



**Universidad  
de La Laguna**

Grado en Administración y Dirección de Empresas

**ANÁLISIS DEL SECTOR DEL AGUA EN ESPAÑA  
ANALYSIS OF THE WATER SECTOR IN SPAIN**

Trabajo Fin de Grado

Autor: Óscar Carrillo Ruiz

Tutor del TFG: Juan José Díaz Hernández

Convocatoria Julio / Curso 2021/2022

Se autoriza para evaluación y calificación por parte del tutor.

## **RESUMEN**

Los objetivos del trabajo son analizar el sector del agua en España y Canarias, conocer los principales consumidores de este recurso natural, identificar los problemas del sector y discutir posibles soluciones. Para ello se ha seguido una metodología cuantitativa basada en el análisis de datos. Las conclusiones más importantes han sido que las aguas tratadas no se gestionan de la forma más eficiente posible y que el consumidor más importante es el sector primario, dando lugar a que la mayoría de soluciones más realistas sean por la vía de la demanda, mediante mejoras en la implantación de técnicas de riego más eficientes, al igual que una reducción de la producción de los alimentos con mayor huella hídrica azul y gris, lo cual supondría una reducción de la demanda de agua, siendo el uso del agua reutilizada el punto clave para atenuar los problemas de escasez de agua.

Palabras clave: agua, usos del agua, huella hídrica, regeneración.

## **ABSTRACT**

The aims of this dissertation are to analyse the water sector in Spain and the Canary Islands, to find out the main consumers of this natural resource, to identify the problems of the sector and to discuss possible solutions. To this end, a quantitative methodology based on data analysis has been applied. The most important conclusions were that treated wastewater is not managed in the most efficient way and that the most important consumer is the primary sector, logically, resulting in the most rational decision being demand-side solutions through improvements in the implementation of more efficient irrigation techniques, as well as a reduction in the production of foods with the largest blue and grey water footprint, which would lead to a reduction in the demand for water, being the reused of treated wastewater the key point to mitigate the problems of water scarcity.

Keywords: water, water uses, water footprint, regeneration.

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	CICLO INTEGRAL DEL AGUA.....	6
3.	EL MERCADO COMO MECANISMO DE ASIGNACIÓN DEL AGUA.....	8
4.	SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN ESPAÑA .....	9
5.	PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN POR LA VÍA DE LA OFERTA .....	19
5.1.	DESALINIZACIÓN .....	19
5.2.	DIGITALIZACIÓN.....	20
5.3.	REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN .....	20
5.4.	INVERSIONES.....	21
6.	PROPUESTAS DE SOLUCIÓN POR LA VÍA DE LA DEMANDA: ACTUACIONES SOBRE EL SECTOR PRIMARIO .....	22
6.1.	PATRÓN DE CULTIVO .....	28
6.2.	TÉCNICAS DE RIEGO .....	29
6.3.	USO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES PARA RIEGO AGRÍCOLA	29
7.	SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN CANARIAS Y TENERIFE .....	31
8.	CONCLUSIONES.....	34
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	36

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Huella hídrica de los cultivos más producidos..	25
Tabla 2. Consumo de agua totales de cultivos más producidos.....	26
Tabla 3. Huella hídrica de alimentos de origen animal.....	27
Tabla 4. Consumo de alimentos de origen animal 2008 - 2015. ....	28
Tabla 5. Distribución del consumo de agua por usos en Tenerife.....	31
Tabla 6. Consumos de agua por el turismo y residentes en canarias en 2017. ....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo Integral del Agua. ....	6
Figura 2. Fases del ciclo urbano del agua.. ....	7
Figura 3. Modelos de gestión del agua en baja. ....	9
Figura 4. Serie de precipitación media anual en España desde 1961.. ....	11
Figura 5. Tipo de captación de agua en España.. ....	11
Figura 6. Distribución de agua registrada en España.. ....	13
Figura 7. agua residual recogida (%) y nivel de tratamiento.....	16
Figura 8. Extracción de agua per cápita.....	17
Figura 9. Estrés Hídrico (%).....	17
Figura 10. Pérdidas reales (%).....	18
Figura 11. Eficiencia del uso del agua.. ....	19
Figura 12. Huella hídrica y sus componentes.....	23
Figura 13. Consumo de carne en España.. ....	27
Figura 14. Número de turistas por mes en canarias.. ....	33
Figura 15. Evolución del número de hoteles en canarias por rango de estrellas. ....	33

## 1. INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para la vida, si no el que más. Por ello, un estudio sobre su disponibilidad para el uso humano y el consumo que se hace del mismo es crucial. Más aún, en la sociedad de hoy en día, donde el consumo de agua por persona es muy elevado y en muchas ocasiones, superior a la cantidad de recuperación en el medio natural.

El consumo del agua va ligado a la población, con una correlación positiva. Teniendo en cuenta que la población aumentará hasta los 50 millones de habitantes en España en el año 2070, es decir, más de 3 millones respecto a la cifra actual, (INE, 2020) y que los efectos del cambio climático hacen que la disponibilidad de agua sea aún más estacional e irregular, el problema del estrés hídrico toma especial relevancia. Por el lado de la oferta también toma partida el aumento de las temperaturas medias, donde en la península sobrepasa los 14°C (INE, 2021), con una tendencia creciente desde el comienzo del siglo XXI, lo cual hace que el agua se evapore más rápido, disminuyendo la oferta de agua disponible para captar.

Debido a este problema que se presenta a nivel mundial, el objetivo de este trabajo será elaborar un diagnóstico de la situación actual y de la problemática del sector del agua, lo cual significa evaluar la oferta de agua, al igual que los usos que se hace de la misma en España, además de presentar algunas particularidades de Canarias y datos de Europa para poder relativizar los resultados presentados a nivel nacional. Se prestará especial atención al sector agrícola, ya que es el principal consumidor.

Para llevar a cabo este trabajo se ha utilizado el método cuantitativo a través del análisis de fuentes estadísticas y el uso de literatura especializada en el tema a tratar. Este método se ve reflejado, por ejemplo, en la medición de huellas hídricas de los alimentos, o la continua presentación de datos para poder cumplir con los objetivos del trabajo.

El trabajo está estructurado de forma que, en primer lugar, se explica que es el ciclo integral del agua y su importancia, se describe el mercado del agua y se presenta los problemas de transparencia del sector.

En segundo lugar, y una vez presentado el tema, se analiza la situación actual del agua en España, a través de una serie de datos a nivel nacional, canario y mediante comparaciones con Europa.

Una vez analizada la realidad del mercado, se concluyen los principales problemas y se proponen posibles soluciones, tanto desde el lado de la demanda, incidiendo mayoritariamente en el sector primario, mediante un cambio de patrón de cultivo, en el uso de técnicas de riego y del agua reutilizada, como desde el lado de la oferta, mediante propuesta en relación a la desalinización, digitalización del sistema de distribución, la reutilización y la falta de inversión.

Por último, se presenta un análisis de la situación actual en Canarias, y especialmente en Tenerife, debido a la peculiaridad del archipiélago respecto a la Península.

En el epígrafe que viene a continuación, se describen las distintas etapas que sigue el agua desde su captación, en lo que se denomina, ciclo integral del agua, que servirá para conocer las distintas fases que recorre y contextualizar el diagnóstico y propuestas que se detallan a lo largo del trabajo.

## 2. CICLO INTEGRAL DEL AGUA

El agua que se encuentra en estado bruto en la naturaleza realiza un recorrido y unas transformaciones hasta que llega a los hogares para ser consumida. A todo este proceso de infraestructuras que intervienen en él se le denomina ciclo integral del agua. Debido a la incapacidad, en la mayoría de los casos, de utilizar el agua directamente en el mismo estado que se capta del medio natural o la imposibilidad de devolverla al mismo sin ningún tratamiento de por medio una vez utilizada, hace que sea necesario abordar el recorrido del agua como un ciclo.

Este ciclo se divide principalmente en dos etapas. La fase en alta, la cual se encarga de las actividades de captación, almacenamiento y transporte hasta las plantas de potabilización, tratamiento, o hasta los consumidores en alta, que suelen ser el sector primario y las grandes industrias. La fase en baja, en cambio, es la etapa de continuación, y comienza con la potabilización para ser posteriormente distribuida a los consumidores urbanos. Por último, y siguiendo en esta segunda fase, se lleva a cabo el proceso de recogida del agua utilizada a través del alcantarillado para su depuración y posible reutilización o devolución al entorno natural.

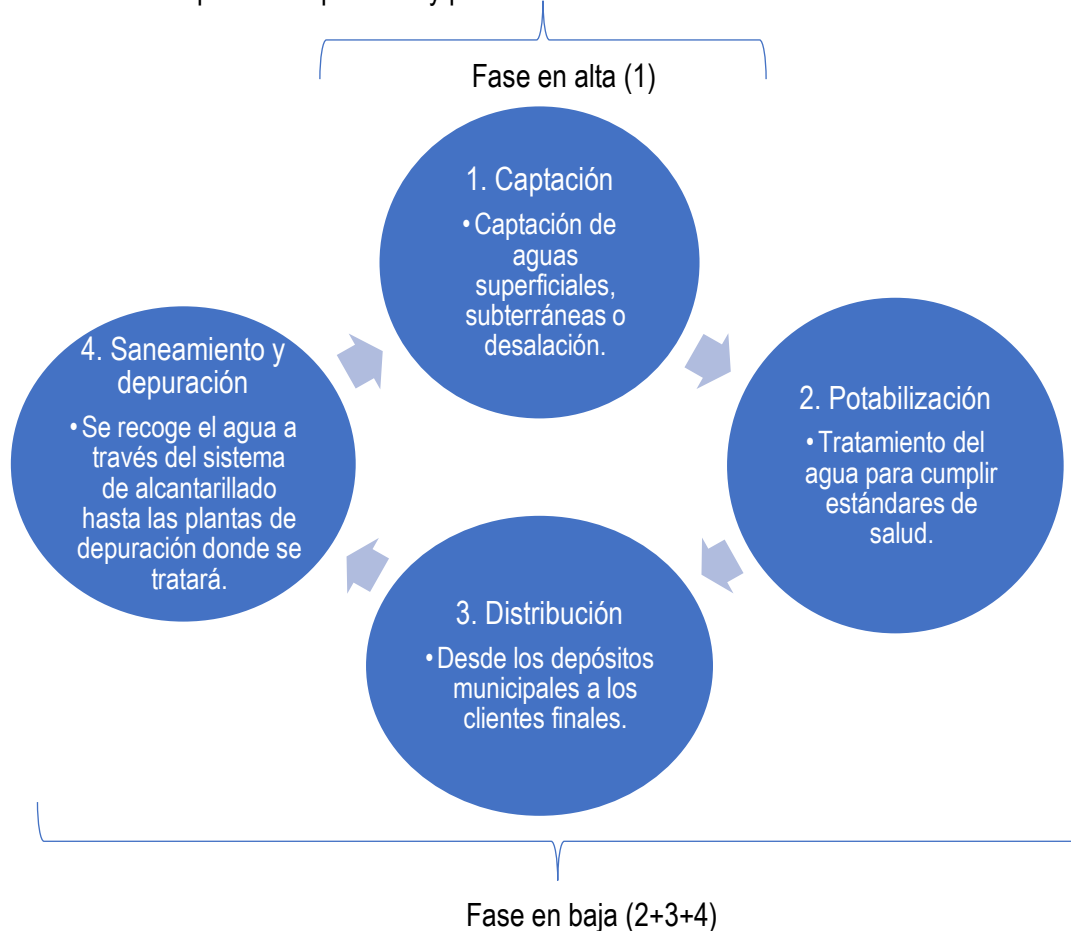


FIGURA 1. CICLO INTEGRAL DEL AGUA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

1. En la fase de captación, el agua se puede captar de aguas superficiales, subterráneas o mediante desalación. Posteriormente se almacena y se transporta a los municipios para los consumidores en baja, o se lleva directamente a los consumidores en alta, que son la

agricultura y la industria, las cuales necesitan grandes cantidades de aguas sin tratamiento en la mayoría de los casos.

2. La potabilización, ya dentro de la fase en baja, es el tratamiento que sufre el agua para que pueda ser consumida por las personas, siguiendo los parámetros del Ministerio de Sanidad. “Se denomina agua “potable” al agua que puede ser consumida sin representar un riesgo para la salud. De acuerdo a estas premisas básicas, gran parte del agua dulce disponible en el planeta no se puede consumir sin antes pasar por un proceso de potabilización.” (Cordero Ferrero, 2019). El siguiente paso, que es el almacenamiento del agua para luego ser distribuida, por norma general no se suele incluir como una fase del ciclo integral del agua por simplificación.
3. A continuación, se llevaría el proceso de distribución, en el que, desde los depósitos municipales donde el agua ya está potabilizada, se enviará a los consumidores finales. A pesar de que en la figura 2 se presenta el punto cinco de consumo después de la distribución, académicamente se incluye ese último punto en el de distribución, simplificando el número de etapas.
4. Por último, encontramos el proceso de saneamiento y depuración, por el cual, el agua usada se recoge a través del sistema de alcantarillado y se dirige hasta las plantas de depuración donde utilizarán diferentes procesos, dependiendo de si el agua se va a reutilizar o simplemente se devolverá al entorno natural. Esta fase es clave para la problemática de la escasez de agua y sigue los principios de la economía circular, que implica reutilizar el producto el mayor número de veces posible.

Hay otras posibles divisiones del ciclo integral, como puede ser la fase de abastecimiento, donde se incluiría la captación y distribución del agua, y la fase de saneamiento, que engloba el alcantarillado y la depuración. Sin embargo, utilizaremos la división explicada anteriormente, ya que es la más reconocida.



