



# INFORME

# VIGILANCIA TECNOLÓGICA

## Sistemas de depuración de aguas salobres

<b>DOCUMENTO</b>	Informe VT-IC 2/2018
<b>FECHA</b>	Junio 2018

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO INFORME</b> .....	3
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>3. IMPACTOS DEL USO DE AGUA SALOBRE</b> .....	4
<b>4. TIPOS DE TRATAMIENTOS</b> .....	5
<b>5. EXPERIENCIAS A ESCALA REAL Y SITUACIÓN EN ESPAÑA</b> .....	9
<b>6. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE FUTURO</b> .....	11
<b>7. AGENTES ECONÓMICOS DE LA DESALINIZACIÓN EN ESPAÑA</b> .....	12
<b>8. OPORTUNIDADES PARA LAS EMPRESAS</b> .....	14
<b>9. NORMATIVA</b> .....	15
<b>10. CONCLUSIONES</b> .....	17
<b>ANEXO I</b> .....	20
<b>A.1 - Compañías a tener en cuenta</b> .....	21
<b>A.2 - Las compañías más importantes del mundo</b> .....	22
<b>A.3 - Las plantas desaladoras más grandes del mundo en la actualidad</b> .....	26
<b>A.4 - Tecnologías en investigación y desarrollo</b> .....	28
<b>A.5 - Ayudas y subvenciones</b> .....	31
<b>A.6 - Portales y web temáticas</b> .....	38
<b>A.7 – Boletines oficiales, noticias y eventos, revistas y otras webs de interés</b> .....	40

## 1. OBJETO INFORME

El presente informe tiene como finalidad informar gratuitamente a las empresas del sector medioambiental de la Región de Murcia, sobre novedades científico-tecnológicas de su sector, identificando y extrayendo la información más relevante publicada en las distintas fuentes de información consultadas. En concreto, en esta edición se proporciona la vigilancia tecnológica realizada sobre el tema “**Sistemas de depuración de aguas salobres**”.

## 2. INTRODUCCIÓN

El agua es un componente indispensable para todo sistema biológico, siendo clave para el desarrollo humano, así como para el de aquellas actividades económicas que dependen de ella. Sin embargo, la cantidad de agua dulce supone apenas el 3 % del volumen total de agua del planeta. De esta cantidad, si se excluye a aquella que se encuentra en estado sólido, la cantidad de agua dulce procedente de ríos, lagos y aguas subterráneas decae hasta el 0,26 % del agua disponible en la Tierra. El resto de agua es agua salina, que incluye el agua del mar y el agua salobre.

La Región de Murcia se caracteriza por poseer un clima semi-árido, donde las precipitaciones son escasas e irregulares y existe una elevada evapotranspiración. Este hecho se está viendo agravado por el cambio climático, haciendo de estas escasas precipitaciones aún más escasas e impredecibles.

En la Región de Murcia, se desarrollan un buen número de actividades económicas, principalmente la agricultura, que dependen de la disponibilidad de agua de calidad para su subsistencia. Hasta la fecha, la necesidad de agua para estas actividades se ha satisfecho con aguas superficiales y subterráneas. Sin embargo, estas fuentes son insuficientes, sobre todo en periodos de marcado déficit hídrico. Es por ello que se hace necesario acceder a fuentes no convencionales de agua como es el caso de las aguas salobres. Antes de su utilización es preciso tratarlas puesto que la presencia de sales

afectaría de forma negativa a las actividades objeto. Por ejemplo, en el caso de la agricultura, la presencia de sales puede resultar en efectos fitotóxicos para las plantas y degradación del suelo, así como dañar sistemas de riego. De esta manera, el tratamiento de aguas salobres se convierte en una necesidad para zonas con déficit hídrico ofreciendo una nueva fuente de agua. Sin embargo, y a pesar del tratamiento, hay que prestar atención al uso de este tipo de agua ya que puede aumentar la salinidad del suelo ocasionando diversos problemas como se verá más adelante.

El presente informe tecnológico tiene como objetivos presentar i) los impactos que provocan los suelos salinos sobre los cultivos, la economía, el ecosistema y los recursos naturales; y ii) los tratamientos que puede sufrir el agua salobre para ser potable.

### 3. IMPACTOS DEL USO DE AGUA SALOBRE

En primer lugar, es preciso definir el concepto de agua salobre. Corresponde con un agua que posee una concentración de sales entre 2000 y 5000 ppm. Es decir, la concentración de sales es superior a la del agua dulce (hasta 2000 ppm) pero inferior a la del mar (que puede llegar a hasta 40000 ppm) (López Geta y Mejías Moreno, 2002). El uso de agua salobre en los cultivos provoca la degradación del suelo receptor y una reducción en el rendimiento de la plantación en un 50% en un periodo inferior a 5 años (Rubio et al., 1997). Así, junto a este descenso de la producción, la salinidad incrementa la necesidad de una mayor cantidad de insumos agrícolas como semillas, agua y fertilizantes; y supone el uso de una menor variedad de cultivos, ya que estos deben ser tolerantes a los nuevos valores de salinidad. Por lo tanto, las aguas salobres no pueden ser consumidas o usada directamente sobre cultivos sin tratamiento. Además de los efectos sobre los cultivos, la salinidad presenta los siguientes impactos:

#### a) Impactos en las condiciones de vida de los agricultores y en la economía

Al reducirse los rendimientos productivos, hay una menor ganancia debido a la menor producción de alimento. Esto tiene un carácter más importante en la agricultura de

subsistencia. Por otro lado, la recuperación de suelos afectados por el riego con aguas con estas características se encarece.

### **b) Impactos sobre los ecosistemas**

En la actualidad, la investigación y los modelos realizados sobre los suelos salinos apuntan a unos efectos negativos sobre los ecosistemas como: i) la reducción en la diversidad de los organismos; ii) reducción de la eficiencia del ciclo de los nutrientes; iii) reducción en el número de población de aquellas especies dominantes; iv) cambios en los patrones de enfermedades y prevalencia en diferentes especies vegetales y animales, tanto terrestres como acuáticos; y v) descenso de vegetación que conduce a tormentas de polvo arrastradas por el viento, lo cual puede ocasionar problemas de salud asociados con este polvo.

### **c) Impactos sobre la calidad de los recursos naturales**

Los suelos salinos son más frágiles y propensos a ser degradados por la erosión ocasionada por el viento o el agua. Esta agua arrastra sales y, por lo tanto, puede afectar a las aguas subterráneas al aumentar su concentración salina. Suelos con estas características sufren un descenso de la materia orgánica lo cual se traduce en el debilitamiento de los agregados del suelo y pérdida de nutrientes.

## **4. TIPOS DE TRATAMIENTOS**

La tecnología más conocida para tratar aguas salobres es la desalación, sobre todo en aquellas zonas donde el agua dulce escasea como es el caso de la Región de Murcia. La desalación puede aplicarse tanto al agua de mar como a la salobre y se lleva a cabo en plantas desaladoras. En este apartado se presentarán los distintos tipos de plantas desaladoras que existen en función del método de desalación empleado. Los métodos pueden subdividirse en los que emplean un cambio de fase (evaporación por compresión térmica o destilación) y los que no (filtración por electrodiálisis u ósmosis inversa). Por

otro lado, también se presentará un método alternativo: la desalación reversible. Los criterios básicos para seleccionar el tratamiento más adecuado son el caudal de agua a tratar, las características de la planta, la disponibilidad de energía y las características del agua (García Vázquez, 2018).

#### **a) Tratamientos con cambio de fase**

##### ***- Evaporación por compresión térmica***

En este tipo de plantas, la desalación se lleva a cabo a través de un termocompresor. Este genera un vapor a presión intermedia entre la del vapor succionado en la última etapa (baja P) y el vapor a media presión de alimentación.

La capacidad que tienen estas plantas para desalar agua es muy grande y, por ello, son plantas de gran tamaño.

##### ***- Evaporación mediante destilación súbita***

El agua salada de entrada sufre un recalentamiento donde se evapora instantáneamente. A continuación, esta se condensa en unos tubos donde se recoge el condensado en unas bandejas. La repetición de este proceso proporciona un caudal de agua desalada.

Estas plantas producen grandes volúmenes de agua, sin embargo, las cantidades de energía requeridas para la producción del metro cúbico de agua son demasiado elevadas.

##### ***- Evaporación por compresión mecánica de vapor***

Estas plantas presentan un sistema de evaporación en vacío por compresión de vapor mediante un ciclo de destilación. Este se establece entre los dos lados de una superficie de intercambio donde en uno de ellos se evapora el agua salada y en el otro se comprime hasta que condensa. Los compresores poseen una capacidad máxima limitada

y eso impide que sean empleadas para generar grandes cantidades de agua. Por ello se usan en núcleos pequeños. Los equipos son más pequeños tamaño, más fiables y sencillos de operar comparados con las dos alternativas anteriores.

## **b) Tratamientos sin cambio de fase**

### **- *Filtración por electrodiálisis***

La electrodiálisis emplea membranas selectivas de iones (cationes o aniones) a las que se le aplica un campo eléctrico (E). Esto provoca la transferencia de iones disueltos desde el caudal de agua de alimentación a hacia otra solución. Por lo tanto, no existe un transporte de agua salada, sino que son las sales las que atraviesan dichas membranas. De esta forma, se obtiene un agua tratada y un agua con un contenido en sales muy elevado (salmuera: agua hipersalina).

