

## **ANEXO II. Reto 2: Potabilización del agua a través de soluciones innovadoras de generación de ozono por hidrólisis**

### **1. ANTECEDENTES**

EMASESA - Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A.- es la primera empresa de aguas de Andalucía y la segunda empresa nacional de gestión del ciclo integral del agua por volumen de clientes. Además, es la séptima empresa nacional por volumen de facturación en el sector.

EMASESA gestiona el abastecimiento directo de agua potable a la capital hispalense y de las poblaciones de Camas, Dos Hermanas, Alcalá de Guadaíra, Mairena de Alcor, San Juan de Aznalfarache, Coria del Río, La Puebla del Río, Alcalá del Río, La Rinconada, El Garrobo y El Ronquillo, lo cual supone 12 municipios abastecidos. En total, EMASESA abastece directamente a 1.071.245 habitantes.

Además de los abastecidos directamente, EMASESA es responsable indirecto del abastecimiento en 31 municipios adicionales, que agrupan a 321.712 habitantes. Tanto en aquellas localidades en las que abastece directamente como en las que abastece indirectamente, EMASESA distribuye 112 litros/habitante y día.

EMASESA dispone de una serie de infraestructuras que hacen posible la gestión de todos los procesos que conforman el Ciclo Integral del Agua y que favorecen que el servicio a la ciudadanía mejore año tras año.

- 6 embalses (639 Hm<sup>3</sup>).
- 3 Estaciones de Tratamiento de Agua Potable.
- 37 Estaciones de Bombeo Pluviales.
- 3.835 Kilómetros de red de abastecimiento.
- 2.933 Kilómetros de red de saneamiento.
- 6 Estaciones depuradoras de Aguas Residuales con capacidad de tratamiento 494.220 m<sup>3</sup>/día
- 3 Tanques de tormenta.
- 24 estaciones de bombeo de aguas residuales.
- 1 Planta de compostaje.

EMASESA se ha caracterizado por ser pionera en abanderar la gestión del Ciclo Integral del Agua desde la perspectiva del servicio público junto con la de la responsabilidad ambiental.

Por otro lado, la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) establece un marco legal para proteger el agua en toda Europa y garantizar su uso sostenible a largo plazo. EMASESA desarrolla un Programa de Vigilancia de los ecosistemas acuáticos destinados al abastecimiento para garantizar en todo momento en origen el agua de la mejor calidad posible.

En la cuenca hidrográfica del Guadalquivir se asientan entornos naturales y zonas protegidas entre los que se encuentran la captación de abastecimientos, las zonas de protección de especies acuáticas económicamente significativas, zonas vulnerables, zonas sensibles, zonas de protección de hábitats y especies o humedales, entre otros. Consecuentemente, las Administraciones Públicas realizan el máximo esfuerzo para la investigación, prevención y protección de dichos entornos. Los recursos hídricos, sobre los que tiene competencia la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, constituyen un aspecto clave para la investigación

de los ecosistemas y la biodiversidad que es necesario proteger y gestionar con el mejor conocimiento.

## **2. LA PROBLEMÁTICA: LA CALIDAD DEL AGUA EN ORIGEN**

### **El cambio climático y sus implicaciones**

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), aceptada ahora internacionalmente como la ruta hacia un desarrollo y gestión eficientes, equitativos y sostenibles de un recurso cada vez más limitado, es fundamental como base de conocimiento para la toma de decisiones que afectan a ecosistemas, biodiversidad y desarrollo económico y social.

EMASESA desarrolla un Programa de Vigilancia de los ecosistemas acuáticos destinados al abastecimiento, para garantizar que, en todo momento, el agua en origen sea de la mejor calidad posible. En este sentido, EMASESA trabaja para facilitar el tratamiento posterior del agua en la ETAP, reduciendo el impacto económico y, sobre todo, ambiental de su gestión y contribuir a la conservación de los ecosistemas naturales a través del uso sostenible del agua.