FIGURA 2. FASES DEL CICLO URBANO DEL AGUA. FUENTE: AQUALIA.

### 3. EL MERCADO COMO MECANISMO DE ASIGNACIÓN DEL AGUA

Para poder analizar los datos del mercado del agua, es necesario conocer quiénes son los involucrados en él. Por el lado de la oferta, anteriormente, las aguas subterráneas podían ser de propiedad privada, pero desde la aprobación de la Ley de Aguas de 1985, todas las aguas son públicas y los derechos exclusivos de uso del agua se obtienen mediante disposición legal o licencia administrativa. Según el artículo 52 de RDL 1/2001 “El derecho al uso privativo, sea o no consuntivo, del dominio público hidráulico se adquiere por disposición legal o por concesión administrativa.” “No podrá adquirirse por prescripción el derecho al uso privativo del dominio público hidráulico.”

En el sistema en alta la supervisión, control de la calidad y la gestión están principalmente bajo dominio público mediante organismos como la Confederación hidrográfica, la Dirección General de Agua, Consejo Nacional del Agua o el Ministerio de Sanidad. No es frecuente observar cómo se dan concesiones a empresas privadas que dan derecho a explotar las aguas nacionales. Por otro lado, la demanda en la fase en alta recae principalmente en el sector primario, especialmente en la agricultura, aunque también en las grandes industrias.

En el sistema en baja, el sector privado toma más protagonismo desde el lado de la oferta, ya que no solo provee servicios, sino que también es gestor de infraestructuras mediante concesiones, o a través de participaciones en empresas mixtas, que aparecen en mayor porcentaje que en el sistema en alta. Esta participación del ámbito privado en la gestión se presenta en el 90% de las empresas. Cabe distinguir varios tipos de empresas de agua según el modelo de gestión. El 10% del agua en baja tiene gestión directa por parte del ayuntamiento. Esto suele ocurrir en aquellos municipios de pequeño tamaño que no necesitan de una empresa independiente externa. Las empresas público-delegadas, que representan el 34% del agua en baja, son empresas públicas que gestionan el agua a nivel, para un elevado número de clientes, y donde las Administraciones Públicas son los únicos accionistas. Las empresas mixtas delegadas gestionan el 22% del agua en baja, y lo hacen a nivel regional, con un elevado número de clientes y red. Como bien dice su nombre, es una empresa participada tanto por entidades públicas como privadas. Por último, y con una gestión del 34%, se encuentra las empresas privadas delegadas, las cuales son empresas privadas especializadas en la gestión de infraestructuras de agua (PwC, 2018). En la figura 3 se muestra de manera resumida los diferentes modelos de gestión que coexisten en España. Por el lado de la demanda, en contraste con la fase en alta, se distribuye entre más consumidores, entre los que destacan, los hogares, la industria y los consumos municipales.



## Modelos de gestión.

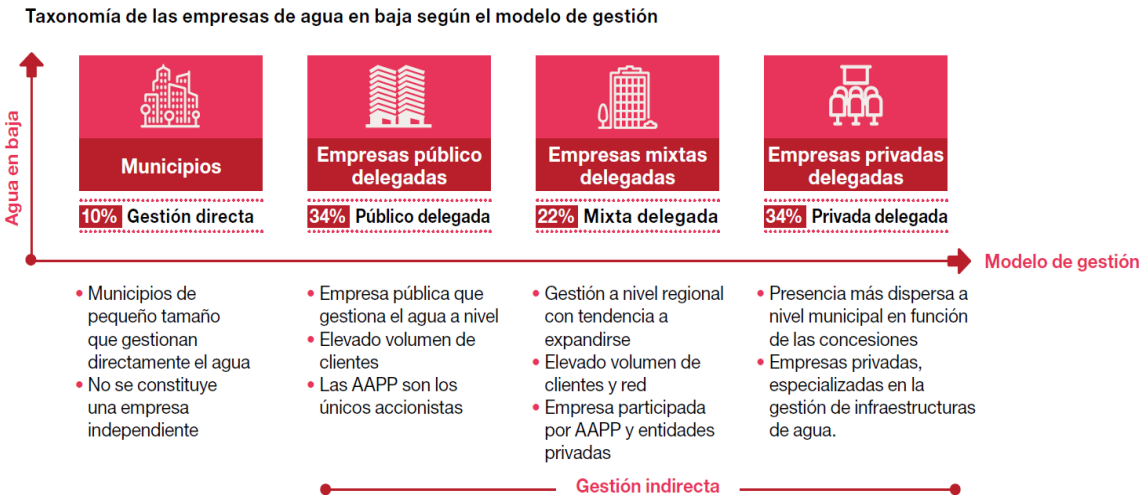


FIGURA 3. MODELOS DE GESTIÓN DEL AGUA EN BAJA. FUENTE: PWC (2018).

Respecto al responsable del suministro de agua de consumo a la población, son los municipios los que deben asegurar que el abastecimiento del agua a través de cualquier red de distribución sea apta para el consumo cuando llega al consumidor. Aunque, como se presentó en el párrafo anterior, esta gestión pueda ser directa o indirecta.

## 4. SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN ESPAÑA

Debido a los problemas mencionados anteriormente en cuanto a la uniformidad y comparabilidad de la información, los datos de este epígrafe se han recogido de la página web del Instituto Nacional de Estadística en el apartado de estadísticas sobre el suministro y saneamiento del agua, excepto cuando se especifique una fuente diferente. Datos que han sido necesarios para conocer el sector del agua en España y sus características, con el objetivo de poder sacar conclusiones a sus problemas y posibles soluciones a los mismos.

Para ello, la información presentada a continuación es principalmente a nivel nacional y canario, detallando los datos del archipiélago cuando difieren de las características del país. No se expone información sobre otras comunidades autónomas, ya que, al presentar diferentes características, tanto climáticas, económicas como de infraestructuras, sería imposible de concretar y analizar en un trabajo de fin de grado, debido a su extensión.

Cabe destacar, que los datos que se exponen a continuación pertenecen al sistema en baja, debido a que, por la falta de uniformidad, transparencia y accesibilidad a los datos de la fase en alta se ha decidido omitir hacer una presentación detallada de los mismos. Por tanto, datos como los del agua registrada, donde aparece que el mayor consumidor son los hogares en lugar del sector primario, se produce debido a que la mayor parte del agua que consume la agricultura es a través de sistema en alta.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Los datos que se presentan a continuación abarcan desde 2008 hasta 2018, excepto alguna excepción.

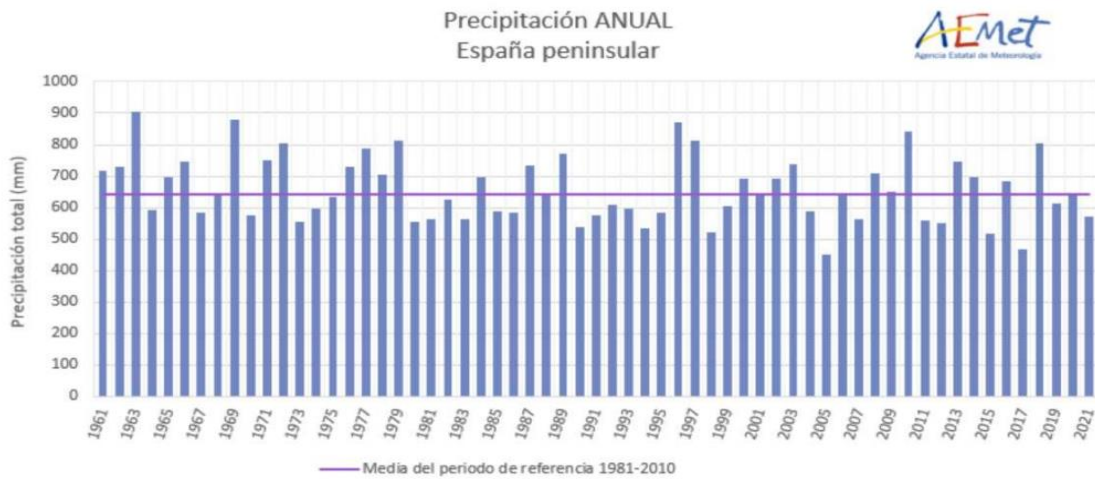
A los efectos de este estudio, se convendrá que los términos “demanda” y “uso” de agua son sinónimos, entendiendo por ellos los volúmenes de agua que los usuarios adquieren y utilizan, a razón de que toda demanda de agua es satisfecha por el sistema de abastecimiento urbano.

Por otro lado, a pesar de que, en el marco del ciclo integral del agua, los términos “uso” y “consumo” no son equivalentes, ya que, desde la óptica medioambiental, el consumo es el volumen de agua que, después de su uso, no retorna al medio ambiente. No obstante, en este trabajo se utilizan con indiferencia empleando el vocablo “consumo” mayoritariamente para definir ciertos usos del agua, como por ejemplo el que tiene lugar en los alojamientos turísticos, centros hospitalarios, etc.

El análisis y presentación de los datos se hará de manera similar al recorrido que sigue el agua en su ciclo integral, empezando por la captación, para luego avanzar hacia la distribución y volumen de agua registrada y acabar con la última etapa relacionada con el alcantarillado y haciendo especial énfasis en las aguas residuales. Además, tras presentar los datos, se expondrá información a nivel europeo con el objetivo de relativizar y comparar la situación de España con la de países vecinos con similar nivel de desarrollo.

Antes de empezar con la captación, y teniendo en cuenta que las precipitaciones afectan a la oferta de agua, es importante mencionarla ya que es necesario para comprender la situación actual. Como es conocido, la contaminación está produciendo efectos dañinos en la atmósfera y está dando lugar a un cambio climático que está al borde de la irreversibilidad. Esto ha hecho que las temperaturas sean más extremas y que la temperatura media de la Tierra aumente, dando lugar a problemas de sequía en los países más cercanos al ecuador. Esto tiene como consecuencia, que regiones áridas como el sur de España estén empezando a tener graves problemas de sequía debido a la falta de agua en los meses más calurosos, haciendo que el agua disponible sea cada vez más escasa.

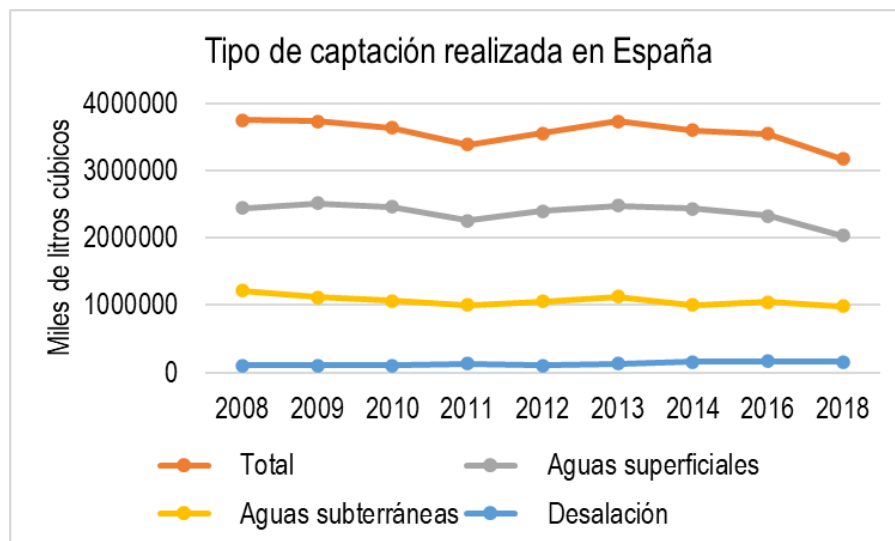
Como se aprecia en el gráfico inferior, desde la entrada en el siglo XXI, las precipitaciones anuales son cada vez más irregulares. Además, los periodos meteorológicos han cambiado, con una temporada de verano cada vez más larga, y, por ende, épocas de lluvia más cortas, donde las precipitaciones suelen ser torrenciales, lo que hace que no se pueda aprovechar y captar toda el agua. Esto, también da lugar a que en algunos meses o incluso algún año la oferta de agua disponible sea menor.



Serie de precipitación media anual en la España peninsular desde 1961

**FIGURA 4. SERIE DE PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL EN ESPAÑA DESDE 1961. FUENTE: AEMET.**

Avanzando hacia la captación de agua, esta se divide en tres tipos según el lugar donde está almacenada antes de su recogida por parte del ser humano. Estos tipos son; el agua superficial, que comprende lagos ríos, manantiales, etc.; el agua subterránea, que es aquella que se encuentra bajo la superficie del suelo, en acuíferos; y la desalinización, que comprende el agua de mar y las aguas de transición, tales como pantanos, lagunas, estuarios y rías de aguas salobres que es desalada antes de su uso. (INE, 2018) En España predomina la recogida de agua superficial con un 64,2% de agua total captada, seguida del agua subterránea 30,95%, y desalación 4,85%. Respecto a su estudio longitudinal, la cantidad de agua total captada sigue una ligera reducción, debido a una reducción del agua superficial y subterránea recogida a lo largo de los años. La desalinización, en cambio, es el único método que se ha incrementado, con un 50% respecto a 2008, pero como se comentó antes, aún con una presencia muy baja.



