



INFORME DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO EN EL MARCO DEL PROGRAMA DE COMPRA PÚBLICA DE INNOVACIÓN EMALCSA#120, DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE LA CORUÑA (EMALCSA).

emalcsa#120

FEBRERO DE 2024



Índice

INFORME DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO EN EL MARCO DEL PROGRAMA DE COMPRA PÚBLICA DE INNOVACIÓN EMALCSA#120, DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE LA CORUÑA (EMALCSA).....	1
0. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO	4
1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN.....	6
2. RETOS DE INNOVACIÓN.....	10
3. RETO 1: #seguridad: MONITORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA.....	11
3.1 Antecedentes RETO 1	11
3.2 Limitaciones actuales y necesidades a cubrir en el RETO 1	14
3.4 Objetivos y requisitos esperados de las soluciones del RETO 1	16
3.5 Descripción de SUBRETO 1.1: Plataforma de control inteligente de la red de agua basada en sistemas de conducción con capacidades de detección.....	18
3.6 Descripción de SUBRETO 1.2: Plataforma automatizada de estaciones de alerta temprana para minimizar el gasto energético.....	27
4. RETO 2: #eficiencia: MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE BOMBEO Y POTABILIZACIÓN	33
4.1 Antecedentes Reto 2.....	33
4.2 Limitaciones actuales y necesidades a cubrir en el RETO 2.....	35
4.3 Objetivos y requisitos esperados de las soluciones del RETO 2.....	36
4.4 Descripción de SUBRETO 2.1 Desarrollo de piloto de demostración para bombeo de agua en régimen hiperlaminar.....	37
4.5 Descripción de SUBRETO 2.2 Desarrollo de tecnologías innovadoras de potabilización mediante procesos de oxidación avanzada.....	40
5. RETO 3: #comunicación: NUEVOS PROCESOS ATENCIÓN AL CLIENTE/CIUDADANO	44
5.1 Antecedentes Reto 3.....	44
5.2 Limitaciones actuales y necesidades a cubrir en el RETO 3.....	45
5.3 Objetivos y requisitos esperados de las soluciones del RETO 3.....	46
5.4 Contenido innovador Reto 3.....	47



6.	RETO 4: #planificación: GEMELO DIGITAL CON INTEGRACIÓN DE ESTRATEGIAS	50
6.1	Antecedentes Reto 4	50
6.2	Limitaciones actuales y necesidades a cubrir en el RETO 4	51
6.3	Objetivos y requisitos esperados de las soluciones del RETO 4	51
6.4	Contenido Innovador Reto 4	52
7.	DESARROLLO DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO (CPM)	54
7.1.	Convocatoria y publicación de bases de la CPM	54
7.2.	Organización de la Consulta Preliminar al Mercado	54
7.3.	Evento de presentación de CPM	54
7.4.	Formulario para entidades participantes	59
7.5.	Propuestas presentadas	60
7.6.	Entrevistas con las empresas participantes.....	63
8.	RESULTADOS DE LA CPM	65
8.1.	Datos de participación	65
9.	CONCLUSIONES Y SIGUIENTES PASOS.....	67
9.1.	Introducción de las conclusiones	67
9.2.	Procedimientos de contratación	69
9.3.	Mapa Demanda Temprana	69
	ANEXO I: ACTA DEL EVENTO DE PRESENTACIÓN.....	72
	ANEXO II: FORMULARIO DE PARTICIPACIÓN	76
	ANEXO III: ENTIDADES INSCRITAS EN EL EVENTO DE LANZAMIENTO	81
	ANEXO IV: PREGUNTAS FRECUENTES.....	85



0. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

La Empresa Municipal de Aguas de La Coruña (EMALCSA), es una sociedad anónima de capital municipal desde el año 1977. Nacida originariamente en el año 1903 como sociedad privada, desde el año 1967 es propiedad en exclusiva del Ayuntamiento de A Coruña. Sus competencias comprenden la gestión de forma directa del sistema de agua urbana en A Coruña y su entorno metropolitano. Dicha gestión incluye la captación, potabilización y distribución del agua y la posterior recogida de las aguas usadas, su depuración y su devolución al medio natural, en la ciudad de A Coruña y Carral, así como el abastecimiento en alta a su área metropolitana.

Asimismo, EMALCSA asume las competencias en materia de limpieza de las instalaciones de alcantarillado por encomienda de gestión desde 1996, el mantenimiento y reparación de la red de abastecimiento de agua potable, la concesión y establecimiento de acometidas para el suministro de agua y colabora con el Ayuntamiento de A Coruña en la gestión y prestación de otros servicios municipales.

La actividad de EMALCSA implica una capacidad total de tratamiento de casi 77 millones de metros cúbicos de agua y un número de clientes directos superior a los 137.000. A través de sus distintas líneas de actividad relacionadas con el agua, EMALCSA presta servicio a una población que supera los 400.000 habitantes de los municipios de A Coruña, Arteixo, Cambre, Culleredo, Oleiros, Sada, Bergondo y Carral. Como consecuencia del desarrollo de sus infraestructuras durante el último tercio del pasado siglo, EMALCSA es también responsable del suministro en alta a otros 7 ayuntamientos de su entorno, lo que supone una población servida de unos 400.000 habitantes, lo que en términos relativos supone casi el 15% de la población gallega.

Por tanto, toda la actividad que desarrolla EMALCSA tiene como finalidad abastecer de agua en cantidad y calidad suficiente a la sociedad coruñesa, así como cuidar y mejorar los recursos hídricos vinculados a la cuenca del Río Mero, permitiendo con ello el desarrollo y crecimiento de una buena parte de la sociedad gallega.

En este contexto, **el proyecto EMALCSA#120 se plantea como parte de la estrategia de EMALCSA para alcanzar una gestión integrada, enfocada a conectar la interacción entre el ciclo natural del agua, y su evolución en un escenario de lucha contra el cambio climático, la protección del medio ambiente y la biodiversidad o la garantía de calidad sanitaria del agua en un contexto de aparición de nuevos contaminantes y amenazas**, que suponen un nuevo horizonte en cuanto a la estrategia de la compañía para su proceso de mejora constante. En este sentido, el desarrollo de nuevas tecnologías orientadas al sector del agua supone una oportunidad extraordinaria para **aprovechar plenamente el potencial de la eficiencia energética**, el impulso de las actividades de I+D, la reducción de costes, la optimización en el uso de los recursos o **la gestión integrada del ciclo del agua, como factor de crecimiento económico y competitividad**, con la innovación tecnológica y científica como herramienta clave.

Teniendo en mente estos objetivos globales, los 4 retos que inicialmente se planteaban para el proyecto EMALCSA#120 se fundamentaban en impulsar el desarrollo de actuaciones de innovación para contribuir a la mejora de los servicios públicos a la ciudadanía desde la



perspectiva de integración de la gestión con el resto de los servicios ciudadanos y el contexto sociogeográfico propio. En este sentido, EMALCSA apuesta por la Compra Pública de Innovación (CPI) como herramienta para ejecutar el proyecto, fomentando así la innovación como la herramienta clave para abordar dichos retos:

1. Monitorización sistemas de agua.
2. Mejoras en los sistemas de bombeo y potabilización.
3. Nuevos procesos de atención al cliente/ciudadano.
4. Gemelo Digital con integración de estrategias.

El abordaje de estos retos permitirá a EMALCSA **desarrollar soluciones innovadoras que faciliten la gestión del sistema de agua y que contribuyan al progreso de la sociedad y a la conservación del medio natural garantizando la continuidad y calidad en la prestación del servicio de abastecimiento de agua, en un contexto medioambiental y social cada día más complejo y exigente.**

Este enfoque de proyecto es susceptible de ser financiado a través de la línea FID del Ministerio de Ciencia e Innovación en el marco del Programa Operativo Plurirregional FEDER 21-27, que conlleva la gestión de una Consulta Preliminar al Mercado.

Las Consultas Preliminares al Mercado están reguladas en el artículo 115 de la 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público (en adelante, LCSP), por la que se transponen las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, artículos 40 y 41, los órganos de contratación podrán realizar estudios de mercado y dirigir consultas a los operadores económicos que estuvieran activos en el mismo con la finalidad de preparar correctamente la licitación e informar a los citados operadores económicos acerca de sus planes y de los requisitos que exigirán para concurrir al procedimiento.

En este marco, EMALCSA consideró de interés promover una Consulta Preliminar del Mercado (CPM) que permitiera conocer el estado del arte actual en la materia, así como las capacidades de la colaboración público-privada y adquirir el conocimiento suficiente sobre las soluciones más innovadoras que el ecosistema empresarial y de investigación podría aportar para abordar el proyecto. Todo esto, con el objeto de preparar adecuadamente la eventual licitación de uno o varios contratos de Compra Pública de Innovación. Por lo anterior, la Empresa Municipal de Aguas de La Coruña (EMALCSA), publica la presente convocatoria de Consulta Preliminar del Mercado para preparar la eventual contratación de uno o varios proyectos de Compra Pública de Innovación, informando para ello a los operadores económicos acerca de los retos y de las necesidades a solventar. Este informe motivado formará parte del expediente de contratación y estará sujeto a las mismas obligaciones de publicidad que los pliegos de condiciones, publicándose en todo caso en el perfil del contratante del órgano de contratación.



1. ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN

EMALCSA es una sociedad mercantil privada nacida en el año 1903 y que desde el año 1967 es propiedad en exclusiva del Ayuntamiento de A Coruña, siendo su actual figura jurídica establecida de forma definitiva en el año 1977. Tiene encomendado, como medio propio de dicho ayuntamiento y en su condición de Sociedad Anónima de capital Municipal, la gestión del servicio de Abastecimiento de agua en el término municipal. Además, y de acuerdo con sus estatutos, presta otros servicios al propio ayuntamiento y gestiona el complejo CASA DEL AGUA en la ciudad de A Coruña desde el año 2003. Como consecuencia del desarrollo de sus infraestructuras durante el último tercio del pasado siglo, EMALCSA es también responsable del suministro en alta a otros 7 ayuntamientos de su entorno, lo que supone una población servida de unos 400.000 habitantes.

Para este suministro, EMALCSA toma los recursos de acuerdo con las concesiones otorgadas de la cuenca del Río Mero y que suponen un caudal potencial de tratamiento de 2,3 m³/seg. La empresa tiene en el embalse de Cecebre su principal infraestructura de regulación, que garantiza los caudales necesarios en todos los momentos del año. La cuenca del Río Mero tiene apenas 300 km² de extensión, lo que supone que menos del 1% de la superficie de Galicia tiene la responsabilidad de abastecer al 15% de la población, lo que nos da una idea de la importancia de su protección y correcta explotación.

En sus 120 años de historia, EMALCSA ha podido desempeñar su función de abastecer de agua en cantidad y calidad suficiente a las demandas de la sociedad coruñesa, permitiendo con ello su desarrollo y crecimiento, de tal manera que el agua no ha sido nunca un condicionante. La presencia en el área de un puerto de gran actividad en pesca y graneles, o de empresas como la cervecera ESTRELLA GALICIA, la refinería de REPSOL y la embotelladora de Coca Cola (EUROPACIFIC PARTNERS), consumidores intensivos de agua, suponen la mejor demostración de la capacidad de la cuenca y de la compañía para responder, así como el crecimiento de la población y su bienestar a lo largo de diferentes momentos históricos.

Que consiguiéramos llegar hasta aquí haciendo lo necesario para poder atender a nuestras obligaciones supone una gran responsabilidad de cara al futuro, dado que los retos de la sociedad moderna, relacionados con temas tan complejos como la lucha contra el cambio climático, la protección del medio ambiente y la biodiversidad o la garantía de calidad sanitaria del agua en un contexto de aparición de nuevos contaminantes y amenazas, suponen un nuevo horizonte en cuanto a la estrategia de la compañía en su proceso de mejora constante.

En la actualidad ya no es suficiente suministrar agua en cantidad y calidad suficiente. Ahora los retos de los operadores están del lado de la **gestión de la demanda** como herramienta de protección del recurso, la **participación social** como mecanismo para mejorar nuestra gobernanza y la **innovación** permanente como palanca para poder acometer los retos de futuro. En este contexto EMALCSA desarrolla desde hace más de 10 años una intensa actividad de I+D+i en la búsqueda de nuevas y mejores soluciones para su día a día y también para las nuevas amenazas y exigencias de su actividad.

En la sociedad moderna la implicación de los gestores va más allá de captar el agua, potabilizarla y distribuirla con eficacia, necesitamos ser capaces de concienciar y encontrar la colaboración ciudadana y social para poder desarrollar nuevas formas de hacer las cosas que permitan un modelo más sostenible. En este contexto las técnicas de economía circular y la descarbonización son pilares que permitirán diseñar un modelo más eficiente de suministro de agua, respetando el medio y manteniendo siempre la calidad de vida de los ciudadanos. Para ello se desarrolló a través de una colaboración con el grupo GEAMA, y bajo la Dirección del profesor Dr. Joaquín Suárez un nuevo enfoque en la planificación y la gestión del agua denominado DUSA (Desarrollo Urbano Sensible al Agua). Este enfoque trata de modificar la visión tradicionalmente lineal del esquema de Ciclo Integral del Agua, utilizado de forma universal en este sector, por otra más sistémica donde los elementos y procesos que componen la actividad del suministro se relacionan entre sí de manera orgánica, mediante un balance permanente de entradas y salidas de recursos y buscando la optimización de los distintos elementos que componen el mix del agua urbana. DUSA trata de integrar, mediante un proceso flexible, participativo e iterativo, los elementos del sistema de agua urbana con el desarrollo de las ciudades y la gestión de la cuenca fluvial, de manera que podamos mejorar la sostenibilidad de estos mediante la maximización de los resultados económicos, sociales y ambientales de una manera equitativa. **Este enfoque promueve una aproximación al desarrollo urbano que se adapte a las características naturales de los emplazamientos, protegiendo los ecosistemas naturales y optimizando el uso del agua.**

El DUSA propone una integración de estos elementos en un sistema (no en un ciclo, que al final no deja de ser un proceso lineal), donde estos elementos tienen entornos de superposición o solape que pueden ser zonas de oportunidades de mejora. A su vez, estas "relaciones" están supeditadas y condicionadas por elementos como el medio acuático y territorial y sus connotaciones legales.

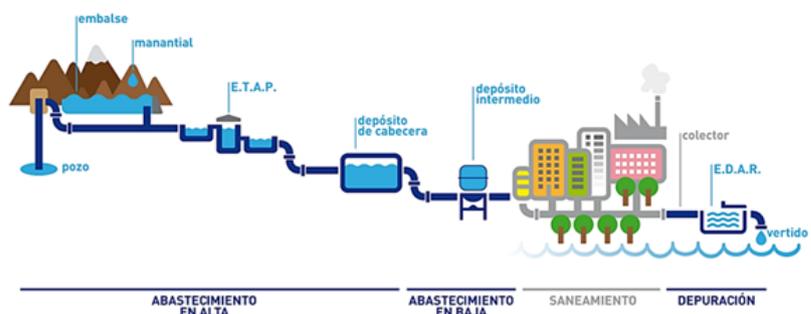


Figura 1: Visión de ciclo tradicional y representación lineal real del proceso de gestión del agua



Figura 2: Esquema genérico DUSA (J. Suárez 2017)

Si nos centramos en el ámbito del abastecimiento, el punto de oportunidad identificado actualmente se centra en la diversificación de las fuentes de suministro, pasando de una gestión orientada a la oferta a través de las fuentes naturales, a una gestión de la demanda, donde la tecnología y los hábitos suponen oportunidades de mejora y donde en la actualidad debemos dar un paso más en la búsqueda de cómo implementar estas ideas en sistemas muy apalancados en prácticas y esquemas tradicionales. Este paso está vinculado a conocer la calidad del agua, en cada ámbito, y entender que distintos usos requieren distintas calidades y eso supone en el contexto del sistema una oportunidad para mejorar las fuentes de suministro aportando agua desde otros contextos diferentes al natural. En este caso existen grandes oportunidades de mejora, pero con importantes limitaciones legales por el actual ordenamiento en gestión de aguas existente tanto en Europa como por supuesto en España.

Partiendo de este enfoque conceptual, EMALCSA plantea una serie de propuestas que permitan establecer nuevas soluciones en distintos procesos e infraestructuras que nos permitan prepararnos para prestar el servicio que tenemos encomendado con una visión más sostenible, como la que se propone en el marco DUSA. Con carácter general, los objetivos que podemos definir, dentro de los tres **ejes que definen la sostenibilidad en los sistemas de gestión de aguas**, serían:

- AMBIENTALES:
 - o Conservación y recuperación de espacios naturales y limitar al máximo las alteraciones de los equilibrios ecológicos.

- Racionalización de la demanda del suministro, potenciando uso de fuentes complementarias y el uso de diferentes calidades de agua para diferentes usos.
- Protección activa de las aguas superficiales y subterráneas, manteniendo la diversidad y riqueza de los hábitats.
- SOCIALES:
 - Crear entornos urbanos de mayor calidad natural.
 - Crear corredores y nodos que unan espacios de actividad social significativa.
- ECONÓMICOS:
 - Ahorro de costes en potabilización.
 - Ahorro de costes en red mediante mejora del dimensionamiento y extensión.
 - Mejora del valor de mercado de las propiedades a través de la mejora de las condiciones del entorno.
 - Mejora de la eficiencia energética en todos los procesos, tanto públicos como privados.



Figura 3: Esquema de los ejes que definen la sostenibilidad en los sistemas de gestión de aguas

Todos estos objetivos están directamente relacionados con la visión que EMALCSA tiene del servicio que gestiona y para lo que es necesario involucrar al sector del conocimiento e incorporar desde ya nuevas tecnologías y planteamientos que nos permitan alcanzar los objetivos y contestar a los retos planteados.



2. RETOS DE INNOVACIÓN

Al hilo de lo anterior, EMALCSA, en el año de su 120 aniversario, ha decidido dar un paso más en el proceso innovador que siempre ha sido la base de su gestión. Desde el año 2013, la existencia de un área específica dedicada a INNOVACION ha supuesto un impulso en el desarrollo de algunas de las iniciativas más importantes de mejora en los 120 años de historia de la compañía. Ese paso es un proyecto de compra pública innovadora vinculada a cuatro retos que suponen algunos de los grandes retos de la gestión del agua en los próximos años y en los que Emalcsa quiere posicionarse como empresa puntera.

El proceso de consulta preliminar al mercado (CPM), desarrollado entre los meses de febrero y marzo de 2023 arrojó, a juicio de los técnicos de la empresa, algunas oportunidades de mejora que resultan más que interesantes para su puesta en producción en nuestra compañía, con el ánimo de aproximar cada vez más nuestro modelo a la propuesta DUSA descrita previamente (Desarrollo Urbano Sensible al Agua), y que apalancaba las aspiraciones de mejora continua en los pilares de sostenibilidad e integración. En base a estos resultados, se ha elaborado una propuesta de desarrollo de soluciones para los retos planteados amparados en la base de tecnologías y técnicas propuestas por las empresas y entidades participantes en el proceso:

RETO 1: Monitorización sistemas de agua.

RETO 2: Mejoras en los sistemas de bombeo y potabilización.

RETO 3: Nuevos procesos de atención al cliente/ciudadano.

RETO 4: Gemelo Digital con integración de estrategias.

En este sentido, hay que destacar que en la etapa de CPM han participado entidades punteras en el ámbito de desarrollo tecnológico y líderes en sus correspondientes sectores, lo que da aún más valor añadido a las conclusiones obtenidas y asegurando la representatividad innovadora frente al estado de arte de los planteamientos.

3. RETO 1: #seguridad: MONITORIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA

3.1 Antecedentes RETO 1

Menos del 1% de la superficie de Galicia, lo que supone la cuenca completa del Río Mero, tiene la responsabilidad de producir el agua que permite abastecer a más de 400.000 habitantes y una importante industria agroalimentaria y textil en el área de A Coruña.

Para llevarlo a cabo, EMALCSA dispone de recursos propios para la realización de las analíticas y controles establecidos pero, para poder realizar su labor de forma más eficaz, siempre ha existido una alta sensibilidad hacia un mayor control de la calidad del servicio y del agua distribuida, potenciando las acciones de monitorización de la calidad de agua, tanto en la cuenca como en distribución, en paneles instrumentados y en el desarrollo de sistemas de captación de datos de alta frecuencia, teniendo en cuenta las características propias de las condiciones orográficas de las infraestructuras de distribución en A Coruña.

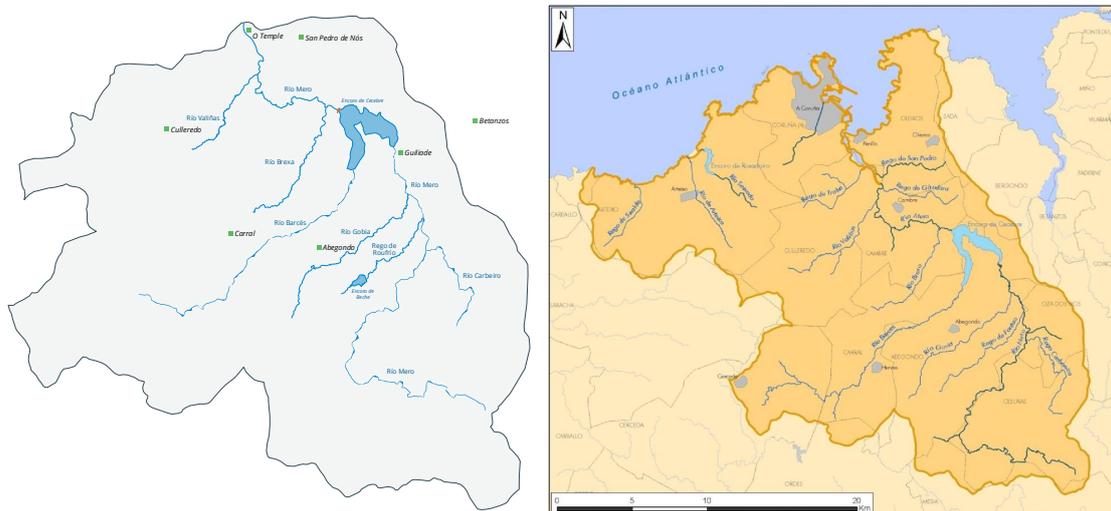


Figura 4: Cuenca del Río Mero. Superficie, con una superficie de 283,5 km² y ejemplo de sistema de abastecimiento 11, según planificación hidrológica GALICIA COSTA

AGUA NATURAL. MONITORIZACION DE CUENCA

En este contexto, desde hace más de 10 años, desde EMALCSA se han iniciado, de la mano del organismo de cuenca Augas de Galicia y otros agentes territoriales como la Reserva de la Biosfera Mariñas Coruñesas e Terras do Mandeo que ocupa todo el territorio, entre otros, de la cuenca del Río Mero, trabajos enfocados a la mejora del conocimiento hidrológico y limnológico con el propósito de **acondicar los tratamientos y garantizar la calidad del agua suministrada a la población en un contexto de cambios, derivados tanto de la propia dinámica de las masas de agua como de la influencia humana o de los efectos del cambio climático.**

Para su desarrollo EMALCSA ha desplegado en los últimos años, como consecuencia de su preocupación por un servicio excelente, una serie de infraestructuras de monitorización que permiten conocer, más allá de lo legalmente establecido, el comportamiento tanto

cualitativo como cuantitativo de las aguas que capta y potabiliza, así como de sus dinámicas hidrológicas.

El actual sistema desplegado consta de sondas multiparamétricas en los tres puntos críticos del sistema, las dos ETAP y la Presa de Cecebre, ésta última montada sobre un perfilador que permite realizar 6 controles diarios en profundidad, con un paso de 0,5 m y una profundidad máxima de 14 m, para conocer el estado de la columna de agua. Los parámetros de interés que se monitorizan mediante estos equipos de forma estándar son: oxígeno disuelto, temperatura, pH, conductividad eléctrica, potencial redox, turbidez, concentración de clorofila, concentración de ficocianina, materia orgánica disuelta (fDOM) y nivel de profundidad.

Además, se captan datos meteorológicos como temperatura, precipitación, ETP y viento, y se realizan, mediante sondas radar, aforamientos en las colas del embalse, correspondientes a las aportaciones de los ríos Mero y su afluente el Barcés, y control de caudales mediante estimación en válvulas y compuertas de la presa, así como el agua tratada en las dos ETAP (señaladas en el mapa como WTP A TELVA y WTP CAÑAS).