### **- *Membranas***

El uso de membranas para hacer potable un agua salina (salobre o marina) es un método bien conocido. Las membranas son sistemas de filtración que permiten el paso de ciertas sustancias, como iones, dependiendo del tamaño de su malla (poros). Así se puede encontrar la microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración u ósmosis inversas. Esta última es la más usada para desalar un agua y es en la que se centrará este apartado.

La ósmosis consiste en el paso de líquido (agua) a través de una membrana de una cámara a otra. En la ósmosis directa, una de las cámaras contiene agua con una mayor concentración de sales que la otra y el flujo de agua pasa de la primera a la segunda hasta equilibrar la concentración de sales. En la ósmosis inversa, el flujo de agua va de la más concentrada a la menos concentrada, quedando las sales en la primera cámara (salmuera) y agua desalada en la segunda. Esto se consigue mediante presión. Este método requiere menor consumo de energía y menor espacio físico en comparación con los procesos térmicos.

La presión necesaria depende de la cantidad de sales disueltas y del porcentaje de recuperación que se quiera obtener. Así, la presión de operación para desalar agua de mar es de 60 bar (o superior) mientras que esta se reduce a 21 bar en una desalobradora, lo que reduce de forma considerable el consumo de energía en este tipo de plantas.

Además de esta diferencia, la tasa de conversión es diferente entre ambos tipos de agua. Así, el agua marina tiene una conversión que oscila entre el 35-40%. Esto es que sólo este valor del agua alimentada se convierte en agua potable. Sin embargo, la ósmosis inversa de un agua salobre tiene una conversión en torno al 90% (WWD, 2019).

### c) **Otros métodos de desalación**

#### - *Desalación reversible*

Se trata de un tipo de desaladora que combina una parte de desalación con presión hidrostática con una central de bombeo. En una primera etapa se extrae agua de mar y se almacena en una primera balsa de la central de bombeo. Aproximadamente un tercio del agua se filtra y trata químicamente. Esta agua tratada se bombea a una segunda balsa, la cual está a una altura superior. Desde aquí, el agua pasa hacia una membrana de ósmosis inversa que está a nivel del mar, aprovechando la presión natural que existe por la diferencia de altura. La salmuera generada se mezcla con el agua de mar y entonces se hace descender la mezcla de caudal de agua produciendo energía generada en una turbina y que se devuelve a la red. Este método está pensado para llevar agua potable a zonas de montaña con poco acceso a esta. La desalación reversible aún está siendo desarrollada y se basa en el diseño de Alberto Vázquez Figueroa.

Como se ha mencionado anteriormente, tanto el agua del mar como la salobre son susceptibles de ser tratadas con estas técnicas, siendo principal el uso de membranas. Sin embargo, hay diferencias entre ambas. Químicamente, el agua salobre presenta diferencias con la marina presentando menores niveles de iones  $\text{Cl}^-$  y  $\text{Na}^+$  pero una mayor concentración de otros iones como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{HCO}_3^-$  (Mauleón, 2015). El agua salobre presenta ciertas ventajas sobre el agua de mar. Las principales ventajas son:



Coste energético más bajo → El agua salobre presenta una menor concentración de sales y es por ello que se requiere una menor presión para su tratamiento. De esta forma, el gasto energético por m<sup>3</sup> de agua salobre tratada es 4 o 5 veces inferior al del agua de mar.

Mejora en el rendimiento agrícola → Esto se debe a que un uso de agua de calidad conlleva una mejor conservación del suelo a un menor coste de obtención.

Sin embargo, también cabría señalar los inconvenientes de desalar los recursos salobres subterráneos. Entre estos inconvenientes se pueden señalar: i) disponibilidad limitada, ii) presencia de componentes que afectan a las membranas (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Fe, Ca<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup> ...) y que encarecen el proceso si deben ser eliminados, y iii) modificación de la calidad y las condiciones de flujo del agua del acuífero.

En este punto cabría mencionar las desalobradoras de ósmosis inversa de pequeño tamaño (120 a 2200 m<sup>3</sup>/d). Dado que estas son aguas salobres procedentes de algunos acuíferos (sobre todo del Cuaternario y Pliceno en el caso del Campo de Cartagena), hay agricultores que poseen desalobradoras particulares. Estas son aquellas que generan < 2200 m<sup>3</sup>/d y el tamaño de planta depende de la superficie de cultivo y las necesidades hídricas del mismo (Aparicio et al., 2016). Según la misma fuente, se estima que podría haber más de 1000 de estas desalobradoras, las cuales, según Cadena Ser (2016), podrían ser 2000 las unidades en la zona del Campo de Cartagena en 2016 además de ser ilegales.

## 5. EXPERIENCIAS A ESCALA REAL Y SITUACIÓN EN ESPAÑA

Entre las plantas desaladoras de mayor tamaño destaca la planta de Sorek ubicada en las proximidades de la ciudad de Tel Aviv en Israel. Fue inaugurada en el año 2013, disponiendo de una capacidad de tratamiento de agua salada de 624.000 m<sup>3</sup>/día. Se trata de un proyecto llevado a cabo por una empresa española llamada Sadyt. En Europa, la mayor planta desaladora trata 240.000 m<sup>3</sup>/día y se encuentra en Alicante, en

el municipio de Torrevieja. Esta provincia junto a la de Murcia consumen agua tratada de esta planta. La mayor parte del agua producida se destina a la agricultura y al regadío.

Históricamente, España comenzó la instalación de desaladoras en los años 60. Las Islas Canarias son pioneras en su utilización y más recientemente en zonas del arco mediterráneo, en especial en las comunidades autónomas de Valencia, Andalucía y Región de Murcia (Geta y Mejías-Moreno, 2002). En 1964 se instaló la primera planta desaladora española y europea en Lanzarote, una instalación utilizaba el tratamiento de evaporación súbita y producía un caudal de  $2500 \text{ m}^3$  de agua, lo cual favoreció el desarrollo económico. El mayor problema de esta tecnología era el elevado coste del metro cúbico de agua y la cantidad de energía requerida, causa por la cual se debió esperar hasta desarrollarla. En 1993 se instaló la primera la primera planta de ósmosis inversa (Cabo de Gata, Almería). Estas rebajaron la energía requerida desde 30-40 kWh hasta los 8 kWh por metro cúbico, valor que incluso llegó a ser inferior a principios del siglo XXI.

En 2004 el ministerio de medio ambiente realizó el programa *Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua* (Programa AGUA), centrándose en gestionar correctamente el tratamiento de agua basándose en la desalinización. En ese momento, España se situó en el quinto puesto de la lista de países con mayor número de plantas desaladoras a nivel mundial con un total de novecientas plantas (alrededor de 330 se encuentran ubicadas en las Islas Canarias) (García Vázquez, 2018). El caudal total de agua tratada por el conjunto de todas estas plantas se encuentra en torno a la cifra de 1,45 millones de  $\text{m}^3$ . El sistema de desalinización fue en gran medida regulado por la Asociación Española de Desalación y Reutilización, la cual se ha dedicado a proponer medidas de cara a la mejora de la tecnología de desalación reuniendo al mismo tiempo al mayor número posible de expertos universitarios y profesionales de este sector.

## 6. SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Durante la última sequía (2015-2018), la desalinización del agua se ha convertido en una opción casi obligatoria para mantener el abastecimiento de esta. De esta forma, en la costa sureste del país las restricciones han sido casi inexistentes lo cual contrasta en gran medida con lo ocurrido en la última década del siglo XX (Morote Seguido, 2018).

Por otro lado, la costa sureste ha necesitado en gran medida el trasvase Tajo-Segura (TTS). En la actualidad, el TTS ha pasado de 240 hm<sup>3</sup> a 400 hm<sup>3</sup>. Esto unido a las menores precipitaciones que se vienen registrando ocasionarán que el TTS no se lleve a cabo al encontrarse la cabecera del Tajo en nivel 4, y con el que el trasvase se detiene. Esto ha ocurrido durante un largo periodo de tiempo durante el último trienio, lo que ha llevado a que el agua desalada aportada a las ciudades de esta parte de España se haya situado entre el 60 y 70%.

Por el contrario, el aporte que necesitan los regadíos de la cuenca del Segura la situación es diferente, mayor. Por ello, el Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo Segura (SCRATS) estableció en 2017 una serie de actuaciones a corto, medio y largo plazo para solventar la situación de escasez de recursos hídricos (SCRATS, 2017). De ellas, destaca la que propone incrementar la producción. Se ha establecido la necesidad de un aporte extra de unos 205 hm<sup>3</sup>/año. Se establece una primera fase donde las desalinizadoras de Torre Vieja, Valdelentisco y Águilas aumenten su producción en unos 70 hm<sup>3</sup>/año. Tras ello, en una segunda fase aumentar la capacidad en otros 70 hm<sup>3</sup>/año y que supondría una inversión de 190 millones de euros. Esto llevaría consigo un coste de producción de 0,65 €/m<sup>3</sup> (Torre Vieja), 0,70 €/m<sup>3</sup> (Valdelentisco), y 0,87 €/m<sup>3</sup> (Águilas) a los que habría que sumar los costes de transporte en las redes existentes y en las nuevas conexiones previstas. Estos costes están muy por encima de lo que se considera viable, el cual se estima en 0,30 €/m<sup>3</sup>. Los costes podrían verse paliados con el uso de energía solar fotovoltaica apoyando el consumo de energía existente.