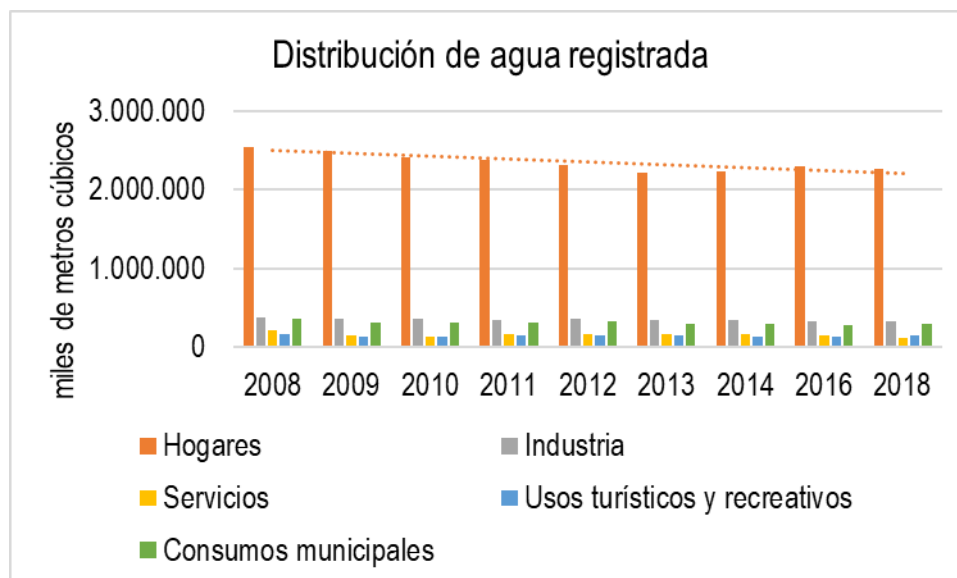
**FIGURA 5. TIPO DE CAPTACIÓN DE AGUA EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA PARTIENDO DE DATOS DEL INE.**

Cabe destacar que el 78,83% del agua captada por desalación en España se capta en Canarias, el resto, en Andalucía, Baleares, Comunidad Valencia, Ceuta y Melilla, en muy pequeñas cantidades. Desde el año 2008 ha habido una gran reducción de la captación de aguas superficiales y subterráneas en Canarias y un aumento de la desalinización. El total de agua captada se mantiene sin grandes cambios.

Respecto al volumen de agua suministrada a la red de abastecimiento público, se trata del agua que entra a la red de distribución desde las plantas de tratamiento de agua potable o los depósitos de servicio. Este volumen tiene una tendencia muy decreciente, sobre todo en los años de la crisis económica. Como consecuencia, el total de agua registrada también ha disminuido. Por el contrario, el volumen de agua no registrada apenas ha sufrido una leve caída, presentando cada año un mayor porcentaje del total de agua suministrada, llegando a alcanzar el 24,74% en 2018. En Canarias el agua suministrada también cae, sin embargo, el agua no registrada no sufre variación. Esta característica hace que el agua no registrada sea 30,7%, bastante por encima de la media nacional.

En cuanto al volumen total de agua registrada y distribuida, incluye exclusivamente los volúmenes medidos en los contadores de los usuarios (tanto comunitarios como individuales), es decir, el agua total suministrada menos las pérdidas. Hay dos tipos de pérdidas, las pérdidas reales, que son las fugas que ocasionan que el agua no llegue al cliente, las cuales la mayoría de las veces se producen en tanques, redes, conexiones, etc., y las pérdidas aparentes, en las que, aunque el agua llega al cliente, no es facturada; esto puede ocurrir por errores de micro medición, conexiones clandestinas, derroche de los clientes que no tienen medidor (usuarios aforados) o errores con el catastro, entre otras causas. Respecto al agua registrada a los hogares, sectores económicos y consumo municipal, se ha reducido casi en la misma cantidad en términos nominales entre estos 3 grupos, pero en proporción, el que más se ha reducido es el de consumo municipal.

Respecto al importe facturado por el agua suministrada, el cual incluye, no solo el importe repercutido a los usuarios por la totalidad de agua suministrada, sino además el concepto de alcantarillado y depuración de aguas residuales se ha incrementado muchísimo, a pesar de la caída del volumen de agua registrada. Por otro lado, hasta 2008 el importe total de la inversión en los servicios de suministro era bastante irregular sin una tendencia clara, pero desde la crisis hay una clara tendencia decreciente. En Canarias el agua registrada también ha caído, principalmente debido a la registrada en los sectores económicos y consumos municipales, puesto que la registrada en los hogares apenas tiene variación. Aun así, el importe facturado también ha aumentado. Por otro lado, desde el 2002, la inversión en servicios de suministro se ha mantenido constante excepto desde 2012 donde se empieza a ver una tendencia creciente.



**FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN DE AGUA REGISTRADA EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA PARTIENDO DE DATOS DEL INE.**

Haciendo un análisis más longitudinal, el agua registrada total disminuye en más de 500 millones de metros cúbicos, mayoritariamente influenciado por la tendencia decreciente del agua registrada en los hogares, que es la que mayor peso tiene del total. Esta tendencia se debe principalmente a la concienciación del agua como recurso natural escaso. Por otro lado, sectores como la industria y los consumos municipales también disminuyen su agua registrada a causa de mejoras en la eficiencia. En general, ningún sector tiene una tendencia creciente de agua registrada.

Paralelamente, la población también es consciente de la necesidad de cuidar el medioambiente, y así, el Parlamento Europeo también exige unos mínimos requisitos de calidad tanto para potabilizar el agua como para depurarla. Respecto a este último punto, hay que mencionar que los volúmenes de aguas residuales tratadas, considerando agua tratada a aquella que haya recibido un tratamiento de modo que puedan ser reutilizadas o devueltas a la naturaleza en condiciones de calidad adecuadas, estaban aumentando hasta el 2010, año a partir del cual hay un estancamiento. Sin embargo, casi más importante sería el volumen de agua reutilizada, que ni mucho menos se acerca al de agua tratada, y es que apenas se reutiliza el 11,21% de las aguas regeneradas. Además, no se sigue una tendencia clara respecto a la reutilización, lo cual es un mal indicador.

En Canarias, en cambio, el volumen de aguas residuales tratadas estaba estancado, hasta que, en 2014, empezó a disminuir hasta el último año con datos (2018), pasando de 382.674 m<sup>3</sup>/día a 282.590m<sup>3</sup>/día. El agua reutilizada también sigue una clara tendencia a la baja, pasando de 90.876 m<sup>3</sup>/día a 61.711 m<sup>3</sup>/día entre 2008 y 2018, aunque sigue teniendo un buen porcentaje de agua reutilizada respecto a la tratada, muy por encima de la media nacional, a pesar de que años atrás ese porcentaje era mayor.

No obstante, el proceso de tratamiento de las aguas residuales, además de desechos, genera lodos (datos desde 2011), que es una mezcla de agua y sólidos. Su volumen se ha ido reduciendo,

aunque en los últimos años ha vuelto a aumentar. Sin embargo, esta mezcla de agua se puede utilizar como compost y para generar energía.

Otro de los problemas importantes es la enorme longitud de la red de alcantarillado. Esto hace que en nuestro sistema haya muchas pérdidas y el agua sea más costosa, ya que hay que mantener más kilómetros de cañerías y la eficiencia es mucho menor, por eso hay una tendencia a reducir la longitud de la red, la cual sigue siendo muy grande. Ha pasado de 148.847km en 2013 a 147.237km en 2018.

Respecto al importe facturado por alcantarillado y depuración hay un claro crecimiento, con un crecimiento del 35,14% de esta cantidad en 2018 respecto a 2008. Por un lado, esto se debe a la inflación, pero también a la subida de las tasas, debido a que España es el único país de la Unión Europea que no cubre los costes totales del agua, por lo que está subiendo las tarifas para compensar estas pérdidas.

Tras el proceso de depuración, el siguiente paso es el destino de las aguas residuales tratadas (datos desde 2013), que apenas ha variado desde que se tienen datos. Su principal rumbo es el cauce fluvial que representa el 55,4%, mientras que el 33,2% se dirige al mar, 11,2% se reutiliza y el 0,2% se infiltra en el terreno. En Canarias, por sus características especiales, el 71,6% va al océano, 6,5% al cauce fluvial y el 21,8% es reutilizada. Este último dato está bastante por encima de la media nacional, y es que la reutilización varía mucho dependiendo del lugar de España que tengamos en cuenta. En el norte apenas se reutiliza, por ejemplo, en Navarra, no se reutiliza nada, en cambio, en Murcia, que sufre problemas de sequía y desertización, se reutiliza el 95,6%. Aunque por normal general, Murcia y la Comunidad Valenciana (42,7%) son una excepción, puesto que comunidades como Extremadura (0%) o Andalucía (4,8%) tienen porcentajes de reutilización muy bajo y sufren las consecuencias de la falta de agua.

Ahora bien, el agua tratada no se puede reutilizar en todos los ámbitos, en España está prohibida usarla para consumo humano, por ello, el principal uso que tiene es el agrícola, abarcando en 2018 el 65,8% del agua reutilizada, ya con menores porcentajes aparece la industria 3,8%, Jardines y zonas deportivas de ocio 26,1%, limpieza de alcantarillado y baldeo de calles 2,5%, otros usos 1,8%. A lo largo de los años la que más se ha reducido ha sido la utilizada en el sector Industrial y otros usos, y han aumentado agricultura, limpieza calles y jardines y zonas deportivas de ocio. En Murcia, donde se reutiliza el 100% del agua, el 99,8% va a la agricultura. En Canarias, se reutiliza el 66,8% en agricultura y el 33,2% en jardines y zonas deportivas en 2018. Años atrás se utilizaban pequeños porcentajes para la limpieza de alcantarillado y baldeo de calles y otros usos, los cuales se eliminaron en los últimos datos.

Como se comentó antes, los lodos generados por el proceso de tratamiento se pueden utilizar en diversas actividades. El destino principal es la agricultura, silvicultura y jardinería con un 87%, 5,5% a incineración o aprovechamiento energético, y 7,5% a vertedero. Sorprendentemente en 2012 para aprovechamiento energético se llevaba el 11,6% y un 17,6% a vertedero. Es decir, ha disminuido la cantidad de lodo que se lleva al vertedero o se aprovecha como energía y ha aumentado la que se lleva a ganadería, silvicultura y jardinería. En contraste, en Canarias se lleva el 88,7% al vertedero y el 11,3% a incineración o aprovechamiento energético. En 2012 el 100% se llevaba al vertedero.

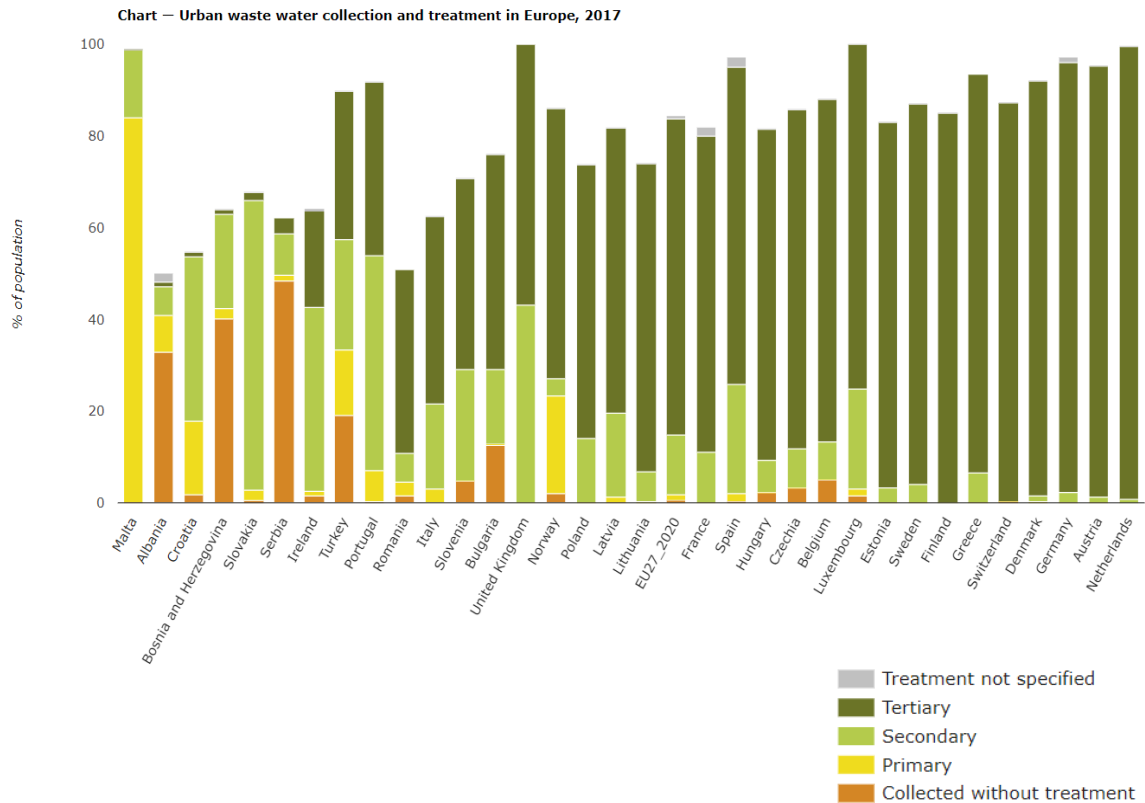
Tras conocer la situación actual en España y para tener una visión más realista, a continuación, se va a realizar un análisis comparativo frente a otros países de Europa, para así relativizar los problemas y comprender si son de ámbito generalizado o un problema característico de España. Esta comparación se realiza frente a países con condiciones similares, ya sea de oferta de agua, población o desarrollo económico, entre otras características. Debido a que intervienen muchos factores, las comparaciones son frente a Francia y Alemania, aunque también se realiza en algún caso, contra el resto de países de la Unión Europea.

El análisis comparativo que se va a desarrollar a continuación se centrará en las cuestiones relativas a los tipos de tratamiento de las aguas residuales, la extracción de agua per cápita, el estrés hídrico, las pérdidas de agua real y la eficiencia del uso del agua.