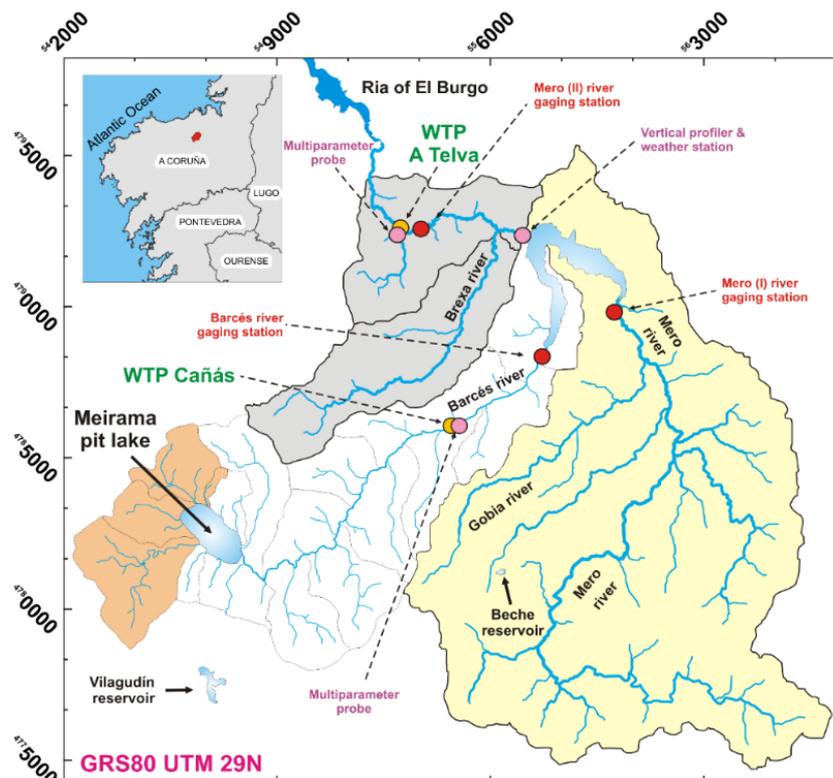


Figura 5: Configuración actual del sistema de monitorización de cuenca del Rio Mero gestionado por EMALCSA

AGUA POTABLE. MONITORIZACIÓN DISTRIBUCIÓN

Por otro lado, y como se destacaba previamente, el sistema que gestiona EMALCSA es responsable del suministro de agua no solo al ayuntamiento de A Coruña con sus 250.000 habitantes, sino también a los 7 ayuntamientos de su entorno metropolitano, que suponen otros 150.000 habitantes, lo que en conjunto supone casi el 15% de la población de Galicia.

Para poder llevar a los ciudadanos el agua que se recoge en la cuenca y se potabiliza en las instalaciones de A Telva y Cañas, es necesaria una red de más de 600 km con un importante número de **puntos críticos**, entre los que podemos considerar:

- Los **bombes de agua** para garantizar la calidad del suministro. En este sentido, solo los que gestiona directamente EMALCSA son más de 20, pero existen también numerosas instalaciones que los ayuntamientos del entorno tienen para atender a sus necesidades.
- Los **depósitos de almacenamiento** en los distintos escalones que el sistema tiene para poder optimizar la gestión y aportar resiliencia al abastecimiento de la población.
- Los **puntos de entrega a otros gestores** de los distintos ayuntamientos.

En la actualidad un operador es responsable legal de un importante número de analíticas de calidad de agua distribuida para verificar el cumplimiento de los parámetros que la reglamentación vigente obliga. Éstos se ven incrementados con la reciente transposición de la directiva europea de aguas de abastecimiento al ordenamiento español, lo que pone a los operadores en la **necesidad de incrementar sus sistemas de control sobre las redes de distribución**. En el ámbito de la ciudad de A Coruña, de forma resumida la situación es la siguiente:

- 1) Todos los bombes están telecontrolados:
 - Conexión radio/3G con sistemas de medición de nivel en depósitos por sondas piezométricas.
 - Autómata de control, con sistema inteligente para balancear el bombeo en función de parámetros de nivel y de tarifa.
 - Conexión plataforma de gestión (3G).
- 2) Además, la red está parcialmente sectorizada, de forma que un porcentaje alto de la misma está controlado en 15 puntos de entrega compuestos de:
 - Sensor de presión.
 - Caudalímetro electromagnético con rango de medida regulable.
 - Conexión con plataforma de gestión (3G).

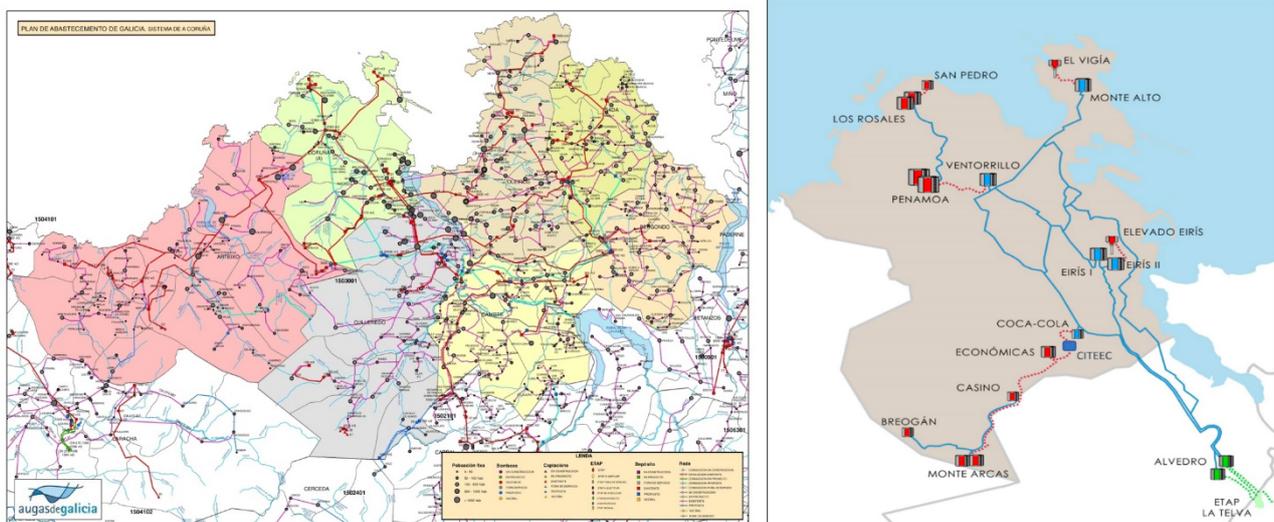


Figura 6: Mapa de la red de abastecimiento del Área de A Coruña, con los puntos más significativos y esquema general de la red principal de abastecimiento de Coruña desde cabecera de sistema

También se dispone de puntos de control de calidad monitorizados en red:

- Panel control de calidad de agua, instalado en la red de distribución con instrumentación como: sensores de presión a la entrada y salida del panel, caudalímetros ultrasónicos con rango de medida regulable, contadores de partículas, sistemas de medida multiparamétricos para la monitorización físico-química de agua potable, sensores de pH, sensores de conductividad y temperatura, sensores de cloro libre residual, sensores de oxígeno disuelto, sondas espectrométricas (color, turbidez, NO₃, COD, COT), sistemas *Datalogger* Arduino para gobernar la apertura de las electroválvulas y actuar como dispositivos de almacenamiento de los registros de los sensores de presión y caudalímetros o electroválvulas de regulación.
- Para las acciones de control de depósitos se poseen equipos contadores de partículas, integrados en los sistemas de comunicación de los autómatas de control de bombeos, para disponer información en tiempo real.

3.2 Limitaciones actuales y necesidades a cubrir en el RETO 1

La red de abastecimiento que gestiona EMALCSA para el abastecimiento de los 400.000 habitantes del entorno metropolitano tiene unos 650 km y, por las especiales condiciones geográficas del entorno, y para garantizar un correcto servicio a la población, dispone de un amplio sistema de bombeos y depósitos de almacenamiento. En estos momentos **los sistemas que EMALCSA tiene implementados para la monitorización de los parámetros de calidad en todo el sistema presentan algunas dificultades para su operación y mantenimiento, pero sobre todo para su extensión en más zonas y puntos críticos de la red.** Además, respecto a los controles cuantitativos (presiones y caudales), aunque los actuales sistemas funcionan con tecnologías maduras en su concepción de origen, están sujetos a las problemáticas y limitaciones de los sistemas de integración y comunicación.

Los desarrollos de este reto 1 se plantean en varios ámbitos:

AGUA NATURAL (CUENCIA DEL RIO MERO): En este ámbito la intención es renovar los sistemas actualmente instalados por una tecnología más avanzada que cubra las necesidades, así como la ampliación de los puntos existentes hasta cubrir todos los puntos singulares de la cuenca. Todo ello con el objeto de **tener información en tiempo cuasi real de las diferentes calidades de agua que se aportan al sistema de abastecimiento desde los puntos más significativos de la cuenca.**

AGUA POTABLE DE LA RED DE ABASTECIMIENTO: La intención de EMALCSA es implementar secciones de control que permitan cubrir los puntos más significativos de la red, con diferentes configuraciones según las características de cada punto, completando una malla que permita disponer información en tiempo real del estado de operación y sanitario del suministro en niveles de prealerta.



Figura 7: Mapa de puntos significativos, depósitos y gestores, de la red general gestionada por EMALCSA

De forma genérica, nos encontramos que los sistemas de monitorización que se implementan habitualmente en los procesos de gestión de sistemas de agua urbano tienen cuatro problemas básicos:



Figura 8: Esquema de tipologías de problemas en procesos de gestión de sistemas de agua urbana

Los problemas detectados implican grandes dificultades para poder ampliar tanto la densidad de puntos de muestreo como los parámetros a controlar. En su actual configuración, los sistemas implementados no solo suponen un importante coste económico para la empresa, sino que, y esto es lo más importante, generan en muchos casos desconfianza por las altas necesidades de mantenimiento, sobre todo en cuanto a calibraciones, y las dificultades de reposición, que en algunos casos generan importantes vacíos de información. Todo ello se ve acompañado de los **problemas de despliegue en una amplia zona**, lo que implica de forma transversal problemas de vandalismos y también de daños por efectos de la intemperie.

Otro aspecto relevante que se debe contemplar es la necesidad de que los sistemas incorporen fuentes de alimentación autónomas y con garantías, incluida la posible generación in situ, pero sobre todo que signifiquen un salto respecto a los actuales sistemas de paneles solares y baterías, cuya fiabilidad es muchas veces insuficiente. En este sentido, de acuerdo con la experiencia del uso de las tecnologías existentes, y de forma conceptual se plantean las siguientes necesidades a explorar en el marco de la innovación de los sistemas de monitorización para aguas:

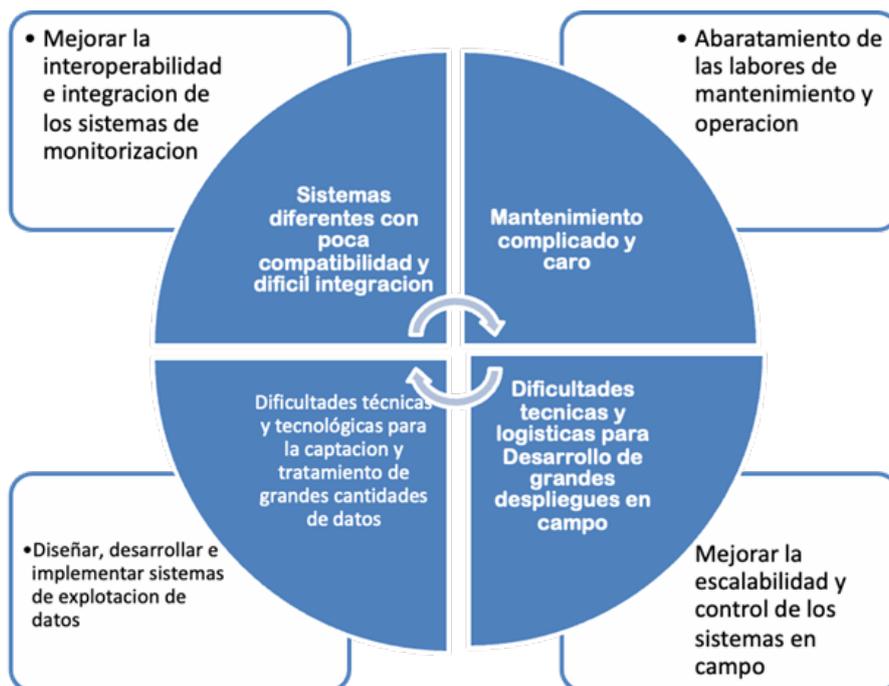


Figura 9: Prioridades a abordar con los desarrollos de la CPI

3.4 Objetivos y requisitos esperados de las soluciones del RETO 1

Las soluciones esperadas a los problemas que se plantean en el despliegue de los sistemas de monitorización para control de calidad del agua implican mejoras en diferentes ámbitos que deben ser resueltos de manera multidisciplinar. De forma resumida podríamos considerar los siguientes, desde una perspectiva física de los sistemas a proponer:

- Implementación de sistemas con **sondas y sistemas de monitorización** de bajo coste.

- **Soportes** configurables de alta flexibilidad y robustez, con configuración en bloques de sensores que puedan intercambiarse en función de diferentes necesidades sobre una base tecnológica común.
- Sistemas de limpieza y mantenimiento de los bloques autónomo.
- Sistemas de verificación y calibración automáticos.

Además de estos aspectos básicos, también es una necesidad la ampliación del rango de parámetros que se puedan implementar en los bloques de sensores, incluyendo **nuevos controles**, tanto para agua natural como agua potable, relacionados con **contaminantes emergentes**.

Por otro lado, y atendiendo a la problemática de explotación de resultados, necesitamos trabajar aspectos como:

- Algoritmia: operación ordinaria de las series de datos obtenidas y detección de anomalías funcionales, desarrollo de variables elaboradas como sensores lógicos e integración de otros metadatos no directamente obtenidos por los sistemas físicos (meteorología, consumos, incidencias externas, etc.).
- Adquisición de datos, en el sentido de la generación y consolidación de bases de datos.
- Desarrollo de sistemas de alertas, tanto funcionales como de estado del medio, y desarrollo de modelos en base a técnicas de IA o ML.
- Generación y distribución de informes, tanto de los parámetros medidos, como de los propios sistemas.

Desde un punto de vista más funcional, las soluciones que se buscan para abordar el RETO 1 deben ser igualmente aplicables al medio natural (monitorización cuenca y sistemas de captación), como para redes de distribución.

Las soluciones deben cumplir además las premisas de:

- Modularidad, con un diseño que permita intercambiar configuraciones y bloques.
- Escalabilidad, de manera que el número de parámetros pueda cambiar según necesidades.
- Sostenibilidad, en el sentido de aspectos como la eficiencia energética, la minimización en la generación de residuos o su configuración con criterios de economía circular, etc.

Es por ello por lo que EMALCSA, requiere de **desarrollos innovadores que permitan la monitorización de los diferentes elementos que componen dicha red, mediante una solución tecnológica desarrollada para su uso específico en el sistema de aguas, que mejore la eficiencia de las actuales, reduzca el contenido subjetivo en la toma de datos, mejore los sistemas de verificación y calibración automáticos con gran autonomía y autoalimentados según necesidades, así como que contemple toda la casuística que implica la amplia extensión del sistema de abastecimiento, permitiendo avanzar en la digitalización del elemento analizado para asegurar la calidad del agua y la optimización del recurso en base a un conocimiento exhaustivo.**

3.5 Descripción de SUBRETO 1.1: Sistemas inteligentes en redes de agua basada en conducciones con capacidades mejoradas.

ANTECEDENTES y NECESIDADES ACTUALES: En el ámbito de la seguridad hídrica, es crucial tanto disponer de procesos de gestión y aprovechamiento adecuado del recurso hídrico, como disponer de sistemas para el control y la protección de su calidad. Un aspecto básico para la consecución de estos objetivos es disponer de sistemas de monitorización inteligentes, de forma que actúen asegurando la calidad del recurso, pero también sirvan como herramienta para facilitar actuaciones de mantenimiento preventivo y predictivo para asegurar la eficiencia y adecuada funcionalidad de las conducciones de aguas.

En este sentido, el principal problema al que se enfrentan las entidades gestoras, en términos de eficiencia en la gestión del recurso hídrico, son las **fugas o pérdidas de agua** que se ocasionan en las redes, y que se pueden clasificar en pérdidas reales (roturas en tuberías, fugas, defectos en las uniones de los elementos, averías de la red o mantenimiento insuficiente de la red) y pérdidas aparentes (agua no registrada, errores de medida o fraudes). Esta problemática, Agua No Registrada (ANR), es una de las más relevantes a la hora de ser monitorizada, dado que implica pérdida de agua no contabilizada o pérdida de agua no facturada, que consiste en el agua que se pierde en un sistema de abastecimiento de agua potable antes de llegar a los usuarios finales o antes de ser registrada y facturada correctamente. Esta tipología de pérdidas puede ser causada por fugas en las tuberías, conexiones ilegales o errores en la medición, entre otros factores. En el caso concreto de EMALCSA, los niveles de ANR se sitúan en torno al 10%, un ratio muy moderado, pero que presenta el inconveniente de que las metodologías tradicionales de reducción de dicho valor en aplicación de políticas de mejora continua ya no han funcionado, por lo que **se requiere el desarrollo de nuevos paradigmas en el control de redes de distribución que permitan seguir reduciendo dicho indicador hasta aproximarlos al 0%**. Por lo tanto, la monitorización y el control del ANR es un factor clave para mejorar la gestión de los sistemas de agua urbanos y garantizar un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico, de ahí la necesidad de invertir en soluciones innovadoras que optimicen las redes de abastecimiento.

Por contextualizar estas pérdidas en datos generales a nivel nacional, estudios realizados por la Asociación Española de Abastecimiento de Aguas y Saneamientos (AEAS) estiman que el porcentaje del volumen de agua no registrada (ANR) en el año 2022, incluyendo las pérdidas aparentes y reales del agua, es del 23,5%. De la misma forma, a nivel nacional en el año 2022, las pérdidas reales (fugas, roturas y averías en la red de suministro) se estimaron en 38 litros diarios por habitante, mientras que las pérdidas aparentes (errores de medida, fraudes y consumos autorizados no medidos) alcanzaron los 24 litros diarios por habitante.

Los datos mencionados son de especial relevancia en un escenario tan sensible en lo relativo a la escasez de agua como el actual, ya que estas tipologías de pérdidas, en el proceso de distribución generan una serie de consecuencias directamente asociadas: 1) Necesidad de captar entre un 25% - 30% más de agua para garantizar el abastecimiento; 2) Necesidad de tratar entre un 25% - 30% más de agua, lo que implica el **sobredimensionamiento de las infraestructuras de depuración y un incremento innecesario del coste de tratamiento de agua** que terminará perdiéndose sin haber llegado nunca hasta el usuario final; 3) Necesidad de distribuir mayores volúmenes, lo que obliga a dimensionar

las redes de transporte con un tamaño muy superior al necesario. Por tanto, no sólo es cuestión de una pérdida de recursos hídricos, sino que se genera una falta de eficiencia y un sobredimensionamiento de las instalaciones para captación y tratamiento del agua.

Debido a todos estos factores, se pretende desarrollar un sistema de tuberías multicapa altamente complejo, que incluya la inserción de una herramienta de inteligencia e información a las redes de agua potable, habitualmente empleadas en los sistemas de canalizaciones. Se trata de que el sistema de monitorización integre una plataforma que gestione las comunicaciones con los sistemas de sensorización, la gestión de datos y su procesado, habilitando la disponibilidad de información a distintos niveles para que los equipos técnicos puedan tomar mejores y más rápidas decisiones que incrementen la eficiencia del servicio. De este modo será posible actuar en una doble vía de desarrollo integrada:

- **IMPLEMENTACIÓN DE NUEVOS MATERIALES Y DISEÑOS INNOVADORES DE ELEMENTOS DE CONDUCCIÓN DE AGUAS:** Un sistema de tuberías multicapa con altas prestaciones y características mejoradas, que, además de prever y anticipar posibles fugas o intrusiones, impidan el desarrollo de material biológico en el interior de las canalizaciones que puedan impactar negativamente sobre la salud de los seres vivos y aseguren la estanqueidad sin la aparición de fisuras y fugas. Con estos desarrollos, se propone generar configuraciones de canalizaciones con superficies extralisas en el interior de los tubos, provocando menos pérdidas, aportando a la red de bombeo un mejor rendimiento y minimizando el consumo energético. Los materiales a utilizar en las tuberías se basarán en matrices poliméricas de última generación como el PPRCT o el PE100 RC, con la inclusión de diferentes aditivos y cargas para poder mejorar las propiedades mecánicas de las tuberías (retardantes a la llama, antioxidantes, desactivadores de metales, rellenos, minimización de tensiones residuales, aditivos para resistencia ultravioleta, etc.). A mayores se incluirán aditivos antimicrobianos capaces de eliminar la formación de biofilm en el interior de las tuberías.
- **IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES TIC INNOVADORAS PARA LA MONITORIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO:** Un sistema integral que permita monitorizar online la calidad del agua, facilitar la detección de fugas para minimizar al máximo la pérdida de un recurso tan importante como el agua, un sistema de intrusión de acometidas ilegales y, por último, un sistema de información de los parámetros de red que proporcionen una mejora considerable en los aspectos de buena gestión, uso y mantenimiento de las redes de agua potable actuales.

Por lo tanto, el fin último que persigue en este subreto es la optimización de las infraestructuras y la monitorización de todo el sistema de gestión de aguas mediante el desarrollo de un prototipo capaz de contribuir de manera eficiente a la mejora de la gestión actual de las redes de agua gestionadas por EMALCSA, implementando un sistema viable desde el punto de vista económico y medioambiental.

PLANTEAMIENTO SUBRETO 1.1: En el ámbito del proyecto se plantea el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de conducciones innovadoras destinadas al transporte de agua potable que presenten características estructurales y de autodetección mejoradas. El enfoque innovador se centra en la **utilización del propio sistema de tuberías y los**

elementos de unión de las canalizaciones como dispositivos transmisores de la información de la red de aguas. El sistema innovador que se pretende estará diseñado con el fin de optimizar las características y dotar de inteligencia a los sistemas de tubos actuales, de manera que consigan **mejorar la calidad del agua, evitar la deposición y acumulación de suciedad en las tuberías y mejorar el rendimiento del sistema global, minimizando las pérdidas de carga y el consumo energético en los sistemas de bombeo.** Por otro lado, se pretende que el sistema de tuberías a desarrollar sea completamente monitorizable y sirva de elemento generador de inteligencia en relación con todas las incidencias de la red y parámetros de gestión de uso habitual. De esta manera el sistema actuará de forma proactiva y predictiva, mejorando la calidad del agua y evitando que uno de los recursos cruciales para la población se pierda por posibles fugas o intrusiones no detectadas (o detectadas de forma tardía), en las canalizaciones, así como las consecuencias de éstas en la calidad del agua.

De esta forma, el sistema de canalización que se pretende desarrollar estará compuesto por un conjunto de tubos multicapa (con propiedades funcionales y estructurales mejoradas), y accesorios, combinados con una plataforma integral de monitorización dotada de diferentes configuraciones de sensorización, con el objetivo de facilitar la detección temprana de fugas o intrusiones ilegales en la red. La solución está controlada por un software que identifica todos los sucesos ocurridos en el sistema.

Desde el punto de vista de las soluciones de conducción de agua innovadoras, hay que destacar que, tradicionalmente, los tubos que son empleados en conducciones de fluidos a presión (agua, gas, etc.) están compuestos por uno o varios materiales (plásticos, metales, etc.) en configuración monocapa, es decir, un solo material o una mezcla de ellos, configurando el volumen total de la pared de la tubería. Sin embargo, la innovación propuesta plantea el desarrollo de sistemas de conducciones multicapa, formados por varias capas de distintos materiales no unidas solidariamente, cada una de ellas con una función específica:

a) **CAPAS INTERNAS:** Son las capas de la tubería que estarán en contacto con el fluido. Su presión de diseño estaría ajustada a la del tubo monocapa equivalente de la aplicación específica. El objetivo de esta capa interna es resistir la presión de diseño de la aplicación para la que se usa el tubo. Puede incorporar elementos o sustancias que mejoren o acondicionen las características del fluido que transporta, en este caso aditivos que se adicionan al polímero de la tubería para mejorar sus propiedades, entre los que se encuentran los aditivos antimicrobianos y aquellos otros que permitan alcanzar unos mínimos niveles de rozamiento, modificaciones de tensiones superficiales, etc., de cara a evitar la formación de biofilm y la deposición y acumulación de suciedad en los conductos.

b) **CAPAS INTERMEDIAS:** Estas capas se sitúa sobre la capa interna y son las que dotan al sistema de canalización de cualidades detectoras, sirviendo como elemento primario de monitorización ante una fuga o toma ilegal. Además, en el caso de una fuga o fractura en la capa interna, esta capa intermedia serviría como capa de transporte para el fluido fugado, abriendo un canal desde el punto de rotura hasta el punto donde estén situados los dispositivos sensores, generalmente en elementos críticos como los manguitos. Por otro lado, en el caso de que se realice una captación ilegal, al insertar un elemento de toma sin el consentimiento del titular de

la red, se atravesaría esta capa y el agua circulante por el tubo conseguiría realizar el mismo camino hasta el detector que en el caso de una fuga.

c) CAPAS EXTERNAS: Estas capas están situadas sobre la capa intermedia o de transporte. Su objetivo es proporcionar un acabado externo y servir de límite superior del canal de transporte creado. Al igual que la interna puede estar conformada de varias capas unidas solidariamente, actuando como capa de acabado o recubrimiento. Por otro lado, esta capa debe estar diseñada para resistir por un tiempo breve la existencia de presión provocada por una fuga en la capa interna hasta que ésta se reconduce por la capa intermedia de transporte. Como capa de acabado externo, puede incorporar elementos que soporten las agresiones externas, ambientales o de manipulación.