Estos costes chocan con los expuestos por Aparicio et al. (2016) para las desaladoras pequeñas (< 2200 m<sup>3</sup>/d) donde apuntan que “el coste medio del m<sup>3</sup> de agua desalada

*para nueve plantas elegidas, con una producción comprendida entre 120 m<sup>3</sup>/día y 2200 m<sup>3</sup>/d, oscila entre 0.17-0.24 €/m<sup>3</sup>, y resulta competitivo para usos agrícolas, donde la demanda de agua para riego agrícola en la región alcanza el 87% de los recursos hídricos disponibles, y la superficie regable es en promedio de unas 190 mil hectáreas". Esto se puede deber a que las membranas de electrodiálisis reversible, nanofiltración u ósmosis inversa alimentadas con agua salobre tienen un consumo entre 0.5 y 1.5 kWh/m<sup>3</sup> mientras que para el agua marina está en torno a 4.5 kWh/m<sup>3</sup> (FCM, 2009; IWS, 2018).*

Para finalizar, otro de los retos que debe afrontar la desalación es el medio ambiental. Algunos de los efectos que esta tecnología tiene sobre el medio ambiente son, por ejemplo, los definidos por Albaina (2007): i) ocupación del suelo afectando, además, a flora y fauna, ii) alteración del ecosistema costero e impacto paisajístico, iii) impactos sobre el medio marino, iv) vertidos al mar (salmuera, productos de limpieza de membranas o reactivos químicos), v) contaminación térmica (mayor temperatura del agua de rechazo) y acústica (bombas de alta presión y a las turbinas), vi) emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) y el elevado consumo de energía de las plantas que utilizan combustibles fósiles; y vii) una vida limitada de las plantas (20-25 años). Varios de estos inconvenientes son también propios de las desaladoras, a los que se le sumaría la modificación de la calidad y las condiciones de flujo del agua del acuífero.

## **7. AGENTES ECONÓMICOS DE LA DESALINIZACIÓN EN ESPAÑA**

La estructura de la oferta de este sector en España está compuesta por varios agentes económicos divididos en promotores y gestores.

### **Entidades promotoras**

Son las encargadas de promover la construcción de plantas desaladoras. Esta función suele desempeñarla principalmente el sector público, aunque también es habitual que lo realicen particulares para su beneficio (p.ej. en Canarias es habitual que complejos turísticos lleven a cabo esta labor para consumo propio).

Como principales organismos públicos se pueden citar los siguientes:

**Sociedades Estatales de Aguas** → Llevan a cabo la construcción, conservación y explotación de las obras e infraestructuras vinculadas a la regulación de los recursos hidráulicos, su conducción, potabilización y desalinización, y al saneamiento y depuración de las aguas residuales. En la actualidad, tienen competencias en esta materia dos sociedades: Acuamed y Acuaes.

- a) Acuamed → Aguas de las Cuencas Mediterráneas es el principal instrumento del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAAMA) para el desarrollo del Programa AGUA. Su objeto es la promoción, construcción, adquisición y explotación de obras hidráulicas de interés general, principalmente, en el ámbito de las cuencas hidrográficas del Segura, Júcar, Cuenca Mediterránea Andaluza y Cuencas Internas de Cataluña.
- b) Acuaes → Aguas de las Cuencas de España promueve, contrata, construye y explota toda clase de obras hidráulicas y el ejercicio complementario de cualesquiera actividades que deban considerarse partes o elementos del ciclo hídrico y estén relacionadas con aquéllas.

**Otros organismos estatales** → Son organismos dedicados a realizar estudios, proyectar y ejecutar obras y/o gestionar las plantas. En el caso de la Región de Murcia, el más destacable es la Mancomunidad de los Canales del Taibilla. Esta es un organismo autónomo encargado de suministrar agua potable a la red primaria en municipios de Albacete, Alicante y Murcia. Asimismo, tiene a su cargo la realización de estudios, la redacción de proyectos y la ejecución de obras.

### **Entidades gestoras**

Su cometido es el de gestionar las plantas desaladoras una vez que han entrado en funcionamiento. La iniciativa privada constituye un importante agente económico en la gestión de este tipo de instalaciones (normalmente se trata de uniones temporales de empresas). No obstante, el sector público también está activamente presente. Realizando

una valoración de la situación del sector en España desde el punto de vista empresarial, nuestro país cuenta con un sólido tejido productivo caracterizado por ser pionero en I+D+i y por acumular una dilatada experiencia no sólo en la ejecución de grandes plantas "llave en mano", sino también en su mantenimiento.

Según la *Fundación 1 de Mayo* en su informe de Enero de 2015, seis compañías españolas -Befesa Agua, ACS (Cobra, Tedagua y Drace), Acciona Agua, Sadyt, Cadagua y Aqualia- se sitúan en el ranking de los 20 mayores proveedores mundiales de agua desalada por capacidad instalada. En el Anexo I se presentan las 20 compañías líderes a nivel mundial.

## 8. OPORTUNIDADES PARA LAS EMPRESAS

Teniendo como referencia lo que se ha expuesto en este informe, este apartado resume los principales inconvenientes de la desalación e identifica una serie de oportunidades (nichos de mercado) para las empresas de cara a cubrir las necesidades observadas desde el punto de vista de la I+D+i:

### Principales inconvenientes de la desalación

- Genera un agua más cara que la procedente de fuentes convencionales.
- El mayor consumo energético implica unas tasas muy elevadas de emisiones de GEIs dificultando la consecución de objetivos en relación al cambio climático.
- Impacto ambiental producido por el vertido del rechazo (agua hipersalina).
- Emisión de CO<sub>2</sub> por el uso de energía, como cualquier otro sistema de distribución de agua.
- Tienen una vida limitada.
- Obtención de agua desalada asumible pero costosa.

Es sobre todo en este último punto donde se presenta la oportunidad más importante e interesante para el mercado, ya que no se espera que el coste disminuya de forma significativa a corto plazo. Sin embargo, sí que se prevé que esto ocurra en los próximos años.

Por otro lado, y muy relacionado a lo anterior, es interesante señalar que España es uno de los países líderes en la aplicación de agua salina/salobre para el riego agrícola, especialmente en el sureste del país. Sin embargo, en estas aplicaciones se ha realizado un control y un seguimiento científico escaso.

### **Resumen de las oportunidades para impulsar el mercado del agua desalada**

- Aumento de la producción y en la mejora de la eficiencia del agua. Una mayor confianza en la tecnología para impulsar el rendimiento.
- Aplicación de energías renovables. Las fuentes de energía renovables como la solar o la eólica son capaces de ofrecer soluciones competitivas viables y sostenibles.
- Estudio del aprovechamiento de las aguas de rechazo (hipersalinas) con el fin de mejorar el proceso desde el punto de vista medio ambiental, como ya hacen los sistemas de vertido cero.
- La vuelta de la financiación privada. La mayoría de las oportunidades están en construir, poseer y operar activos de tratamiento propios.

## **9. NORMATIVA**

**Directiva 2000/60/CE** se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas; *Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 327*, de 22 de diciembre de 2000, pp. 1-73.

**Directiva 2015/1787**, modificación de los anexos II y III de la Directiva 98/83/CE relativa a la calidad de las aguas destinadas a consumo humano.

**Ley 46/1999**, modificación de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas; *Boletín Oficial del Estado* nº 298, de 14 de diciembre de 1999; pp. 43.100-43.113.

**Ley 11/2005**, se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional; *Boletín Oficial del Estado* nº 149, pp. 21.846-21.856.

**Ley 42/2007**, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad; *Boletín Oficial del Estado* nº 299, pp. 51.275-51.327.

**Real Decreto 606/2003**, se modifica el 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 VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

**Real decreto 140/2003**, se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano; *Boletín Oficial del Estado* nº 45, pp. 7.228-7.245.

**Real decreto 287/2006**, de 10 de marzo, por el que se regulan las obras urgentes de mejora y consolidación de regadíos, con objeto de obtener un adecuado ahorro de agua que palie los daños producidos por la sequía; *Boletín Oficial del Estado* nº 60, de 11 de marzo de 2006; pp. 9.848-9.858.

**Real decreto 1620/2007**, se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas; *Boletín Oficial del Estado* nº 294, pp. 50.639-50.661.

**Real decreto legislativo 1/2001**, se aprueba el texto refundido de la Ley de Agua; *Boletín Oficial del Estado* nº 176, pp. 26.791-26.817.

**Real decreto ley 10/2005**, se adoptan medidas urgentes para paliar los daños producidos en el sector agrario por la sequía y otras adversidades climáticas; *Boletín Oficial del Estado* nº 147, de 21 de junio de 2005; pp. 21.542-24.551.



**Real decreto ley 8/2008**, se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinados ámbitos de las cuencas hidrográficas; *Boletín Oficial del Estado* nº 258, de 25 de octubre de 2008; pp. 42.410-42.413.

## 10. CONCLUSIONES

España ha impulsado la tecnología de la desalinización desde los años 60 e impulsada desde principios del siglo XXI gracias al Programa Hidráulico Nacional (2001) y al Programa AGUA (2004) cuya motivación se vio incrementada por los episodios de sequía vividos. Sin embargo, las plantas presentan puntos débiles que deben subsanarse en un futuro que se prevé cercano, al menos para la Región de Murcia ya que su dependencia del TTS es muy pronunciada.