Las aguas residuales, que como se presentó al comienzo del trabajo, forman parte de la última etapa del sistema en baja del ciclo integral del agua, para más tarde ser devuelta al medio natural o reutilizada, presentan un grave problema no solo a nivel nacional, sino a nivel mundial. Principalmente, porque en muchos países acaban devueltas a la naturaleza sin ser tratadas. Esto provoca la contaminación de aguas limpias como mares, ríos, etc. Por ello, la Unión europea aplica unas reglas de tratamiento de las aguas residuales que se deben cumplir antes de devolverlas al medio, si no se cumplen, se recibirán multas.

Respecto a los tratamientos, hay tres tipos. (Ramalho, 1996)

- Tratamiento primario, se emplea para la eliminación de sólidos en suspensión y los materiales flotantes, impuesta por los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder llevar a los efluentes a un tratamiento secundario.
- Tratamiento secundario comprende tratamientos biológicos convencionales, como puede ser procesos de oxidación total, estabilización por contacto, por lagunaje o filtros biológicos.
- El tratamiento terciario, que es el último en realizarse, tiene como objetivo fundamental la eliminación de contaminantes que no se eliminan con los tratamientos biológicos convencionales del tratamiento secundario. Utiliza procesos de microtamizado, filtración, ósmosis inversa y electrodiálisis, entre otros.



**FIGURA 7. AGUA RESIDUAL RECOGIDA (%) Y NIVEL DE TRATAMIENTO. FUENTE: EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY.**

Como se puede ver en el gráfico superior, España es uno de los pocos países de la Unión Europea que recoge todos los residuos que produce. Sin embargo, ha recibido multas a lo largo de los años debido a que gran porcentaje de esa agua residual que capta, no recibe tratamiento terciario, por lo que cuando se devuelve al medio natural, no está del todo depurada. Esto se debe principalmente a la falta de plantas depuradoras que puedan llevar a cabo el nivel terciario. Los datos en España muestran que el 69% del agua residual captada recibe tratamiento terciario; 23,9% hasta el secundario; 1,7% hasta el primario; 2,3% tratamiento no especificado y 0,3% no recibe tratamiento.

Si la comparamos con algunos países europeos como Alemania, donde el 94% de las aguas residuales recibe tratamiento terciario o Países Bajos con un 99%, estamos muy lejos de una situación idónea respecto a la depuración.

Por otro lado, a pesar de que la extracción de agua per cápita ha disminuido considerablemente en la última década, según las estadísticas publicadas en Aquastat, estas siguen estando muy por encima de los países vecinos europeos, doblando la extracción de agua por habitante de Alemania. Esto puede deberse a varios factores. Entre otros, el sector productivo de España, centrado en el turismo, pero también con gran énfasis en la agricultura, sector que es el principal consumidor de agua. Otra de las posibles causas es la eficiencia o desarrollo tecnológico de los diferentes países, que hacen que, para obtener el mismo producto, para uno se necesite menos agua que para el otro.



Alemania			
	2003-2007	2008-2012	2013-2017
Extracción total de agua per cápita (m <sup>3</sup> /hab/año)	464.4E (2007)	401.3E (2012)	344.6E (2017)
España			
	2003-2007	2008-2012	2013-2017
Extracción total de agua per cápita (m <sup>3</sup> /hab/año)	783E (2007)	778.6E (2012)	669.3E (2017)
Francia			
	2003-2007	2008-2012	2013-2017
Extracción total de agua per cápita (m <sup>3</sup> /hab/año)	507.6E (2007)	441.5E (2012)	416.5E (2017)

**FIGURA 8. EXTRACCIÓN DE AGUA PER CÁPITA. FUENTE: AQUASTAT.**

Un concepto muy relacionado a la extracción de agua per cápita es el llamado estrés hídrico. Este término, según la definición de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) hace referencia a “la extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles; es la razón entre el total de agua dulce extraída por los principales sectores económicos y el total de recursos hídricos renovables, teniendo en cuenta las necesidades ambientales de agua.” Dependiendo del porcentaje de estrés hídrico tenemos la siguiente clasificación.

Alemania			
	2003-2007	2008-2012	2013-2017
ODS 6.4.2. Estrés hídrico (%)	44.22E (2007)	38.21E (2012)	33.5E (2017)
España			
	2003-2007	2008-2012	2013-2017
ODS 6.4.2. Estrés hídrico (%)	47.68E (2007)	50.1E (2012)	42.56E (2017)
Francia			
	2003-2007	2008-2012	2013-2017
ODS 6.4.2. Estrés hídrico (%)	27.13E (2007)	24.57E (2012)	23.64E (2017)

ESTRÉS HÍDRICO BAJO (<10%)

MEDIO A BAJO (10-20%)

MEDIO A ALTO (20-40%)

ALTO (40-80%)

EXTREMADAMENTE ALTO (>80%)

**FIGURA 9. ESTRÉS HÍDRICO (%). FUENTE: AQUASTAT.**

Como se puede observar, España tiene un nivel de estrés hídrico alto, por lo que un aumento del agua disponible o una disminución de la demanda de agua es necesario urgentemente. Dato positivo es la disminución de este porcentaje a lo largo de la última década, aunque aún insuficiente.

Una forma de reducir el estrés hídrico es intentando evitar una disminución de la oferta de agua mediante una reducción de las pérdidas de agua. Lo cual, para realizarlo de la forma más eficaz, lo mejor es localizar las fuentes que generan las mayores pérdidas, ya que fugas totales

habrá muchas y todas son muy difíciles de encontrar o no es rentables arreglarlas. Sin embargo, a pesar de que las pérdidas de agua sean una causa de desperdicio de agua, tenemos menos pérdidas reales que la media europea.

Como se aprecia en el gráfico publicado por el Interreg Central Europe Programme, España es el noveno país de la Unión Europea con menor porcentaje de pérdidas reales respecto al total de agua suministrada al sistema de distribución, con alrededor de un 17%. Por delante de países como Suecia, Reino Unido y Francia. La media de la UE es del 23%.

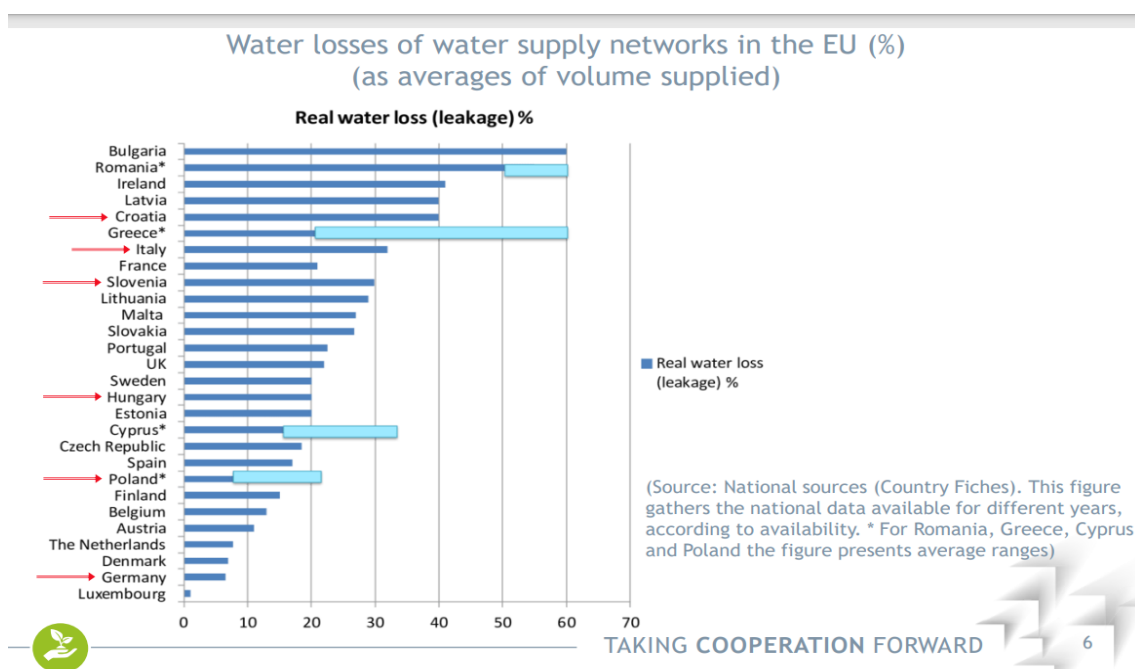


FIGURA 10. PÉRDIDAS REALES (%). FUENTE: INTERREG CENTRAL EUROPE PROGRAMME.

Por último, según la recolección de datos hecha por Aquastat, España tiene una eficiencia del uso del agua mucho menor que países vecinos. Siendo en 2018 de 36,82\$/m<sup>3</sup>, en cambio, Francia y Alemania tienen una eficiencia de 82,82 y 111,4\$/m<sup>3</sup> respectivamente. Esta medida de la eficiencia de agua es obtenida por el valor añadido por unidad de agua utilizada. Este valor está muy influenciado por el proceso de reutilización del agua, que hace que, al ser el mismo metro cúbico de agua reutilizado varias veces, el valor añadido que gana se multiplique. Además, se puede ver en el gráfico de tratamiento de aguas residuales presentado anteriormente, como el número de agua al que se le aplica tratamiento terciario es mucho mayor que en España.

Alemania			
	2003-2007	2008-2012	2013-2017
ODS 6.4.1. Eficiencia del uso del agua (\$EE.UU./m <sup>3</sup> )	73.521 (2007)	88.241 (2012)	109.81 (2017)
España			
	2003-2007	2008-2012	2013-2017
ODS 6.4.1. Eficiencia del uso del agua (\$EE.UU./m <sup>3</sup> )	30.56E (2007)	28.39E (2012)	36.06E (2017)
Francia			
	2003-2007	2008-2012	2013-2017
ODS 6.4.1. Eficiencia del uso del agua (\$EE.UU./m <sup>3</sup> )	65.651 (2007)	74.771 (2012)	81.791 (2017)

FIGURA 11. EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA. FUENTE: AQUASTAT.

## 5. PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN POR LA VÍA DE LA OFERTA

De este análisis se concluyen cinco problemas fundamentales respecto a la fase en baja que hacen que el estrés hídrico aumente. Todos ellos están enfocados desde el lado de la oferta.

1. Disminución del agua disponible.
2. Las pérdidas representan un gran porcentaje del agua distribuida, por encima de la media de los países de la Unión Europea.
3. Ineficiencia del uso del agua.
4. Red de abastecimiento pública anticuada.
5. No se gestionan bien las aguas residuales, solo se reutilizan una pequeña parte de las aguas tratadas.

Todos estos problemas sufren principalmente por tres causas; la insuficiente digitalización, inversión en el sector e incapacidad o dificultad de reutilizar el agua. Por tanto, a continuación, se exponen cuatro subapartados con un mayor desarrollo de las causas y posibles soluciones para los problemas presentados.

### 5.1. DESALINIZACIÓN

Como se expuso en el epígrafe de situación actual, las precipitaciones ocurren cada vez en periodos más cortos y de forma torrencial, por tanto, el agua superficial y subterránea disponible va a disminuir en gran cantidad en ciertos periodos, dando lugar a un estrés hídrico elevado. Sin embargo, España es una Península, y podría aprovechar esta situación y desalar el agua del mar para así aumentar la cantidad de agua disponible.

Sin embargo, el coste económico de desalar el agua es mucho mayor que el de la captación de agua superficial o extracción subterránea y además conlleva un impacto medioambiental no solo por la contaminación y modificación de la costa y del fondo marítimo por la construcción de la instalación, sino también por la cantidad de salmuera que se produce en el proceso de desalinización.

El agua salada contiene 35g de sales por litro de agua, mientras que el agua dulce contiene 5g/L. En el proceso de desalación, por cada litro de agua que sacamos del mar, obtenemos casi la mitad de agua dulce (0,45 litros) y algo más de la mitad de salmuera (0.55 litros). Cuando tiramos

la salmuera producida al mar, esta lleva una concentración de 69g/L. Una posible solución para disminuir el impacto de la salmuera en el océano, sería verterla de tal forma que se diluya rápidamente en la masa de agua de mar, es decir, en una zona con mucho hidrodinamismo. (Miguel, 2004)

A pesar de estos inconvenientes, la captación del agua por este método ha de ser un punto a tener en cuenta para el futuro debido al gran estrés hídrico al que se están sometiendo muchas cuencas.

## **5.2. DIGITALIZACIÓN.**

Como se mencionó anteriormente, hay dos tipos de pérdidas; las pérdidas reales y las aparentes, las cuales tienen diferentes causas. Las primeras, se deben al anticuado y descuidado sistema de distribución de excesiva longitud que hace que la probabilidad de ruptura o escape sea mayor. En cuanto a las segundas, también se debe al viejo sistema de distribución, pero, sobre todo, al mal funcionamiento de los contadores.

A pesar de que el objetivo de eliminar por completo las pérdidas de agua no es económicamente rentable, las empresas de suministro de agua tratan de limitar las pérdidas de agua a un nivel económicamente razonable, ya que una mayor reducción generaría costes más elevados que los beneficios obtenidos por el agua no pérdida. Según el Fondo Europeo de Desarrollo regional, en inglés, European Regional Development Fund, el nivel estimado de pérdidas de agua económicamente razonable es de 5 - 10%.

La digitalización, entraría como punto clave para la reducción de pérdidas reales, con sistemas de detección de averías o roturas más avanzados y con capacidad de detectar el deterioro del sistema de distribución para evitar estas roturas antes de que ocurran. Por otro lado, una mejora en la digitalización de los contadores para evitar cualquier fallo en sus sistemas de medición es crucial para la reducción de las pérdidas aparentes.

Del mismo modo, y muy relacionado con la digitalización, el avance tecnológico, ya sea en métodos de irrigación o electrodomésticos, haría disminuir la demanda de agua, y así, reducir el problema de la eficiencia del uso del agua presentado en la comparativa frente a Alemania y Francia.