Figura 10: Esquemas de funcionalidad de cada capa y esquema de configuración del concepto multicapa a medida con capacidad detectora

Por tanto, este desarrollo estructural de conducciones multicapa actuaría como el elemento primario de detección de fugas y pérdidas ante posibles fallos o roturas en su capa interna, incorporando la capa intermedia como elemento de transferencia del fluido fugado hacia uno o ambos de sus extremos. En una instalación prototipo, estos tubos deben anclarse de forma consecutiva mediante manguitos, quedando solidariamente unidos hasta construir una línea continua mediante el método de polifusión. Por tanto, los manguitos, como elementos de unión entre sectores, se convierten en los sistemas portadores de los elementos detectores y que transmitirán la incidencia de alarma al sistema de control cuando el fluido fugado llegue a ellos. Este factor añade una nueva innovación a la propuesta, ya que los manguitos incorporados a este nuevo sistema de canalización deberán ser diseñados, modificados y desarrollados *ad-hoc* con respecto a los sistemas tradicionales de unión en tuberías plásticas, debido al aumento de su funcionalidad y su importancia en la herramienta integral de detección temprana. Para ello, se desarrollarán nuevos procesos de unión mediante soldadura socket (polifusión) o mediante electrofusión. Las tipologías de sensores a colocar en los manguitos de unión pueden variar en cada sección entre cables sensor (detección de humedad o presencia de agua), hilos o cables conductores (para detección de cortocircuitos que induzcan la presencia de agua o humedad en el sistema, RFIDs o etiquetas TAG (para almacenamiento y recuperación de datos mediante señales de radiofrecuencia, proporcionar señales de

alarma de fuga, presencia de humedad, etc...), dispositivos sensores (para detectar la presencia de fugas por pérdidas de presión, identificación o geolocalización de los tubos), cables de antena RFID, sensores de fibra óptica (para transmisión de redes de datos).

Desde el punto de vista de la calidad del agua, los materiales planteados para el sistema multicapa permiten evitar fenómenos de oxidación, corrosión o incrustaciones metálicas, no favorecen el crecimiento microbiano y aportan una gran resistencia/barrera química como herramienta para facilitar la potabilización/seguridad del agua. Poseen un excelente comportamiento hidráulico, alta resistencia a las corrientes telúricas y a los ácidos y bases y atóxicas y presentan un comportamiento óptimo para suelos ácidos sin interacción alguna con el terreno.

Como segundo bloque del sistema integral de control, se desarrollará la arquitectura para el sistema de comunicaciones y las configuraciones de red y dispositivos de monitorización que posibiliten la adquisición, transmisión, tratamiento y análisis de los parámetros recogidos por los sensores desplegados en las canalizaciones multicapa. Igualmente se desarrollará una **herramienta software ad-hoc de simulación de los sistemas de comunicación** que centralice y monitorice los datos recogidos por la red de sensores. Este desarrollo implicará implementar sistemas que permitan reproducir las nuevas estructuras físicas y lógicas que se diseñen sobre las redes de distribución de aguas, modelar e integrar los sistemas de sensores a nivel software y la interfaz de comunicación con ellos y desarrollar interfaces de usuario intuitivos, amigables y adaptados a cada perfil técnico:

- Diseño físico: dada una topología física para la red de distribución de aguas, se definirá la superposición e integración, a nivel físico, de la sensorica y los elementos de comunicaciones necesarios. Se evaluará y definirá la arquitectura del sistema, así como las necesidades técnicas necesarias para su posterior desarrollo.
- Diseño lógico: se establecerá la topología lógica que tendrá la red: torre de protocolos, planos conceptuales, configuraciones de dispositivos, etc.

El despliegue de esta tecnología de carácter estratégico para el aumento en el aprovechamiento y eficiencia en el uso del agua permitirá mediante una solución integral de adquisición de datos relevantes, la consecución de varios desafíos tecnológicos para la monitorización y el control de la ANR en este tipo de instalaciones:

- Disponer de sistemas de detección online automatizados que permitan supervisar en tiempo real el flujo y la presión en la red de distribución de agua (detección de fluctuaciones anormales en el sistema y detección temprana de fugas).
- Disponer de una herramienta que proporciona estrategias de sectorización real de la red, acotándola en sectores más controlables, de forma que se facilite la detección, aislamiento y aplicación de medidas correctivas de fugas si se observa un aumento en las pérdidas en un sector específico.
- Incorporar soluciones de medición avanzada y lectura remota para habilitar una monitorización continua del consumo de agua en tiempo real, identificando patrones anormales de consumo y posibles fugas.
- Validar dinámicas de inspección preventiva y predictiva de los sistemas de conducción, válvulas, manguitos y otros componentes del sistema de distribución de agua.

- Integrar procedimientos de análisis de datos mediante herramientas que evalúen patrones de pérdida que proporcionen información valiosa sobre áreas problemáticas y tomar decisiones informadas y de forma predictiva sobre la gestión del sistema.

Por lo tanto, mediante el desarrollo de esta solución innovadora se pretenden cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Minimizar las incidencias producidas por las características estructurales actuales de los sistemas de tubos presentes en los sistemas de transporte de agua potable.
- Mejorar la calidad del agua que circula por el sistema que se pretende desarrollar.
- Minimizar las pérdidas de carga y consumo energético mejorando el rendimiento de la instalación.
- Reducir las necesidades de captación de agua. La mejora en las redes por la vía de la reducción de las fugas reduciría la necesidad de captar agua para garantizar el mismo nivel de abastecimiento a la población y permitiría optimizar las instalaciones hidráulicas para la captación (que tienen un importante impacto medioambiental en las zonas de afección).
- Minimizar las fugas de agua producidas sobre una red en servicio y detectar el posible mal funcionamiento de la instalación. El ahorro de agua beneficia a todos los usuarios del sistema, así como a las compañías que lo gestionan que poseerán un sistema de gestión optimizado.
- Automatizar todos los sistemas de gestión del agua, de forma que no sea necesario esperar a que una fuga se manifieste, sino que la obtención de información previa y de forma continuada haga detectables las denominadas "fugas invisibles".
- Diseñar un sistema de uso e instalación prototipo, que permita una mejor gestión integral del agua como recurso. La buena gestión del agua disminuye los costes asociados a captación, potabilización, suministro, alcantarillado y depuración.

Como consecuencia directa de estos objetivos específicos, se alcanzarían los siguientes objetivos a nivel macro y de valor estratégico, tanto para el sector de la gestión del agua como para la sociedad:

- Mejora en la gestión del fluido, con la construcción de redes que minimicen las pérdidas por fuga, por captación ilegal, por mal estado general o por mantenimiento deficiente de la red. Además, la plataforma permitirá monitorizar y automatizar de forma integral y coordinada, todos los elementos de gestión de una red, dotando al sistema de inteligencia para adquirir características predictivas ante anomalías que afecten a la eficiencia global. Como dato relevante, el ahorro de rendimiento energético en canalizaciones de tuberías plásticas para agua potable en todo su ciclo de vida, con respecto a la de materiales tradicionales es de más de un 30%.
- Mejora en los materiales y elementos de distribución empleados, mediante una optimización mecánica y estructural que actúe como primer elemento sensor, aporte una mayor fiabilidad a las infraestructuras de canalización y contribuye a una mayor sostenibilidad medioambiental. Por otro lado, los elementos informadores (adquisición, monitorización, tratamiento, análisis de datos y gestión de alertas) proporcionarán los datos relevantes y las capacidades para una mejor gestión del sistema de canalizaciones.

- Mejora en el rendimiento económico, disminuyendo los costes asociados al mantenimiento de una red. Por ejemplo, en el caso del agua potable, la eficiencia que aportaría esta plataforma de control automatizada disminuiría los costes asociados a varias de las etapas del ciclo integral del agua, como la captación, potabilización, suministro, alcantarillado y depuración.

ELEMENTOS DE INNOVACION: El objetivo general del planteamiento de este subrepto es contribuir a la mejora del proceso de gestión del agua mediante desarrollos innovadores que permitan aumentar la fiabilidad y funcionalidad de las instalaciones actuales de las redes de distribución y abastecimiento. Estas redes, destinadas al transporte de agua potable, presentarán características estructurales optimizadas y capacidades de detección online y continua. De forma más concreta, el principal carácter innovador de la propuesta corresponde a la concepción del propio sistema de tuberías multicapa y elementos de unión como herramienta de transmisión primaria de la información de la red. A mayores de esta innovación estructural, la solución se suplementa con el desarrollo de una herramienta de control a medida que procesa la información adquirida en los diferentes subelementos y puntos críticos de la instalación, de cara a predecir fallos en el sistema, facilitar el proceso de toma de decisiones y gestionar las alertas necesarias para que los planes de contingencia se apliquen de forma ágil y eficiente. De este modo, se conseguirá una reducción de las pérdidas de agua y en consecuencia la reducción del impacto medioambiental y de los costes asociados a ellas en un contexto del recurso hídrico tan crítico como el actual. Los sistemas desarrollados no sólo poseerán una mejor y más eficiente elección de los materiales empleados, sino que el sistema completo, dotado de inteligencia, se transforma en un elemento portador de la información de la red.

El resultado de I+D esperado para esta plataforma inteligente de control integral de sistemas de canalización para sociedades gestoras de grandes redes de distribución, aporta las siguientes ventajas competitivas:

- Selección eficiente de los materiales empleados en los sistemas de conducción de agua y en sus elementos auxiliares.
- Mejora estructural y funcional de los sistemas de canalizaciones, dotándolos de capacidad de detección.
- Mejora de la calidad del agua y minimización de la pérdida de carga y consumo energético de los sistemas de bombeo, mediante la incorporación de aditivos y recubrimientos superficiales de mínima rugosidad en la capa interna de las conducciones, impidiendo la acumulación y formación de biofilms bacterianos.
- Monitorización temprana de las fugas de fluidos mediante los sistemas multicapa dotados de inteligencia.
- Monitorización integral del funcionamiento de la instalación para mejorar la gestión de la red, incluyendo la monitorización de posibles intrusiones en diferentes zonas de la red, la trazabilidad de la instalación en su conjunto, la monitorización permanente de los parámetros de la red o la predicción temprana de actividades de renovación o sustitución de elementos de la red.

En este sentido, el desarrollo de sistemas inteligentes de conducciones de alta presión y caudal optimizadas con elementos informadores que proporcionen información de la localización, estado funcional, presencia de fugas, pérdidas de rendimiento, detección de

acometidas ilegales, etc...de las canalizaciones no ha sido desarrollado por ningún centro de desarrollo tecnológico, universidad, empresa o inventor particular, ilustrando este factor el impacto que supone el desarrollo propuesto. En este sentido, en el mercado sí se han localizado sistemas, que, mediante diferentes tipos de sensores y administradores de la información, geolocalizan los sistemas de tuberías para transporte de agua, gas o petróleo, pero en ningún caso gestionan parámetros de red, localización de fugas, etc. Por otro lado, otra característica innovadora del sistema planteado es su adaptabilidad y desarrollo ad-hoc a las características orográficas específicas que conlleva el transporte de agua en las redes gestionadas por EMALCSA (ya mencionadas previamente).

Por último en este apartado relacionado con el carácter innovador de la propuesta, y con el objetivo de incidir en la novedad y el impacto que supondría la solución planteada, se resumen los **elementos diferenciadores** del sistema propuesto:

1) **Aumento de la funcionalidad y la eficiencia de los sistemas de conducciones:** Los sistemas de tuberías no solo desarrollan su función de elemento transmisor del fluido, sino que se les dota de inteligencia, actuando como elementos de detección primarios de anomalías en el recurso hídrico. Además, el acabado de superficies extrínsecas que se plantea en su zona interna, permitirá minimizar las incrustaciones de materia y las pérdidas por rozamiento, mejorar las condiciones de salubridad de los tubos, aumentar la durabilidad ante posibles cloraciones, limpiezas legales, etc...o incrementar las características de impermeabilidad del tubo a fluidos.

2) **Optimización estructural de los sistemas de canalización del agua:** La solución integral planteada debe concebirse como "la instalación del futuro", aportando una durabilidad mínima constatada de 100 años. Este objetivo global a largo plazo, se alcanzaría gracias a los subdesarrollos estructurales y parciales de la solución: minimización de fenómenos de corrosión, desgaste y taponamientos por la posibilidad de desarrollar acabados interiores de mínima rugosidad en las tuberías, una mejora en la resistencia química de las canalizaciones o el empleo de biomateriales en la fabricación de las tuberías (obteniendo un menor impacto ambiental en su fabricación, uso y reciclado posterior). De la misma forma, la **posibilidad de poder adaptar las soluciones de conductos multicapa a los requerimientos funcionales de cada sector y condiciones de la instalación**, abre otro amplio abanico de mejoras, como: la posibilidad de maximizar la resistencia al enterramiento del sistema de conducciones en zanja, la posibilidad de realizar biorientación en los materiales empleados o la posibilidad de incorporar estructuras reticuladas en las tuberías a fin de obtener una mejora en las propiedades mecánicas de los materiales. Es decir, **la flexibilidad que aportan los sistemas de tuberías multicapa, abre la posibilidad de desarrollar soluciones customizadas, incorporando en cada sector la solución multicapa más apropiada para los requerimientos específicos de cada área de la instalación.**

3) **Uso de la red de canalizaciones como elemento transmisor que alimenta de información a la plataforma de control integrada:** El sistema incorpora los elementos necesarios para habilitar la transmisión y obtención de información, incorpora las redes de sensores para detectar incidencias en el circuito de canalizaciones, incorpora elementos de geolocalización o balizamiento de los tubos e integra los sistemas de conexión de los elementos transmisores para que la gestión de datos sea amigable y segura. Toda la información será controlada por un software adaptable que optimice las labores de mantenimiento realizadas sobre la red. La transmisión de información de la red contendrá los parámetros físicos que se consideren adecuados, como, por ejemplo: contenido de

cloro, pH, presión, etc...optimizándose durante el proceso la frecuencia y el número de puntos de recogida de datos. Adicionalmente, se implementará el sistema para la actuación automatizada sobre los diferentes elementos de la red: lectura de contadores, apertura o cierre de válvulas, estado de sistemas de bombeo y depósitos, etc.

4) **Impulso de las características de sostenibilidad medioambiental.** La solución planteada, permitiría un cambio de paradigma en términos tecnológicos y medioambientales, con la integración de nuevos productos y servicios de alto valor tecnológico, pero medioambientalmente sostenibles y respetuosos, evolucionando hacia el sector de la bioeconomía y de la economía circular. Esta transición progresiva y al mismo tiempo irreversible hacia un sistema económico sostenible es un componente indispensable de la nueva estrategia industrial de la UE. En esta línea, la conservación y aprovechamiento del recurso hídrico resulta esencial para poder impulsar políticas de sostenibilidad y economía circular, al disponer de una red de tuberías eficiente y segura, que impida el desarrollo de material biológico en el interior de las mismas que puedan impactar negativamente sobre la salud de los seres vivos y aseguren la estanqueidad sin la aparición de fisuras y fugas. La formación de material biológico puede conllevar múltiples inconvenientes: impacto negativo sobre la salud de los seres vivos al transportar bacterias y/o microorganismos que puedan llegar a los consumidores finales; atasco de las tuberías por acumulación y necesidad de mantenimiento con relativa frecuencia; sobrepresiones que den lugar a fisuras o roturas de la tubería, etc.

De esta forma, la gestión de toda la información posibilitará la mejor gestión de fugas, la minimización de las fugas invisibles y las acometidas ilegales y fácil mantenimiento del sistema de control implementado. Así, el sistema de comunicación y control de la solución que se pretende diseñar debe incluir:

- Herramientas de supervisión y monitorización de las alarmas ante la presencia de fuga o intrusión (creación de módulo en la nube).
- Protocolos de comunicación entre los sistemas sensorizados y los colectores (que recogen la información del sistema en redes sectorizadas).
- Protocolos de comunicación entre los sensores RFID (o similares) y las unidades de control.
- Herramientas de visualización de las alarmas generadas.
- Software de introducción de datos de cada unidad sensorizada.

TRLs: Actualmente la solución propuesta se encuentra en un TRL4-5 y con el desarrollo del proyecto se pretende alcanzar un TRL8-9 mediante pruebas de validación del prototipo en condiciones reales en servicio en las instalaciones de EMALCSA.

RIESGOS: Han de considerarse ciertos riesgos tecnológicos durante la ejecución del proyecto, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- Deficiencias en los sistemas de monitorización en los puntos más complejos de la red, aportando datos erróneos o con elevada incertidumbre.
- Que los sistemas de detección de los conductos no funcionen correctamente o su velocidad de señal sea limitada, retrasando ligeramente la actuación sobre posibles fugas o intrusiones.
- Baja sensibilidad de algunos de los sensores o detectores integrados.

- Problemas en los procesos de extrusión de tuberías para la consecución de superficies internas sin rugosidad para alguno de los materiales planteados para la capa interna. Es decir, superficies interiores que no sean lo suficientemente hidrófobas o lisas, de modo que no se consiga la no acumulación de materiales de desecho y que, por lo tanto, se puedan llegar a deteriorar las tuberías antes de lo teóricamente calculado.
- Incertidumbres con los ensayos y métodos de simulación que aborden las condiciones de contorno y los requerimientos funcionales que deba soportar cada sistema multicapa en cada zona del circuito, abocando a una elección incorrecta de la combinación de materiales (calidad, espesor, acabado superficial, resistencia, etc....).
- Aparición de pequeños poros en los recubrimientos internos, en función de las características del fluido circulante, y que puedan provocar la acumulación de microorganismos o la formación de *biofilms*. En esta misma línea, empleo de aditivos antimicrobianos no adecuados o en porcentajes insuficientes para la eliminación de las bacterias.
- Insuficiente cantidad de registro de datos previos que puedan ser digitalizados incorporados al sistema de control integrado, de forma que no se pueda maximizar la experiencia previa y se aumente la incertidumbre en los nuevos desarrollos.

3.6 Descripción de SUBRETO 1.2: Plataforma automatizada de estaciones de alerta temprana para monitorización de aguas

ANTECEDENTES y NECESIDADES ACTUALES: Como se mencionaba en los antecedentes del RETO 1, se precisan soluciones que abarquen desarrollos en la línea de **implementar plataformas de bajo coste, desarrollar soportes configurables de alta flexibilidad y desarrollar algoritmos para el seguimiento/interpretación de parámetros ambientales**, que permitan optimizar los procesos establecidos en las instalaciones del sistema de agua urbana de A Coruña, para garantizar el suministro y la salud de los ciudadanos de área abastecida.

La implementación de plataformas automatizadas de monitorización del agua puede ayudar a minimizar el gasto energético al optimizar la operación de las plantas de tratamiento y distribución de agua. En este sentido, se requiere el control de actuaciones como la predicción de la demanda de agua (partiendo de datos históricos y modelos de pronóstico que permitan ajustar la producción de agua para satisfacer las necesidades reales y evitar sobreproducciones que conllevan consumos innecesarios de energía), el control de la presión del agua (ajustando automáticamente las bombas y válvulas para mantener la presión dentro de rangos óptimos, lo que evita el desperdicio de energía debido a presiones excesivas o insuficientes), la implementación de operaciones programadas más eficientes (proporcionando información en tiempo real sobre las condiciones de la red de distribución y la calidad del agua, minimizando la energía requerida para procesos como la filtración y la desinfección) o la gestión de almacenamiento para la reducción de la necesidad de procesos de bombeo constante y disminuir el gasto energético.



PLANTEAMIENTO SUBRETO 1.2: Para abordar los desafíos mencionados, se propone la **implantación de una red de estaciones de alerta temprana que, con criterios de análisis y fiabilidad superiores a los que dispone actualmente EMALCSA en sus instalaciones, permita reducir sustancialmente los costes de implantación y explotación y extender la red a otros puntos de interés no controlados.** De esta forma, se explotan las ventajas que aporta la miniaturización de las sondas y su integración en plataformas fluídicas modulares de bajo coste, fácilmente intercambiables y que analizan un amplio rango de indicadores de calidad.

Las ventajas que se derivan del desarrollo de un sistema de este tipo son: la reducción del consumo de muestras y reactivos, y con ello la frecuencia de testeo y mantenimiento; la reducción del tamaño, peso y consumo de energía, y con ello los costes de instalación en campo; y la fácil automatización del proceso de medida/calibración en funcionamiento autónomo, con cadencias de muestreo adaptadas a la evolución de los parámetros estudiados.

De forma más concreta, se propone una solución basada en el concepto de bloque base, cuyo sistema completo incorpora tres unidades funcionales:

a) **Unidad de módulos de análisis**, que constaría a su vez de 4 subunidades, en función del principio de medida necesario para determinar el parámetro en cuestión: potenciométricos, amperométricos, parámetros electroquímicos y ópticos. Cada subunidad estaría formada por los diferentes módulos, asociados cada uno de ellos a un parámetro distinto. Los módulos de análisis serían intercambiables, mediante el uso de conceptos "Lock & Key". Esto constituye un aspecto claramente diferenciador sobre los modelos existentes donde los elementos suelen venir predefinidos de fábrica sin posibilidad de intercambio directo en función de necesidades específicas, bien estructurales o coyunturales. Para ello, habrá una serie de alojamientos donde se introducirían los módulos de análisis para cada uno de los parámetros a monitorizar y cuantificar. Los módulos estarían constituidos por plataformas de microfluídica que incorporan todos los elementos necesarios para la realización de cada uno de los análisis. De esta forma, en función del principio de detección elegido, óptico o electroquímico, incorporarían ventanas transparentes o electrodos integrados monolíticamente o alojamientos para la integración de éstos. Los módulos pueden ser fácilmente extraídos de forma independiente para su reemplazo/intercambio, manteniéndose en el alojamiento los componentes fijos de la detección y la electrónica asociada a la adquisición y tratamiento de señales. Un dato que ilustra el enorme impacto de la solución planteada es que, con este planteamiento conceptual, todos los elementos necesarios para el desarrollo del sistema ocuparían un espacio 10 veces más reducido que el ocupado por los sistemas actuales, aportando características de miniaturización a la tecnología innovadora desarrollada.

Desde un punto de vista más concreto, las variables a monitorizar serían la conductividad, pH, redox, oxígeno disuelto, amonio, nitrato, fósforo, materia orgánica, turbidez, clorofila y cloro libre. Estos parámetros permitirán un mejor control de la calidad de las aguas superficiales y de los procesos de eutrofización.

Para la obtención de las plataformas de microfluídica, componente básico de todos los módulos de análisis, se plantea la utilización de tecnologías de laminación

multicapa de sustratos poliméricos con el objetivo de proporcionar unas características más adecuadas en términos de costes de fabricación, rapidez de prototipado, robustez, transparencia del dispositivo y compatibilidad con otros procesos tecnológicos imprescindibles para integrar elementos de fluídica, sistemas de detección y electrónica de control. En base a tecnologías ya validadas en entornos controlados y en aplicaciones de campo equivalentes, se abre la posibilidad de integrar de forma monolítica cámaras, micromezcladores, membranas de separación, filtros, etc. y sistemas de detección electroquímica y óptica.

b) **Unidad de gestión de fluidos:** sería la encargada de la gestión de líquidos dentro de los diferentes módulos de análisis, operando microbombas y microválvulas para realizar la toma de muestras, autocalibración, medida y autolimpieza. Básicamente se trata de una acción de “robotización” de estas funciones que en los sistemas actualmente existentes siempre se realizar mediante la operación de un especialista. Los módulos de análisis, diseñados para operar en condiciones de flujo continuo, aportarán simplicidad, robustez, versatilidad y alta velocidad de análisis. La operativa de los sistemas de gestión de fluidos de todos los módulos de análisis será supervisada por una electrónica de control configurable y desarrollada de forma ad-hoc.

c) **Unidad de electrónica de control y adquisición y procesamiento de señales:** sería la encargada de la adquisición y procesamiento de señales de los módulos de análisis y su posterior transmisión, vía internet o satélite, al Centro de Control de EMALCSA, así como del control de la unidad de gestión de fluidos, siendo esta última la que presenta el mayor reto innovador en cuanto al estado del arte y la que aporta el valor diferencial de la propuesta.

El diseño conceptual del sistema debe incluir un bloque base donde se integren módulos colorimétricos específicos intercambiables para el análisis de los parámetros seleccionados en cada estación. Cada módulo constaría de una plataforma fluídica, que integre sondas y/o sistemas de visión artificial para la detección óptica de cada parámetro a medir, de forma que permitan realizar automáticamente la toma de muestras, el acondicionamiento, las etapas de medición, la autocalibración o la autolimpieza. De la misma forma, este bloque base incorporaría la electrónica de procesamiento de señal generada en los módulos y el control de la gestión de fluidos. Con este planteamiento conceptual, se prevé que el tamaño de la estación de alerta se pueda reducir hasta un 70% frente al de las actuales.