Debido a dichos puntos débiles, la investigación, el desarrollo y la innovación deberían dirigirse a paliarlos mediante la obtención de nuevas tecnologías, integrando otras ya existentes y aplicando las mejores prácticas dentro del sector con el fin último de hacer la desalinización una técnica asequible y respetuosa con el medio ambiente. Es decir, desarrollar un uso más eficiente del recurso. En este sentido cabe destacar los casos destacables de las plantas de Valdelentisco (37 hm<sup>3</sup>), Águilas (30 hm<sup>3</sup>), Virgen del Milagro (16 hm<sup>3</sup>), Arco Mar Menor Sur (2,5 hm<sup>3</sup>) y El Mojón (2,2 hm<sup>3</sup>), las cuales, en varios casos, se ponen en marcha en el caso de no disponer agua de otros recursos, debido a su alto coste de producción motivado principalmente por su alto consumo energético.

## Referencias

Albaina, A. (2007). Tecnologías sostenibles sobre la gestión del agua: La desalación. Estudio del caso en la zona costera del Mediterráneo. Proyecto fin de carrera.

Aparicio, J.O., Candela, L., Alfranca, O. Coste de la desalación de aguas subterráneas con pequeñas plantas desaladoras ( $\leq 2200 \text{ m}^3/\text{día}$ ) y su uso en el Campo de Cartagena. Congreso hispano-luso. AIH-GE. Madrid, noviembre 2016. ISBN: 978-84-938046-5-7

Cadena Ser - Las 2.000 desaladoras ilegales ponen en riesgo los vertidos 0. Noticia disponible en el siguiente enlace: [https://cadenaser.com/emisora/2016/08/17/radio\\_murcia/1471454183\\_322006.html](https://cadenaser.com/emisora/2016/08/17/radio_murcia/1471454183_322006.html). Noticia consultada el 28 de Mayo de 2018

FCM (Fundación CajaMar) – La desalación en España (2009). Documento disponible en el siguiente enlace: <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/informes-coyuntura-monografias/la-desalacion-en-espana.pdf>. Documento consultado el 28 de Abril de 2018.

Fundación 1 de Mayo – La desalación mediante energía solar como fuente de recursos hídricos (2015). Documento disponible en el siguiente enlace: <http://www.1mayo.ccoo.es/cf3ad56521ae4c98ab3492317f4323c6000001.pdf>. Documento consultado el 1 de Abril de 2018.

García Vázquez, I. (2018) - Proyecto de una planta desaladora de agua sostenible – Trabajo de fin de grado en la Universidad Jaime I. Documento disponible en el siguiente enlace: <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/179636/TFG%20Iv%C3%A1n%20Garc%C3%ADa%20V%C3%A1zquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

López Geta, J.A., Mejías Moreno, M., 2002. Las aguas salobres. Una alternativa al abastecimiento en regiones semiáridas. In: Pulido Bosch, A., Vallejos, A. and Pulido Leboeuf, P. (Eds.), Los Acuíferos Costeros y las Desaladoras. Club del Agua Subterránea, Almería, pp. 51–69.

Mauleón, C. (2015) - Diferencias entre la desalación de agua de mar y la de aguas salobres. Abengoa Water. Artículo disponible en el siguiente enlace: <http://www.laenergiadelcambio.com/diferencias-entre-la-desalacion-de-agua-de-mar-y-la-de-aguas-salobres/>

Morote Seguido, A. F. (2018). La desalinización. De recurso cuestionado a recurso necesario y estratégico durante situaciones de sequía para los abastecimientos en la Demarcación Hidrográfica del Segura. Investigaciones Geográficas, (70), 47-69. <https://doi.org/10.14198/INGEO2018.70.03>

Morote, A. F., Rico, A. M. y Moltó, E. (2017). Critical review of desalination in Spain: A resource for the future? *Geographical Research*, 1-12. <https://doi.org/10.1111/1745-5871.12232>

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) – Salt-affected soils. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-afectados-por-salinidad/more-information-on-salt-affected-soils/es/> Documento consultado el 8 de Junio de 2018.

Rubio, M. et al. (1997) - Aplicación de la desalinización de aguas para agricultura. Experiencias en Alicante y Murcia. *Revista Técnica de Medio Ambiente*, nº 58, pp. 45-50.

SCRATS (2017) – Memoria 2017. Documento disponible en la web: <http://www.scrats.es/ftp/memorias/Memoria%20Sindicato%202017%20.pdf>. Documento consultado el 25 de Junio de 2018

WWD (Water & Waste Digest) website - Desalination of seawater and brackish water - <https://www.wwdmag.com/desalination/desalination-seawater-and-brackish-water>. Enlace consultado el 28 de Mayo de 2018

IWS (International Water Summit) – Energy efficiency desalination (2018) Documento disponible en el enlace: [https://www.internationalwatersummit.com/\\_media/Energy-Efficient-Desalination-2018.pdf](https://www.internationalwatersummit.com/_media/Energy-Efficient-Desalination-2018.pdf).

# ANEXO I

## A.1 - Compañías a tener en cuenta

Cada año, la mayor conferencia de negocios de la industria del agua, la *Global Water Summit*, entrega los *Global Water Awards*. Estos premios reconocen los logros más importantes en la industria internacional del agua dentro de varias categorías y recompensan las iniciativas en los sectores de agua, aguas residuales y desalinización que están impulsando a la industria a través de un mejor desempeño operativo y una adopción de tecnología innovadora. y modelos financieros sostenibles. En la siguiente tabla se presentan los ganadores de cada categoría en 2018. Los premios de 2019 se entregarán el próximo mes de Abril (<https://globalwaterawards.com/2018-winners/>).

Categoría	Ganador
Water company of the year	Evoqua Water Technologies
Desalination company of the year	Suez
Smart water company of the year	Dubai Electricity and Water Authority
Breakthrough water technology company of the year	Voltea
Water/wastewater project of the year	Ulu Pandan wastewater treatment pilot
Industrial water project of the year	Arla Foods Milky Water Reuse
Municipal desalination plant of the year	Mirfa IWPP
Industrial desalination plant of the year	Jazan IGCC desalination plant
Water deal of the year	Kigali Bulk Water Supply project financing
Water leaders award	Bangalore Water Supply and Sewerage Board
Smart water project of the year	Mecca Smart Operations Project
Water technology company of the year	Xylem
Water technology idol	CosmosID

## A.2 - Las compañías más importantes del mundo

A continuación, se presentan las 20 compañías más grandes del mundo involucradas en la construcción de plantas desaladoras durante la pasada década.

**Veolia** → Compañía francesa de 9.7 mil millones de dólares que opera en 3 áreas comerciales: agua, servicios ambientales, servicios de energía y transporte. La gestión del agua (no solo la desalinización) representó el 45% de los 28 mil millones de dólares de ingresos de la Compañía en 2013. Veolia tiene más de 1,700 plantas de desalinización ubicadas en más de 80 países.

**Doosan Group** → Conglomerado de Corea del Sur que es miembro de Fortune Global 500, y está involucrado en energía eléctrica, construcción, maquinaria, defensa, casas, autopistas y puentes, productos químicos, motores y desalinización.

**General Electric** → Conglomerado de 256 mil millones de dólares que participa en muchas disciplinas entre las que se incluye la desalinización.

**Fisia Italimpianti** → Empresa de desalinización italiana que trabaja principalmente en Oriente Medio. La compañía es propiedad de Salini Impregilo, una empresa de construcción italiana de 1.900 millones de dólares que participa en infraestructuras a gran escala, como presas, centrales hidroeléctricas, autopistas, ferrocarriles, puentes, etc.

**Degremont** → Empresa francesa especializada en la producción de agua potable con 10.000 instalaciones en todo el mundo. La compañía es propiedad de Suez Environnement Company, un holding francés de 8,8 mil millones de dólares. El 49% de los ingresos de Suez provienen del tratamiento de agua en Francia y España.

**IDE** → Encargada de la planta de desalinización Sorek, la 4ª más grande del mundo, y que comprende el 20% de la demanda de agua municipal en Israel. IDE es propiedad conjunta e igualitaria de Israel Chemical Ltd. y el Grupo Delek.

**Acciona** → Conglomerado español de 4,3 mil millones de dólares dedicado a ingeniería civil, construcción e infraestructura. El agua y los servicios representan solo el 9% de los 6,6 mil millones de dólares en ingresos de la Compañía.

**Hyflux** → Empresa de Singapur de 728 millones de dólares que construyó la planta de desalinización SingSpring que ahora proporciona el 10% del agua potable de Singapur. Junto con la planta de desalinización de Tuaspring (premiada como la planta desaladora del año en 2014 en los *Global Water Awards*), las plantas de desalinización de Hyflux proporcionan el 25% del agua potable de Singapur. El enfoque de la compañía está en las membranas avanzadas utilizadas para la desalinización con 1,300 productos y sistemas de membrana en todo el mundo.

**Befesa** → Empresa española dedicada principalmente a la gestión de residuos industriales. La desalinización es una pequeña parte del enfoque comercial general de la compañía.

**Sadyt / Valoriza** → Empresa española de tratamiento de agua que se especializa en desalinizar plantas en países como España, Israel, Australia, Argelia, Chile y Túnez. La compañía es propiedad de Sacyr, una empresa española de construcción e ingeniería de 2.700 millones de dólares.

**Biwater** → Empresa privada del Reino Unido dedicada a la provisión de agua y al tratamiento de aguas residuales. La compañía tiene la mayor capacidad instalada de membranas en los Estados Unidos, así como la mayor capacidad instalada de bio-reactores de membrana (MBR) en el Reino Unido. Las membranas son una parte clave de un sistema de desalinización por ósmosis inversa.