En muchas regiones, entre las que se encuentra la Comunidad Autónoma de Andalucía, la **disponibilidad de agua, tanto en cantidad como en calidad, se está viendo gravemente afectada** por el cambio climático, con más o menos precipitaciones según las diferentes regiones y una mayor frecuencia de fenómenos atmosféricos extremos. También, la **demanda se ve incrementada** como resultado del crecimiento de la población y otros cambios demográficos (en particular, la urbanización) y la expansión agrícola e industrial que resultan de la modificación de los patrones de consumo y de producción. Como consecuencia, algunas regiones se encuentran en un permanente estado en el que los niveles de demanda están superados y muchas otras regiones padecen esta misma situación en momentos críticos del año o en años de escasez de agua.

Además de los problemas relacionados con la cantidad disponible de agua, también se presentan problemas relacionados con la calidad del agua. La **contaminación** de las fuentes de agua constituye uno de los principales problemas que afrontan los usuarios de los recursos hídricos y supone una amenaza para el mantenimiento de los ecosistemas naturales. Igualmente, el cambio climático junto con la sobreexplotación del medio hídrico ha generado consecuencias negativas en la diversidad de las especies, así como la aparición de especies invasoras entre otras consecuencias. Por tanto, EMASESA trabaja en ampliar su conocimiento de las cuencas hidrográficas y de cómo interactúan los distintos indicadores tanto de calidad y de cantidad, como de contaminación. Uno de los principales aprendizajes extraído es que el empeoramiento de la calidad del agua responde a episodios en los que se aprecia un incremento de la materia orgánica, la aparición de compuestos que puedan alterar las características organolépticas del agua, así como episodios de aparición de toxicidad por algas. Por tanto, para mitigar los efectos que producen estos agentes, es preciso disponer de tecnologías de potabilización que puedan dar respuesta a la problemática, en el marco de la sostenibilidad (eficiencia energética, no adición de reactivos, etc.)

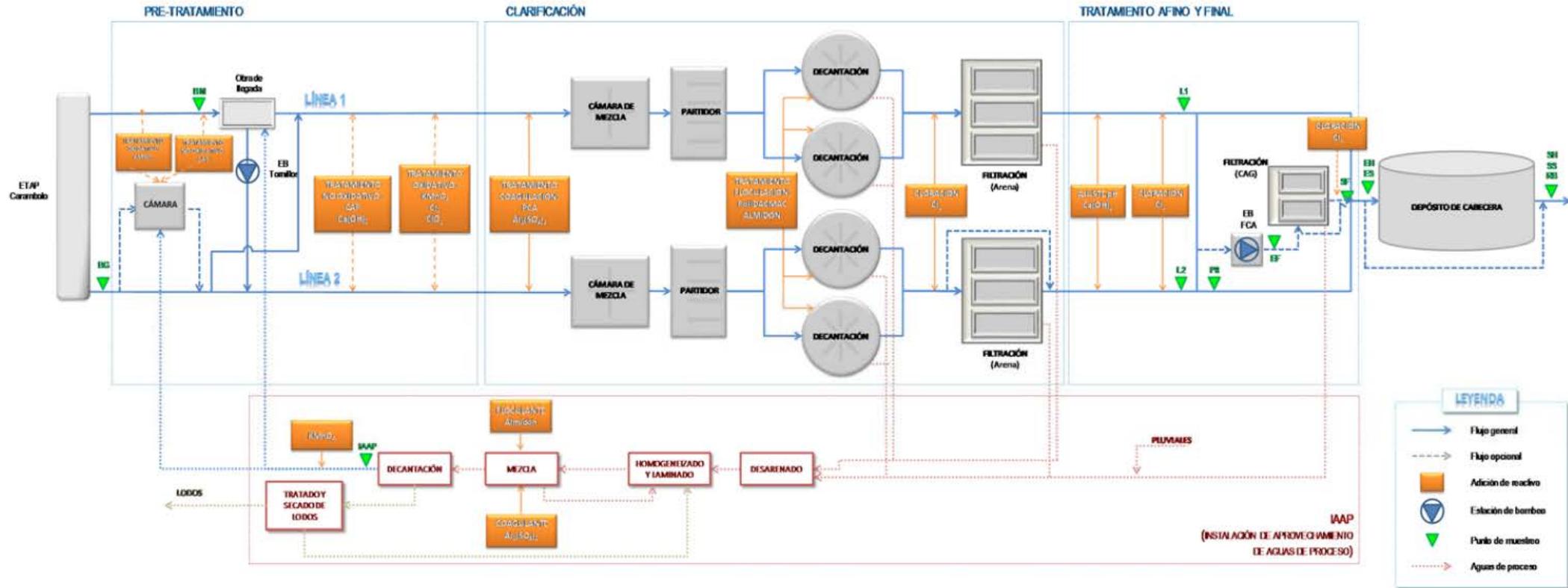
### **Esquemas del sistema EMASESA**

En los siguientes diagramas de bloques se indican y definen los elementos principales que forman parte del sistema de infraestructuras de EMASESA, así como la interrelación entre ellas.