## **5.3. REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN**

La regeneración y reutilización son dos conceptos muy relacionados ya que el primero es necesario para poder realizar el segundo. Esto se debe a que, el agua utilizada, una vez recogida por el sistema de alcantarillado, debe ser tratada en las plantas de depuración para que cumpla unas condiciones mínimas de calidad para su devolución al medio natural o su reutilización. En cuanto a este último punto, en España apenas se reutiliza el 12% de las aguas tratadas, muy lejos de países punteros como Israel o el Estado de California que casi alcanzan el 80% (PwC, 2018). La principal causa de la baja reutilización en España es la falta de plantas de tratamiento terciario, ya que no cubre el número de plantas que se pide desde Europa, que son las encargadas de llevar la regeneración del agua hasta su punto más limpio. Por otro lado, el factor social influye en esta decisión, puesto que, las restricciones regulatorias y la oposición social frente al uso del agua

tratada en el consumo humano, hacen que el crecimiento del volumen de agua reutilizada sea menor.

Además, el bajo número de plantas de depuración de capacidad terciaria. hace que no se cumpla con las exigencias de calidad impuestas por la legislación europea. Esto da lugar a multas como la condena que España recibió en julio de 2018 por el Tribunal de Justicia de la Unión Europea por incumplir la DIRECTIVA 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, por la falta de depuración de aguas residuales en varias aglomeraciones urbanas la cual asciende actualmente a 63 millones de euros y aumenta semestralmente en 10,35 millones mientras sigan los incumplimientos. De hecho, una de esas localidades donde no se cumplen los requisitos de depuración es la del Valle de Güímar.

Por tanto, un aumento de plantas de depuración de nivel terciario, junto con una mayor concienciación del estrés hídrico y adaptación de las leyes para permitir aprovechar el agua reutilizada en más ámbitos de los autorizados actualmente juegan un papel clave en el aumento del porcentaje de agua reutilizada.

#### **5.4. INVERSIONES**

La red de abastecimiento es muy antigua, causado por la falta de inversión en este sector, que ha dado lugar a que se descuiden las cañerías, produciendo un gran número de averías que necesitan un coste de reparación elevado y crean pérdidas de agua.

El déficit de inversión es una realidad, ya que se le dedica una parte muy pequeña de los presupuestos del Estado a este sector, el cual tampoco es muy atractivo para la inversión privada. Esto, unido a que los ingresos por el suministro de agua no son suficientes para cubrir todos los gastos, hace que el déficit se agrande. Según los Planes Hidrológicos del periodo 2016-2021 para el desarrollo de nuevas infraestructuras para satisfacer la futura demanda y cumplir con los objetivos medioambientales establecidos en Europa, sería necesario invertir 19.900 millones de euros, muy lejos de los 1.200 millones de euros que de media se han presupuestados en las administraciones españolas entre los años 2005 y 2017.

“España es el único país de la Unión Europea que no llega a recuperar el 100% de los costes operativos y mucho menos los costes de inversión (Capex).” (PwC, 2018), no cumpliendo la Directiva Marco del Agua (DMA), en la que se hace referencia al principio de recuperación de costes a través de las tarifas de agua. De hecho, los ingresos de agua en alta, que se obtienen a partir de la Tarifa de Utilización de Agua (TUA) y el Canon de Regulación (CR), no cubren los costes asociados a las infraestructuras en alta, solo cubre los costes operativos y de gestión. Esto hace que una pequeña parte del coste de agua en alta se repercuta sobre el consumidor doméstico alrededor de un 7% de la tarifa media.

Asimismo, la dispersión entre las tarifas máximas y mínimas es muy elevada. Esto se debe a una falta de metodología nacional que guíe la fijación de las tarifas de agua urbana, por lo que se crean disfunciones en el funcionamiento del mercado. Estas diferencias no son solo entre autonomías, sino que llegan a ocurrir dentro de la misma comunidad autónoma.

Este problema de la falta de inversión es, sin duda, el más importante, ya que es el causante principal de todos los demás problemas, y no solo de un sistema de distribución anticuado. Una

falta de inversión provocará un encarecimiento y disminución de la eficiencia de todo el ciclo integral del agua, puesto que habrá infraestructuras obsoletas y con mayores trabajos de mantenimiento. También se tendrá que pagar deudas a Europa por no cumplir los objetivos medioambientales, como pueden ser los de depuración. Además, sin dinero para invertir en plantas de desalación, en digitalización o para la construcción de plantas de depuración de nivel terciario, no hay posibilidad de solventar los problemas. Es por esto por lo que, la necesidad de conseguir dinero para el sector del agua juega un papel clave.

El dinero necesario para cubrir el déficit estructural e intentar solventar los problemas del sector se puede conseguir mediante una mayor cifra en los presupuestos del Estado o aumentando el atractivo del sector para que inversores privados quieran invertir, ya sea aumentando la transparencia del sector o dándoles facilidades fiscales, entre otras. Además, unificando las tarifas, asignándoles un coste más razonable para que cubra los costes e inversiones necesarias, mostrándole al usuario que no es un precio excesivo, sino que se utilizará para mejorar el sistema como punto clave para disminuir el déficit estructural que se presenta.

## **6. PROPUESTAS DE SOLUCIÓN POR LA VÍA DE LA DEMANDA: ACTUACIONES SOBRE EL SECTOR PRIMARIO**

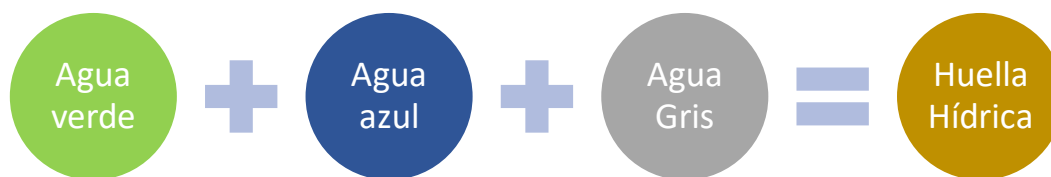
La estrategia para reducir el estrés hídrico requiere incidir, no solo desde el lado de la oferta, como se ha comentado anteriormente, mediante una mayor inversión para reducir pérdidas, aumentar agua disponible mediante la desalinización, entre otros, sino también por el lado de la demanda. Por ello, y debido a que la agricultura es el principal consumidor, representando el 80% de la huella hidrológica (Rodríguez-Casado, Garrido, Llamas, Varela-Ortega, 2009) un análisis del sector primario es necesario para analizar el por qué consumo tanto este recurso y sus posibles disminuciones en la demanda.

Este epígrafe desarrollará primero el concepto de huella hídrica y sus componentes, para más adelante presentar los alimentos más producidos en España. Una vez conocidos estos productos, se analizarán sus huellas hídricas individuales y sus consumos de agua totales, diferenciando entre productos de origen vegetal y animal. Por último, y debido a que los productos cárnicos son los que más agua consumen, se expone un estudio longitudinal de su consumo, analizando tendencias futuras.

Como se explicó previamente, la agricultura es el mayor consumidor de agua. Esto se debe a que se encuentra de manera intrínseca y tiene un papel fundamental en la producción de alimentos. En consecuencia, cuando se compra alimentos, se está consumiendo agua indirectamente, ya que esos alimentos han utilizado agua para su producción. Esto dio lugar a que, en 2002, Hoekstra acuñara el concepto de “*huella hídrica*”.

La huella hídrica de un producto es la suma de toda el agua consumida a lo largo de su cadena de valor (Mekonnen y Hoekstra, 2011, como se citó en Blas, Garrido y Willaarts, 2018). Este concepto es el resultado de la suma de tres componentes: agua verde, azul y gris. El agua verde hace referencia al agua de las precipitaciones; la azul se refiere al volumen de agua superficial y agua subterránea utilizada para la producción de un bien; el agua gris que consume un producto se refiere el volumen de agua limpia que se necesita para asimilar la carga de contaminantes

basada en las normas de calidad del agua del entorno existentes. (Blas, A., Garrido, A. y Willaarts, B., 2018).



**FIGURA 12. HUELLA HÍDRICA Y SUS COMPONENTES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.**

Hay que tener en cuenta que, cuando se muestran las huellas hídricas de alimentos como la carne, estas no incluyen solo el agua bebida por los animales, sino que también incluyen, por ejemplo, el agua consumida por el cultivo del que se alimenten o el agua limpia utilizada para diluir el agua contaminada hasta cumplir con los estándares de calidad (agua gris). Es por esto por lo que las cantidades por kilogramo de producto son tan altas.

Debido a esta relación del agua con los alimentos, es necesario hacer un análisis de los productos más cultivados y consumidos en España para poder entender mejor dónde y cómo se puede reducir el consumo de agua.

La agricultura en España es un sector estratégico de gran importancia social, territorial, medioambiental y económica. Esto se debe a que España se caracteriza por su producción hortofrutícola, ya que es el segundo país productor de frutas y hortalizas de la Unión Europea y el sexto a nivel mundial. También es el principal productor y comercializador de aceite de oliva y aceitunas de mesa del mundo. Además, es el principal país del mundo en superficie de viñedo de uva para vinificación y el tercer productor mundial de vino.

Por otro lado, es un importador neto de cereales. La variabilidad de las cosechas repercute en el volumen de importación de cereales de la campaña. España es principalmente deficitaria en maíz y trigo blando. Por su parte, la balanza comercial es positiva en el arroz.

En cuanto al sector ganadero, está orientado hacia el porcino, siendo España el segundo productor europeo. La leche también ocupa gran parte del sector, ya que significó en 2016 el 17,8% de la producción ganadera. La carne de vaca representó un 16,8% de la producción ganadera en 2016 y la avícola (pollos, pavos, patos gansos) un 15,5%. En menor medida la ovino y caprino 6,3% y los huevos 5,8% (La Moncloa, 2017).

Respecto a los alimentos que más agua consumen por kilogramo, el chocolate y las carnes lideran el ranking, y dentro de las carnes, la de vaca y la de cabra están a la cabeza con 15415 y 10412 litros por kilogramos respectivamente. Es necesario repetir que las carnes tienen huellas hídricas tan altas porque no solo incluyen el agua que beben los animales o la necesaria para transformar ese animal en producto, sino que también se contabiliza, entre otras, la cantidad de agua consumida por el pasto o forraje del que se alimenten los animales y todo el agua limpia utilizada para diluir el agua contaminada al medio ambiente cumpliendo con los estándares de calidad. Sin embargo, el chocolate es el alimento que mayor huella hídrica tiene, con 17196L/Kg, aunque a pesar de la gran cantidad de agua necesaria para producir este alimento, el chocolate por ejemplo utiliza un 98% de agua verde. Esto se traduce en que un producto que tiene mayor

huella hídrica no significa que utilice más agua captada o extraída que otro alimento con menor huella hídrica, puesto que puede que gran parte del agua provenga de la lluvia, es decir, agua verde. (Mekonnen M. M. y Hoekstra A. Y., 2011)

La huella hídrica de la carne de vacuno depende en gran medida del sistema de producción que se utilice (pastoreo, mixto o industrial), de la composición de los alimentos y del origen de los mismos. La carne de vacuno procedente de sistemas industriales suele tener una huella hídrica total menor que la de los sistemas mixtos o de pastoreo, pero debido a la mayor fracción de concentrados en la alimentación del ganado en los sistemas industriales y al hecho de que los concentrados tienen una mayor huella hídrica que los forrajes, la carne de vacuno industrial suele tener mayores huellas hídricas azules y grises que la carne de vacuno procedente de sistemas mixtos o de pastoreo. Dado que los problemas de agua dulce están relacionados sobre todo con la escasez de agua azul y la contaminación del agua y, en menor medida, con la competencia por el agua verde, esto significa que los sistemas de pastoreo son preferibles a los sistemas de producción industrial desde el punto de vista de los recursos hídricos. Es por esto que el valor total no nos dice toda la información completa, sino que nos debemos fijar sobre todo en la cantidad de agua azul y gris utilizada.

Este es el principal motivo por el que a pesar de que las carnes son las que mayor huella hídrica tienen, la ganadería no consume tanta agua de la que se conoce como “dulce”, al contrario de lo que se puede pensar de primeras, debido a que el agua consumida es mayoritariamente verde, es decir, proveniente de la lluvia. Sin embargo, su consumo de agua sigue siendo muy elevado.

Por otro lado, como ya se ha visto anteriormente, los cultivos herbáceos consumen el 54,64% (INE, 2018) del agua distribuida a explotaciones agrícolas. La principal razón es que ese grupo incluye a muchos tipos de alimento como son los cereales, leguminosas, papa, cultivos industriales (son cultivos herbáceos cuyo producto precisa para su utilización final un previo proceso industrial), cultivos forrajeros, hortalizas, plantas ornamentales, hortalizas, entre otros.

Podemos ver en el INE la gran cantidad de agua distribuida a cultivos herbáceos, debido no solo a la gran variedad de alimentos que incluye, sino a que los cereales como el arroz o maíz son muy producidos y consumen gran cantidad de agua, además de por la gran cantidad de forrajes de la que se alimentan los animales.

Según el INE, los cultivos que más toneladas de producto producen en España son los cereales, entre los que destaca el trigo, la cebada y el maíz de los que se llegan a producir más 20 millones de toneladas por año y el viñedo que produce alrededor de 40 millones de kilogramos.

En la siguiente tabla se muestran las huellas hídricas de los alimentos que más se producen en España con sus respectivos porcentajes agua verde, azul y gris. Todos los datos se han obtenido a partir de diferentes artículos científicos centrados en ese producto en concreto.