**Tedagua** → Diseña, construye, mantiene plantas de desalinización y plantas para reciclar agua. Posee contratos de tratamiento de agua en los cinco continentes siendo un líder mundial en el sector de tratamiento de agua. Tedagua es parte del gigante de la construcción español ACS.

**Cadagua** → Empresa española líder en el campo del tratamiento de aguas y desalinización de agua de mar. Cadagua es una filial de completa propiedad de la

española Ferrovial SA, una compañía multinacional dedicada al sector de infraestructura de transporte.

**Wetico** → Empresa de Arabia Saudí que construye y opera plantas de tratamiento de agua, desalinización, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. Wetico se adjudicó el contrato para construir Shoaiba Barge.

**Nomura Micro Science** → Compañía involucrada en el tratamiento de agua y productos químicos. La compañía tiene un sistema de ósmosis inversa patentado llamado HERO.

**Inima** → Uno de los líderes mundiales en el sector de tratamiento de agua con más de 200 instalaciones de tratamiento de agua. En la actualidad, cuentan con plantas desalinizadoras en España, Argelia, Chile, México y Estados Unidos.

**Aqualia** → Aqualia es propiedad de FCC, empresa española que cotiza en bolsa y que cuenta con más de 63.000 empleados que participan en infraestructura, servicios ambientales y energía. Solo el 15% de los ingresos totales de FCC provienen de la gestión del agua, el 80% de los cuales provienen de España. España es uno de los países con mayor número de plantas desaladoras del mundo.

**Mitsubishi** → La empresa está involucrada principalmente en embarcaciones marinas, motores eléctricos, maquinaria general, aviación y vehículos especiales. Con más de 80,000 empleados y más de 390 empresas del grupo, el negocio de desalinización de Mitsubishi constituye una pequeña parte de las actividades comerciales generales de la compañía.

**Aquatech** → Empresa privada con más de 600 empleados y oficinas en todo el mundo. Aquatech afirma ser una de las pocas compañías en el mundo que ofrece tecnologías de desalinización de agua termal y de membrana. La compañía tiene una amplia oferta de soluciones de tratamiento de agua dirigidas a varias industrias.



**Kurita Water Industries** → Empresa de tratamiento de agua cuyo negocio se divide en partes iguales entre los productos químicos para el tratamiento del agua y las instalaciones de tratamiento del agua.

Fuente: Nanalyze - <https://www.nanalyze.com/2014/10/10-more-desalination-companies/>

Como conclusión de este apartado se puede observar que estas empresas son gigantes y, por lo tanto, pueden proporcionar una gran seguridad a la hora de apostar por sus servicios. Sin embargo, también se puede observar que la inmensa mayoría a pesar de estar involucradas en la desalinización de agua también lo están en otras diversas disciplinas. Por lo tanto, su especialización podría ser inferior a otras más pequeñas.

### A.3 - Las plantas desaladoras más grandes del mundo en la actualidad

En este apartado se presentan las 6 desaladoras más grandes del mundo (operativas o en construcción) y quien las llevó a cabo.

#### 1) Ras Al Khair, Arabia Saudí: 1.036.000 m<sup>3</sup>/día

Ras Al-Khair es un proyecto híbrido que utiliza las tecnologías de multietapa térmica instantánea (MSF) y de ósmosis inversa. Ubicado a 75 km al noroeste de Jubail y al servicio de Riad, el sitio también tiene un componente importante de generación de energía, con una capacidad de 2.400MW. El contratista principal para la construcción de la planta fue Doosan y su socio del consorcio Saudi Archirodon, con Poyry como consultor del proyecto.

#### 2) Taweelah, Emiratos Árabes Unidos – 909.200 m<sup>3</sup>/día

Una vez que se complete, EAU aumentará su agua desalada producida del 13% al 30% en 2022. Hasta la fecha, siete consorcios están ofertando por el mega proyecto, incluyendo: ACWA Power; Suez International Power a través de su marca en Dubai (Engie) junto a Marubeni Corp; Sumitomo Corp junto a Veolia Medio Oriente; Valoriza Agua junto a Utico FZC y el Fondo de Infraestructura IBD; Cobra Instalaciones y Servicios junto a Orascom Construcción; Acciona Agua junto a Grupo Pal; y Suez International junto a Sojitz Corporation y NV Besix.

#### 3) Shuaiba 3, Arabia Saudí: 880.000 m<sup>3</sup>/día

El desarrollo de Shuaiba 3 se encuentra a 90 kilómetros al sur de la histórica ciudad de Jeddah. ACWA Power seleccionó un consorcio en el que participaban Siemens (Alemania) para la planta de energía y Doosan (Corea del Sur) para la planta de desalinización térmica. Actualmente está en el tercer puesto, pero se ha completado una expansión a la planta y una expansión se encuentra en la etapa final de construcción, con un total adicional de 400,000 m<sup>3</sup>/día de capacidad de RO agregada, según ACWA Power. Cuando se complete durante 2019, Shuaiba 3 superará a Ras Al Khair como la

planta de desalinización operativa más grande del mundo teniendo una con una capacidad total de 1.282.000 m<sup>3</sup>/día.

#### **4) Sorek, Israel – 624.000 m<sup>3</sup>/día**

Sorek es la mayor planta de membrana del mundo, la cual cuenta con una enorme capacidad de producción: 624.000 m<sup>3</sup>/día. Ubicado a 15 km al sur de Tel Aviv en Israel y desarrollado por IDE Technologies. Un nuevo desarrollo, Sorek 2, se ha anunciado desde entonces con una capacidad de 548.000 m<sup>3</sup>/día. Un total de siete empresas locales e internacionales fueron recientemente preseleccionadas para desarrollar el proyecto.

#### **5) Rabigh 3 IWP, Arabia Saudí – 600.000 m<sup>3</sup>/día**

El desarrollo de Rabigh 3 fue recientemente otorgado a ACWA Power junto con la Compañía Comercial de Hermanos Sauditas (SBCC) en Rabigh, Arabia Saudí. El Rabigh 3 IWP se está adquiriendo en virtud de un contrato de 25 años de construcción propia (BOO) y comenzará la operación comercial en Diciembre de 2021.

#### **6) Fujairah 2, Emiratos Árabes Unidos – 591.000 m<sup>3</sup>/día**

Fujairah 2 es otra planta híbrida que puede generar 591.000 m<sup>3</sup>/día. Esto incluye múltiples componentes: una central térmica de 450.000 m<sup>3</sup>/día, una instalación de ósmosis inversa de 141.500 m<sup>3</sup>/día y una central eléctrica de 2.000 MW. Además, para proteger a la planta de la proliferación de algas que pueden ser problemáticas en el área, se utiliza un sistema de flotación por aire disuelto (DAF) como un tratamiento previo. El contrato se adjudicó a un consorcio formado por Alstom para la energía y Sidem (Veolia) para el agua.

Para finalizar esta sección, es interesante mencionar que existe otro proyecto en etapa de planificación en Arabia Saudí y que plantea obtener 1.500.000 m<sup>3</sup>/día.

Fuente: AquaTech - <https://www.aquatechtrade.com/news/aquatech-news/worlds-largest-desalination-plants/>

#### A.4 - Tecnologías en investigación y desarrollo

Entre las investigaciones más destacadas y avanzadas sobre la desalinización más eficiente se encuentran un conjunto de proyectos piloto ejecutados por Masdar (Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos). La organización gubernamental lideró cinco proyectos piloto que analizaron la desalinización de agua de mar que ahorra energía. Los primeros cuatro pilotos se otorgaron en 2015 (Abengoa, Sidem/Veolia, Suez y Trevi Systems), y el quinto (a Mascara NT) se otorgó a finales de 2016. Cada piloto se otorgó tras una licitación competitiva. La investigación consistía en construir un sistema a pequeña escala para probar métodos de desalinización más eficientes con agua del golfo Pérsico. Cada prueba se realizó de forma continua durante al menos 15 meses. Los estudios piloto se propusieron reducir la cantidad de energía eléctrica requerida para la desalinización de agua de mar a menos de  $3,6 \text{ kWh/m}^3$  con tecnología de membrana (actualmente en unos  $4.5 \text{ kWh/m}^3$ ), y por lo tanto también reducir el impacto ambiental del proceso. Otro de los objetivos que se propusieron en estas investigaciones fue reducir el precio de los sistemas de eficiencia energética, con el fin de hacerlos competitivos en costes con los sistemas basados en combustibles fósiles.

La planta de Sidem/Veolia comenzó a operar en agosto de 2015. Utilizó un sistema de ósmosis inversa de dos pasos, junto con la flotación por aire disuelto y un filtro de medios de gravedad dual en una sola unidad para el tratamiento previo. Los primeros resultados vieron que el consumo de energía disminuyó un 7% en comparación con el objetivo inicial y el piloto se consideró escalable.

Suez también utilizó un sistema de ósmosis inversa de dos pasos, con flotación por aire disuelto y ultrafiltración para el tratamiento previo. Una unidad de gestión de salmuera integrada utilizó el intercambio de iones líquido a líquido para aumentar la tasa de recuperación. Al igual que con el piloto anterior, la flotación por aire disuelto mejoró el rendimiento del tratamiento previo. El piloto se consideró escalable, pero se dijo que se necesitaba más investigación en el intercambio de iones líquidos para que se adapte a operaciones más grandes.