Sistema de agua bruta (Captación, Aducción y Transporte)



Sistema de potabilización ETAP Carambolo

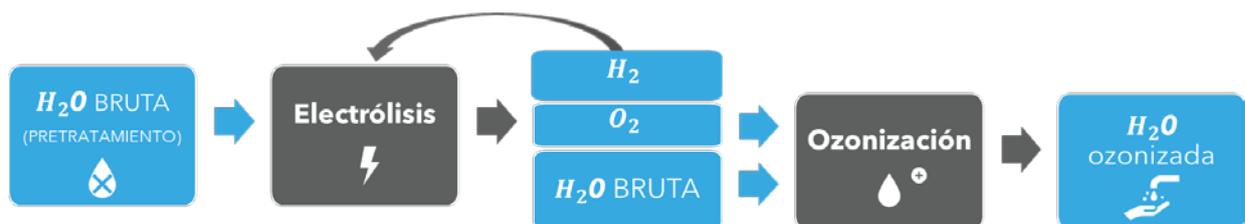


### **3. NECESIDAD NO CUBIERTA**

EMASESA requiere de una solución que le permita adaptar su sistema de abastecimiento al creciente deterioro de la calidad del agua en origen, en unas condiciones técnicas, de calidad y económicas acordes a estándares. Para estas últimas, EMASESA precisa de una solución capaz de reutilizar la energía propia del proceso de la potabilización, de forma que el proceso sea más sostenible y menos costoso.

### **4. OBJETIVOS**

El principal objetivo de esta Consulta Preliminar al Mercado es la búsqueda de soluciones innovadoras, que superen las prestaciones de aquellas disponibles actualmente en el mercado, para la **potabilización de agua**, mediante la obtención y almacenamiento de **oxígeno puro**, mediante un proceso de hidrólisis del agua. Asimismo, este proceso de hidrólisis **deberá permitir producir hidrógeno puro**, que puede ser empleado para la generación de energía y así hacer más sostenible el proceso de ozonización.



La implantación de un sistema de estas características permitirá, por tanto, cubrir las necesidades de **reducción de costes y aumento de la calidad del agua resultante** de los procesos de potabilización de agua, además de reducir el impacto medioambiental de los mismos. Asimismo, se espera que este sistema se convierta en un demostrador para otras tantas Estaciones de Tratamiento de Agua Potable nacionales e internacionales.

Se debe tener en consideración que tampoco está previsto que la solución sustituya a ningún otro proceso cuando se implemente en las ETAP. Asimismo, tampoco se ha definido aún el lugar que debería ocupar en el esquema, aunque se considera interesante que la toma de agua esté cerca del agua tratada. De forma que no sea necesario implantar un pretratamiento para que el agua que llegue al electrolizador tenga las características adecuadas al mismo.

#### **Objetivos específicos y requisitos esperados de la solución**

Con esta propuesta se buscan soluciones, que superen las prestaciones de aquellas actualmente disponibles en el mercado, que alcancen los siguientes objetivos específicos:

- a) Mejorar la calidad de agua aducida.
- b) Mejorar la calidad de agua introducida en el sistema de abastecimiento (sistema de ozonización actual vs proceso de ozonización/hidrólisis/aprovechamiento energético).

- c) Aumentar el volumen de agua tratada (h.e. por ETAP).
- d) Mejorar en lo relativo a ahorro energético/costes esperados.
- e) Generar ozono suficiente para el tratamiento de agua, de forma que se obtengan los resultados previstos.
- f) Definir las especificaciones del sistema de generación de energía eléctrica a partir de H<sub>2</sub>.
- g) Definir los sistemas que se prevé alimentar con la generación de energía eléctrica a partir de H<sub>2</sub>.