### Huella hídrica de los cultivos más producidos

Producto	Cantidad	Huella hidrológica (L)	Agua verde (%)	Agua azul (%)	Agua gris (%)	Litros de agua azul + gris/ Kg
Trigo	1Kg	1.830	70	19	11	549
Cebada	1Kg	1.423	85	6	9	213
Maíz	1Kg	1.222	77	7	16	281
Vino	1L	872	70	16	14	262
Tomate	1Kg	710	50	30	20	355
Papa	1Kg	290	67	11	22	96
Naranja	1Kg	560	71	20	9	162
Oliva	1Kg	2.750	81	17	2	523
Aceite Oliva	1L	10.861	71	19	10	3.150
Alfalfa seco	1Kg	850	94	0	6	51
Alfalfa Irrigación	1Kg	850	58	38	4	357
Beterrada	1Kg	864	62	19	19	328
Veza	1Kg	2.353	86	5	9	329

**TABLA 1. HUELLA HÍDRICA DE LOS CULTIVOS MÁS PRODUCIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA PARTIENDO DE DATOS DE DIFERENTES ARTÍCULOS ACADÉMICOS PARA CADA PRODUCTO.**

Como se puede apreciar en la tabla 1, el consumo total de agua es importante, pero no el único factor determinante para determinar el impacto real de la huella hídrica. Tanto es así que el principal foco serían las cantidades nominales que quedan una vez descontada la cantidad de agua verde. Por ejemplo, a pesar de que la cebada consume el doble de agua que el tomate, 1423 frente a 710 litros, el kilogramo de cebada solo necesita 213,5 litros de agua azul y gris, mientras que el de tomate utiliza 355. Es por esto, que la huella hídrica solo ofrece una visión relativa, y a veces engañosa.

Esto también se presenta entre la cebada y el maíz, donde a pesar de que la cebada tenga una mayor huella hídrica, necesita menos agua azul y gris para su producción. Por ende, una reducción de este alimento, siendo parcialmente compensada por otros cereales con menos necesidades hídricas, haría que el consumo de agua disminuyera considerablemente. Además, podríamos seguir disponiendo de este producto a través de la importación a otro país donde las condiciones para su plantación sean más beneficiosas.

Asimismo, a pesar de que los olivos han sido tradicionalmente de seco, las tendencias actuales hacen que se esté implementando sistemas de riego por goteo en este árbol. Esto ha provocado que el consumo de agua azul haya aumentado. Además, para transformar las olivas en aceite se utiliza más agua, lo que hace que, a fin de cuentas, el consumo de agua que no es verde sea bastante elevado, siendo esta cantidad de 3149L/L de aceite de oliva en término medio.

El gráfico que se muestra a continuación se complementa con el anteriormente mostrado, pero dando una visión más global y de datos totales a nivel nacional.

*Consumo de agua total de los cultivos más producidos*

Producto	Producción (Miles de Toneladas)	Huella hidrológica (L)	Millones de metros cúbicos	Huella azul (millones de m3)	Huella Gris (millones de m3)	Huella azul + Huella gris
Trigo	8.304	1.830	15.195	2.887	1.671	4.559
Cebada	8.968	1.423	12.761	766	1.149	1.914
Maíz	4.415	1.222	5.396	378	863	1.241
Vino + mosto	40.148	872	35.009	5.601	4.901	10.503
Tomate	4.775	710	3.391	1.017	678	1.695
Papa	2.141	290	621	68	137	205
Naranja	3.496	560	1.958	392	176	568
Oliva	7.494	2.750	20.610	3.504	412	3.916
Aceite Oliva	1.348	10.861	14.635	2.781	1.464	4.244
Alfalfa	9.061	850	7.702	0	308	308
Beterrada	2.585	864	2.233	849	424	1.273
Veza para forraje	2.197	2.353	5.170	982	465	1.448
Maíz forrajero	4.074	1.222	4.978	249	797	1.045

**TABLA 2. CONSUMO DE AGUA TOTALES DE CULTIVOS MÁS PRODUCIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA PARTIENDO DE DATOS DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN.**

Esta perspectiva muestra otros datos, como puede ser que una misma cantidad de producto de beterrada o veza para forraje utilizan aproximadamente la misma cantidad total de agua azul y gris, puesto que a pesar de que la veza casi triplique en huella hídrica a la beterrada, la mayoría del agua que consume es de lluvia.

Por norma general, los 5 alimentos más producidos (vino, alfalfa, trigo, cebada y oliva) tienen similares porcentajes de agua verde en sus huellas hídricas a los del resto de alimentos de la tabla. Esto se puede ver en que los metros cúbicos totales de agua consumidos en 2021 por estos 5 productos representa el 70% de los 13 alimentos que aparecen en la tabla. Además, cuando nos fijamos en cantidades totales de agua azul y gris, este porcentaje se mantiene en el 69%.

En cuanto a la carne, debido a que los animales se alimentan de mucho pasto que en muchas ocasiones se riega, haciendo aumentar su huella hídrica, este indicador se puede observar en que los cultivos a los que más agua se distribuye son los herbáceos, grupo al que pertenecen los cultivos forrajeros, de los que se alimenta al ganado. Entre los que destaca la alfalfa, que representa el 60,04% de la producción total de cultivos forrajeros (INE, 2018). Como se aprecia en la tabla 2, la alfalfa de irrigación llega a tener una huella hídrica de la que el 38% es agua azul y 4% gris, por lo que el principal alimento de pasto de los animales en cuestión es una gran causa de la gran huella hídrica de la producción de carne.

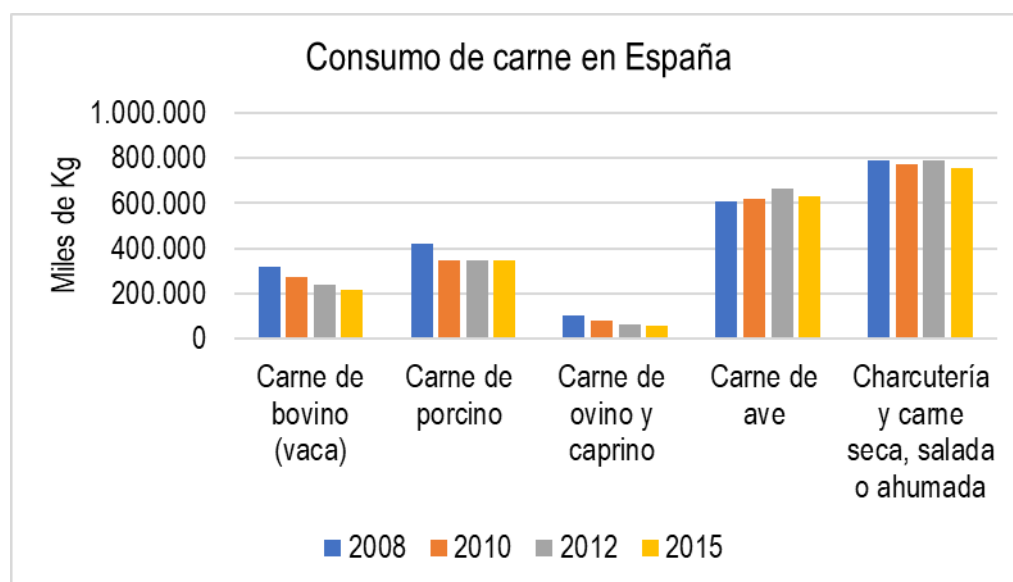
### Huella hídrica de alimentos de origen animal

Producto animal	Total (L/Kg)	Verde (L/Kg)	Azul (L/Kg)	Gris (L/Kg)	Azul + Gris (L/Kg)
Carne de vaca	15.415	14.414	550	451	1.001
Carne de oveja	10.412	9.813	522	76	598
Carne de cabra	5.521	5.185	330	6	336
Carne de cerdo	5.988	4.907	459	622	1.081
carne de gallina	4.325	3.545	313	467	780
Huevos	3.265	2.592	244	429	673
Leche	1.020	863	86	72	158
Mantequilla	5.553	4.695	465	393	858
Queso	5.060	4.264	439	357	796

**TABLA 3. HUELLA HÍDRICA DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL. FUENTE: MEKONNEN Y HOEKSTRA (2012).**

Como se observa en el cuadro superior, la cantidad de agua para producir un litro de carne puede variar enormemente, siendo la carne de cerdo, vaca y gallina las más producidas en España, además de las que más agua azul y gris consumen como se puede ver en la tabla 3. Por tanto, no solo una disminución de la producción de estos productos, sino una transición hacia la carne de oveja o cabra puede reducir notablemente la demanda de agua.

Por otro lado, debido a la concienciación del consumo de agua que conlleva la producción de carne, y al movimiento vegano, entre otras cosas, el consumo de carne en España ha disminuido considerablemente en los últimos años. A pesar de ver como la carne de ave y la charcutería no sufren una caída, la de vaca y cerdo sufren una reducción significativa, además de que ambas carnes son las que mayor agua azul y gris consumen por kilogramo de producto.



**FIGURA 13. CONSUMO DE CARNE EN ESPAÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA PARTIENDO DE DATOS DEL INE.**

Por otro lado, otros productos de origen animal muy consumidos como los huevos y la leche tienen comportamientos opuestos. Mientras que el número de huevos consumidos en España ha decrecido durante los últimos años, el consumo de la leche ha aumentado considerablemente. En

cambio, el queso y mantequilla apenas han sufrido cambios. Este incremento en la leche no supone altos cambios en el consumo de agua, debido a que su consumo de agua azul y gris es muy bajo.

*Consumo de alimentos de origen animal 2008 - 2015*

	2008	2010	2012	2015
Leche (L)	3.666.003	3.515.688	3.548.255	3.328.033
Huevos (unidad)	5.782.764	5.902.613	6.371.474	6.208.812
Queso y requesón (Kg)	315.064	321.683	329.761	324.486
Mantequilla (Kg)	16.616	16.368	17.587	17.565

**TABLA 4. CONSUMO DE ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL 2008 - 2015. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA PARTIENDO DE DATOS DEL INE.**

Cabe matizar que todos estos datos de consumo están relativamente influenciados por la cantidad de habitantes del país. En 2008, la población residente en España era de 45,67 millones de habitantes, mientras que en 2010, 2012 y 2015 era de 46,49, 46,82 y 46,45 millones respectivamente. A julio de 2021, la población residente es de 47,33 millones.

En conclusión, el patrón de producción agrícola y ganadera es altamente demandante en agua, especialmente en los cultivos de trigo, tomate y oliva, entre otros, y en las carnes de vaca y cerdo, que destacan por sus altos usos de agua azul y gris por kilogramo de producto.

Para ello, las soluciones que inciden sobre el sector primario, y por tanto, desde el lado de la demanda, se basan en repensar el patrón de cultivo considerar nuevas formas de utilizar el agua, mediante técnicas de regadío más eficientes y utilizar un input con mayor frecuencia, que es el agua depurada.

Estas posibles soluciones por el lado de la demanda se pueden entender y presentar como una función de producción, donde la Q hace referencia a los cambios en el patrón de producción, la F a la tecnología, como puede ser la implantación de nuevas técnicas de regadío más eficiente, y K al nuevo capital, el agua depurada. Estas variables serán analizadas en los siguientes subapartados.

### **6.1. PATRÓN DE CULTIVO**

El cambio en el patrón productivo puede tener un fuerte efecto en la disminución de la demanda de agua. La solución podría ser dejar de producir aquellos cultivos que más agua azul y gris necesitan o disminuir su producción. Entre estos productos destacan; las carnes, sobre todo la de vacuno y porcino, y respecto a los cultivos, el trigo, tomate y la oliva.

Este cambio presenta como principal problemática la gran cantidad de trabajadores de estos alimentos, que perderían su trabajo. Sin embargo, un desplazamiento de esos trabajadores hacia la potenciación de la producción de otros alimentos con menores necesidades de agua azul y gris, solventaría ese problema.

## **6.2. TÉCNICAS DE RIEGO**

Respecto a la tecnología, en este caso, las técnicas de riego, hay de tres tipos; el riego por gravedad, por aspersión y localizado o por goteo. Sus porcentajes de uso son 32,96%; 26,59% y 40,44% respectivamente. (INE, 2018)

El riego por gravedad distribuye el agua como bien dice su nombre, por gravedad. Es decir, al avanzar el agua sobre la superficie del suelo se produce simultáneamente la distribución del agua en la parcela y la infiltración de la misma en el suelo. (Ministerio de Pesca, Agricultura y Alimentación)

Respecto al riego por aspersión, se utilizan aspersores, que son los responsables de distribuir el agua con suficiente uniformidad en el terreno. Dentro de este sistema se utilizan dos tipos diferentes de aspersores. Los estacionarios, que son semifijos, y los de desplazamientos continuo, que tienen ramas desplazables y riegan con desplazamiento circular. (Ministerio de Pesca, Agricultura y Alimentación)

El riego localizado, en cambio, supone la aplicación de agua sólo en una parte del suelo, que suele ser donde se encuentran las raíces de las plantas, utilizando pequeños caudales a baja presión. (Ministerio de Pesca, Agricultura y Alimentación)

Todos estas técnicas tienen ciertas ventajas y desventajas, pero respecto al uso de agua, el riego por gravedad es sin duda el que más consume. El más eficiente es el riego localizado, que llega a ahorrar entre un 40-60% de agua con respecto a otros sistemas de riego. Sin embargo, por algunas desventajas, el riego por goteo no se aplica a todos los cultivos. Esto se debe a que esta técnica conlleva un alto coste de instalación y de mantenimiento, además de una mayor preparación técnica del agricultor. Asimismo, aumenta la probabilidad de salinización del suelo. En cambio, otras técnicas como la de gravedad, a pesar de su escasa eficiencia en el uso del agua, sus instalaciones son de fácil mantenimiento, muy simples y no conlleva necesidad energéticas.