El piloto de Abengoa utilizó un sistema integrado en el que la salmuera del primer paso de ósmosis inversa fue tratada por un sistema de destilación de membrana. Se encontró que esta combinación podría aumentar la tasa de recuperación y reducir el consumo de energía.

El piloto de Trevi Systems usó la tecnología de membrana de ósmosis avanzada (forzada), una tecnología aún en sus primeras etapas de desarrollo. A lo largo de la vida del piloto, se espera un mejor rendimiento y más avances con la tecnología.

El piloto Mascara NT es un sistema de ósmosis inversa con energía solar fotovoltaica con tratamiento previo proveniente de un pozo de playa. El sistema está completamente automatizado y no está acoplado con baterías, por lo que funciona solo durante horas de luz solar. Ha logrado una de las tasas de consumo de energía más bajas a nivel mundial para la desalinización de agua, utilizando 2,5 kWh/m<sup>3</sup> de agua de mar, excluyendo la energía requerida para las bombas de alta presión y el tratamiento previo. El sistema está adaptado para funcionar en comunidades pequeñas, como las que se encuentran en ubicaciones remotas.

Compañía	Tecnología	Capacidad (m <sup>3</sup> /d)	Piloto completado
<b>Abengoa</b>	Ósmosis inversa y destilación por membrana	1000	2016
<b>Sidem / Veolia</b>	Ósmosis inversa	300	2017
<b>Suez</b>	Ósmosis inversa e intercambio iónico	100	2017
<b>Trevi Systems</b>	Ósmosis forzada*	50	2016
<b>Mascara NT</b>	Ósmosis inversa alimentada con energía solar	50	2018

\* Ósmosis similar a la inversa en cuanto a concepto pero que no usa presión sino sales adecuadas para proporcionar la presión osmótica necesaria para el proceso

Como se ha dicho con anterioridad, los pilotos tuvieron que trabajar con agua procedente del golfo Pérsico, la cual es difícil de desalinizar debido a su alto contenido de salinidad y orgánico. Durante las pruebas se descubrió que algunas tecnologías se enfrentaron mejor que otras a estas condiciones in the pre-treatment stage. Se observó que el uso de la flotación con aire disuelto tuvo un gran comportamiento frente a la materia orgánica.

Por otro lado, la Universidad de Ciencia y Tecnología del Rey Abdullah de Arabia Saudí ha centrado su investigación en mejorar la eficiencia energética de la tecnología de desalinización térmica MED (Multi-Effect-Distillation). Sus esfuerzos se han enfocado en mejorar el número de pasos necesarios para que el vapor de agua aumente la producción final de agua reduciendo el calor requerido durante este proceso. Para ello, ha examinado cómo superar las limitaciones en la termodinámica de las instalaciones térmicas tradicionales. Según la universidad, han conseguido aumentar el número de veces que se puede recircular el agua en las etapas de evaporación de 8 a 20, lo cual produce el doble de agua potable que en los procesos convencionales. También ha disminuido la temperatura requerida para el proceso mediante el acoplamiento de técnicas de pretratamiento de nano-filtración y ciclos de adsorción con energía solar con una planta MED. Al producir más agua de cada ciclo de desalinización, también reduce efectivamente la cantidad de sustancias químicas que se expulsan al mar con la salmuera de desecho. El sistema se está probando a gran escala con una planta de desalinización de 3.000 m<sup>3</sup>/día en Yanbu, que utiliza calor residual para la producción.

Fuente: IWD (2018) - [https://www.internationalwatersummit.com/\\_media/Energy-Efficient-Desalination-2018.pdf](https://www.internationalwatersummit.com/_media/Energy-Efficient-Desalination-2018.pdf).

## A.5 - Ayudas y subvenciones

A continuación, se exponen diversos programas de ayudas y subvenciones a nivel europeo, nacional y regional.

### a) Europeos

**Horizonte 2020** (H2020), es el instrumento financiero con el que la Unión Europea apoya la implementación de sus políticas, estrategias y prioridades de investigación e innovación. Es un programa muy amplio dotado de 80.000 millones de euros para el periodo 2014-2020, con numerosas temáticas y convocatorias. Se organiza en programas bianuales (trianuales para el caso 2018-2020) permitiendo conocer con mucha antelación que temas específicos serán objeto de convocatoria (<https://eshorizonte2020.es/>).

**Instrumento PYME** es un subprograma dentro de Horizonte 2020 enfocado específicamente a posibilitar la entrada en el mercado de productos o servicios innovadores desarrollados por PYMEs y que dispongan al menos del prototipo de ese producto o servicio. Se divide en tres fases, en la Fase 1 se apoya el desarrollo de estudios de mercado y planes de negocio que validen la innovación propuesta. La fase 2 se centra en el desarrollo de todos los pasos necesarios para poder alcanzar la comercialización del producto: registro, validación, demostración, gestión de la propiedad intelectual, plan de marketing, etc. La fase 3 se centra en la búsqueda de inversores y oportunidades de negocio en diferentes mercados. A partir de 2018 las convocatorias estarán abiertas a cualquier temática de proyecto (<https://www.horizon2020.es/instrumento-pyme/>).

**LIFE** es el instrumento financiero de la Unión Europea para el medioambiente. Su objetivo es optimizar la implementación de las políticas europeas relacionadas con el medioambiente y apoya proyectos en dos subprogramas diferentes: Medioambiente, que incluye las áreas prioritarias Medioambiente y eficiencia en los recursos, Naturaleza y biodiversidad e Información y Gobernanza Ambiental y Acción por el clima, que incluye las áreas prioritarias Adaptación, Mitigación e Información y Gobernanza

Climática. Establece convocatorias anuales donde los proyectos presentados han de estar enfocados a la resolución de un problema ambiental o al aprovechamiento de una oportunidad relacionada con la protección del medioambiente o la lucha y adaptación contra el cambio climático (<https://ec.europa.eu/easme/en/life>).

**Eureka** es una red intergubernamental compuesta por más de 40 países. Fue creada para fomentar el desarrollo de proyectos de I+D+i realizados en cooperación internacional, con el objetivo de fomentar la competitividad europea. EUREKA tiene una convocatoria para proyectos colaborativos abierta permanentemente. Los proyectos son evaluados por los organismos nacionales de cada entidad participante en el proyecto, en España gestionada por CDTI. En caso de ser aprobado en todos los países participantes, el proyecto obtiene el sello EUREKA y cada país financia al socio participante de dicho país. Además de la convocatoria continua de proyectos en colaboración, existen convocatorias de llamadas conjuntas de determinados países para fomentar la colaboración bilateral entre ellos y convocatorias paraguas enfocadas a determinados sectores (<http://www.eurekanetwork.org/>).

**Eurostars – Eureka** es el programa que apoya proyectos innovadores internacionales desarrollados por empresas de base tecnológica e intensivas en I+D, centrándose en la rápida entrada en el mercado. Es un programa desarrollado en cooperación entre EUREKA y la Comisión Europea y tiene una fase europea y otra nacional (en España gestionada por CDTI) ([www.eurostars-eureka.eu](http://www.eurostars-eureka.eu)).

**Programas Bilaterales** son programas de cooperación tecnológica que apoya proyectos colaborativos desarrollados por empresas y/o organismos de los dos países convocantes. Cada programa bilateral dispone de sus propios objetivos/prioridades y condiciones de participación. El organismo gestor de cada país, en el caso de España, CDTI, evalúa la propuesta y en caso de ser aprobada en ambos países cada país financia a los participantes nacionales. (<http://www.cdti.es/index.asp?MP=7&MS=563&MN=3>)

**Fast Track to Innovation** es un subprograma incluido dentro del programa Horizonte 2020 que desarrolló una fase piloto en 2015 y 2016 y del que se esperan convocatorias



a partir de 2018. Está enfocado al desarrollo de innovaciones en consorcios de empresas y entidades de investigación (3-5) donde las empresas tienen que tener un papel dominante. No tiene temáticas asociadas y exige la presentación de un modelo de negocio (<https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/fast-track-innovation-pilot>)

**Iniciativa PRIMA**, un consorcio de los países del área mediterránea para la búsqueda de soluciones que aseguren la sostenibilidad de la gestión del agua y los sistemas agroalimentarios. Se estructura en un programa de 10 años de duración que desarrollará convocatorias de proyectos. Actualmente está en fase de desarrollo por parte de la Unión Europea (<http://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=prima>).

**Acciones Urbanas Innovadoras** (UIA por sus siglas en inglés), tiene como objetivo principal facilitar espacios y recursos a las autoridades urbanas de toda Europa para poner a prueba ideas audaces que no se hayan probado hasta el momento para hacer frente a desafíos conectados y estudiar cómo responden esas ideas ante la complejidad de la vida real. Los proyectos que recibirán esta ayuda serán innovadores, de alta calidad, diseñados y desarrollados con la participación de partes interesadas clave, orientados a los resultados y transferibles. Es decir, encontrar y probar soluciones nuevas para problemas relativos al desarrollo urbano sostenible que resulten relevantes para el conjunto de la Unión (<https://www.uia-initiative.eu/en>).