### Requisitos funcionales de la solución

Se espera que la solución propuesta incorpore los siguientes puntos:

- a) Ante las necesidades de producción de ozono que se solicita por parte de EMASESA, se busca una solución que **incorpore un ozonizador y un electrolizador**. Dicho electrolizador sería alimentado por agua y por una corriente eléctrica, produciéndose el fenómeno de la electrólisis, que consiste en la separación de los átomos de hidrógeno y oxígeno del agua. Mediante la instalación del electrolizador, no solo se obtendría una corriente de oxígeno de salida del electrolizador, necesaria para generar el ozono, sino que se obtendría una corriente de hidrógeno. Con estas dos corrientes, se podría proceder de la siguiente manera.
- b) La alimentación eléctrica podrá ser mediante **una instalación fotovoltaica** situada en la cubierta de las instalaciones, lo que originaría el denominado hidrógeno verde y “ozono verde” o mediante dicha instalación fotovoltaica apoyada por la red eléctrica en las horas en las que no haya radiación solar.
- c) Una **corriente de oxígeno**. El oxígeno producido se llevaría a un depósito pulmón, y, previo paso por una fase de acondicionamiento va directamente hacia el equipo de ozonización, en caso de que el funcionamiento de la planta se haya diseñado para funcionamiento en continuo. En caso de que el funcionamiento fuera discontinuo se podría llevar a los tanques de almacenamiento de oxígeno donde se almacena el excedente de oxígeno producido, para que en las horas en las que no hay radiación solar, se pueda seguir produciendo ozono de la misma forma que se ha descrito con anterioridad.
- d) Para la mejor dilución del ozono en el agua, se pueden incluir **equipos difusores de nano burbujas**. Dichas nano burbujas presentan beneficios demostrables frente a las microburbujas. La flotabilidad neutra de las nano burbujas, junto a su excelente potencial de mezcla, permite una transferencia estable de oxígeno en todo el sistema. En cualquier caso, se espera que la solución propuesta incorpore mecanismos (pudiendo ser equipos difusores de nano burbujas u otros) que reduzcan significativamente el caudal de ozono (kg/h) necesario para la ozonización respecto a los métodos tradicionales.
- e) Una **corriente de hidrógeno**.
- f) **Sistema de conversión del hidrógeno en electricidad**, pudiendo ser mediante una pila de combustible o motor térmico.

Se espera que la solución propuesta ofrezca datos de dimensión y capacidad relativa de los sistemas, incluyendo el **cálculo de las necesidades de ozono** (actualmente, estimadas en 25 kg/h para métodos tradicionales), y de **hidrógeno** (estimadas en 130 kg/día, contando con que los electrolizadores disponibles en el mercado producen 8

veces más de oxígeno que de hidrógeno, en términos másicos), así como de **energía fotovoltaica**, necesarias para el volumen de agua tratada por EMASESA y las características de la solución propuesta.

## **5. ASPECTOS INNOVADORES DEL PROYECTO**

Esta propuesta se considera innovadora ya que, a pesar de que todos los procesos contemplados emplean tecnologías maduras, el reto de conseguir acoplar diferentes tecnologías en una solución única representaría un hito relevante.

De cualquier modo, no existe una solución integral en el mercado que permita cubrir todas las necesidades actuales de EMASESA. Si bien existen soluciones concretas para la ozonización, la obtención de oxígeno puro o la generación de energía mediante hidrógeno puro, no existe ninguna solución comercial que cubra todo el ciclo de vida y permita gestionar en un mismo sistema el conjunto de la operación, consistente en:

- Generación/almacenamiento de oxígeno e hidrógeno puro mediante proceso de hidrólisis.
- Generación de ozono para el tratamiento de agua.
- Generación de energía a partir del hidrógeno generado/almacenado.
- Incorporación de tecnologías que reduzcan el caudal de ozono necesario respecto a las soluciones disponibles en el mercado.

Se considera que un sistema de estas características permitiría incrementar la eficiencia del proceso, al poder gestionarse todos los elementos anteriores de manera comprensiva, adaptando las variables de control del proceso de forma articulada.