Por todo esto, a pesar de que el sistema por goteo es el predominante en España, su uso aún es insuficiente, ya que aumentando el número de cultivos con este regadío, el consumo de agua disminuiría notablemente, ya que el sistema de regadío por gravedad, el cual es el que más agua desperdicia, está muy extendido en la agricultura. Y es que, a pesar de los grandes costes que tiene el riego localizado, a largo plazo es más económico y ecológico que las otras dos técnicas de regadío.

## **6.3. USO DE FUENTES DE AGUA NO CONVENCIONALES PARA RIEGO AGRÍCOLA**

Otra variable desde el lado de la demanda que haría reducir la necesidad de captar agua sería el uso del agua depurada. En este apartado se analizarán las principales desventajas que esta agua puede presentar, sobre todo relacionados con falta de calidad, para más adelante aportar algún beneficio de la misma.

“El concepto de calidad del agua se refiere a las características del agua física, química y biológica, que puede afectar a su uso específico, en este caso al riego de cultivos. Asimismo, la buena o mala calidad del agua también puede verse influenciada por factores externos tales como el tipo cultivo, el clima, el suelo, el método y manejo del riego, etc.” (González Ortega, M. J., 2020)

Los principales problemas de calidad en agua del riego se pueden englobar en problemas directos sobre la planta:

i) Salinidad. La salinidad del agua se mide en términos de conductividad eléctrica (dS/m), representando la cantidad total de sales disueltas en el agua.

ii) Toxicidad de iones específicos. Los problemas de toxicidad surgen cuando algunos iones del suelo o del agua, se absorben por las plantas o se acumulan en sus tejidos, en concentraciones lo suficientemente altas como para provocar daños o reducir rendimientos. Los iones que suelen causar más daños en las plantas son el cloro, sodio y boro, incluso cuando estos iones se encuentran en concentraciones muy bajas. (González Ortega, M. J., 2020)

El problema de calidad en agua del riego, que se pueden englobar como problema indirecto sobre la planta, y que puede afectar al suelo o a los sistemas de riego es:

i) La infiltración. Es un indicador que describe la capacidad del agua para penetrar en las distintas capas del suelo y que depende en gran medida de la estructura y textura del suelo. Es esta capacidad de infiltración los principales actores son el sodio, el calcio y el magnesio. Una gran cantidad de sodio hará que la capacidad de filtración baje, pero el calcio y el magnesio producen el efecto contrario, por lo que hay que tener en cuenta los 3 elementos químicos.

Por todo esto, el agua reutilizada, que tan necesaria es y tanta relevancia está tomando en aquellos lugares donde hay escasez de agua, debe cumplir una serie de características y se debe de estudiar las diferencias que representa frente al agua limpia recién captada del medio natural.

Como afirma José Rafael Sánchez Ramírez en su tesis doctoral “es importante conocer el agua depurada disponible, sobre todo, para prevenir los efectos generados del uso a largo plazo de las impurezas que pueda contener, como de los nutrientes, oligoelementos, sales etc. sobre el suelo y los cultivos. Especialmente la elevada salinidad que suele ir asociada a las aguas residuales.” “El alto contenido en sales produce en los cultivos dificultades para absorber el agua del entorno, al igual que efectos tóxicos por algunos iones, (en especial sodio, cloro y boro).”

Por otro lado, la materia orgánica que se encuentra en esta agua residual tratada, mejora las condiciones de permeabilidad y drenaje del suelo, contrarrestando en cierta parte el efecto de las sales. Además, los aportes nutritivos que contiene el agua depurada hace que se reduzca la demanda de abonos minerales, con la consiguiente reducción de costes, asimismo favorece el desarrollo de microorganismos del suelo, los cuales mejoran las propiedades químicas de éste. Sin embargo, los niveles de nutrientes se deberán controlar ya que un exceso de los mismos derivará en un efecto negativo. Esta cantidad de materia orgánica y sólidos en suspensión que contienen, tienden a acumularse en los emisores de agua, dando problema a tipos de regadío como el riego localizado, puesto que los “orificios” a través de los cuales salen las gotas son muy pequeños, y por tanto, propensos a atascarse. La solución es aplicar métodos de decantación y/o filtración.

Por ende, cumpliendo los requisitos de calidad marcados por el ministerio, el uso de agua reutilizada podría ser incluso más beneficioso que el agua no reutilizada, debido a la cantidad de materia orgánica que esta contiene.

## 7. SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN CANARIAS Y TENERIFE

Como se explica al principio del trabajo, Canarias representa una serie de características especiales respecto al territorio nacional. Es por ello por lo que, el tipo de captación utilizada y el uso que se le da al agua suele variar. A continuación, se presentan datos del uso del agua por sector y por tipo de agua (blanca o regenerada), haciendo el agua blanca referencia a aquella que no ha pasado por un proceso de depuración, ya que no ha sido usada previamente. Más adelante, y debido a la importancia del sector turístico en la comunidad y su elevado consumo de agua, se hace una comparativa de los consumos de agua del turismo y de los residentes y se analiza el número de turistas por mes para conocer las épocas de mayor estrés hídrico y la tendencia del hospedaje de los turistas.

**Tabla 1.6. Distribución del consumo de agua por usos en la isla de Tenerife**

Hm <sup>3</sup> /año	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Usos urbano-turísticos</b>	<b>89,75</b>	<b>91,08</b>	<b>88,38</b>	<b>87,69</b>	<b>89,63</b>	<b>92,44</b>
— Urbanos	71,54	72,13	68,73	68,06	69,71	71,37
— Turísticos	18,22	18,95	19,65	19,63	19,92	21,06
<b>Usos agrarios</b>	<b>85,19</b>	<b>85,51</b>	<b>85,60</b>	<b>80,46</b>	<b>85,68</b>	<b>84,25</b>
— Aguas blancas	78,39	79,42	79,64	74,36	77,59	76,01
— Aguas regeneradas	6,79	6,08	5,97	6,10	8,09	8,23
<b>Usos industriales</b>	<b>5,25</b>	<b>4,37</b>	<b>4,05</b>	<b>3,43</b>	<b>3,32</b>	<b>3,34</b>
<b>Campos de golf</b>	<b>3,02</b>	<b>3,86</b>	<b>3,45</b>	<b>3,52</b>	<b>3,63</b>	<b>3,82</b>
— Aguas blancas	1,08	1,48	1,33	1,22	1,25	1,29
— Aguas regeneradas	1,94	2,38	2,12	2,30	2,38	2,53
<b>Servicios</b>	<b>1,96</b>	<b>2,50</b>	<b>2,76</b>	<b>2,44</b>	<b>1,79</b>	<b>1,84</b>
— Aguas blancas	1,02	1,28	1,18	1,11	1,21	1,26
— Aguas regeneradas	0,94	1,22	1,58	1,32	0,58	0,58
<b>Agua aprovechada</b>	<b>185,17</b>	<b>187,31</b>	<b>184,25</b>	<b>177,53</b>	<b>184,05</b>	<b>185,68</b>
<b>Desaprovechada</b>	<b>10,39</b>	<b>10,79</b>	<b>9,40</b>	<b>10,31</b>	<b>8,80</b>	<b>8,20</b>
— Aguas blancas	9,36	9,44	8,48	9,35	8,29	7,72
— Aguas regeneradas	1,03	1,36	0,92	0,97	0,51	0,48
<b>Total usos del agua</b>	<b>195,57</b>	<b>198,10</b>	<b>193,65</b>	<b>187,85</b>	<b>192,85</b>	<b>193,88</b>

Fuente: Consejo Insular de Agua de Tenerife, 2018

### TABLA 5. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POR USOS EN TENERIFE. FUENTE: RUIZ-DE LA ROSA, GARCÍA-RODRÍGUEZ, CASTILLA-GUTIÉRREZ, SANTAMARTA CEREZAL Y ANTONOVA (2019).

Al igual que en el ámbito nacional, el sector económico que más aguas consume en la isla de Tenerife sigue siendo el agrario, sin embargo, este pasa de en torno al 80% a nivel nacional a solo un 43,45 % del total. Su demanda ha disminuido como consecuencia de la reducción de la superficie cultivada y, sobre todo, de la instalación de sistemas de riego economizadores de agua. Le sigue el consumo urbano con un 36,81 %, “a causa de la expansión de la urbanización y del incremento de los hábitos de consumo entre la población insular que se sitúan en unos 150 litros por persona y día; y el consumo turístico y recreativo alcanzan un 12,83 %, con una media de

gasto de 300 litros por persona y día, y de más de 400 litros en los hoteles de máxima categoría (de 4 y 5 estrellas), que si se añade al urbano se eleva al 49 % del total, es decir, supera al consumo agrario. Este dato es un buen reflejo de uno de los grandes cambios socioeconómicos y territoriales que ha experimentado la isla de Tenerife en las últimas décadas, como es su transformación en una isla residencial, a pesar de que más de la mitad de su territorio está catalogado como espacio protegido, en el que se prohíbe edificar.” (Ruiz, García, Castilla, Santamarta y Antonova, 2016).

Al contrario que en el resto de España, en Tenerife, el sector turístico y urbano es el consumidor de mayor importancia. Por ende, un estudio de este sector es relevante, al igual que hicimos con el sector primario a nivel nacional.

Como se observa en la tabla 6, los turistas que llegan a Canarias a lo largo del año superan los 16 millones y medio de personas. Estos pueden incluso consumir la misma cantidad de agua que la totalidad de residentes a lo largo del año.

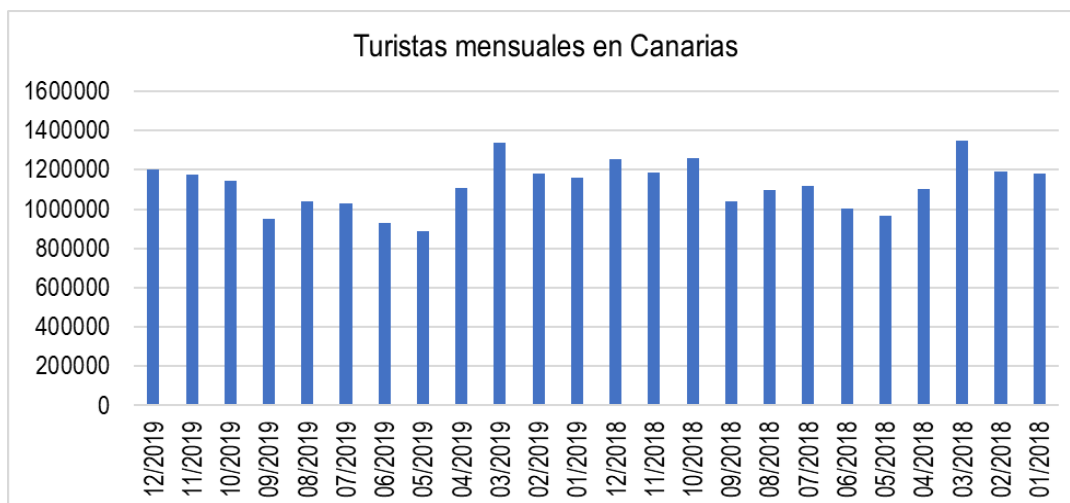
Procedencia	Número de personas	Consumo mínimo (litros/día)	Consumo máximo (litros/día)	Estancia media (días)	Consumo mínimo (hm <sup>3</sup> )	Consumo máximo (hm <sup>3</sup> )	
Turistas	Nacionales	1.665.137	300	800	7,36	3,67	9,80
	Extranjeros	14.975.508	300	800	9,52	42,77	114,04
Residentes	2.127.685	—	150	365	—	116,49	

Fuente: Elaboración propia partiendo de datos del ISTAC

**TABLA 6. CONSUMOS DE AGUA POR EL TURISMO Y RESIDENTES EN CANARIAS EN 2017.**  
**FUENTE: RUIZ-DE LA ROSA ET AL. (2019).**

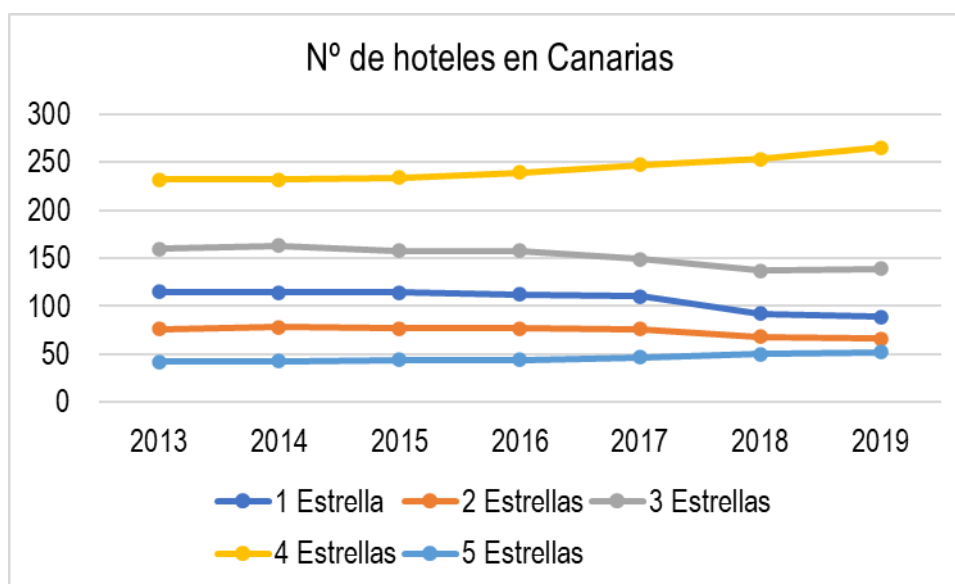
Cabe destacar, que a pesar de la gran cantidad de agua que consumen los turistas, este consumo suele ser sostenido a lo largo del año. De hecho, normalmente los meses con menos turistas suelen ser los de verano, mientras que los meses de otoño e invierno suelen aumentar ligeramente. Esto ha dado lugar a que, a pesar de la gran cantidad de turistas que recibimos, no hayan aparecido problemas de escasez de agua tan grandes como se podría esperar, ya que los meses de menor precipitación de agua son los de menor demanda.