Además, el sistema incorporará herramientas de inteligencia artificial mediante el uso de redes neuronales cuyos algoritmos permitan corregir posibles deficiencias de las sondas (derivas, interferencias), minimizar las acciones de mantenimiento de éstas y, además, predecir la aparición de eventos.

Las fases del subreto 1.2 que definen su alcance se relacionan con la fabricación de los diferentes elementos que integran el prototipo de Estación de Alerta, su evaluación en laboratorio y su validación en campo tanto en estaciones de control de red de distribución como de control de aguas superficiales: 1) Fabricación del bloque base y las plataformas tipo lock&key para cada uno de los parámetros seleccionados; 2) Evaluación de su funcionamiento en condiciones controladas; 3) Validación en campo en condiciones



reales; 4) Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de explotación de datos; 5) Análisis de los resultados obtenidos y pruebas de ajuste y puesta a punto final.

Por tanto, la solución propuesta cubre las especificaciones de modularidad y escalabilidad exigidas en instalaciones de esta envergadura como las de EMALCSA. El uso de módulos específicos e intercambiables de bajo coste, elevada robustez y pequeño tamaño permitirán configurar a medida la estación de alerta, manteniendo una estructura base común, lo que permitirá ampliar el número de estaciones de control en procesos de escalado. La miniaturización permitirá un bajo consumo tanto de muestra y reactivos como de energía, minimizando el mantenimiento de los equipos (factor de sostenibilidad). Por su parte, el sistema automático de calibración y autolimpiado junto al uso de IA permitirán mejorar la fiabilidad global de las estaciones y la calidad de información obtenida.

En general, la solución propuesta aporta a los equipos robustez, alta frecuencia de análisis, versatilidad y una gran autonomía con un aumento en su nivel de innovación exponencial, al cambiar el paradigma de las instalaciones actuales a través de un escalado y miniaturización compatible con la robustez y operatividad exigibles en instalaciones con requerimientos tan estrictos como las de EMALCSA.

ELEMENTOS DE INNOVACION: La solución propuesta posee una versatilidad y capacidad de reconfiguración que permite adaptar el ámbito de aplicación de las estaciones con suma facilidad. El aspecto más disruptor con respecto al estado del arte está básicamente en la "**robotización**" de todos los procesos de mantenimiento, operación y calibración, lo que resuelve uno de los grandes retos de su implantación, como son los costes asociados a estos procesos en los sistemas actualmente vigentes en el mercado. También hay que destacar la visión modular de la solución, que permite sobre una estructura de bloques preformados implementar diferentes configuraciones de parámetros a medir sin por ello tener que hacer modificaciones sobre la estructura general. Esta opción permite tener una tecnología común en diferentes entornos sin que por ello se compliquen las labores tanto de operación y mantenimiento como las derivadas de nuevas necesidades en cuanto a parámetros de control o la implementación de soluciones provisionales o la posibilidad de movilizar los módulos en diferentes localizaciones de forma sencilla y, por lo tanto, económica. Este factor de solución a medida y adaptada a los requerimientos de la aplicación de EMALCSA es uno de los que marca el carácter innovador de la propuesta, ya que su modularidad, simplicidad y ratio coste-beneficio facilita su uso en la monitorización de numerosos parámetros de interés medioambiental en diferentes ámbitos y maximiza los datos disponibles para una gestión optimizada del ciclo integral del agua. Así, soluciones en esta línea pueden ser utilizadas tanto en el control de aguas superficiales como en el control de procesos de potabilización y depuración de aguas urbanas e industriales o en el control de aguas de uso lúdico.

Pero a mayores de esta innovación enfocada a la aplicación concreta de EMALCSA, la solución aporta otros planteamientos innovadores específicos, teniendo en cuenta su uso en sistemas de gestión de aguas de alta demanda y su implementación en una solución ad-hoc y holística:

- Uso de la tecnología de multilaminación para el prototipado rápido a muy bajo coste de los módulos de análisis, constituidos por estructuras complejas 3D que integran sondas, sistemas de detección óptica y elementos de fluidica.

- Fabricación de sensores ad-hoc mediante tecnología microelectrónica para la medición de pH, redox, ORP, cloro disuelto y conductividad.
- Fabricación de módulos con detección óptica con fuentes y detectores miniaturizados de altas prestaciones, para la determinación automática y autónoma de parámetros indicadores y relevantes de la calidad en aguas.
- Integración a medida de los distintos elementos en la cuenca de referencia (sistema natural) y en la red de distribución de Emalcsa.
- Desarrollo de sistemas modulares a medida para efectuar los procesos de muestreo, mantenimiento y calibración de forma automática.
- Incorporación de algoritmos IA, utilizando redes neuronales como herramienta de enorme impacto para determinación de las mejores sondas de monitorización y control de la calidad de aguas. De esta forma, permitirá mejorar la funcionalidad de las estaciones y ayudar en el tratamiento y explotación de la información generada por éstas.

Aparte de su grado de innovación, los módulos planteados posibilitan una gran amplitud de posibilidades en cuanto a las variables de medida a monitorizar, resultando en su conjunto, una solución diferenciadora:

- ❖ Modulo potenciométrico: amonio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-).
- ❖ Modulo amperométricos: cloro disuelto, oxígeno disuelto.
- ❖ Modulo para terminación de pH, potencial redox, y conductividad.
- ❖ Modulo óptico: turbidez, materia orgánica disuelta, clorofila y fosfato.

La solución propuesta tendría un impacto económico importante, tanto en lo relativo a los costes de implantación de las futuras estaciones de control, como en los costes de mantenimiento, pudiendo reducir del orden de entre el 50% y el 70% los gastos anuales respecto a las soluciones actuales, lo que ilustra el impacto directo que tendría la propuesta planteada. En este sentido, las tecnologías de microfabricación de los módulos de análisis aportarían características de adaptabilidad y fabricación a medida, pero también de óptimo ratio coste-beneficio, habilitando para una reducción drástica de los costes de adquisición y reposición del equipamiento.

Además, al partir de las mismas técnicas analíticas utilizadas en la actualidad, pero en su versión miniaturizada, el escalado no exigirá unos esfuerzos de validación tan exhaustiva, con tanto riesgo tecnológico y con plazos elevados para la obtención de resultados representativos. Además, el uso de plataformas de microfluídica aporta simplicidad, robustez y capacidad de funcionamiento automatizado y autónomo. Por último, hay que destacar que, como consecuencia del tamaño reducido de los equipos y su bajo coste de implantación y mantenimiento, se abriría una ventana de oportunidad para aumentar el número estaciones de control distribuidas a lo largo de la cuenca gestionada por EMALCSA.

TRLs: En el proyecto se desarrollarán diferentes elementos de la solución tecnológica. De forma general, todos los módulos de análisis ya han sido validados individualmente sobre muestras sintéticas y reales a escala laboratorio o campo, así que puede considerarse que se encuentran entorno a un nivel TRL4/5. De forma más concreta para cada uno:

- Sensores de pH, conductividad, ORP redox y cloro libre. Para los módulos de pH, ORP, cloro libre y conductividad se desarrollarán sensores fabricados con tecnología microelectrónica. El funcionamiento de este tipo de módulos se ha validado en redes

de agua potable, en colectores de agua de río y en la entrada de plantas potabilizadoras: TRL5.

- Sensores de oxígeno disuelto, turbidez (medida óptica de dispersión) y concentración de clorofila (fluorescencia). Estos módulos han sido probados y evaluados en prototipos finales en el lugar de medida, por lo que se parte de TRL6.
- Módulos de materia orgánica disuelta, fósforo (absorbancia molecular) y los de amonio y nitrato (electrodos selectivos de iones) han sido fabricados y evaluados individualmente en el laboratorio con muestras sintéticas y reales, con resultados satisfactorios: TRL5.
- Bloque Base. Estructura contenedora en la que se integran en línea los sensores y todos los elementos auxiliares necesarios y que requerirá de un desarrollo totalmente a medida: TRL4.
- Módulo independiente con sistema de mantenimiento preventivo y autocalibración (autolimpieza y acondicionamiento de sensores, autoverificación / autocalibración, historial de mantenimiento y control de calidad, alertas de mantenimiento): TRL4.
- Módulo de acondicionamiento, adquisición/almacenamiento de datos, procesamiento y transmisión de señal: TRL4.

En un paso intermedio de escalabilidad iterativa, el equipo completo desarrollado se validará en el laboratorio con muestras sintéticas y reales y supondrá un salto a TRL6. En la última fase del proyecto, el equipo global se validará en campo con muestras reales, alcanzando el nivel de madurez tecnológica TRL8.

RIESGOS: Como se mencionaba previamente, en cuanto al desarrollo de los módulos de análisis y la unidad de gestión de fluidos, el riesgo tecnológico es moderado, puesto que ya han sido evaluados en condiciones controladas sobre muestras reales. Los elementos pasivos y activos de fluidica también han sido validados en las mismas condiciones y su período operacional supera el tiempo máximo de operación autónoma entre visitas de mantenimiento rutinario.

Por otro lado, existe riesgo asociado a la proliferación de bacterias dentro de los módulos de análisis durante la evaluación en campo, pero para ello se plantea la introducción de biocidas en la disolución acondicionadora o incorporación de elementos protectores como plan de contingencia. Por último, hay que mencionar que todas las tareas que se lleven a cabo tanto en el medio natural (dominio público hidráulico) como en puntos de la red de abastecimiento, deben contar con el visto bueno y autorización del organismo de cuenca (Augas de Galicia), así como de EMALCSA, para cumplir todas las normativas vigentes.

4. RETO 2: #eficiencia: MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE BOMBEO Y POTABILIZACIÓN

4.1 Antecedentes Reto 2

A Coruña y su entorno metropolitano presenta una orografía compleja, lo que ha llevado a que el sistema de distribución de agua tenga que asumir un **número elevado de sistemas de elevación** que permita cubrir de forma eficiente los servicios prestados. Prácticamente el 100% de los ciudadanos coruñeses disfrutan de agua con presión suficiente desde la red pública, sin necesidad de implementar sistemas de bombeo propios, salvo los edificios que por normativa lo requieran. El esfuerzo que supone esta situación particular, provoca que la necesidad de estos sistemas de elevación aumenten entre un 15% y un 20% los costes operativos de la compañía, por lo que la búsqueda de soluciones innovadoras que minimicen estos ratios es una prioridad estratégica.

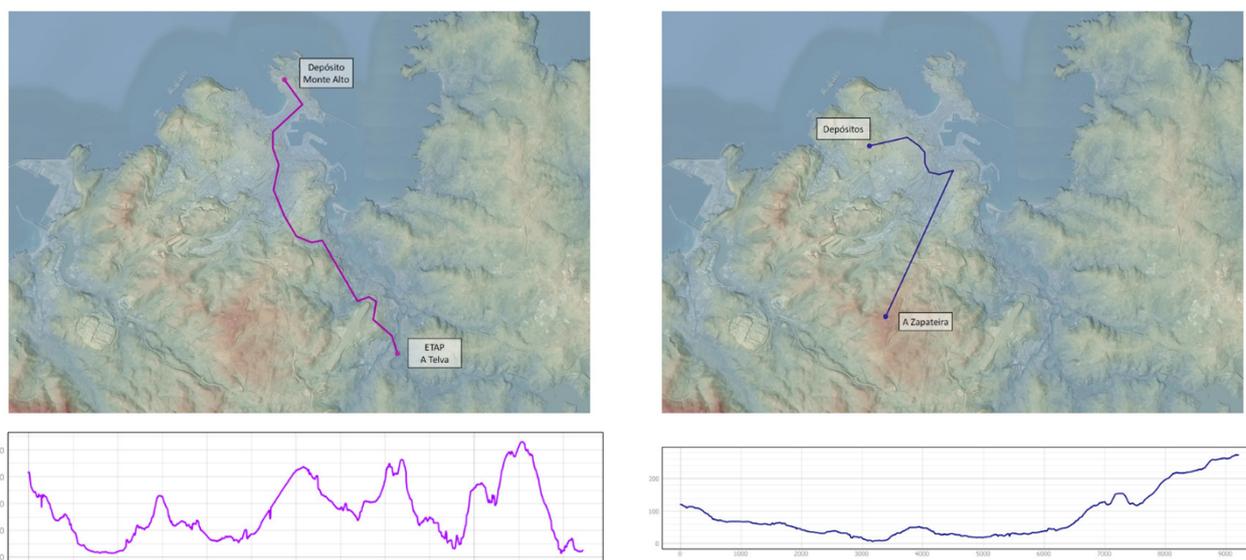


Figura 11: Planos de extensión y perfiles de orografía de los sistemas de distribución de aguas

Además de este factor económico, la contribución a la reducción de la huella de carbono en el contexto de la lucha contra el cambio climático, o las estrategias urbanas de descarbonización suponen un estímulo adicional, y son aspectos esenciales del marco DUSA (Desarrollo Urbano Sensible al Agua).

SISTEMAS DE BOMBEO

Emalcsa distribuye al año del entorno de 31 Hm³ de agua a sus clientes. Toda esta agua ha de ser bombeada para llegar a las redes de distribución desde las plantas de tratamiento y, posteriormente, debe ser rebombada, a diferentes escalones de presión, por lo menos otro 50%. Esta operación, aparte de las altas inversiones y costes de mantenimiento, tiene el hándicap de que apalanca casi el 15% de los costes operativos de la compañía en energía.

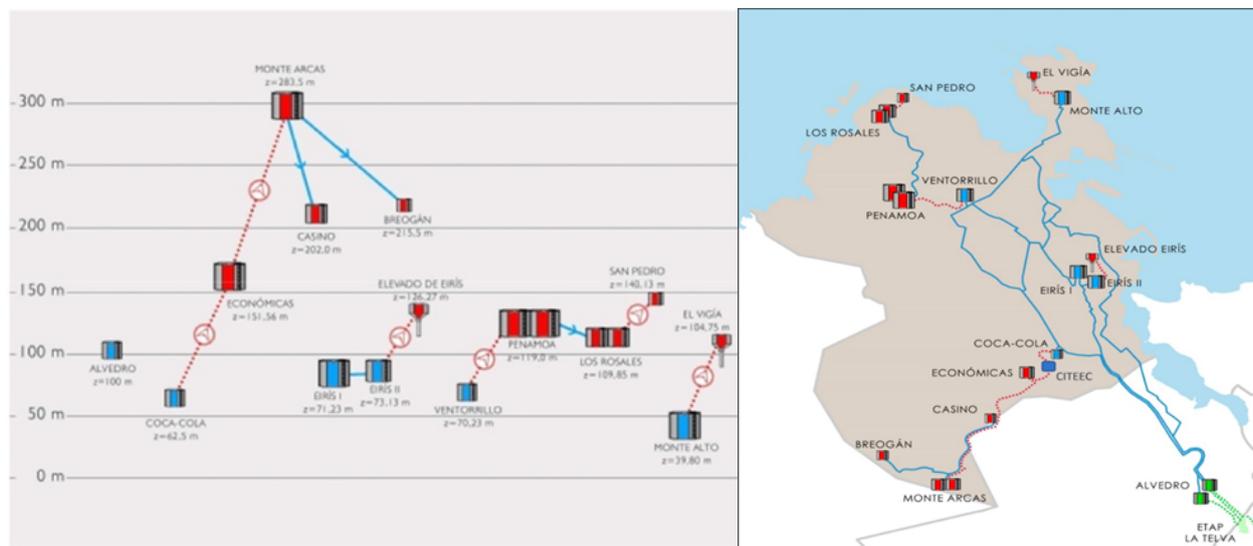


Figura 12: Esquema parcial de los sistemas de bombeo en la ciudad de A Coruña (cotas reales)

En la actualidad EMALCSA dispone de 10 bombeos a depósitos con diferentes capacidades en la ciudad, además de los generales que se adscriben a la planta de tratamiento.

SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN

Por otro lado, **los modelos actuales de potabilización son muy intensivos en energía** y se requiere la búsqueda de soluciones más eficientes que aprovechen la calidad del agua natural de A Coruña y que permitan a su vez abordar nuevos retos como los que suponen los contaminantes emergentes o la eutrofización de las masas de agua. En la actualidad los tratamientos que se desarrollan de manera general en las dos plantas que dispone en sistema de agua de A Coruña que opera EMALCSA, tienen un proceso de coagulación-floculación, con preoxidación con permanganato y desinfección en post tratamiento con cloro.

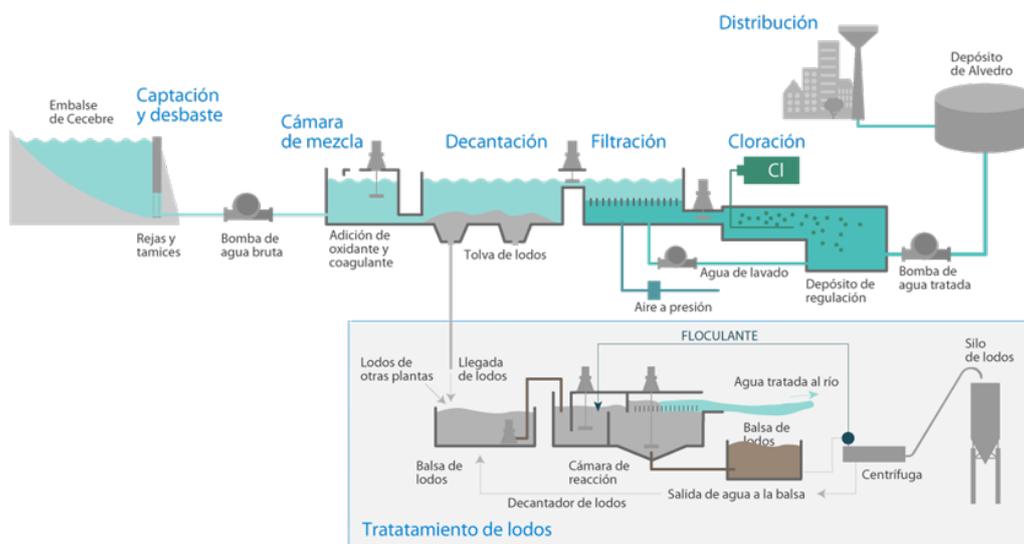


Figura 13: Esquema básico del proceso de captación-potabilización en EMALCSA, incluida fase de bombeo principal

En el caso de EMALCSA, el agua captada tiene que ser bombeada a cabecera de tratamiento en su totalidad, unos 34 hm³/año. Desde el punto de vista de operación los puntos críticos de consumos energéticos están vinculados a los sistemas de filtrado por arena en su limpieza. Desde una perspectiva de mantenimiento todos los elementos de las plantas son muy intensivos, ya que además las instalaciones tienen una antigüedad importante, si bien en todas ellas se han ido haciendo actualizaciones y un mantenimiento intenso que permite su total operatividad y fiabilidad. El esquema siguiente refleja el cuadro resumen de activos y procesos de la planta más importante, la de A Telva, donde se ven las tres líneas de tratamiento correspondientes a tres plantas distintas interconectadas y que corresponden a tres ampliaciones de los años 60 (planta 1), años 80 (planta 2) y finales de los 90 (planta 3), incluida en este caso una línea conjunta para tratamiento de lodos.

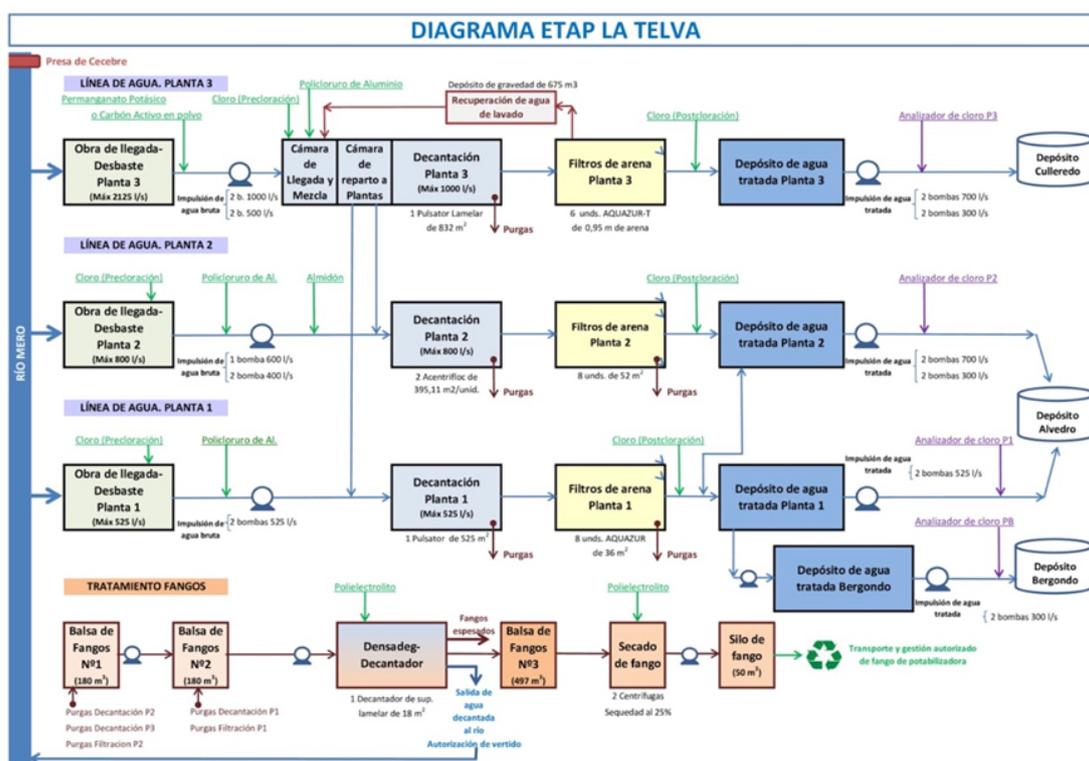


Figura 14: Esquema general de activos y procesos en la ETAP A TELVA

4.2 Limitaciones actuales y necesidades a cubrir en el RETO 2

En estos momentos existen diferentes sistemas de bombeo en la compañía que están en fase de renovación. En el caso de los bombeos de red de distribución su sustitución no es tan inminente y está supeditada a conseguir tecnologías que demuestren **mejorías sustanciales en rendimiento** con respecto a los actuales, cuya edad media es en general inferior a los 15 años. De la misma forma, los sistemas de potabilización se encuentran también en un contexto de renovación de tres de las plantas actualmente operativas:

- Planta de Cañas, con una capacidad nominal de 100 l/seg, si bien y debido a su antigüedad su régimen de operación está en la mitad. Fue construida en los años 20 del siglo pasado y necesita una renovación global para poder operar en

condiciones de eficiencia y seguridad, tanto desde el punto de vista de caudales, como de la calidad del agua.

- Planta 1, del complejo de A Telva, con capacidad para 525 l/seg con tecnología de los años 60 del siglo pasado
- Planta 2, del complejo de A Telva, con capacidad de 800 l/seg y con tecnología de los años 80 del siglo pasado.

4.3 Objetivos y requisitos esperados de las soluciones del RETO 2

Desde un punto de vista funcional lo que se busca con esta acción son propuestas que puedan resolver los siguientes aspectos:

- Abaratamiento de los costes de inversión y complejidad en su implementación en instalaciones existentes.
- Optimización de las labores de mantenimiento y operación de los sistemas a implementar.
- Mejora sustancial del rendimiento energético, introduciendo novedades y mejoras tanto en los sistemas de impulsión como en los procesos de potabilización que puedan aportar mejoras significativas a los consumos eléctricos a partir de la situación actual.

Actualmente existen soluciones que desde un punto de vista técnico tratan de abordar la mejora en la eficiencia y rendimiento energético de los sistemas de bombeo y potabilización. Básicamente esos sistemas están apalancados en la mejora de los sistemas mecánicos y de control, mediante el uso de variadores. También es habitual combinarlos con una mayor eficiencia en el control de demanda para poder ajustar, mediante sistemas más o menos desarrollados, los tiempos de servicio y sobre todo los tramos horarios.

En la actual coyuntura energética, desde EMALCSA se plantea la necesidad de abordar desarrollos que permitan dotar a los sistemas de bombes y potabilizadoras de herramientas, procesos y soluciones tecnológicas de marcado origen innovador, que permitan la mejora del rendimiento energético, reducción de costes de inversión, optimización de tareas y costes de mantenimiento, así como que contemplen aspectos relacionados con la integración en el entorno, la optimización de las infraestructuras existentes y la economía circular en su concepción. Estas soluciones deben permitir superar las limitaciones de los sistemas actuales.