**El Programa Interreg Sudoe** apoya el desarrollo regional en el sudoeste de Europa, financiando proyectos transnacionales a través del Fondo FEDER. Así, promueve la cooperación transnacional para tratar problemáticas comunes a las regiones de dicho territorio, como la baja inversión en investigación y desarrollo, la baja competitividad de la pequeña y mediana empresa y la exposición al cambio climático y riesgos ambientales. Los proyectos aprobados son frutos de consorcios compuestos por socios públicos y/o privados, procedentes de regiones de diferentes países del sudoeste europeo. Las regiones elegibles son todas las comunidades autónomas españolas (excepto Canarias), las regiones del sudoeste de Francia (Auvergne, Occitanie y Nouvelle Aquitaine), las regiones continentales de Portugal, Reino Unido (Gibraltar)

y el Principado de Andorra. Los proyectos aprobados por el Programa tratan sobre uno de los cinco ejes prioritarios: i) investigación e innovación, ii) competitividad de las pymes, iii) economía baja en carbono, iv) lucha contra el cambio climático, y v) medio ambiente y eficiencia de recursos (<https://www.interreg-sudoe.eu/inicio>)

#### b) Nacionales

**El Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)** concede a la empresa ayudas financieras propias y facilita el acceso a la de terceros (Subvenciones del Programa Marco de I+D de la UE, por ejemplo) para la realización de proyectos de investigación y desarrollo tanto nacionales como internacionales. Asimismo, presta apoyo a la empresa para desarrollar en cooperación internacional, para lo que ofrece ayudas a proyectos de innovación y transferencia de tecnología, su red exterior y los proyectos de cooperación multilaterales (Eureka e Iberoeka) y bilaterales con Canadá, Japón, China, Corea del Sur, India y Sudáfrica ([https://www.cdti.es/index.asp?MP=6&MS=5&MN=1&r=1440\\*900](https://www.cdti.es/index.asp?MP=6&MS=5&MN=1&r=1440*900)).

**La Fundación Biodiversidad** canaliza fondos para el desarrollo de proyectos de otras organizaciones como ONG, entidades de investigación, universidades, etc. Cada año colabora con más de 250 proyectos. Para ello, publica convocatorias de ayudas para apoyar proyectos desarrollados por terceros con fondos estatales y europeos (Fondo Social Europeo y Fondo Europeo y Marítimo de la Pesca). Por otro lado, la fundación también ejecuta proyectos directamente. Generalmente son grandes proyectos gracias a fondos europeos como los LIFE. También fomenta plataformas de colaboración como la Red emprenderverde o la Plataforma de Custodia del Territorio. Todo ello se centra en cinco líneas de actuación (Biodiversidad terrestre, biodiversidad marina y litoral, cambio climático y calidad ambiental, economía y empleo verde, y relaciones internacionales) con el objetivo de conseguir la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad española (<https://fundacion-biodiversidad.es/>).

**Los proyectos CIEN** son grandes proyectos de investigación industrial y de desarrollo experimental desarrollados en colaboración efectiva por agrupaciones empresariales y orientados a la realización de una investigación planificada en áreas estratégicas de futuro y con potencial proyección internacional. Con los proyectos CIEN se persigue también fomentar la cooperación público-privada en el ámbito de la I+D, por lo que requieren la subcontratación relevante de actividades a organismos de investigación. No existe ninguna restricción en cuanto al sector o a la tecnología a desarrollar. Se financian gastos de personal; costes de instrumental y material; costes de investigación contractual, conocimientos técnicos y patentes adquiridas a precios de mercado; gastos generales suplementarios, y otros gastos de funcionamiento. Todos los gastos financiados se han de destinar en exclusiva o derivar directamente de la actividad de I+D apoyada (<https://www.cdti.es/index.asp?MP=100&MS=803&MN=2>).

**Programa Torres Quevedo** se dirige a empresas, centros tecnológicos de ámbito estatal, centros de apoyo a la innovación tecnológica de ámbito estatal, asociaciones empresariales y parques científicos y tecnológicos para la contratación laboral de doctores que desarrollen proyectos de investigación industrial, de desarrollo experimental o estudios de viabilidad previos, a fin de favorecer la carrera profesional de los investigadores, así como estimular la demanda en el sector privado de personal suficientemente preparado para acometer planes y proyectos de I+D, y ayudar a la consolidación de empresas tecnológicas de reciente creación (<http://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.dbc68b34d11ccbd5d52ffeb801432ea0/?vgnextoid=cc7e332776e01610VgnVCM1000001d04140aRCRD&vgnnextchannel=deef865dd69b2610VgnVCM1000001d04140aRCRD>).

**Cervera** tiene como objetivo el fortalecimiento de las capacidades de innovación de las PYMEs y empresas de mediana capitalización, mediante la contratación de actividades de I+D con centros tecnológicos o la ejecución de proyectos de I+D en colaboración con dichos centros. En particular, esta línea tiene por objeto el fomento de la ejecución de proyectos de I+D con Centros Tecnológicos y Centros de Apoyo a la Innovación de ámbito estatal. Se financiarán proyectos de investigación y desarrollo empresarial de

carácter aplicado para la creación o mejora significativa de un proceso productivo, producto o servicio. Los proyectos deben demostrar un aspecto tecnológico diferencial sobre las tecnologías existentes en el mercado. Estos proyectos pueden comprender tanto actividades de investigación industrial como de desarrollo experimental. La característica esencial de esta tipología de proyectos es que necesariamente han de desarrollarse en un grupo limitado de áreas tecnológicas y contratar determinadas actividades del proyecto a Centros Tecnológicos ([http://eshorizonte2020.cdti.es/recursos/doc/Programas/Financiacion\\_CDTI/Red\\_Cerveira/7505\\_62622019173139.pdf](http://eshorizonte2020.cdti.es/recursos/doc/Programas/Financiacion_CDTI/Red_Cerveira/7505_62622019173139.pdf))

Otro portal interesante para acceder a subvenciones es el **Sistema Nacional de Publicidad de Subvenciones** <http://www.infosubvenciones.es/bdnstrans/GE/es/convocatorias>

#### c) Regionales

**La Fundación Séneca** tiene encomendada la misión de fomentar la investigación científica y técnica de excelencia en todos los ámbitos del conocimiento y la transferencia y aplicación de sus resultados, el impulso a la actividad innovadora y el aprecio social por la ciencia y la tecnología como medios para alcanzar una investigación social y económicamente relevante, atenta a las necesidades de su entorno. Con este objeto, trabaja en colaboración con múltiples organismos para mejorar la calidad del Sistema Regional de Ciencia, Tecnología y Empresa y su internacionalización, aumentando la capacidad de sus instituciones, apoyando la actividad de sus investigadores y estrechando los vínculos entre el ámbito empresarial y el sistema de investigación. Sus principales ejes de actuación articulados en Programas son: i) Programa de Talento Investigador, ii) Programa de Apoyo a la Investigación, iii) Programa de Valorización y Transferencia del Conocimiento, y iv) Programa “Jiménez de la Espada” de Movilidad, Cooperación e Internacionalización (<https://www.fseneca.es/>).

**El Programa RENACE** es un programa impulsado por el gobierno regional para la recuperación social y el fomento del reemprendimiento empresarial y laboral en la Región de Murcia mediante un plan de asesoramiento, financiación y ayuda a empresarios, emprendedores y profesionales para reducir o eliminar las cargas financieras contraídas durante el periodo de crisis. El objetivo es posibilitar el inicio un nuevo proyecto empresarial o incorporarse al mundo laboral para recuperar aquellos proyectos empresariales obligados a cerrar debido a la crisis (<http://renace.info/>).

**El Instituto de Fomento (Info) de la Región de Murcia** suministra a la empresa la información personalizada sobre ayudas públicas (regionales, nacionales, comunitarias, etc.) disponibles en cada momento, así como de la forma en que se tramitan. De igual modo, da un primer asesoramiento sobre la forma de tramitación, plazos, requerimientos, etc. A través de su buscador de ayudas (<http://www.institutofomentomurcia.es/web/portal/ayudas-y-subsvenciones>) ofrece acceso a las ayudas y subvenciones de diversos campos como i) agricultura, ganadería y pesca, ii) energía, iii) I+D, iv) Innovación, v) medio ambiente, etc. (<http://www.institutofomentomurcia.es/>)

## A.6 - Portales y web temáticas

Agencia Andaluza del Agua: <http://www.juntadeandalucia.es/agenciadelagua/>

Agencia Balear del Agua y la Calidad Ambiental:  
<http://www.caib.es/govern/funciones.do?coduo=940&lang=es>

Agencia Catalana del Agua: <http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca/>

Aguas de Galicia: <http://augasdegalicia.xunta.es/es/Index.htm>

Agencia Vasca del Agua: <http://www.uragentzia.euskadi.net/u81-0002/es/>

Confederación Hidrográfica del Cantábrico: <http://www.chcantabrico.es/>

Confederación Hidrográfica del Duero: <http://www.chduero.es/>

Confederación Hidrográfica del Ebro: <http://www.chebro.es/>

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir:  
<http://www.chguadalquivir.es/chg/opencms/chg-web/contenido.html>

Confederación Hidrográfica del Guadiana: <http://www.chguadiana.es/>

Confederación Hidrográfica del Júcar: <http://www.chj.es/>

Confederación Hidrográfica del Miño-Sil: <http://www.chminosil.es/>

Confederación Hidrográfica del Segura: [http:// www.chsegura.es/chs/index.html](http://www.chsegura.es/chs/index.html)

Confederación Hidrográfica del Tajo: <http://www.chtajo.es/>

Consejo Insular de Aguas de El Hierro: <http://aguaselhierro.com/estatutos.html>

Consejo Insular de Aguas de Fuerteventura: <http://www.aguasfuerteventura.com/>

Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria: <http://www.aguasgrancanaria.com/>



