabilidad técnica y económica de la explotación agrícola, relacionados con la caracterización económica de los diversos cultivos de regadío realizada en el marco del presente trabajo. En este caso, los umbrales de separación de los intervalos de clasificación se han establecido a par-

tir de los valores generados para una serie de explotaciones de distinta dimensión y tipología de cultivo.

- los cálculos de los costes asociados a cada actuación, dependientes de las características físicas de las infraestructuras necesarias para el bombeo, transporte y regulación de efluentes: caudal y altura de elevación determinantes de la potencia de estaciones de bombeo y los gastos energéticos; longitud y diámetro de las conducciones necesarias; volumen de regulación necesario. Los costes se han estimado a partir de los datos técnico económicos presentados en el documento [Guía técnica para la caracterización de medidas](#) elaborado por el CEDEX en el marco de los trabajos de apoyo a la realización de los planes hidrológicos de cuenca. Puede encontrarse información detallada sobre las funciones de coste aplicadas en el Informe extendido.

Debe clarificarse que, si la actuación conlleva la sustitución de volúmenes actualmente asignados a otros orígenes, tales volúmenes no computan a efectos de la reserva establecida en la Normativa, pero sí participan en la estimación del coste de infraestructuras en tanto que deben ser tratados y transportados al lugar de uso.

#### Valor Añadido Bruto (VAB) (€)

Resulta de multiplicar el VAB unitario ( $VAB / m^3$ ) del cultivo por el consumo de agua. El VAB nos indica la aportación al PIB local y regional.

VAB > 5.000.000 €	5
VAB entre 2.000.000 y 5.000.000 €	4
VAB entre 600.000 y 2.000.000 €	3
VAB entre 200.000 y 600.000 €	2
VAB < 200.000 €	1

#### Margen Bruto Estándar (€)

Es indicador de viabilidad de la explotación. La diferencia entre VAB y MBE muestra el peso de los costes directos en el sector.

MBE > 3.500.000 €	5
MBE entre 1.200.000 y 3.500.000 €	4
MBE entre 400.000 y 1.200.000 €	3
MBE entre 120.000 y 400.000 €	2
MBE < 120.000 €	1

### Coste de tratamiento (€/m<sup>3</sup>)

Costes asociados a la regeneración del recurso (amortización de la inversión en función de la vida útil y explotación y mantenimiento): se refieren a los módulos específicos de tratamiento necesarios en función del tipo de uso.

Coste de tratamiento < 0,09 €	3
Coste de tratamiento entre 0,09 y 0,12 €	2
Coste de tratamiento > 0,12 €	1

### Coste de transporte y distribución (€/m<sup>3</sup>)

Costes asociados al transporte y distribución de agua desde el punto de captación (vertido de la EDAR) a la zona regable e incluyen las tuberías de impulsión a balsa de riego, costes energéticos de bombeo y distribución de balsa a zona regable y parcela. Se tiene en cuenta la amortización de inversiones y el mantenimiento.

Coste de transporte y distribución < 0,05 €	4
Coste de transporte y distribución entre 0,05 y 0,10 €	3
Coste de transporte y distribución entre 0,10 y 0,20 €	2
Coste de transporte y distribución > 0,20 €	1

## 3.4.5. Criterios sociales e institucionales

### Empleo (jornales)

Empleo total generado en un año en función del cultivo o combinación de cultivos. La estimación se realiza a partir de la caracterización económica de los cultivos para los que se solicita la concesión.

Empleo > 130.000 jornales	5
Empleo entre 50.000 y 130.000 jornales	4
Empleo entre 20.000 y 50.000 jornales	3
Empleo entre 10.000 y 20.000 jornales	2
Empleo < 10.000 jornales	1

### Superficie regable pre-existente TTMM (% del total municipal)

Se prima a los municipios que cuentan con escasa superficie regable en la actualidad, a la hora de promover nuevos desarrollos, máxime considerando que el grado de explotación actual en la demarcación dificulta que se asignen nuevas concesiones de recursos convencionales.

Superficie regable < 1% superficie municipal	5
Superficie regable entre 1 y 7% superficie municipal	4
Superficie regable entre 7 y 15% superficie municipal	3
Superficie regable entre 15 y 34% superficie municipal	2
Superficie regable > 34% superficie municipal	1

### Número total de comuneros en la explotación

Se valoran positivamente en las que la iniciativa incluya a un mayor número de participantes / beneficiarios.

Más de 100 comuneros	5
De 51 a 100 comuneros	4
De 26 a 50 comuneros	3
De 6 a 25 comuneros	2
Menos de 6 comuneros	1

### Paro total registrado promedio 2015 (% población empadronada).

Se valoran positivamente las solicitudes que procedan de municipios con altas tasas relativas de paro, dada la capacidad de generación de empleo de la actividad agrícola (se complementa con la capacidad total de generación de empleo).

Paro > 12% población empadronada	5
Paro entre 10 y 12% población empadronada	4
Paro entre 8 y 10% población empadronada	3
Paro entre 5 y 8% población empadronada	2
Paro < 5% población empadronada	1

## 3.5. Integración de indicadores y resultado de la evaluación

El cálculo final de los indicadores para cada Proyecto resulta de combinar los resultados de las pestañas anteriores previa fijación de una ponderación relativa de los diversos indicadores. La ponderación se ha establecido, igualmente, mediante criterio experto.

En la matriz, se asigna un peso relativo a cada indicador, buscando el equilibrio entre los 4 grupos de criterios establecidos con anterioridad (disponibilidad y calidad de los recursos efluentes; sostenibilidad ambiental y compatibilidad con los objetivos ambientales de las masas de agua; viabilidad técnica y económica de la actuación, equidad territorial y criterios sociales). **La puntuación obtenida en cada bloque se ponderará proporcionalmente de modo que el máximo valor posible corresponda al 25% del total.**