El reto plantea soluciones en dos ámbitos de eficiencia, mediante la aplicación de técnicas de control y maniobra en base a la captación de datos, su integración y análisis:

- Mejoras significativas de eficiencia y operación en sistemas de bombeo, con la importancia que tiene a nivel global en nuestro sector y particularmente en el sistema coruñés, muy dependiente por su orografía de estas infraestructuras.
- Propuestas en el ámbito de los sistemas de tratamiento de potabilización, tanto en lo referente a la eficiencia energética de los procesos como en la posible mejora de estos procesos aplicando nuevas tecnologías.



Una plataforma que integre de forma automática los controles de niveles de depósito, demanda de suministro en red por sectores, las necesidades reales ajustadas de bombeo para garantizar las condiciones de suministro o el ajuste y control de los procesos de potabilización, proporcionaría una optimización directa de los tiempos y caudales, aportando no solo sustanciales ahorros energéticos, sino altas tasas de eficiencia en los consumos del sistema integral de gestión.

4.4 Descripción de SUBRETO 2.1 Desarrollo de piloto de demostración para bombeo de agua en régimen hiperlaminar

ANTECEDENTES y NECESIDADES ACTUALES: Las conducciones de agua pueden funcionar en dos configuraciones, en función del modo en el que circula el flujo de agua: laminar o turbulenta. El régimen laminar tiene muchas menos pérdidas energéticas y es, por tanto, mucho más eficiente. Sin embargo, el régimen laminar es normalmente inestable para grandes caudales y acaba degradándose en esas situaciones hasta convertirse en turbulento. Por su parte, el régimen turbulento es poco eficiente y presenta muchas pérdidas energéticas por fricción. De forma más concreta, en régimen laminar, el flujo en tuberías tiene unas pérdidas por fricción proporcionales al caudal que circula por ellas, es decir, al duplicar el caudal se duplican las pérdidas energéticas y al triplicar el caudal se triplican las pérdidas, siendo éste un grado de eficiencia alto. En régimen turbulento, el habitual para los niveles de caudal altos, las pérdidas por fricción son proporcionales al cuadrado del caudal. Esto quiere decir que si duplicamos el caudal multiplicamos las pérdidas por cuatro y si triplicamos el caudal multiplicamos las pérdidas por nueve. Lamentablemente, los flujos laminares convencionales sólo ocurren con caudales bajos y cuando el caudal crece el flujo laminar convencional se vuelve inestable, colapsa y se hace turbulento, aumentando sus pérdidas.

Teniendo en cuenta este planteamiento físico de partida, todas las conducciones actuales de EMALCSA funcionan en régimen turbulento debido a su elevado volumen de caudal, y son, por tanto, poco eficientes. **Los avances tecnológicos enfocados para generar un régimen laminar con grandes caudales, conocido como régimen hiperlaminar, están en plena fase de desarrollo, pero presentan unos resultados muy satisfactorios y prometedores para casos de uso como el de EMALCSA.** Como antecedentes, el régimen hiperlaminar es tan eficiente como el régimen laminar convencional, pero en este caso va asociado a caudales muy altos y no se vuelve inestable y se ha ensayado con éxito en entornos controlados y en soluciones de demostración para instalaciones acotadas del sector industrial.

Teniendo en cuenta las características propias de la red de aguas gestionada por EMALCSA, en el marco del proyecto se propone **construir un prototipo industrial de bombeo y conducción de agua en régimen hiperlaminar, que sea escalable para sustituir a los sistemas de bombeo existentes actualmente en EMALCSA, caracterizados por un nivel eficiencia acorde a los regímenes turbulentos.** En este sentido, se estima que la consecución de un cambio de régimen en estos volúmenes de caudal provocaría un ahorro energético que puede superar el 30% respecto a los costes actuales. Huelga decir que incluso reducciones menos ambiciosas ya tendrían un impacto enorme en los costes y rendimiento

energético de un sistema de gestión de aguas municipal de la envergadura como el de EMALCSA.

PLANTEAMIENTO SUBRETO 2.1: El proyecto plantea avanzar en el desarrollo de soluciones físicas innovadoras que actúen sobre la teoría matemática que valida la consecución y el mantenimiento de flujos laminares en caudales muy altos, como los presentes habitualmente en las instalaciones de EMALCSA. Este tipo de flujo laminar no colapsa, no se vuelve inestable y no se transforma en turbulento. Así, de conseguir este objetivo, las pérdidas energéticas del flujo hiperlaminar serían también proporcionales al caudal, como se mencionaba previamente, en lugar de ser proporcionales al cuadrado del caudal, como ocurre con los flujos turbulentos. Para ello, se aprovecharán los resultados de pruebas de validación a escala laboratorio y en condiciones controladas que han permitido comprobar un comportamiento hiperlaminar equivalente al que predecían los modelos matemáticos. Las variables que habrá que monitorizar en cada caso son el gradiente de presiones, los perfiles de velocidades parabólicas o las mediciones de pérdidas energéticas proporcionales al caudal.

Para la consecución de este objetivo, será necesario **desarrollar** (diseño + fabricación + puesta a punto) **diferentes tipologías de dispositivos laminarizadores, escalando cada uno en función de la aplicación concreta a validar por EMALCSA dentro de su red de distribución**. Ese será el primer paso de la construcción de un prototipo industrial, funcional y escalable, que sea adecuado para aplicaciones industriales (recomendaciones para efectuar el escalado del prototipo y sustituir los actuales sistemas de bombeo de EMALCSA). De forma más concreta, el prototipo industrial debería abordar como mínimo los siguientes aspectos:

- Mover caudales industrialmente relevantes, del orden de 20 m³/hr.
- Utilizar tuberías de un tamaño que pueda identificarse con las condiciones reales de instalaciones industriales (del orden de DN100).
- Emplear elementos y subcomponentes estandarizados y fácilmente localizables en el mercado industrial, de forma que el proceso de escalado del prototipo cumpla con los requerimientos de factibilidad y rentabilidad.

Las soluciones prototipo constarían de depósitos, sistemas de bombeo con caudal controlado, dispositivos laminarizadores, reguladores de presión, una serie de sensores de monitorización (presión, caudal, temperatura ...) en distintos puntos estratégicos, electroválvulas regulables y un sistema de control ad-hoc que gobierne todos los elementos anteriores.

Como se mencionaba previamente, el componente principal del prototipo industrial sería el dispositivo laminarizador, ya que es el elemento de innovación fundamental y el que aportará las verdaderas características funcionales de hiperlaminarización de los desarrollos de la presente propuesta. Por lo tanto, se ensayarán diversos tipos de laminarizadores y se analizará y evaluará su rendimiento. El rendimiento de un laminarizador se mide por su rapidez y facilidad para crear flujos hiperlaminares con distintos rangos de caudales. De esta forma, durante el proyecto se determinará cual es el laminarizador que mejor rendimiento presenta para cada rango de caudales o zona de la red de distribución de EMALCSA.

Otro elemento importante del prototipo será el sistema de mando y control unitario, ya que este sistema "vigilará" continuamente la lectura de todos los sensores e incorporará los datos obtenidos a las ecuaciones que tiene programadas en su interior. Para ello, será

necesario implementarle un potente procesador matemático que le permitirá efectuar los cálculos en milisegundos, con lo que será **capaz de determinar en cada instante de forma online la posición de funcionamiento del laminarizador para que el régimen no se vuelva turbulento.**

De forma más concreta, los pasos que se deben seguir para la ejecución de los desarrollos planteados abarcarían:

- Diseño y fabricación de los laminarizadores intercambiables.
- Diseño, fabricación, construcción y caracterización de la bancada experimental que constituirá el prototipo industrial, incluyendo la instalación del depósito de agua, bomba a caudal controlada por reguladores de presión, electroválvulas regulables, red de sensores para las tareas de medición y monitorización y el sistema de control.
- Adquisición masiva y tratamiento avanzado de datos para la caracterización funcional de los laminarizadores y el prototipo completo, incluyendo pruebas y ensayos a diferentes caudales y presiones, con diferentes configuraciones y tipologías de laminarizadores.
- Análisis de resultados y optimización iterativa de los desarrollos.

El objetivo final para EMALCSA sería la sustitución de los actuales sistemas de bombeo por otros nuevos que trabajen en régimen hiperlaminar, con el consiguiente ahorro significativo en costes de explotación. De esta forma, EMALCSA obtendría un ahorro sustancial en sus costes de explotación y dispondría del know-how y toda la información para desarrollar nuevos sistemas de bombeo en régimen hiperlaminar para todas sus instalaciones. La posibilidad de disponer de un prototipo industrial, también le abre el camino a EMALCSA para poder seguir ensayando en el futuro cualquier nuevo diseño de laminarizador o cualquier nueva situación de flujo que surja en las instalaciones para incorporar nuevas soluciones innovadoras sus sistemas de bombeo más eficientes.

ELEMENTOS DE INNOVACION: En los últimos años se ha procedido a validar los modelos matemáticos que consiguen el cambio teórico en la tipología de flujo y se han construido diversos laminarizadores de laboratorio para caudales bajos, pero no hay constancia de la existencia de laminarizadores de características industriales (conversión de flujos turbulentos a flujos laminares en grandes caudales). Otro elemento de innovación es el sistema de control, que incorporaría las ecuaciones que determinan las condiciones de funcionamiento del prototipo. Por lo tanto, los desarrollos previstos permitirían a EMALCSA ser una entidad líder mundial en el desarrollo de la novísima tecnología de bombeo en régimen hiperlaminar y disponer de una infraestructura con la que poder formar a sus técnicos y convertirlos en expertos de una tecnología que, sin duda, se acabará imponiendo en todo el mundo, con lo que para EMALCSA se abriría una nueva línea de negocio, la de consultoría especializada para otras empresas de gestión y suministro de agua.

De manera transversal a esta aplicación, los resultados del proyecto serían de enorme interés para otras aplicaciones industriales en las que el bombeo en régimen hiperlaminar para reducir pérdidas pueda ser determinante: refinerías de petróleo, oleoductos, gasoductos, industria química, plantas desalinizadoras, industria alimentaria, centrales



hidroeléctricas, etc, lo que demuestra el impacto estratégico de la solución innovadora planteada.

TRLs: Actualmente se encuentra en nivel TRL 4, es decir, la tecnología ha sido plenamente validada en laboratorio y en condiciones controladas y acotadas con resultados muy satisfactorios. En base a los desarrollos previstos en el proyecto, se espera alcanzar un TRL8. En este sentido, se han desarrollado varios prototipos de laboratorio que han generado flujos hiperlaminares eficientes a partir de flujos turbulentos, con notables ahorros energéticos (del orden de un 25%-30%). Las características de esos flujos hiperlaminares coinciden con las predicciones de los modelos teóricos validados, por lo que la base experimental y los desarrollos a escala laboratorio serán la base sobre la que construir la nueva solución escalable.

RIESGOS: El principal riesgo son las posibles dificultades que puedan surgir a la hora del proceso de escalado del prototipo para aplicaciones de bombeo masivo de agua, teniendo en cuenta las dimensiones y ratios de caudal que EMALCSA tiene en sus plantas. Así, debido a las limitaciones propias de las instalaciones científicas y experimentales, en las pruebas de validación a escala laboratorio se han ensayado rangos de caudales y presiones más reducidos que los necesarios para instalaciones a escala real como las de EMALCSA, pero los modelos han sido igualmente validados con exactitud para cualquier rango de caudal o presión. Otro riesgo que se debe tener en cuenta de antemano es que algún laminarizador no tenga la condición de universal y sólo sirva para un rango específico de caudales o presiones, o que el régimen hiperlaminar se desestabilice para ciertas frecuencias, como sucede habitualmente en los sistemas resonantes cuando existe la presencia de muchos codos consecutivos. En esos casos, habrá que sustituirlos por sistemas de conducción con radios de curvatura más suaves. En cualquier caso, estas posibles problemáticas pueden ser cotejadas y adaptadas en base a las teorías validadas, aplicando el método científico para la implementación de los posibles planes de contingencia. Como alternativa a esto, todavía existiría la opción de instalar un nuevo laminarizador aguas debajo de cualquier tramo conflictivo, con el objetivo de evitar o mitigar este efecto. Como último factor de riesgo, mencionar que, de cara a la construcción de un prototipo de características industriales, reproducible y escalable, se debe partir de componentes robustos comerciales existentes en el mercado. Este factor plantea retos de tipo práctico, en el sentido de identificar todos los subcomponentes comerciales que habiliten el desarrollo del prototipo, pero no supone un riesgo a nivel conceptual respecto a las validaciones existentes a escala laboratorio.

4.5 Descripción de SUBRETO 2.2 Desarrollo de tecnologías innovadoras de potabilización mediante procesos de oxidación avanzada

ANTECEDENTES y NECESIDADES ACTUALES: Emalcsa mantiene como uno de sus objetivos clave garantizar a sus abonados una calidad extrema del agua que distribuye. Como tecnología de gran impacto para la consecución de este objetivo, **la oxidación avanzada es un proceso utilizado en tratamiento de aguas para eliminar contaminantes orgánicos y compuestos químicos** recalcitrantes que son difíciles de degradar mediante métodos



convencionales de tratamiento de agua. Este proceso implica la generación de especies altamente reactivas de oxígeno u otros oxidantes para degradar los contaminantes presentes en el agua. Algunos de los métodos de oxidación avanzada más comunes incluyen la oxidación por ozono, la fotocatalisis heterogénea, la radiación ultravioleta avanzada y la oxidación por peróxido de hidrógeno. De entre todos ellos, destaca el **proceso de oxidación avanzada mediante la adición de ozono, conocido como ozonización**, ya que ofrece una serie de ventajas únicas y significativas en el tratamiento del agua y la eliminación de contaminantes. En este sentido, la ozonización es una tecnología habilitante para el desarrollo de sistemas de desinfección más efectiva, ya que frente al cloro, es más eficaz en la eliminación de microorganismos patógenos como bacterias, virus y protozoos, aspecto crucial en un contexto en el que están apareciendo nuevas tipologías de contaminantes. En este sentido, el ozono es capaz de descomponer compuestos químicos recalcitrantes que son difíciles de degradar mediante otros métodos de tratamiento de agua convencionales. También es altamente efectivo para la inactivación de esporas bacterianas y virus, lo que lo convierte en una opción superior para la desinfección del agua. Lo mismo sucede con contaminantes orgánicos, incluyendo compuestos orgánicos sintéticos, pesticidas o subproductos de desinfección. De la misma forma, presenta propiedades organolépticas, garantizando un agua ausente de turbiedad, sólidos (metales pesados, hierro, manganeso, etc) y color y permite eliminar olores y sabores desagradables del agua, lo que mejora significativamente su calidad y la hace más aceptable para el consumo humano. Por último, destacar que, a diferencia del cloro, el ozono no produce subproductos de desinfección problemáticos, como trihalometanos (THM) y ácidos haloacéticos (HAA), que pueden ser perjudiciales para la salud y mejora la coagulación de partículas suspendidas en el agua, lo que facilita su posterior eliminación por sedimentación o filtración. De esta forma, **los tratamientos de adición de ozono pueden ayudar a las plantas de tratamiento de agua a cumplir con las regulaciones y estándares ambientales relacionados con la calidad del agua potable y la eliminación de contaminantes**. De todos estos factores, el más relevante es su propiedad garantista de cara a sistemas de protección futura, ya que los procesos de oxidación avanzada son procesos no selectivos, por lo que garantizan la calidad del agua ante la presencia de virus o bacterias desconocidos hoy en día, ya que se basan en la destrucción de la membrana citoplasmática de cualquier tipo de microorganismo, destruyéndolos de manera instantánea. Desde el punto de vista medioambiental, maximizan los niveles de eficiencia hídrica, no se desperdicia agua ni energía y no se utilizan productos químicos, por lo que su influencia en minimizar la huella de carbono del proceso es enorme.

Sin embargo, y aunque los **tratamientos de oxidación avanzada mediante ozonización** presentan grandes beneficios para grandes plantas de tratamiento de aguas, también **presentan desafíos y problemas aún no solventados en términos de eficiencia energética**. En este sentido, la generación de ozono requiere una cantidad significativa de energía eléctrica cuando hablamos de estos niveles de escalado. Los generadores de ozono utilizan corriente eléctrica para separar el oxígeno en el aire y producir ozono y esto resulta en unos altos ratios en cuanto al coste operativo debido al consumo de energía (exponencialmente superiores a medida que el volumen de ozono necesario aumenta). A esto hay que sumarle que la eficiencia de los generadores de ozono es moderada, suponiendo una limitación en términos de huella cuando hablamos de una planta de tratamiento de esta envergadura. Para evitar estos efectos energéticos nocivos, es necesario disponer de sistemas de control de la producción y dosificación de ozono, adaptados a las necesidades reales de cada



tratamiento diseñado, para evitar sobreproducciones y desperdicios. De la misma forma, es importante destacar que el ozono es un gas altamente reactivo y puede degradarse durante su transporte desde el generador hasta el punto de aplicación en el proceso de tratamiento, por lo que las pérdidas de ozono a lo largo del sistema pueden aumentar los costes energéticos y reducir la eficiencia global de las instalaciones. Un deficiente control de todos estos factores, aumenta al mismo tiempo los recursos de tareas de mantenimiento y los requerimientos de refrigeración para evitar sobrecalentamientos, lo que incide en las problemáticas asociadas a un consumo adicional de energía. Por último, destacar que cuando hablamos de grandes plantas de gestión y tratamiento de aguas, la integración de la ozonización con otros procesos de tratamiento de agua, como la filtración o la desinfección posterior, puede requerir una coordinación y control cuidadosos para garantizar una operación eficiente.

Por tanto, para abordar estos problemas de eficiencia energética, EMALCSA plantea el desarrollo de un prototipo que habilite para implementar sistemas de adición de ozono de forma eficiente en términos energéticos, basándose en el diseño de tratamientos a medida y en el desarrollo de estrategias de control y operación más precisas.

PLANTEAMIENTO SUBRETO 2.2: La propuesta se basa en el **desarrollo de tratamientos innovadores de oxidación avanzada (AOP) mediante ozono y mediante la combinación de ozono y UV para producir radicales hidroxilo superoxidantes de los compuestos carbonados de cadena larga, como los ácido húmico y fúlvicos que producen la turbiedad en el agua** cuando no es por efecto de los sólidos en suspensión. Tanto los ácidos húmicos como los fúlvicos proceden de procesos de descomposición de materia orgánica, como hojas y ramas del suelo, lo cual es muy habitual en zonas húmedas como es el caso de A Coruña. Los ácidos húmicos aportan un color parduzco al agua y los fúlvicos un color amarillento. La propuesta, combina este proceso AOP con una prefiltración con arcilla expandida y carbón activo tras la AOP. En una primera se eliminan los sólidos que generan la turbidez, en una segunda se da un proceso AOP para romper las moléculas orgánicas que dan color al agua y en una tercera una filtración con carbón para retener la COT procedente de las moléculas oxidadas.

Este tipo de proceso tiene un **enfoque basado en la eficiencia energética de los procesos de bombeo y potabilización**. Específicamente en la potabilización del agua potable en cuanto a su turbidez y calidad microbiológica, especialmente exigente en el nuevo RD3/2023. Hasta ahora, los procesos de este tipo se atacaban con medios físico-químicos, altamente demandantes en producto químico (los cuales tienen elevadas huellas de CO₂) y en energía, ya que requieren de varios bombeos. La propuesta contempla un proceso continuo, sin rotura de carga, es decir, con un único bombeo en cabecera sin rebombeos, optimizando la eficiencia energética.

Los parámetros de diseño del tratamiento que se tendrán en cuenta serán los consumos de agua potable, la calidad del agua (conductividad, color, turbidez, arrastre de abonos, nitratos, fosfatos, microbiología, etc.) y valores de hierro (Fe) mg/l, manganeso (Mn) mg/l, nitrógeno amoniacal en forma de amonio (NH₄) mg/l o fosfatos (P₂O₅) mg/l y los diferentes escenarios y configuraciones de tratamiento mediante adición de ozono. Para la línea de tratamiento prototipo, se calcularán en función de los caudales de tratamiento los sistemas de captación desde tanques, las bombas de alimentación, el tanque de oxidación, los



equipos de adición de ozono, las bombas de retrolavado de los filtros, las bombas dosificadoras, los procesos de filtración/adsorción en sus diferentes etapas, las fases de desinfección, los sistemas de medición de caudal, presión o turbidez y el sistema de control integral de la instalación.

ELEMENTOS DE INNOVACION: Desde el punto de vista de la solución integral de potabilización, unos de los aspectos más innovadores es el desarrollo de sistemas de filtración que combinan arcilla expandida, oxidación activa AOP y carbón activo, ya que permitiría la consecución de una solución de alto impacto para garantizar la calidad del agua, incluso pensando en tipologías de virus o bacterias todavía no existentes. Así, esta nueva tecnología abriría una vía de alto valor añadido para dar solución a la eliminación de los microorganismos del futuro, sin tener que recurrir a procesos expansivos en espacio o en el uso de productos químicos más severos como son los físico-químicos tradicionales.

De la misma forma, la solución prototipo se concibe desde su origen como una herramienta automatizada, digital y conectada constantemente y en tiempo real, facilitando los requerimientos de monitorización y control de los procesos de potabilización. A mayores, y pensando en disponer de una solución medioambientalmente sostenible, el nuevo desarrollo planteado permitiría reducir la huella hídrica y de CO₂, factor esencial a sumarle a su adaptación inmediata a los contaminantes del futuro, tanto microbiológicos como de metales pesados. El resultado sería una planta 100% automatizada, conectada 24/7 mediante tecnología 4.0, totalmente controlable en remoto, con todos los parámetros medidos en tiempo real.

Por tanto, el carácter innovador global se nutre de pequeños saltos tecnológicos parciales, como la ausencia de uso de producto químico, el aseguramiento de la eliminación de bacterias, virus y microorganismos de última generación, la eliminación de fenómenos de turbidez (incluso la generada por COT disuelto), la supresión de metales pesados, hierro y manganeso o la posibilidad de un hacer un control 100% en remoto sin presencia de personal, al no requerir reposición de producto químico.

TRLs: El desarrollo parte de un TRL6, siendo el objetivo a la finalización del proyecto la validación del sistema prototipo en un TRL8. Durante el proyecto se desarrollarán los aspectos de funcionamiento combinado de los procesos individuales, su interacción y los efectos de unos sobre otros a nivel de automatización, mantenimiento e interacción del personal de operación en remoto.

RIESGOS: Al ser un enfoque tan innovador, hay varios desafíos tecnológicos que deben tenerse en cuenta a la hora de planificar los sistemas de tratamiento y diseñar las instalaciones prototipo. Por un lado, cierta incertidumbre en el escalado de las etapas de diseño y cálculo de las tecnologías de filtración con arcilla expandida. Lo mismo sucede con las tecnologías de uso y aplicación de ozono y UV, y sobre todo, de la interacción de todas ellas en un sistema híbrido (incertidumbres en uso, aplicación, control y manipulación). De la misma forma, se estima con riesgo medio el proceso de escalado de la tecnología de carbón activo, en lo relativo a factores de dimensionamiento, control de lavados y sistemas de manipulación. Por último, y dado el carácter multidisciplinar y multifuncional de la solución, las tareas de integración y automatización del sistema de control tendrán en cuenta la interacción de todos los subcomponentes.

5. RETO 3: #comunicación: NUEVOS PROCESOS DE ATENCIÓN AL CLIENTE/CIUDADANO

5.1 Antecedentes Reto 3

La sociedad moderna requiere de sus servicios públicos transparencia y eficiencia. En este sentido muchos de los procesos relacionados con la atención al cliente clásica, se han quedado obsoletos y requieren una reingeniería basada en el uso de los datos y las TIC. EMALCSA presta su servicio de forma directa a unos 250.000 habitantes en las poblaciones de Coruña y Carral, y de manera indirecta a otros 150.000 en los ayuntamientos de Arteixo, Culleredo, Cambre, Oleiros, Sada y Bergondo, que gestionan su distribución por medios propios.



Figura 15: Distribución de los ayuntamientos dependientes del sistema de EMALCSA

En la actualidad los ratios de satisfacción en términos de servicio, calidad de producto y precio que tienen los ciudadanos atendidos por EMALCSA de forma directa es muy alta según las encuestas que de forma periódica se realizan desde la Dirección Administrativa de la compañía. No obstante, dado que esa valoración es así desde hace años, se entiende que no debemos quedarnos parados ante una aparente percepción positiva, dado que necesitamos incrementar ese grado de satisfacción de forma permanente para garantizar la calidad de nuestro trabajo.

Los aspectos más innovadores de la nueva política del agua, amparada a nivel europeo en la DMA (Directiva Marco del Agua), indican la necesaria participación ciudadana en todos los procesos relacionados con el uso del agua. En este sentido los modelos clásicos de prestación no ofrecen demasiadas herramientas para que la sociedad desarrolle esa participación. En la actualidad las principales actividades de conexión con el ciudadano/cliente son:

- El contrato de suministro, una acción puntual que en la mayoría de los casos se hace de forma telefónica o a través de la oficina virtual (menos). El número de operaciones contractuales al año, incluyendo los cambios de titular y subrogaciones no llega a las 2.000, sobre un total de 136.000 contratos existentes.