Consejo Insular de Aguas de La Gomera: <http://www.aguaslagomera.com/>

Consejo Insular de Aguas de Las Palmas: <http://www.lapalmaaguas.es/>

Consejo Insular de Aguas de Tenerife: <http://www.aguastenerife.org/>

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: <http://www.marm.es/>

## A.7 – Boletines oficiales, noticias y eventos, revistas y otras webs de interés

### **Boletines oficiales**

BORM	<a href="http://www.carm.es/borm">http://www.carm.es/borm</a>
BOE	<a href="http://www.boe.es">http://www.boe.es</a>
DOUE	<a href="http://eur-lex.europa.eu/">http://eur-lex.europa.eu/</a>
TED	<a href="http://ted.europa.eu">http://ted.europa.eu</a>

### **Noticias y Eventos**

AEMA-RM	<a href="http://www.aema-rm.org/">http://www.aema-rm.org/</a>
Agencia SINC	<a href="http://www.agenciasinc.es/">http://www.agenciasinc.es/</a>
Agroinformación	<a href="http://www.agroinformacion.com">www.agroinformacion.com</a>
AguasResiduales.info	<a href="http://www.aguasresiduales.info">www.aguasresiduales.info</a>
ALEM	<a href="http://www.energiamurcia.es/">http://www.energiamurcia.es/</a>
ALINNE	<a href="http://www.alinne.es/">http://www.alinne.es/</a>
Anese	<a href="http://www.anese.es">www.anese.es</a>
Aqua España	<a href="http://www.aquaespana.org">www.aquaespana.org</a>
AREMUR	<a href="http://aremur.fremm.es">http://aremur.fremm.es</a>
Asociación 3e	<a href="http://www.asociacion3e.org">www.asociacion3e.org</a>
Asociación Jóvenes Empresarios	<a href="http://www.ajemurcia.com">www.ajemurcia.com</a>
Blog del Agua	<a href="http://www.blogdelagua.com">www.blogdelagua.com</a>
Cámara Comercio Murcia	<a href="http://www.cocin-murcia.es">www.cocin-murcia.es</a>
CEEIC	<a href="http://www.ceeic.com">www.ceeic.com</a>
CEEIM	<a href="http://www.ceeim.es">www.ceeim.es</a>
Ciencias Ambientales	<a href="http://www.cienciasambientales.org.es">www.cienciasambientales.org.es</a>
Club de Excelencia en Sostenibilidad	<a href="http://www.club sostenibilidad.org/">http://www.club sostenibilidad.org/</a>
COIIRM	<a href="http://coiirm.es/">http://coiirm.es/</a>
COITIRM	<a href="http://www.coitirm.es/">http://www.coitirm.es/</a>
Conciencia Eco	<a href="http://www.concienciaeco.com">www.concienciaeco.com</a>
CROEM	<a href="http://www.croem.es">www.croem.es</a>
DICYT	<a href="http://www.dicyt.com">www.dicyt.com</a>



EcoCosas	<a href="http://ecocosas.com">http://ecocosas.com</a>
ECODES	<a href="http://ecodes.org/">http://ecodes.org/</a>
Ecogaia	<a href="http://www.ecogaia.com">www.ecogaia.com</a>
EcoInteligencia	<a href="http://www.ecointeligencia.com">www.ecointeligencia.com</a>
EcoInventos	<a href="http://ecoinventos.com">http://ecoinventos.com</a>
El Blog del INFO	<a href="http://www.elblogdelinfo.com">www.elblogdelinfo.com</a>
Empresa exterior	<a href="http://www.empresaexterior.com">www.empresaexterior.com</a>
Energelia	<a href="http://energelia.com/">http://energelia.com/</a>
Erenovable	<a href="https://erenovable.com/">https://erenovable.com/</a>
Escuela de Organización Industrial	<a href="http://www.eoi.es">www.eoi.es</a>
EU Sustainable Energy Week	<a href="http://eusew.eu">http://eusew.eu</a>
Eventos IRC	<a href="http://www.innovationrelay.net/calendar/home.cfm?type=future">www.innovationrelay.net/calendar/home.cfm?type=future</a>
FEDIT	<a href="http://fedit.com">http://fedit.com</a>
FENERCOM	<a href="http://www.fenercom.com">www.fenercom.com</a>
Forética	<a href="http://www.foretica.org/">http://www.foretica.org/</a>
Fórum Ambiental	<a href="http://www.forumambiental.org">www.forumambiental.org</a>
Fund. para la sost. energ. y amb.	<a href="http://www.funseam.com">www.funseam.com</a>
Fundación CARTIF	<a href="http://www.cartif.com/">http://www.cartif.com/</a>
Fundación COTEC	<a href="http://cotec.es/">http://cotec.es/</a>
Fundación Renovables	<a href="https://fundacionrenovables.org/">https://fundacionrenovables.org/</a>
Infoambiental	<a href="http://www.infoambiental.es">www.infoambiental.es</a>
InKemia	<a href="http://www.inkemia.com">www.inkemia.com</a>
INTRAL	<a href="http://www.intral.es">www.intral.es</a>
Madri+d	<a href="http://www.madrimasd.org/">www.madrimasd.org/</a>
Medio Ambiente CARM	<a href="http://www.carm.es/medioambiente/">www.carm.es/medioambiente/</a>
Mercado Tecnológico	<a href="http://cordis.europa.eu/marketplace/es/links.htm">http://cordis.europa.eu/marketplace/es/links.htm</a>
Murcia Empresa	<a href="http://www.murciaempresa.com">www.murciaempresa.com</a>
Notas de prensa de la CARM	<a href="http://www.carm.es">www.carm.es</a>
Noticias de la Ciencia y la Tecnología	<a href="http://noticiasdelaciencia.com/">http://noticiasdelaciencia.com/</a>
OpenAIRE	<a href="http://www.openaire.eu">www.openaire.eu</a>

Plan de Ciencia	<a href="http://www.plandeciencia.com">www.plandeciencia.com</a>
Plataforma Agua	<a href="http://www.plataformaagua.org">www.plataformaagua.org</a>
Química del Agua	<a href="http://www.quimicadelagua.com">www.quimicadelagua.com</a>
Residuos Profesional	<a href="https://www.residuosprofesional.com/">https://www.residuosprofesional.com/</a>
Revista RETEMA	<a href="http://www.retema.es">www.retema.es</a>
RHC Platform	<a href="http://www.rhc-platform.org">www.rhc-platform.org</a>
SOSTenible	<a href="http://www.sostenible.cat">www.sostenible.cat</a>
Technology Review	<a href="http://www.technologyreview.es">www.technologyreview.es</a>
UCAM	<a href="http://www.ucam.edu">www.ucam.edu</a>
Universidad de Murcia	<a href="http://www.um.es">www.um.es</a>
UPCT	<a href="http://www.upct.es">www.upct.es</a>
<b><u>Literatura científica y técnica</u></b>	
AENOR	<a href="http://www.aenor.es">http://www.aenor.es</a>
ASTM standards	<a href="https://www.astm.org/Standard/standards-and-publications.html">https://www.astm.org/Standard/standards-and-publications.html</a>
Directory of Open Access Journals	<a href="http://esrjournal.org">http://esrjournal.org</a>
DOAJ Directory of Open Access Journals	<a href="https://doaj.org/">https://doaj.org/</a>
IEEE Xplore	<a href="http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>
IEEE	<a href="https://www.ieee.org/index.html">https://www.ieee.org/index.html</a>
Ingenta Connect	<a href="http://www.ingentaconnect.com/">http://www.ingentaconnect.com/</a>
Institution Engineering and Technology	<a href="https://www.theiet.org/resources/inspec/index.cfm?">https://www.theiet.org/resources/inspec/index.cfm?</a>
Research Gate	<a href="https://www.researchgate.net/">https://www.researchgate.net/</a>
SciCentral	<a href="http://www.scicentral.com/">http://www.scicentral.com/</a>
Science Direct	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
Science Media	<a href="http://www.sciencemediacentre.org/">http://www.sciencemediacentre.org/</a>
SciVal	<a href="https://www.elsevier.com/solutions/scival">https://www.elsevier.com/solutions/scival</a>
Springer	<a href="http://www.springer.com/gp/products/journals">http://www.springer.com/gp/products/journals</a>
Teseo	<a href="https://www.educacion.gob.es/teseo/irBusquedaAvanzada.do">https://www.educacion.gob.es/teseo/irBusquedaAvanzada.do</a>
WILEY	<a href="https://www.wiley.com/en-us">https://www.wiley.com/en-us</a>

Este Proyecto está financiado hasta el 80% con recursos del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) asignados al Instituto de Fomento de la Región de Murcia con arreglo a la Subvención Global mediante la Decisión C(2015)3408, de la Comisión, por la que se aprueba el Programa Operativo de intervención comunitaria FEDER 2014-2020 en el marco del objetivo de inversión en crecimiento y empleo, en la Comunidad Autónoma de Murcia, como Región calificada en transición.

Para cualquier información adicional relativa a este Proyecto puede dirigirse a:

Asociación Empresarial Centro Tecnológico de la Energía y del Medio Ambiente de la Región de Murcia

C/ Sofía 6-13, P.I Cabezo Beaza, Cartagena, 30353

968520361

[cetenma@cetenma.es](mailto:cetenma@cetenma.es)

En Cartagena, a 29 de Junio de 2018

Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación de CETENMA

OTRI nº 181