**FIGURA 14. NÚMERO DE TURISTAS POR MES EN CANARIAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA PARTIENDO DE DATOS DEL ISTAC.**

Por otro lado, a pesar de que el número de hoteles en Canarias lleve una leve tendencia decreciente, pasando de 625 en 2013 a 611 en 2019, se debe principalmente a la caída en los hoteles de 1 estrella. En contraste, los hoteles de 4 y 5 estrellas son los que experimentan un aumento en los últimos años. Como es lógico, los hoteles de más estrellas tendrán unos consumos por clientes mucho más elevados, ya que las exigencias y actividades de estos hoteles son mucho más lujosas.



**FIGURA 15. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE HOTELES EN CANARIAS POR RANGO DE ESTRELLAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA PARTIENDO DE DATOS DEL ISTAC.**

Este aumento hacia hoteles de más calidad se debe “a un cambio en la tipología constructiva de los alojamientos turísticos en favor de los llamados «hoteles horizontales» (Simancas et al., 2010), que tratan de imitar a los resorts caribeños y que llevan aparejado un mayor impacto territorial debido al aumento del tamaño de las parcelas en las que se encuentran ubicados. Concretamente, este nuevo tipo de edificatoria puede llegar a duplicar el consumo de agua y la generación de residuos, a la vez que cuadruplicar el consumo de electricidad.” (Ruiz et al., 2016).

Sin embargo, no todo el turismo se hospeda en hoteles. Cada vez es más común que los turistas elijan apartamentos cerca de la costa. Para ello, utilizan aplicaciones como Airbnb o Booking. El número de turistas que se hospedan en este tipo de alojamientos es difícil de contabilizar, ya que estas estancias suelen ser muy irregulares y se intentan llevar de la forma más desapercibida posible para no tener que pagar impuestos. Lo que sí está claro, es que esta nueva forma de turismo puede reducir el consumo de agua, puesto que no se reciben tantos lujos como en la mayoría de los hoteles.

Por último, la mayoría de los hoteles se concentran en las Islas de Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria y Tenerife, donde se establecían el 90,18% de la totalidad de hoteles en Canarias en 2019. Además, en Gran Canaria y Tenerife se concentran casi todos en el sur de la isla, provocando aún un mayor estrés hídrico en esa zona, que además son las más áridas de la isla

## **8. CONCLUSIONES**

España es un país que sufre de gran estrés hídrico, debido a su clima con pocas precipitaciones en gran parte de su territorio y al alto consumo de agua por parte de la población y los sectores productivos. Por todo esto, se enfrenta a varios desafíos en el futuro para intentar aumentar la oferta de agua y/o disminuir la demanda.

A nivel nacional, el factor clave está en mejorar nuestro sistema de depuración, aumentando el número de plantas de nivel secundario y terciario para así poder reutilizar mayores cantidades de agua tratada, y la que se devuelva al medio ambiente, se retorne con mejor calidad para que no suponga ninguna degradación del mismo. Además, tarde o temprano, si el estrés hídrico sigue creciendo, se tendrán que tomar medidas como en California o Israel, donde el agua depurada se utiliza en otras actividades como el consumo humano, y no solo en la agricultura, regadío de campos de golf o limpieza de calles.

Otro punto fundamental para la reducción de la demanda es la producción de alimentos y su consumo. Se debe dejar de producir productos que tengan huellas hídricas muy grandes, sobre todo con grandes consumos de agua azul y verde, y empezar a importarlos de otros países con menores problemas de falta de agua.

Las técnicas de riego también son cruciales para la reducción de la demanda de agua. Un impulso a la técnica de riego por goteo es necesario si se quiere acabar con el estrés hídrico.

A pesar de que las desalinizadoras son una solución que se plantea, debido a los impactos medioambientales negativos que produce la construcción de las instalaciones y a la producción de salmuera que se produce en el proceso además de las necesidades energéticas del mismo, creo que no debería ser la única solución, sino una de las posibles vías que ayuden a eliminar el problema de estrés hídrico.

Como es lógico, muchas de las respuestas para solventar la escasez de agua propuestas a lo largo del trabajo necesitan grandes inversiones. Por tanto, un mejor sistema de tarifas uniformes a nivel nacional, que sean capaces de cubrir no solo los costes operativos, sino también de inversión, con mayor transparencia de datos para el ciudadano, para que pueda saber a dónde va destinado su dinero, es fundamental. Además, también es necesario aumentar el atractivo del

sector para que inversores privados quieran invertir, ya sea a través de una mejor transparencia o dándoles facilidades fiscales.

Por último, respecto al caso de Canarias, el aspecto del agua regenerada cobra aún más importancia, ya que el estrés hídrico en las islas más orientales y en el sur de Tenerife y Gran Canaria es muy elevado. Esto se debe principalmente al uso urbano, puesto que la densidad de población en las islas capitalinas es muy grande y al número de turistas que visitan las islas cada año. Como ambas causas son muy difíciles de reducir o eliminar, la solución desde el lado de la demanda más realista es concienciar a las personas y tratar de pasar de un turismo derrochador de agua a uno más ecológico y solidario con el medio ambiente.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Agencia Estatal de Meteorología. (2021). *Resumen Anual Climatológico*. Recuperado de: [http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia\\_clima/resumenes\\_climat/anual\\_es/res\\_anual\\_clim\\_2021.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/anual_es/res_anual_clim_2021.pdf)

Blas, A. Garrido, A. y Willaarts, B. (2018). Food consumption and waste in Spanish households: Water implications within and beyond national borders. *Elsevier. Ecological Indicators*. 89, 290–300.

Blas, A., Garrido, A. y Willaarts, B. A. (2016). Evaluating the Water Footprint of the Mediterranean and American Diets. *Water*. 8 (10), 448. Doi:10.3390/w8100448

Consejo Insular De Aguas De Tenerife Y Cabildo De Tenerife. (2018). Plan Hidrológico De Tenerife Ciclo De Planificación Hidrológica 2015 – 2021. Recuperado de <https://www.aguastenerife.org/>

Cordero, J. (2019) *Economía circular: El ciclo integral del agua y la eficiencia energética*. Universidad Autónoma de Madrid. Fundación General: Encuentros Multidisciplinares. 21 (63): 1-11. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10486/689846>

De Stefano, L., Cabello, V. y Hernández-Mora, N. (2018). *Datos Abiertos En El Sector Del Agua En España*. Fundación Botín. Recuperado de: <https://fundacionbotin.org/publicaciones/datos-abiertos-en-el-sector-del-agua-en-espana/>

De Stefano, L., Hernández-Mora, N., Lopez-gunn, E., Willaarts, B. (2011). *Transparencia en la gestión del agua en España: Fortalezas y debilidades*. Academia. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/266038199\\_Transparencia\\_en\\_la\\_gestion\\_del\\_agua\\_en\\_Espana\\_Fortalezas\\_y\\_debilidades](https://www.researchgate.net/publication/266038199_Transparencia_en_la_gestion_del_agua_en_Espana_Fortalezas_y_debilidades)

DIRECTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 23 de octubre de 2000. Publicado en: «DOCE» núm. 327, de 22 de diciembre de 2000, páginas 1 a 73 (73 págs.)

Escobar, D, Villa-Landa, G., Larrauri, J., García, J. C. Sáez, L., García, M. P. y Rramzi, S. (2019). *Agua y Economía Circular*. Fundación Conama. Recuperado de <http://www.fundacionconama.org>

European Environment Agency. (2020). Urban Waste Water Collection And Treatment In Europe, 2017. Recuperado de: [https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/urban-waste-water-treatment-in-europe#tab-chart\\_1](https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/urban-waste-water-treatment-in-europe#tab-chart_1)

García-Rubio, M., Ruiz-Villaverde, A. and González-Gómez, F. (2015). Urban Water Tariffs in Spain: What Needs to Be Done?. *Water*, 7(12), 1456-1479. Doi: 10.3390/w7041456

González, M. J. (2020) *Análisis Y Caracterización Del Uso De Fuentes De Agua No Convencionales Para Riego Agrícola En La Cuenca Del Segura*. Doi: 10.31428/10317/9023

Hernández, M. y Morales, A. (2010). Mutaciones De Los Usos Del Agua En La Agricultura Española Durante La Primera Década Del Siglo XXI. *Investigaciones Geográficas*, 51, 27-51. ISSN: 0213-4691.

Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. & Mekonnen, M.M. (2011) *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Earthscan: London.

Institution of Mechanical Engineers. (2013). *Global Food Waste Not, Want Not*. Recuperado de: [https://catalogue.unccd.int/1482\\_IME-Global-Food-Report.pdf](https://catalogue.unccd.int/1482_IME-Global-Food-Report.pdf)

Instituto Nacional de Estadística. (2020). Proyecciones de Población 2020-2070. *Notas de prensa*.

Instituto Nacional de Estadística. Estudio piloto de la desagregación de los volúmenes de agua captados y usados por demarcación hidrográfica. Consultado el 10 de marzo. Recuperado de: [https://www.ine.es/daco/daco42/ambiente/agua/estudio\\_piloto\\_agua\\_2017.pdf](https://www.ine.es/daco/daco42/ambiente/agua/estudio_piloto_agua_2017.pdf)

Instituto Nacional de Estadística. *Metodología Encuesta sobre el suministro y saneamiento del agua*. Recuperado de: <https://www.ine.es/daco/daco42/ambiente/agua/metodolo.pdf>

La Moncloa. (2017). *Agricultura, Ganadería y Pesca*. Recuperado de: <https://www.lamoncloa.gob.es/espana/historico/eh17/agricultura-y-medioambien/Paginas/agricganadpesca.aspx#:~:text=Leche%3A%20Signific%C3%B3%20en%202016%20el,3%25%20de%20la%20producci%C3%B3n%20ganadera>

Matés-Barco, Juan-Manuel. (2016). La regulación del suministro de agua en España: siglos XIX y XX. *Revista de Historia Industrial*. 61, 15-48.

Mekonnen M. M. y Hoekstra A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15 (5), 1577–1600.

Mekonnen, M. M. y Gerbens-Leenes, W. (2020) The Water Footprint of Global Food Production. *Water*. 12(10), 2696. Doi: 10.3390/w12102696

Mekonnen, M. M. y Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology Earth System Science*. 15, 1577–1600. Doi: 10.5194/hess-15-1577-2011.

Mekonnen. M. M. y Hoekstra, A. Y. (2012). *A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products*. *Ecosystems*. 15, 401–415. Doi: 10.1007/s10021-011-9517-8

Melgarejo, J. (2009). *Efectos ambientales y económicos de la reutilización del agua en España*. Asociación de Economía de Castilla-La Mancha. 15, 245-270. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10045/33318>

Ministerio De Agricultura, Pesca Y Alimentación (2022) Superficies Y Producciones De Cultivos. Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Material de Riego. Recuperado de: <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/material-de-riego/consulta-paginas.aspx>

Naredo, J. M. (2007). *Lo público y lo privado, la planificación y el mercado, en la encrucijada actual de la gestión del agua en España*. Fundación Nueva Cultura del Agua. Recuperado de: <https://fnca.eu/biblioteca-del-agua/directorio/file/540-1306271426-documentacion-210>

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015) *Water Resources Allocation: Sharing Risks and Opportunities*. OECD. Doi: 10.1787/9789264229631-en

Planelles, M. (4 de febrero de 2022). El Gobierno admite que seguirá pagando la multa por los vertidos de aguas fecales hasta al menos 2025. El País. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2022-02-04/el-gobierno-admite-que-seguira-pagando-la-multa-por-los-vertidos-de-aguas-fecales-hasta-al-menos-2025.html>

PricewaterhouseCoopers. (2018). *La gestión del agua en España. Análisis y retos del ciclo urbano del agua*. Recuperado de: <https://www.pwc.es/es/publicaciones/energia/assets/gestion-agua-2018-espana.pdf>

Proyectos estratégicos para la recuperación y transformación económica. (2022). *Digitalización del ciclo del agua*. Recuperado de: <https://www.miteco.gob.es/es/>

Ramalho, R. S. (1996). *Tratamiento De Aguas Residuales*. Barcelona: Reverté.

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, 24 de julio de 2001, núm. 176, pp. 26791-26817.

Rodríguez, R., Garrido, a., Llamas, M.R. y Varela Ortega, C. (2009). La huella hidrológica de la agricultura española. *Ingeniería Del Agua*, 16(1), 27–40. Doi: 10.4995/ia.2009.2943

Ruiz-Rosa, I., García Rodríguez, J. L., Castilla Gutiérrez, C., Santamarta Cerezal, J. C., Antonova, N. (2019). Agua y turismo en Tenerife: producción, gestión y consumo. Tenerife: Universidad de La Laguna. Doi: 10.25145/b.Agua.2020

Sánchez, J. R. (2015). *Reutilización De Aguas De Un Proceso De Fangos Activados Para Agua De Riego En Cultivos Y Suelos*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Torres, M. (2004). La desalación de agua de mar y el vertido de la salmuera. *Ambienta*. 35, 27-33. Recuperado de: [https://chsegura.es/export/descargas/planificacionydma/planhidrologiconacional/informesalternativas/docsdescarga/DesalacionAguaMarySalmuera\\_18\\_6\\_04.pdf](https://chsegura.es/export/descargas/planificacionydma/planhidrologiconacional/informesalternativas/docsdescarga/DesalacionAguaMarySalmuera_18_6_04.pdf)