- La facturación, que en nuestro caso tiene una frecuencia trimestral para la gran mayoría de clientes y mensual para un porcentaje inferior al 1% de los clientes que suponen casi el 70% de la facturación en términos de volúmenes de agua servidos.
- Las quejas/reclamaciones, una actividad cuya vinculación principal es la facturación o los problemas con los contadores y que tiene también un volumen anual muy residual, con menos de 5.000 expedientes sobre un volumen de más de 600.000 facturaciones al año. También existen quejas/reclamaciones vinculadas a:
 - o la calidad del servicio (problemas puntuales de presiones/caudales)
 - o Las obras y reparaciones de red y sus efectos en la calidad del agua y el servicio
 - o La propia atención en las operaciones de contratación derivadas de plazos de desprecintado de contadores o cortes por impagos
 - o Otros servicios adicionales prestados por la compañía como limpieza de redes de alcantarillado o actividades vinculadas a los servicios en la Casa del Agua.

Por otro lado, el canal de comunicación más usado es la atención telefónica, con un tráfico de más de 60.000 llamadas año. El segundo es la oficina de atención presencial, con unas 15.000 visitas/año y finalmente la oficina virtual donde el número de clientes registrados es menor de 5.000 y su uso es prácticamente nulo, salvo para la gestión de facturas y de forma residual alguna reclamación.

5.2 Limitaciones actuales y necesidades a cubrir en el RETO 3

En las ciudades hacer un uso eficiente del agua es una manera de preservar el medio ambiente, y para ello debemos mejorar no solo las infraestructuras y los servicios, sino también la relación con los ciudadanos mediante herramientas de sensibilización, monitoreo y participación pública. Además, las sociedades urbanas modernas presentan nuevos retos como los de una población envejecida, con muchas personas solas, o la presencia de enfermedades o tecnologías medicas dependientes del agua que es necesario controlar y garantizar.

La formación e información de los ciudadanos requiere también de un enfoque tecnológico y sistemático que hay que integrar de alguna manera en los procesos de negocio. Además, la nueva ley SAC, cuyo proyecto de ley fue aprobado recientemente impone a las empresas en general, y el sector del agua en particular, una serie de estándares de servicio y calidad para cuyo seguimiento será necesario el desarrollo de procesos y herramientas nuevos. Entre las principales novedades de esta normativa, destacan:

- Los SAC, además de resolver quejas y reclamaciones, atenderán y resolverán incidencias y consultas de los usuarios. Estas podrán presentarse incluso por el mismo canal por el que se contrató y debe quedar constancia (grabación de llamada e información de acceso).
- El servicio se prestará 24 horas / 365 días al año y por numeración sin coste para el cliente.
- Será obligatorio implantar un sistema de evaluación de calidad y auditarlo anualmente mediante empresa acreditada.

- La formación especializada al personal del SAC y la atención de un supervisor durante la llamada, si el cliente lo solicita, serán obligatorias.
- La resolución de quejas y reclamaciones se realizará en un mes (o 15 días hábiles).
- Habrá atención especializada para personas discapacitadas (mensajería escrita instantánea móvil o vídeo interpretación en lengua de signos).

Todos estos aspectos deben integrarse de manera natural en herramientas y actividades que impliquen de forma activa a la ciudadanía, sacando de los actuales esquemas de gestión a los operadores. En estos momentos, con las redes prácticamente renovadas y una ANR<10%, no es posible mejorar de forma significativa los ratios de uso de agua sino somos capaces de implicar a los ciudadanos en nuestras políticas de gestión, todas ellas vinculadas en el marco DUSA como sostenibles e integradas en los servicios ciudadanos generales.

En este sentido actualmente la compañía no dispone de herramientas de análisis para poder evaluar tendencias o progresiones de los distintos aspectos de la atención al cliente más allá de estadísticas numéricas. No tenemos referencias con respecto a problemas en diferentes ámbitos geográficos y por supuesto no tenemos habilitados mecanismos que animen a la participación del público en mejoras de hábitos de consumo o que impliquen una mejor comprensión de las actividades de la compañía para poder asumir cambios tarifarios derivados de diferentes coyunturas como pueden ser inversiones en infraestructuras, subidas de precios de energía o consumibles o la propia evolución tecnológica de los servicios con sus costes asociados.

Recordemos en este punto que el precio del agua en España está en general por debajo de los costes operativos de las compañías y que, si bien Coruña lo tiene cubierto en un 100% con la actual tarifa, esta es muy baja con respecto a las necesidades que los nuevos requerimientos normativos y las inversiones pendientes, sobre todo atendiendo a criterios de sostenibilidad e integración de estas, van a implicar importantes acondicionamientos para poder atenderlas de forma viable. En este sentido es necesario trasladar la sociedad las hipotecas que un porcentaje alto de la población, Coruña y su cinturón metropolitano, imponen al resto de los entes vinculados a la cuenca del Río Mero en términos de protección del recurso y que, de alguna manera debemos retornar al medio.

También es importante los aspectos relacionados con la solidaridad y la oportunidad que A Coruña tiene de exponer su modelo de gestión en el mundo, sobre todo con una gran vocación en Hispanoamérica, para poder ayudar a otras comunidades a mejorar su gestión del agua, y en este sentido hay que llegar a los ciudadanos para que conozcan y compartan la visión de la compañía en las actividades y retos que se planteen de participación en programas multilaterales de cooperación internacional.

5.3 Objetivos y requisitos esperados de las soluciones del RETO 3

Los planteamientos que se pretende obtener están vinculados a la implementación de técnicas y tecnologías que cumplan tres objetivos básicos:

- Mejorar la capacidad de la compañía de resolver de una manera más personal y eficiente todas las relaciones con los clientes ciudadanos e integre de forma amigable todos los canales de conexión.
- Desarrollo de actividades y técnicas que permitan ampliar y medir la implicación de los ciudadanos en los procesos de cambio en los modelos de gestión basados en la sostenibilidad, la integración y la solidaridad que se propugnan en el marco conceptual DUSA.
- Mejora y monitorización de las actividades relacionadas con el cliente/ciudadano, mediante el análisis de actividades y resultados para optimización constante de los procesos, mediante la integración del Big Data o los modelos de IA, así como sistemas avanzados de visualización.

Para ello es necesario disponer de soluciones que monitoricen y analicen las actividades actuales y propongan de forma constante un modelo de atención que cumpla en cada momento diferentes necesidades. Asimismo, es importante la atención a tendencias y necesidades en el ámbito local, metropolitano, autonómico, nacional e internacional que tengan relación con la gestión del agua y que supongan oportunidades para lanzar retos ciudadanos que mejoren la relación de la ciudad con el agua, a nivel funcional pero también a nivel emocional, convirtiendo a Coruña en una comunidad implicada con el desarrollo y la protección de los recursos y un modelo para otras ciudades.

5.4 Contenido innovador Reto 3

En este momento, existen soluciones y tecnologías en el mercado que están relacionadas o tienen una potencial aplicación directa en los procedimientos de comunicación, gestión y control, pero su adaptación a las necesidades específicas del reto de forma natural es cuando menos limitada, sobre todo porque las características socio-económicas y físicas en términos de territorio de cada ámbito son diferentes y es necesario atender a estas particularidades dentro de la solución/es.

Es por ello por lo que EMALCSA, responsable de la gestión del servicio de Abastecimiento de agua en el término municipal, requiere de desarrollos innovadores que permitan dotar a su sistema tecnologías innovadoras que permitan superar las limitaciones de los sistemas actuales, facilitar la gestión de incidencias, integración del sistema, etc.

Las tecnologías o soluciones propuestas, si bien podrán ser generales o particularizadas a la resolución de una problemática concreta, deberán estar preparadas para su demostración o prueba a corto plazo con todas sus funcionalidades definidas.

Las propuestas relativas a este reto están todas ellas apalancadas en el uso de la tecnología para mejorar los procesos de atención al cliente o las relaciones de la sociedad con nuestra compañía. Las propuestas mayoritariamente abordan el uso de sistemas de asistencia de voz e inteligencia artificial para la implementación de Chatbots como una manera de agilizar los procesos de consulta y abaratar los costes relacionados con los servicios que se prestan actualmente mediante medios telefónicos, que es el principal canal de comunicación del sector.



El reto era fundamentalmente exploratorio, porque si bien la sociedad empieza a demandar el uso de otros canales como redes sociales, esta demanda es muy residual. Lo que se pretendía era reconocer tendencias, sobre todo vinculadas a otros sectores, que permitieran avanzar en nuevos modelos de relación. En este sentido sí que parece que los sistemas de asistencia de voz, junto con la gamificación, parecen herramientas que en el futuro tendremos que implementar en nuestra gestión. Como elemento también de interés han aparecido los sistemas vinculados a la inteligencia artificial para mejorar el manejo de los procesos mediante el análisis de los datos vinculados a los procesos de gestión de clientes (reclamaciones, incidencias, consumos, etc.), que son datos masivos de los que disponemos series históricas largas que son susceptibles de usar para conocer mejor el comportamiento de nuestros clientes y adelantarnos a sus necesidades.

Este último planteamiento está muy en línea con el desarrollo de un gemelo digital que permita emular el mapa de gestiones realizadas con clientes y usuarios, relacionarlo con las operaciones de distribución y con otros eventos ciudadanos y ofrecer. Una experiencia 360 a los ciudadanos en lo que se refiere a su relación con el suministro de agua.

En el ámbito del reto 3 parece muy interesante la opción de la gamificación como herramienta de relación con los clientes. Trasladar la importancia del agua, las condiciones del medio que la dispone en nuestro entorno y como desde la sociedad se puede mejorar para hacer más eficiente nuestra gestión es un reto permanente que no siempre se consigue con los medios tradicionales (fundamentalmente comunicación estándar y sobre todo publicidad y promoción, muy útiles en entornos comerciales, pero poco aplicables en entornos monopolísticos como nuestro caso). La integración de herramientas vinculadas a la inteligencia artificial y su uso mediante técnicas de gamificación serán en el futuro el vector más importante en el que apuntalar la relación de los ciudadanos con nuestra actividad e incorporarlos como agentes activos de mejora de los procesos de gestión del agua.

En este sentido es necesario la exploración de las posibilidades reales de estas tecnologías para los procesos de atención al cliente, pero también en procesos de mejora de nuestras acciones en el ámbito de esas relaciones. La formación del personal interno en base a sistemas gamificados parece a la vista de las propuestas una de las apuestas más importantes para la mejora y desarrollo ya media plazo y en este sentido es más que oportuno incorporarlas a nuestra gestión mediante una aplicación específica.

Atendiendo a lo planteado en la propuesta de desarrollo, se han valorado dos tipos de actuaciones:

- Integración de los procesos de gestión comercial de la compañía al gemelo digital como una manera de alimentar los procesos de mejora de atención al cliente/ciudadano. En este caso trataremos los aspectos concretos en la propuesta del reto 4.

- Desarrollo de una plataforma de gamificación donde se analicen todos los procesos de negocio y se diseñe y desarrolle mediante un entorno amigable soluciones gamificadas para la resolución de incidencias y la explicación de procesos (Que, porque y para que). En este caso y a modo de ejemplo es del máximo interés disponer en determinados periodos de herramientas para trasladar a la sociedad la problemática de una sequía, de una avería importante o de un proceso de cambio de tarifas, etc. La plataforma no solo debería



implementar mecanismos para el desarrollo de una batería de juegos, sino también la posibilidad mediante la aplicación de inteligencia artificial de desarrollar otras propuestas en diferentes momentos, adaptando cada juego no solo a la casuística que lo desencadena, sino también a las “condiciones de contorno” de cada momento, de manera que la propuesta no quede en productos enlatados y estáticos que suponen un gran esfuerzo en su desarrollo pero por su inmovilidad se amortizan pronto. La capacidad evolutiva de las propuestas debe ser una de las características de las propuestas para esta plataforma.

Por supuesto un aspecto fundamental es la adaptación de las propuestas a diferentes entornos de distribución, empezando por los clásicos como la página web o redes sociales y terminando en entornos más disruptivos.

6. RETO 4: #planificación: GEMELO DIGITAL CON INTEGRACIÓN DE ESTRATEGIAS

6.1 Antecedentes Reto 4

Las infraestructuras que dan cobertura a los servicios de abastecimiento de agua a las ciudades se diseñan y construyen con horizontes de amortización técnica y económica muy largos. Basta el ejemplo de que las redes de abastecimiento tienen una duración garantizada de 50 años, pero en muchos casos tienen edades superiores. Los depósitos de almacenamiento y otras infraestructuras que por su complejidad y coste elevado necesitan periodos aún más largos ni siquiera se prevé su obsolescencia y si la tienen, su reposición es complicada, o imposible, por cuestiones urbanísticas o de complejidad en el contexto de las infraestructuras urbanas.

En los últimos 25 años hemos pasado de un modelo de gestión de la oferta, es decir, la sociedad consumía agua y la extraíamos de la naturaleza sin ponernos límites, a otro basado en la gestión de la demanda. En este caso las administraciones empezaron a preocuparse por el uso eficiente del agua y forzando a los agentes sociales a implementar mecanismos y procesos para consumir menos agua sin afectar a la productividad o la calidad de vida. Los resultados son un descenso del volumen de agua por usuario que ha pasado de 150-170 l/hab. Día a menos de 100-120 l/hab. Día en la actualidad en los sistemas más avanzados, entre los que se encuentra Coruña.

En este contexto somos conscientes en el momento presente que la planificación de las futuras infraestructuras requiere analizar no solo cuestiones de carácter puramente técnico, basadas en las necesidades y la implementación de mecanismos para satisfacerlas, sino que es necesario introducir en los modelos otros elementos de decisión que tienen que ver con las grandes políticas sociales, medioambientales y económicas con una perspectiva de largo recorrido. Para que esas decisiones sean las mejores posibles es necesario conocer que es lo que hacemos ahora y cómo funciona, no solo para que a nivel operativo podamos optimizar recursos y oportunidades, sino también para entender que cosas podríamos hacer mejor en el futuro, ya que muchas veces el presente lo tenemos apalancado por los diseños y desarrollos hechos hace unos años. Estos se hicieron con visiones completamente distintas a las que ahora se imponen en el contexto de lucha contra el cambio climático, protección del medio ambiente y la biodiversidad y la estrategia de infraestructuras verdes con su nueva visión del medio urbano conectado con el medio natural.

En la actualidad las herramientas como sistemas de telecontrol y modelos hidráulicos, vinculados todo a sistemas GIS y herramientas de cálculo más o menos desarrollados, son técnicas y tecnologías muy implantadas y con las que vivimos el día a día. Estas han simplificado y optimizado nuestros procesos, haciéndolos más eficientes y resilientes y aportando calidad al trabajo de los profesionales de los operadores urbanos. Sin embargo, las ciudades, y sus servicios, son cada día más complejos y la ciudadanía más exigente y concienciada, lo que supone en muchos casos necesidades adicionales que las empresas debemos cubrir, no solo como soluciones muchas veces coyunturales, sino también en los procesos de planificación de los servicios del futuro y, tal y como el DUSA propone, con una visión integrada y sostenible.

6.2 Limitaciones actuales y necesidades a cubrir en el RETO 4

En la actualidad las herramientas, denominadas gemelos digitales, que son capaces de integrar sobre una misma tecnología diferentes elementos como GIS, sistemas Scada y de telecontrol o comerciales y datos de fuentes externas varias están en un alto grado de madurez, incluso muchas veces por encima de los sistemas de los que se alimentan, que, en muchos casos, como Coruña, son precarios con respecto a las capacidades de las plataformas de análisis.

En ese sentido es necesario rediseñar un modelo de gemelo digital que sea capaz, con una base pequeña de fuentes establecer sistemas, que permitan introducir variables externas al sistema de agua urbano, para poder afrontar una modelización de lo que serán esos sistemas en el futuro. En esta línea adquiere interés la posibilidad de combinar fuentes propias parciales con modelos externos que puedan ser similares, para hacer proyecciones en el diseño de infraestructuras, con criterios de eficiencia y reducción de costes, tanto de inversión como de operación. También es importante. la introducción de elementos de valoración donde los intangibles (paisaje, calidad de vida, integración, valores culturales o históricos), puedan ser cuantificados de manera que tengan la adecuada contribución a los modelos de desarrollo, son grandes retos en el marco DUSA que debe guiar el diseño de los sistemas de agua en las ciudades del futuro. Estos elementos tienen en sí mismo dos dificultades:

- Que son particulares de cada sistema y que no están catalogados a nivel global de una forma sistemática.
- Que los criterios de valoración son muy subjetivos y es necesario llevarlos de alguna manera a un sistema de valoración objetivo en base a los grandes retos que acompañan en el mundo actual el desarrollo urbano, con elementos como las infraestructuras verdes, la descarbonización, la movilidad inteligente y sostenible o los servicios sociales como claves.

Todos estos elementos son manejados de forma habitual, por los tecnólogos que aportan herramientas para mejorar el desempeño en términos, sobre todo, de operación de sistemas de agua urbanos. En nuestro caso el reto no es tanto la operación en sí misma, que, por supuesto tiene un gran interés y que tiene un recorrido en términos de medición y mejora indudable, sino también los aspectos relacionados con la planificación estratégica integrada y las soluciones que se deben implementar con horizontes de más de 50 años. En este sentido, necesitamos plantear mediante modelización escenarios de desarrollo con introducción no solo de condiciones intrínsecas, sino también de aportar los valores de los demás factores de desarrollo urbano.

6.3 Objetivos y requisitos esperados de las soluciones del RETO 4

Sobre la base de un modelo de gemelo digital estándar se busca la aportación de dos elementos:

- Identificación de aspectos relacionados con el desarrollo urbanos que sean relevantes para el diseño futuro de la ciudad, su entorno y los elementos de influencia en el área metropolitana. A partir de esa identificación la clasificación y determinación de su importancia relativa y la sistematización técnica y tecnológica de su integración en los modelos de gemelo digital.

- Establecimiento de un modelo algorítmico de relación entre los distintos elementos relacionados en los entornos de desarrollo urbano, su importancia en términos de modelización para diferentes escenarios y el diseño y desarrollo del modelo de A Coruña.

La necesidad concreta está también vinculada al desarrollo de un modelo de identificación, clasificación, cuantificación y relaciones de los elementos descritos para su aplicación de forma sistemática en cualquier modelo de desarrollo urbano.

6.4 Contenido Innovador Reto 4

Actualmente existen medidas innovadoras que desde un punto de vista técnico tratan de abordar la adaptabilidad de las infraestructuras a las nuevas necesidades y la seguridad y comodidad de las ciudades y entornos. Es por ello por lo que EMALCSA, responsable de la gestión del servicio de Abastecimiento de agua en el término municipal, requiere de desarrollos innovadores que permitan realizar una planificación estratégica integrada de los diferentes escenarios a futuro.

En este sentido, necesitamos plantear, mediante modelización, escenarios de desarrollo con introducción, no solo de condiciones intrínsecas, sino también de aportar los valores de los demás factores de desarrollo urbano, pero también con perspectiva global teniendo en cuenta estrategias europeas, nacionales y regionales, para la planificación de las futuras infraestructuras y el rediseño permanente de procesos y actividades relacionadas con el servicio de abastecimiento.

El desarrollo de gemelos digitales es una de las grandes apuestas de mejora de la gestión en el mundo moderno. Disponer de un entorno virtual que refleje de forma cierta la realidad de nuestro negocio es una herramienta de gran potencial para la mejora de nuestros procesos de negocio. Las propuestas recibidas en este sentido en la consulta al mercado así lo indican.

La consulta nos ha demostrado que no existen soluciones comerciales al desarrollo de un gemelo digital, ya que todo lo que se plantea en el ámbito comercial es parcial, y en ningún caso se han planteado como nosotros queremos un gemelo digital que integre no solo los procesos más clásicos, vinculados a la producción o los procesos más industrializados, sino también a las cuestiones colaterales del negocio y, en especial, a la mejora de la prestación de la compañía, tanto en términos económicos como, y sobre todo, de mejora de las prestaciones a los ciudadanos.

Las propuestas recibidas nos indican que un gemelo digital es un constructo específico para cada empresa, donde mediante la innovación tecnológica se conectan cosas (programas, datos, plataformas, etc), entre sí, y además se establecen de forma automática las relaciones entre esos elementos. Las propuestas también integran como un elemento de potencial mejora de los gemelos digitales la capacidad predictiva, y por lo tanto de planificación, de estos mediante la aplicación de la inteligencia artificial como herramienta intrínseca en su desarrollo.

En este planteamiento las propuestas han abordado:

- Todas las plataformas de gestión vinculadas a los procesos productivos, especialmente aquellas relacionadas con la monitorización de la calidad (reto 1), y los procesos de potabilización y distribución (reto 2).
- La gestión comercial de la compañía (parcialmente reto 3), con todos los elementos de negocio y su histórico, haciendo una integración en un modelo territorial que relacione las incidencias con los procesos de gestión técnica y a partir de ahí establecer la reingeniería de estos para su mejora continua.
- Por supuesto es básico que en un modelo de integración se contemplen los aspectos relacionados con el entorno, y por lo tanto, debe contemplarse como elementos de análisis en la toma de decisiones a corto, medio y largo plazo.

El desarrollo de la plataforma tiene un componente de investigación importante, no solo vinculado a los aspectos tecnológicos, que son a la vista muy complejos, sino también en respuesta al para que del gemelo las relaciones entre los elementos y, sobre todo, como se van a poder visualizar los mismos. En este sentido adquiere vital importancia en su implementación la integración del lenguaje natural como principal interfaz de uso, dado que la complejidad del modelo no parece que se pueda resolver, de una forma amigable, mediante interfaces estándar de cuadros de mando o pantallas de consulta.

El desarrollo de la propuesta del gemelo digital tiene que ser capaz de integrar todos los elementos que componen la gestión de la compañía, ya enumerados en la propuesta de desarrollo, y en el ámbito de los elementos del entorno adquiere vital importancia la investigación y el desarrollo de la integración de aspectos como:

- o Urbanismo (diferentes normal, empezando por la normativa urbanística local).
- o Conservación del Medio (Normativa medioambiental, estrategias...).
- o Gestión de recursos hidráulicos (Plan Hidrológico vigente).
- o Vida social (agenda de actividades).
- o Clima (con todas las correlaciones con los distintos elementos).
- o ETC.

El alcance real del gemelo no se circunscribe a la integración en una aplicación de estos elementos, sino al establecimiento de las reglas de relación y la implementación, mediante técnicas de inteligencia artificial y machine learning, de todos ellos y conseguir con eso una herramienta que responda a los retos de garantía de calidad, servicio y sostenibilidad que la sociedad demanda en la gestión de los servicios públicos en general y con el agua en particular por sus connotaciones.



7. DESARROLLO DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO (CPM)

7.1. Convocatoria y publicación de bases de la CPM

El 12 de enero de 2023 se aprobaron las bases de EMALCSA, por la que se aprobaba la Convocatoria de la Consulta Preliminar del Mercado en el marco del programa de Compra Pública de Innovación EMALCSA#120. Esta Resolución fue publicada el 25 de enero de 2023 en la Plataforma de Contratación del Sector Público y difundida a través de la web del proyecto: <https://www.cpiemalcsa.es/>

Todo lo anterior a efectos de que pudieran tener acceso y posibilidad de realizar aportaciones todos los posibles interesados, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 115 de Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público. En las bases de la convocatoria se especificaban, entre otros aspectos, el objeto de la consulta y las condiciones de participación.

7.2. Organización de la Consulta Preliminar al Mercado

En el desarrollo de la consulta participó, personal de EMALCSA.

- Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA).
- José Manuel Orejón Guillén.
- Miguel García del Valle.
- Sonia Viñas Prieto.
- Román Maceiras Pedreira.
- Franco Ramos Carballado.
- Adrián López Orol.
- Inés Varela Vázquez.
- Carmen Pilar Alcázar Sánchez-Vizcaíno.
- Mercedes fraga Méndez.

Adicionalmente, el equipo responsable del proyecto por parte de EMALCSA contó con el asesoramiento de una empresa experta en el desarrollo de la Consulta Preliminar al Mercado, SIDI CONSULTORÍA Y GESTIÓN S.L. (de nombre comercial Knowsulting), haciendo uso de la posibilidad de asesoramiento prevista en el artículo 115.1 de la LCSP. Estos asesores expertos acompañaron al equipo de EMALCSA a lo largo de todo el proceso de CPM, incluyendo los eventos informativos y las reuniones con las entidades, aportando su conocimiento y experiencia en el ámbito de la Compra Pública de Innovación y Consultas Preliminares del Mercado y apoyando operativa y administrativamente en el desarrollo de los trabajos, difusión de la convocatoria, organización y participación en el evento de presentación, soporte en la evaluación de las propuestas recibidas y participación en reuniones internas de seguimiento.

7.3. Evento de presentación de CPM

Para garantizar que el proceso recibía la suficiente publicidad, el día 25 de enero de 2023 a las 09:30 horas, se celebró un evento público de presentación de la Consulta Preliminar al

Mercado. Con anterioridad a la misma se realizaron las correspondientes labores de difusión, incluyendo el contacto con clústeres, asociaciones de empresas tecnológicas y otras entidades.

La jornada se llevó a cabo en formato híbrido (presencial, en la Sala Leonardo da Vinci de la DOMUS (A Coruña) y virtual a través de la plataforma YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=EWNdQAcmy8&t=304s>). La agenda fue la siguiente:

09:30	Bienvenida y presentación del acto Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)
09:40	Introducción al Programa de CPI EMALCSA#120 Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)
10:20	Como participar en un proceso de CPM Manuel Antonio Varela Rey. Director de Knowsulting.
10:25	Ruegos y preguntas
10:30	Clausura del evento Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)

Esta jornada de apertura, a la que se inscribieron más de 130 entidades, supuso un primer contacto entre la entidad contratante y las entidades asistentes, cuya relación está anexa (Anexo III) del presente documento.

A lo largo del evento se recibieron preguntas por algunas de las empresas participantes, que fueron resueltas por parte del equipo técnico del Programa y recogidas en un documento de Preguntas y Respuestas Frecuentes (Anexo IV de este informe).

El documento de Preguntas y Respuestas Frecuentes, así como las presentaciones utilizadas por los ponentes de la jornada de en sus intervenciones, fueron publicados en el portal web corporativo del proyecto. En el Anexo I de este informe puede consultarse la información completa de este evento.



PLANTEAMIENTO

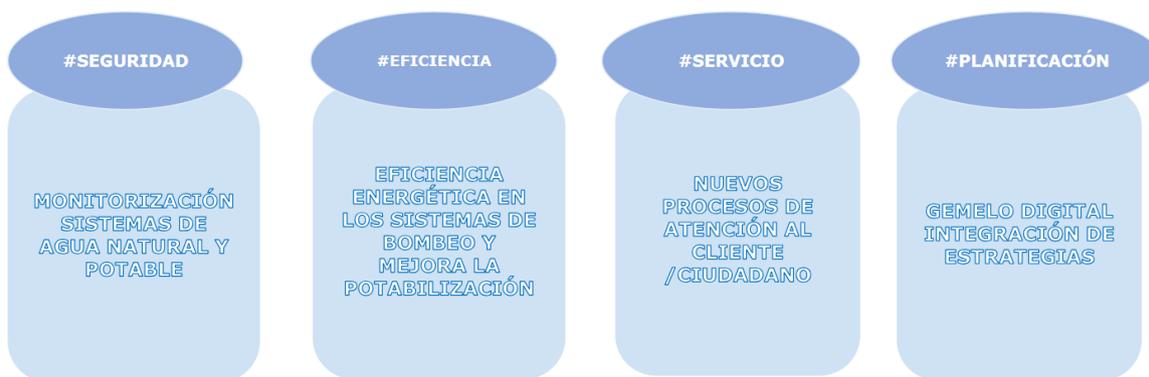
emalcsa#120



Ilustración 1 Planteamiento áreas CPM. Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)



PLANTEAMIENTO



Los primeros 4 retos del Programa EMALCSA#120

Ilustración 2 Los primeros 4 retos del programa. Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)

RETO 1: MONITORIZACIÓN SISTEMAS DE AGUA

emalcsa#120

Situación actual. Necesidades no cubiertas:

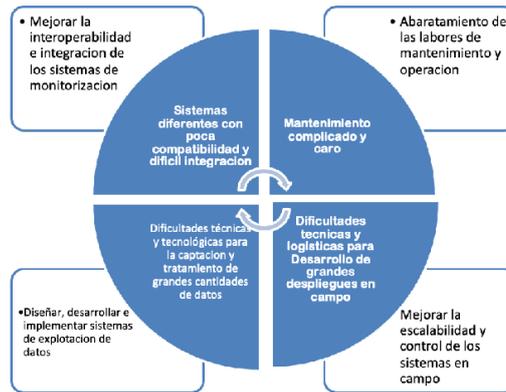
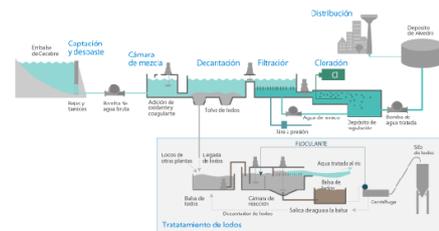
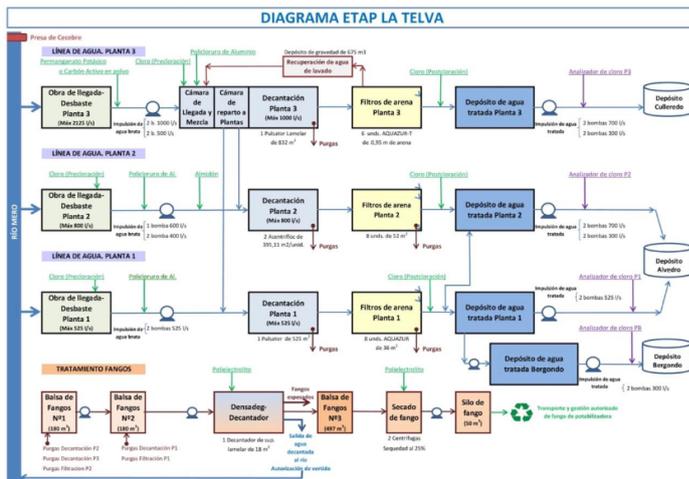


Ilustración 3 Reto 1. Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)

RETO 2: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS SISTEMAS DE BOMBEO Y POTABILIZACIÓN

emalcsa#120

Situación actual. Necesidades no cubiertas:



P L A N T A 1	
Control	Planta
2	Bomba de impulsión de agua bruta W-Bull que impulsa 500 m³ con motor Siemens de 750 Kw

P L A N T A 2	
Cantidad	Grupo
2	Bomba de impulsión W-Bull que impulsa 800 m³ con motor ACS de 280 CV
2	Bomba de impulsión W-Bull que impulsa 800 m³ con motor ACS de 280 CV

P L A N T A 3	
Control	Planta
2	Bomba de impulsión W-Bull que impulsa 125 m³ con motor ACS de 400 Kw
2	Bomba de impulsión W-Bull que impulsa 125 m³ con motor ACS de 400 Kw

B O M B E O S E R V I D O	
Control	Planta
2	Bomba de impulsión W-Bull que impulsa 200 m³ con motor ACS de 600 Kw

A G U A R U A	
Cantidad	Grupo
2	Bomba Normalizada de impulsión de 150 m³ con motor ACS de 710 CV (Máx 6.5)
2	Bomba Normalizada de impulsión de 150 m³ con motor ACS de 710 CV (Máx 6.5)
2	Bomba Normalizada de impulsión de 450 m³ con motor ACS de 135 CV (Máx 1.5)
1	Bomba Normalizada de impulsión de 500 m³ con motor ACS de 125 CV (Máx 1.5)
2	Bomba Normalizada de impulsión de 500 m³ con motor ACS de 125 CV (Máx 1.5)

Ilustración 4 Reto 2. Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)

RETO 3: NUEVOS PROCESOS DE ATENCIÓN AL CLIENTE/CIUDADANO

emalcsa#120

Situación actual. Necesidades no cubiertas:



Ilustración 5 Reto 3. Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)

RETO 4: GEMELO DIGITAL CON INTEGRACIÓN DE ESTRATEGIAS

emalcsa#120

Situación actual. Necesidades no cubiertas:

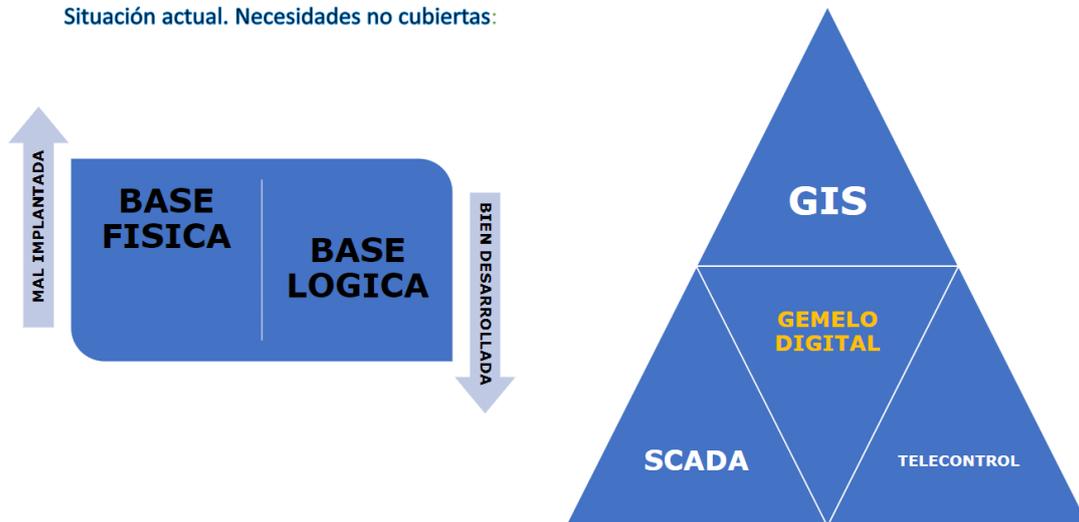


Ilustración 6 Reto 4. Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)



El marco de la Consulta Preliminar de Mercado (CPM)



Ilustración 7 Marco de la Consulta Preliminar al Mercado. Manuel Antonio Varela Rey. Director de Knowsulting.



Fases y plazos de la 1ª Consulta Preliminar de Mercado

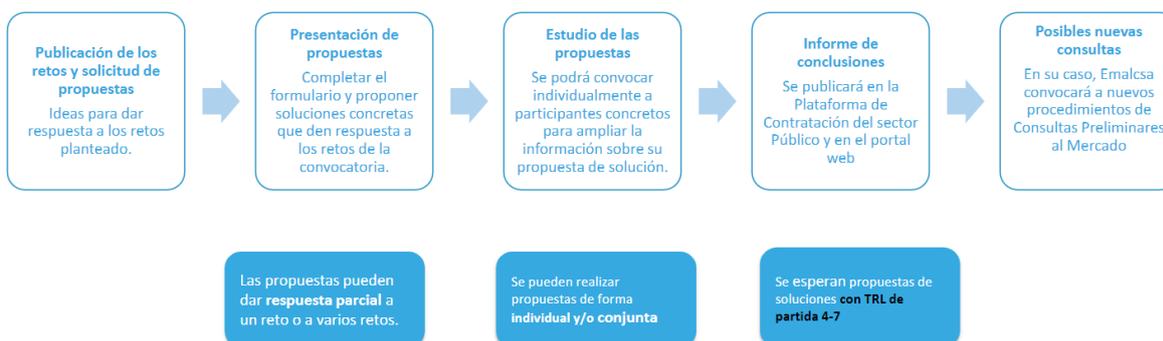


Ilustración 8 Fases y Plazo de la CPM. Manuel Antonio Varela Rey. Director de Knowsulting

7.4. Formulario para entidades participantes

Con el fin de poder obtener la mayor cantidad de información sobre las propuestas de solución y las características de las empresas, dentro de la convocatoria de la CPM, se incluyó un anexo con un formulario de respuesta (disponible como Anexo II en este documento), que fue cumplimentado por parte de todas las entidades participantes. Este formulario se puso a disposición del público en la web del proyecto.

Asimismo, se indicó a los participantes en la propia convocatoria y durante el evento, que, en ningún caso, la información proporcionada sería vinculante. La aplicación de la información recibida se limita exclusivamente a su posible consideración y/o inclusión en el desarrollo del proyecto y en la ulterior definición de las especificaciones de un eventual procedimiento de contratación por parte de EMALCSA.

7.5. Propuestas presentadas

Tal y como estaba previsto en las bases de la convocatoria, el 12 de enero de 2023, se cerró el plazo de presentación de solicitudes el 22 de febrero de 2023 a las 23:59, **habiéndose recibido un total de 65 propuestas**. Algunas de las propuestas recibidas, pertenecían a varios retos. Se indican a continuación los acrónimos de las propuestas presentadas y las entidades que las presentaron.

ENTIDAD PARTICIPANTE
ABN
ADASA SISTEMAS, S.A.U.
ALTIA CONSULTORES S.A.
AMPLÍA SOLUCIONES S.L.
FCC AQUALIA S.A.-INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GALICIA (ITG)
AQUATEC
CONSULTING INFORMÁTICO DE CANTABRIA S.L.
GLOBAL OMNIUM IDRICA, S.L.U.
RIAM INTELEARNING LAB S.L.
GRUSAMAR & CENTRO TECNOLÓGICO VICOMTECH
(IMB-CNM) CSIC- UDC-UNIZAR-UAB
INPROSEC AUTO SL (PROPUESTA 1)
INPROSEC AUTO SL (PROPUESTA 2)
LIBELIUM
ITERA TÉCNICA – IOTSENSE – VODAFONE – UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA
METEObIT
MYTRA CONTROL SL
SCILING SOCIEDAD LIMITADA
ÁLAVA INGENIEROS
SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS (SICE)
SIXTEMA PROYECTOS DE INFORMACIÓN S.L.
TECDESOFT (TÉCNICAS DE SOFT S.A.)-GRADIANT
TECDESOFT (TÉCNICAS DE SOFT S.A.)-UDC

Tabla 1 Propuestas presentadas Reto 1

ENTIDAD PARTICIPANTE
AMPLÍA SOLUCIONES S.L.
CONSULTING INFORMÁTICO DE CANTABRIA S.L.
GLOBAL OMNIUM IDRICA, S.L.U.
RIAM INTELEARNING LAB S.L.
MYTRA CONTROL SL
INOVE INGENIERÍA S.A. (VINCI ENERGIES ESPAÑA)
ALTIA CONSULTORES S.A.
FCC AQUALIA S.A-ITG
AQUATEC
AQUATEC - CREATECH
AYESA ADVANCED TECHNOLOGIES S.A.
DHI GROUP
GSJ SOLUTIONS-CONSTRUCTORA SAN JOSE
INPROSEC AUTO SL
INTEGRACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD, S.A.
IOX BUSINESSTECH S.L. + LA FRONTERA CREATIVE DESIGN S.L. (PROPUESTA 1)
IOX BUSINESSTECH S.L. + LA FRONTERA CREATIVE DESIGN S.L. (PROPUESTA 2)
SCILING SOCIEDAD LIMITADA
TECDESOFT (TÉCNICAS DE SOFT S.A.)

Tabla 2 Propuestas presentadas Refo 2

ENTIDAD PARTICIPANTE
GLOBAL OMNIUM IDRICA, S.L.U.
RIAM INTELEARNING LAB S.L.
ALTIA
AYESA ADVANCED TECHNOLOGIES, S.L.
INETUM ESPAÑA S.A.
IOX BUSINESSTECH S.L. + LA FRONTERA CREATIVE DESIGN S.L. (PROPUESTA 1)
IOX BUSINESSTECH S.L. + LA FRONTERA CREATIVE DESIGN S.L. (PROPUESTA 2)
SCILING SOCIEDAD LIMITADA
STRATESYS TECHNOLOGY SOLUTIONS S L
COTESA CENTRO DE OBSERVACIÓN Y TELEDETECCIÓN ESPACIAL

Tabla 3 Propuestas presentadas Refo 3

ENTIDAD PARTICIPANTE
GLOBAL OMNIUM IDRICA, S.L.U.
MYTRA CONTROL SL
DHI GROUP
ADASA SISTEMAS, S.A.U.
ALTIA CONSULTORES S.A.
FCC AQUALIA S.A.+ ITG
AYESA ADVANCED TECHNOLOGIES S.A.
COTESA CENTRO DE OBSERVACIÓN Y TELEDETECCIÓN ESPACIAL
DIMENSIONA CONSULTORÍA TECNOLÓGICA
GRUSAMAR & CENTRO TECNOLÓGICO VICOMTECH
METEObIT



SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS (SICE) Y SEMICONDUCTORES Y SISTEMAS S.A. (SEYSTIC)
SIXTEMA PROYECTOS DE INFORMACIÓN S.L.

Tabla 4 Propuestas presentadas Reto 4

7.6. Entrevistas con las empresas participantes

Las bases de la convocatoria preveían la posibilidad de realizar reuniones con los participantes de forma que se pudiera profundizar en la información aportada, o abordar posibles dudas o cuestiones surgidas durante el análisis de la propuesta.

Tras la recepción y análisis de las propuestas presentadas por las entidades participantes, el equipo del proyecto recurrió a esta posibilidad y mantuvo entrevistas individuales con algunas de ellas. Durante dichas entrevistas las empresas presentaron sus soluciones en detalle, y el equipo del proyecto tuvo la oportunidad de profundizar en cada una de ellas.

En dichas entrevistas participó, al menos un miembro del equipo de proyecto de EMALCSA, y uno de los expertos de la empresa Knowsulting.

En total, se realizaron 12 entrevistas (alguna entidad ha sido entrevistada para más de una propuesta). Se indican a continuación el nº de entrevistas realizadas en cada reto. A continuación, se detallan las entidades entrevistadas, y la fecha de realización de cada entrevista.

RETO 1. Monitorización Sistemas de Agua	
ENTIDAD ENTREVISTADA	FECHA
SCILING SOCIEDAD LIMITADA	18/05/2023
ITERA TÉCNICA – IOTSENSE – VODAFONE – UNIVERSIDAD DE LA CORUÑA	23/05/2023
ADASA SISTEMAS, S.A.U.	24/05/2023
ALTIA CONSULTORES S.A.	24/05/2023
FCC AQUALIA S.A.-INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GALICIA (ITG)	25/05/2023
LIBELIUM	02/06/2023
GLOBAL OMNIUM IDRICA, S.L.U.	14/06/2023
(IMB-CNM) CSIC- UDC-UNIZAR-UAB	19/05/2023

Tabla 5 Entidades Entrevistadas Reto 1

RETO 2. Eficiencia Energética en los sistemas de Bombeo y Potabilización	
ENTIDAD ENTREVISTADA	FECHA
INTEGRACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD, S.A.	11/05/2023
SCILING SOCIEDAD LIMITADA	18/05/2023
IOX BUSINESSSTECH S.L. + LA FRONTERA CREATIVE DESIGN S.L. PROPUESTA 1	23/05/2023
IOX BUSINESSSTECH S.L. + LA FRONTERA CREATIVE DESIGN S.L. PROPUESTA 2	
ALTIA CONSULTORES S.A.	24/05/2023
FCC AQUALIA S.A.-INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GALICIA (ITG)	25/05/2023
INOVE INGENIERÍA S.A. (VINCI ENERGIES ESPAÑA)	26/05/2023
AYESA ADVANCED TECHNOLOGIES S.A.	30/05/2023
GLOBAL OMNIUM IDRICA, S.L.U.	14/06/2023

Tabla 6 Entidades Entrevistadas Reto 2

RETO 3. Nuevos procesos de atención al cliente/ciudadano	
ENTIDAD ENTREVISTADA	FECHA
SCILING SOCIEDAD LIMITADA	18/05/2023
IOX BUSINESSSTECH S.L. + LA FRONTERA CREATIVE DESIGN S.L.	23/05/2023
ALTIA	24/05/2023
GLOBAL OMNIUM IDRICA, S.L.U.	14/06/2023
AYESA ADVANCED TECHNOLOGIES, S.L.	01/06/2023

Tabla 7 Entidades Entrevistadas Reto 3

RETO 4. Gemelo Digital con Integración de Estrategias	
ENTIDAD ENTREVISTADA	FECHA
ADASA SISTEMAS, S.A.U.	24/05/2023
ALTIA CONSULTORES S.A.	24/05/2023
FCC AQUALIA S.A.-INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GALICIA (ITG)	25/05/2023
AYESA ADVANCED TECHNOLOGIES S.A.	01/06/2023
GLOBAL OMNIUM IDRICA, S.L.U.	14/06/2023

Tabla 8 Entidades Entrevistadas Reto 4

Dada la complejidad técnica de las soluciones, de forma previa a cada entrevista se envió a cada entidad un email informativo donde se les informaba del orden del día de la entrevista y de las posibles preguntas que les podrían realizar los responsables de los retos. Adicionalmente, se solicitaron ampliaciones de información con el objeto de obtener un mayor nivel de detalle y de homogeneizar la información recibida para el reto.

Una vez finalizado el periodo de entrevistas, se procedió a analizar toda la información disponible para los diferentes retos, con el objetivo de identificar y clasificar las mejores propuestas desde el punto de vista del cumplimiento funcional del alcance propuesto, desde el punto de vista del carácter innovador planteado y desde el punto de vista económico.

8. RESULTADOS DE LA CPM

En primer lugar, es preciso apuntar que el proceso de gestión de la información para los trámites de la CPM ha funcionado correctamente. En este sentido, en todo momento han estado disponibles los formularios, presentaciones y demás documentos en la web del proyecto o en el perfil del contratante del Sector Público.

8.1. Datos de participación

El 22 de febrero de 2023 se cerró el plazo de presentación de solicitudes y se procedió a su análisis. Los resultados fueron los siguientes:

Reto 1: Monitorización sistemas de agua

- Propuestas presentadas: 22.
- Propuestas categorizadas de interés alto: 8.
- Entrevistas realizadas: 8 entrevistas, alguna de ellas compartida con propuestas presentadas a los otros retos propuestos por parte de la misma entidad.
- Las preguntas realizadas han sido comunes en todas las entrevistas y planteadas para conocer el alcance, presupuesto y despliegue de éstas:
 - ¿Qué tipo de sensores de bajo coste tienen pensado implementar?
 - ¿Cómo es su configuración y sus mantenimientos?
 - ¿Cuáles son los parámetros que se incluyen en la oferta?
 - ¿Existe diferencia entre sistema para Agua Natural y para Agua Potable? En caso afirmativo, ¿cuáles son las diferencias?
 - ¿En qué TRL se encuentra la tecnología propuesta?
 - Desglose de presupuesto y de las líneas de trabajo
 - Riesgos de la solución, técnicos y de negocio.

Las entidades promotoras de las propuestas han dado respuesta a todas las preguntas planteadas.

Reto 2: Mejoras en los sistemas de Bombeo y potabilización:

- Propuestas presentadas: 19.
- Propuestas categorizadas de interés alto: 8
- Entrevistas realizadas: 9 entrevistas, alguna de ella compartida con propuestas presentadas para otros retos por parte de la misma entidad.
- Las preguntas realizadas han sido comunes en todas las entrevistas y planteadas para conocer el alcance, presupuesto y despliegue de estas:
 - ¿Cuáles son las variables de análisis y cuál es su densidad de datos para poder obtener resultados?
 - ¿En qué TRL se encuentra la tecnología propuesta?
 - Desglose de presupuesto y de las líneas de trabajo
 - Riesgos de la solución, técnicos y de negocio.

Las entidades promotoras de las propuestas han dado respuesta a todas las preguntas planteadas.

Reto 3: Nuevos procesos de atención al cliente/ciudadano

- Propuestas presentadas:10.
- Propuestas categorizadas de interés alto: 4
- Entrevistas realizadas: 5 entrevistas, alguna de ella compartida con propuestas presentadas para otros retos procedentes de la misma entidad.
- Las preguntas realizadas han sido comunes en todas las entrevistas y planteadas para conocer el alcance, presupuesto y despliegue de estas:
 - ¿Cuáles son las variables de análisis y cuál es su densidad para poder obtener resultados?
 - ¿En qué TRL se encuentra la tecnología propuesta?
 - Desglose de presupuesto y de las líneas de trabajo
 - Riesgos de la solución, técnicos y de negocio.

Las entidades promotoras de las propuestas han dado respuesta a todas las preguntas planteadas.

Reto 4: Gemelo digital con integración de estratégicas.

- Propuestas presentadas: 13
- Propuestas categorizadas de interés alto: 6
- Entrevistas realizadas: 5 entrevistas, alguna de ellas efectuada a entidades que presentaban propuestas para otros retos complementarios.
- Las preguntas realizadas han sido comunes en todas las entrevistas y planteadas para conocer el alcance, presupuesto y despliegue de estas:
 - ¿Qué alcance tiene la propuesta de GEMELO DIGITAL en cuanto a las actividades de EMALCSA? (Plantas de tratamiento, red de distribución, sistemas de gestión).
 - ¿Qué elementos de estrategia se integran como entorno en la propuesta del gemelo?
 - ¿En qué TRL se encuentra la tecnología propuesta?
 - Desglose de presupuesto y de las líneas de trabajo
 - Riesgos de la solución, técnicos y de negocio.

Las entidades promotoras de las propuestas han dado respuesta a todas las preguntas planteadas.

Aspectos destacables para los 4 retos:

- Buena respuesta del mercado a los retos planteados. Entidades participantes con actividad y experiencia en I+D en proyectos y tecnologías similares a las necesarias para el desarrollo de los retos.
- Propuestas heterogéneas y diversificadas: Participación de PYMES en la consulta, grandes empresas privadas, centros de investigación y universidades.
- Alto nivel de participación de entidades gallegas.

9. CONCLUSIONES Y SIGUIENTES PASOS

9.1. Introducción de las conclusiones

Reto 1: Monitorización sistemas de agua:

Con respecto a la calidad de las propuestas recibidas, sólo 9 de las propuestas ofrecen una respuesta funcional y técnica cercana a la totalidad del reto, y se sitúan entre TRL 4 y TRL 9, con un nivel de madurez promedio de TRL 5.

Con respecto a la duración estimada de ejecución de las propuestas, las 9 propuestas que ofrecen una solución cercana a la totalidad del reto tienen duraciones comprendidas entre los 15 y 36 meses, con una duración promedio de 24 meses.

Tras el análisis de las propuestas, y con el objetivo de priorizar las actuaciones en el ámbito del proyecto, se ha concluido que **las propuestas recibidas en el presente reto se pueden dividir en 2 subretos de interés:**

- Subreto 1.1: Plataforma de control inteligente de la red de agua basada en sistemas de conducción con capacidades de detección.
- Subreto 1.2: Plataforma automatizada de estaciones de alerta temprana para minimizar el gasto energético.

Dichas propuestas de ambos Subretos, han cumplido con las necesidades expuestas por EMALCSA y ofrecen un interés medio-alto porque satisfacen los intereses y abordan las necesidades del reto planteado en la CPM. Además de su contenido innovador, se sitúan entre un TRL 4 y un TRL 9, con un nivel de madurez promedio de TRL 5, factor que demuestra el margen de desarrollo y escalabilidad de los planteamientos del proyecto.

Considerando lo anterior, se concluye que se dan las circunstancias para iniciar un procedimiento de contratación de Compra Pública de Innovación para el proyecto "EMALCSA#120". Es por ello por lo que desde EMALCSA se solicitará financiación al Ministerio de Ciencia e Innovación, a través de la Línea FID, para poder llevar a cabo el proyecto.

Reto 2: Mejoras en los sistemas de bombeo y potabilización:

Con respecto a la calidad de las propuestas recibidas, sólo 7 de las propuestas ofrecen una respuesta funcional y técnica cercana a la totalidad del reto, y se sitúan entre TRL 4 y TRL 9, con un nivel de madurez promedio de TRL 5.

Con respecto a la duración estimada de ejecución de las propuestas, las 7 propuestas que ofrecen una solución cercana a la totalidad del reto tienen duraciones comprendidas entre los 5 y 36 meses, con una duración promedio de 24 meses.

Tras el análisis de las propuestas, y en función de la tipología de sistemas a las que se enfocaban las propuestas recibidas, **se ha concluido que los planteamientos de mayor interés para este reto se pueden dividir en 2 subretos principales:**

- Subreto 2.1: Desarrollo de piloto de demostración para bombeo de agua en régimen hiperlaminar.
- Subreto 2.2: Desarrollo de tecnologías innovadoras de potabilización mediante procesos de oxidación avanzada.

Sin embargo, con el objetivo de priorizar la solución de mayor alcance e impacto para EMALCSA, **se ha descartado la vía de actuación centrada en los sistemas de potabilización** (Subreto 2.2). A esto, hay que sumarle que las propuestas recibidas para este subreto presentan un menor contenido innovador, lo que dificulta su planteamiento de cara a poder iniciar un procedimiento de contratación de Compra Pública de Innovación. En este sentido, las propuestas relacionadas con el Subreto 2.1, han cumplido con las necesidades expuestas por EMALCSA y ofrecen un interés medio-alto porque satisfacen los intereses y abordan las necesidades del reto planteado en la CPM. Además de su contenido innovador, se sitúan entre un TRL 4 y un TRL 9, con un nivel de madurez promedio de TRL 4, factor que demuestra el margen de desarrollo y escalabilidad de los planteamientos del proyecto.

Considerando lo anterior, se concluye que se dan las circunstancias para iniciar un procedimiento de contratación de Compra Pública de Innovación para el subreto 2.2 del proyecto "EMALCSA#120". Es por ello por lo que desde EMALCSA se solicitará financiación al Ministerio de Ciencia e Innovación, a través de la Línea FID, para poder llevar a cabo el proyecto.

Reto 3: Nuevos procesos de atención al cliente/ciudadano:

Con respecto a la calidad de las propuestas recibidas, sólo 6 de las propuestas ofrecen una respuesta funcional y técnica cercana a la totalidad del reto, y se sitúan entre TRL 4 y TRL 9, con un nivel de madurez promedio de TRL 7.

Con respecto a la duración estimada de ejecución de las propuestas, las 6 propuestas que ofrecen una solución cercana a la totalidad del reto tienen duraciones comprendidas entre los 12 y 36 meses, con una duración promedio de 24 meses.

Una vez analizadas las propuestas de este Reto 3 **se concluye que las propuestas no han cumplido con las necesidades de EMALCSA, dado su bajo contenido innovador, la posibilidad de dar solución al reto con soluciones de mercado y el menor impacto de las propuestas, en comparación con otros retos.**

Reto 4: Gemelo digital con integración de estratégicas:

Con respecto a la calidad de las propuestas recibidas, sólo 10 de las propuestas ofrecen una respuesta funcional y técnica cercana a la totalidad del reto, y se sitúan entre TRL 3 y TRL 9, con un nivel de madurez promedio de TRL 7.

Con respecto a la duración estimada de ejecución de las propuestas, las 10 propuestas que ofrecen una solución cercana a la totalidad del reto tienen duraciones comprendidas entre los 12 y 24 meses, con una duración promedio de 18 meses.

Una vez analizadas las propuestas de este Reto 4, **se concluye que los planteamientos no cubren todas las necesidades funcionales requeridas, ni con el grado de robustez necesario pensando en una instalación industrial.** De la misma forma, el carácter innovador en conjunto es inferior al de los Retos 2 y 2, por lo que se ha decidido priorizar esas líneas de desarrollo pensando en una CPI.

9.2. Procedimientos de contratación

Por otra parte, para la contratación de las soluciones innovadoras, se prevé licitar a través de los siguientes **procedimientos**:

- Contratación pública ordinaria:
 - Podrá ser planteando en algunos casos la incorporación de mejoras valorables en contrataciones que EMALCSA viene realizando, mediante la modificación de contratos en curso, o
 - A través de nuevas licitaciones (contratos menores, o procedimientos abiertos, en los que se incluyan nuevas especificaciones a objetos tradicionales, o en los que se planteen nuevos objetos de contrato).
- Compra Pública de Tecnología Innovadora (CPTI): compra pública de un bien o servicio que no existe en el momento de la compra, pero que puede desarrollarse en un periodo de tiempo razonable. requiere el desarrollo de tecnología nueva o mejorada para poder cumplir con los requisitos demandados por el comprador. Se puede dividir en fases.
- Asociación para la Innovación: desarrollo de productos, servicios u obras innovadores y la compra ulterior de los suministros, servicios u obras resultantes, siempre que correspondan a los niveles de rendimiento y a los costes máximos acordados entre los órganos de contratación y los participantes. Se trata de un procedimiento según la LCSP.

Se prevé la búsqueda de fondos para estos proyectos, con el fin de contar con la **línea de financiación** del Ministerio de Ciencia e Innovación (Línea FID (nuevas convocatorias)). Actualmente EMALCSA no cuenta con financiación para poder desarrollar el proyecto.

Los plazos, presupuestos y procedimientos de contratación que se presentan a continuación, son aproximados y susceptibles de ser reconsiderados tras un estudio particularizado.

9.3. Mapa Demanda Temprana

Se presenta a continuación el **mapa de demanda temprana** donde se describen los próximos pasos a seguir en cada uno de los retos finalmente seleccionados como

prioritarios, en base a su impacto y su carácter innovador. Los plazos, presupuestos y procedimientos de contratación que se presentan a continuación, son aproximados y susceptibles de ser reconsiderados tras un estudio particularizado.

Nº	Reto /Área	Interés	Implementación	Procedimientos previstos	Presupuesto estimado
1	Monitorización sistemas de agua				
1.1	Sistemas inteligentes en redes de agua	ALTO	Medio plazo	CPP (Compra Pública Precomercial)	≈ 0.7 M€
1.2	Plataforma monitorización de aguas	ALTO	Medio plazo	CPTI (Compra Pública de Tecnología Innovadora)	≈ 1.4 M€
2	Mejoras en los sistemas de bombeo y potabilización				
2.1	Eficiencia bombeo	ALTO	Medio plazo	CPP (Compra Pública Precomercial)	≈ 1.5 M€
2.2	Eficiencia potabilización	BAJO	No se prevé	No aplica en esta fase	
3	Nuevos procesos de atención al cliente/ciudadano				
	Servicio	BAJO	No se prevé	No aplica en esta fase	
4	Gemelo digital con integración de estratégicas				
	Planificación	BAJO	No se prevé	No aplica en esta fase	

Tabla 9: Mapa demanda temprana

Partiendo de toda la información anterior, se concluye que se ha recogido suficiente información como para dar por cerrada la Consulta Preliminar al Mercado del proyecto "EMALCSA#120" y proceder a la confección de los futuros pliegos de contratación, que se estima que se podrían publicar, una vez obtenida la financiación correspondiente, durante el 2024 y el 2025.

Finalmente, se prevé un calendario como el recogido a continuación:

- Primer trimestre de 2024: Solicitud de la financiación.
- Segundo trimestre de 2024: Obtención de la financiación.
- Finales de 2024-2025: La redacción de Pliegos Administrativos y técnicos para el procedimiento de Compra Pública de Tecnología innovadora y publicación de la(s) licitación(es).
- 2024-2028: Ejecución de contrato(s) de CPI.



Las licitaciones resultantes del proceso serán publicadas en el perfil de contratación del Estado.

No se descarta la posibilidad de ampliar la información recabada en este proceso o realizar un nuevo proceso de Consulta Preliminar al Mercado en el futuro, si se estimase conveniente concretar algunas de las conclusiones reflejadas en este informe. En su caso, dichas acciones serán publicitadas en la página web del proyecto y en el Perfil del Contratación del Estado.



ANEXO I: ACTA DEL EVENTO DE PRESENTACIÓN

Fecha: 25 de enero de 2023

Horario: de 09:30 a 10:30 horas.

Lugar: La jornada se llevó a cabo en formato híbrido (presencial, en la Sala Leonardo da Vinci de la DOMUS (A Coruña) y virtual a través de la plataforma YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=EWNdQAcmy8&t=304s>).

1. Asistentes

Por parte de EMALCSA:

- Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)

Por parte de SIDI CONSULTORÍA Y GESTIÓN S.L. (de nombre comercial Knowsulting), empresa que presta la asistencia asesoramiento y apoyo de la empresa para el desarrollo de las actuaciones necesarias en el proceso de consultas preliminares del mercado.

- Manuel Varela Rey, Socio Director Knowsulting.

Entidades participantes: Se desglosan en detalle en el **Anexo III**. Todas ellas habiendo remitido la correspondiente inscripción.

2. Orden del día de la jornada

Agenda

09:30	Bienvenida y presentación del acto Ricardo Vázquez Pérez Director del Área de I+D+i de Emalcsa
09:40	Introducción al Programa de CPI EMALCSA#120 Ricardo Vázquez Pérez Director del Área de I+D+i de Emalcsa
10:20	Cómo participar en un proceso de CPM Manuel Antonio Varela Rey Director de Knowsulting
10:25	Ruegos y preguntas
10:30	Clausura del evento Ricardo Vázquez Pérez Director del Área de I+D+i de Emalcsa

3. Desarrollo de la reunión

Apertura

- Se comunica a todos los asistentes que la jornada va a ser grabada.
- Se activa la grabación de la jornada.
- Se presentan agenda y ponentes.
- Se comunica que se seguirá una presentación en diapositivas para el desarrollo de la jornada.

Bienvenida y presentación del acto. Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)

Introducción al programa de CPI EMALCSA#120. Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)

- Los primeros 4 retos del programa de CPI de EMALCSA. Ricardo Vázquez Pérez. Director del Área de I+D+I (EMALCSA)
- Presentación del reto 1. Monitorización sistemas de Agua
 - Se exponen las principales motivaciones y objetivos del reto.
 - Se definen los requisitos de la solución buscada.
- Presentación del reto 2. Mejoras en los sistemas de bombeo y potabilización.
 - Se exponen las principales motivaciones y objetivos del reto.
 - Se definen los requisitos de la solución buscada.
- Presentación reto 3. Nuevos procesos de atención al cliente/Ciudadano.
 - Se exponen las principales motivaciones y objetivos del reto.
 - Se definen los requisitos de la solución buscada.
- Presentación reto 4. Gemelo Digital con Integración de Estrategias.
 - Se exponen las principales motivaciones y objetivos del reto.
 - Se definen los requisitos de la solución buscada.

4. Como participar en un proceso de CPM

Manuel Antonio Varela expone aspectos importantes del procedimiento de la Consulta Preliminar al Mercado de las propuestas esperadas, destacando:

- Plazo de presentación de solicitudes: hasta el 22 de febrero de 2023.
- El Anexo II Formulario a cumplimentar obligatoriamente para participar.
- Regulación de la Consulta Preliminar al Mercado (Ley de Contratos del Sector Público).
- El Marco de la Consulta Preliminar de Mercado: Línea FID del MCIN
- Próximos pasos de la CPM: análisis de las propuestas, entrevistas, informe de conclusiones.

5. Ruegos y preguntas.

- P. ¿Es posible presentar propuestas para hacer prototipos?



- R. En principio sí, a pesar de que la posición de partida pase, por realizar un prototipo, que se valide en un entorno simulado inicial y posteriormente en un entorno real facilitado por EMALCSA.

Estarán en TRLs muy bajos, que son muy elegibles con la financiación por lo que no habría problema.

6. Cierre de la jornada.

Se agradece la asistencia y se invita a participar en la Consulta Preliminar al Mercado.

ANEXO II: FORMULARIO DE PARTICIPACIÓN

Ficha de propuestas de soluciones innovadoras de la consulta preliminar al mercado de EMALCSA en el marco del programa de compra pública de innovación EMALCSA#120. Esta ficha se encuentra a disposición de los interesados en el sitio web del proyecto en el dominio de Internet: <https://www.cpiemalcsa.es>

Datos Básicos			
Nombre de la entidad participante			
Reto/s al que se presenta propuesta (marcar tantos como aplique)	<input type="checkbox"/> (EMALCSA-1) Monitorización sistemas de Agua <input type="checkbox"/> (EMALCSA-2) Eficiencia Energética en los sistemas de Bombeo y potabilización <input type="checkbox"/> (EMALCSA-3) Nuevos procesos de Atención al Cliente/Ciudadano <input type="checkbox"/> (EMALCSA-4) Gemelo Digital con Integración de Estrategias		
Nombre de la propuesta			
Acrónimo			
Datos de la persona representante			
Nombre del Interlocutor (o representante de la propuesta en caso de propuesta conjunta)			
Teléfono			
Correo Electrónico			
Dirección			
Datos Proponente			
Año de constitución			
Sector o ámbito de actividad			
Tipo de Entidad	<input type="checkbox"/> Autónomo <input type="checkbox"/> Gran Empresa privada <input type="checkbox"/> PYME <input type="checkbox"/> Empresa pública <input type="checkbox"/> Centro de Investigación <input type="checkbox"/> Universidad <input type="checkbox"/> Centro Tecnológico <input type="checkbox"/> Otro		
Propuesta conjunta de varias personas físicas o jurídicas. Marque SÍ o NO.	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
Centros y principales recursos de I+D (personales y materiales) en UE, España y resto del mundo:			
Facturación total de su entidad en los últimos 3 ejercicios (€).	2020	2021	2022
Información adicional			
¿Su entidad tiene facturación de tecnologías similares a las de esta propuesta en los últimos 3 ejercicios? Responda SÍ o NO.	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, diga cuál fue la facturación			

acumulada de tecnologías similares a las de esta propuesta en los últimos 3 ejercicios.		
¿Considera que existen certificaciones técnicas relevantes de las que dispone su entidad para acometer retos como los que se plantea? Responda SÍ o NO.	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, diga cuáles son esas certificaciones (máx. 300 caracteres).		
¿Considera que el personal de su entidad tiene calificaciones que son específicamente relevantes para acometer retos como los que se plantea? Responda SÍ o NO.	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, diga cuáles son esas calificaciones (máx. 300 caracteres).		
¿Ha hecho inversión en I+D en los últimos 3 ejercicios? Responda SÍ o NO.	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, diga cuál ha sido el importe de dicha inversión gasto en los últimos 3 ejercicios.		
¿Su entidad ha obtenido financiación pública de concurrencia competitiva para proyectos de I+D en alguno de los 3 últimos ejercicios? Responda SÍ o NO.	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, diga que volumen de financiación de este tipo ha recibido en los últimos 3 ejercicios.		
Si su entidad es una universidad, un centro de investigación, o centro tecnológico, estaría dispuesto a colaborar a través de un convenio con la entidad promotora del proyecto		
Descripción de la propuesta de solución		
Breve resumen de la propuesta de solución: especificación funcional (máximo 1000 caracteres). Esta información podrá ser incorporada, total o parcialmente al informe público de resultados.		
Descripción de la posible idea que pueda satisfacer la necesidad planteada, descrita desde un enfoque funcional (máximo 1000 palabras). Esta información podrá ser incorporada, total o parcialmente al informe público de resultados.		

¿Considera que su propuesta da una solución integral a los retos a los que se presenta propuesta?	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido “No”, ¿a qué elementos concretos del reto/ de los retos considera que da solución su propuesta?		
Duración estimada para la ejecución de la propuesta planteada (meses)		
En la medida de lo posible, detalle las fases y plazos para la ejecución de la propuesta planteada		
Coste estimado del desarrollo de su solución propuesta (€) En caso de ser posible, indicar diversos escenarios de alcance:		
Beneficios aportados por la solución propuesta para EMALCSA (aprox. 850 caracteres)		
Beneficios aportados por la solución propuesta para otros agentes (más allá de EMALCSA) (aprox. 850 caracteres)		
Elementos de innovación (nuevas tecnologías entregadas y soluciones innovadoras). (aprox. 500 caracteres)		
Resultados de I+D: soluciones innovadoras esperadas. (aprox. 500 caracteres)		
Elementos diferenciadores de su propuesta frente a los productos y servicios que se encuentran ya disponibles en el mercado. (aprox. 500 caracteres)		
¿Cuáles considera que son principales riesgos del proyecto? (aprox. 850 caracteres)		
¿Existe alguna limitación normativa para el desarrollo y validación de la solución que debiera tenerse en consideración? ¿Sería necesaria alguna modificación temporal de la misma? (aprox. 850 caracteres)		
Nivel de desarrollo actual en el que se encuentra su solución propuesta: Indicar el nivel de madurez tecnológica (TRL) en el que se encuentre:		
Describir el estado actual de madurez tecnológica de la propuesta y los diferentes elementos que la componen, y los desarrollos a realizar en el marco del proyecto. (aprox. 1000 caracteres)		
Necesidades tecnológicas a tener en cuenta para la aplicación de su propuesta (indicar ejemplos)		
Despliegue		

Indique las regulaciones y normativa asociada a la necesidad planteada		
Considera que existe alguna limitación o barrera específica para el despliegue del producto en el mercado ¿Cuál?		
Sobre los Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial (DPII), a priori y por las características de su entidad, ¿Tiene ésta limitaciones para compartir los DPII con el organismo contratante?	Sí <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido “Sí”, detalle dichas limitaciones. Asimismo, exponga qué DPIIs podrían ser compartidos y las condiciones para ello (titularidad, licencias de uso, cesión códigos fuente)		
Sobre los Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial (DPIIs), indique todos los DPIIs que podría generar su proyecto, desglosándolos en la mayor medida posible.		
En caso de desarrollarse una solución similar a la recogida en su propuesta, ¿estaría su entidad interesada en su posterior comercialización?	Sí <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido Sí a la pregunta anterior, indique si su entidad tendría inconvenientes en que se estableciera un royalty sobre las ventas futuras de la solución propuesta ¿Qué porcentaje de las ventas considera que podría ser compartido con el organismo contratante?		
¿Cuáles considera que son los principales riesgos del proyecto?:		
Indique si existen Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial (DPII) preexistentes de la entidad que sería necesario utilizar	Sí <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido “Sí” Detalle qué Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial (DPII) preexistentes de la entidad sería necesario utilizar y qué valor aportarían en el desarrollo del proyecto		
Autorización de uso de los datos aportados (marque SÍ o NO)		
	SÍ	NO
Autorizo a EMALCSA al almacenaje y difusión de los datos de contacto:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autorizo a la EMALCSA a mantener accesible y actualizada la información necesaria, total o parcial, sobre la propuesta presentada:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autorizo a EMALCSA a divulgar la información o documentación técnica o comercial que, en su caso, no sea identificada como confidencial:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Declaraciones Obligatorias (marque SÍ o NO)		



	SÍ	NO
La propuesta presentada está libre patentes comerciales, copyright o cualquier otro derecho de autor o empresarial que impida su libre uso por parte de EMALCSA o de cualquiera otra empresa colaboradora en el desarrollo de futuros proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autorizo a EMALCSA al uso de los contenidos de las propuestas que se limitará exclusivamente a la posible inclusión de los contenidos en el proceso de definición en las especificaciones de un eventual procedimiento de contratación a través de una Contratación Pública de Innovación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Documentación adjunta aportada		
Nombre del archivo:	Breve descripción:	Confidencial*
		<input type="checkbox"/>

* Marcar en el caso de que la documentación correspondiente sea confidencial

ANEXO III: ENTIDADES INSCRITAS EN EL EVENTO DE LANZAMIENTO

Relación de entidades inscritas, según orden alfabético:

N.º	ORGANIZACIÓN
1	SICE
2	3EDATA
3	ABAKAL INGENIEROS
4	ACCIONA
5	ADASA SISTEMAS, SAU
6	AGANOVA
7	AGBAR
8	AGS WATER SOLUTIONS
9	ALBOSA
10	ALTIA CONSULTORES SA
11	AMETIC
12	ANTEA GROUP
13	ANTEA IBEROLATAM, S.L.U. (ANTERIORMENTE ICEACSA CONSULTORES)
14	APPLUS+
15	AQUADAT
16	AQUALIA
17	AQUAOLEIROS
18	AQUASIS
19	ARSONDATA METERING SL.
20	ARTIFICIAL INTELLIGENCE TALENTUM
21	AUGAS DE GALICIA
22	AYESA
23	BAHÍA SOFTWARE
24	BALIDEA
25	BGEO OPEN GIS
26	BÓREAS AGUA E INDUSTRIA
27	BUNTPLANET
28	CADAGUA
29	CANAL DE ISABEL II
30	CAPALADA NARANCO SERVICIOS SLU
31	CARTIF
32	CDTI

33	CEIT
34	CELLNEX
35	CENTRO TECNOLÓGICO CTC
36	CETIM CENTRO TECNOLÓGICO
37	CITIC-UDC
38	CLEAN WATER INGENIERÍA
39	CLÚSTER ECCO
40	CLÚSTER INNOVASTURIAS
41	CONSORCIO DE AGUAS BILBAO BIZKAIA
42	CORPORACIÓN TECNOLÓGICA DE ANDALUCÍA
43	CSIC
44	CYII
45	DAM
46	DATAPRO
47	DEPURACIÓN DE AGUAS DEL MEDITERRÁNEO
48	DIAGNÓSTICA CONSULTORÍA TÉCNICA
49	DIMENSIONA
50	DRACE GEOCISA
51	ECONET
52	ENERGYLAB
53	EPTISA SERVICIOS DE INGENIERÍA, S.L.
54	ESCALA
55	ESPINA OBRAS HIDRÁULICAS S.A.
56	EURECAT CENTRO TECNOLÓGICO
57	EUROFINS CAVENDISH
58	EUROFINS-IPROMA
59	FADA CATEC
60	FCC AQUALIA
61	FUNDACIO EURECAT
62	FUNDACIÓN CETIM
63	FUNDACIÓN INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GALICIA
64	GESTIÓN Y TÉCNICAS DEL AGUA S.A.
65	GIMENO DIGITAL TECHNOLOGIES
66	GLOBAL OMNIUM IDRICA, SLU
67	GLOBAQUA
68	GNOSS

69	GRADIANT
70	GRUPO ÁLAVA
71	GRUPO ETRA
72	GRUPO GIMENO
73	GRUPO VALORA
74	H2i
75	HACH
76	HEXAGON AB
77	HIDRALAB S.L.
78	I2CAT
79	IDOM
80	ILUX VISUAL TECHNOLOGIES
81	INDROPS, S.L.
82	INGENIERÍA INSITU
83	INL INTERNATIONAL IBERIAN NANOTECHNOLOGY LABORATORY
84	INTEGRACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD, S.A.
85	INTERNATIONAL IBERIAN NANOTECHNOLOGY LABORATORY
86	INYCOM
87	ITCL CENTRO TECNOLÓGICO
88	ITELSYS
89	IZERTIS
90	KBK INTERNATIONAL
91	KYNDRYL
92	LACROIX SOFRAL
93	LYNX VIEW
94	MAREA, S.L.
95	MEJORAS ENERGETICAS SA
96	MINSAIT
97	MONOM
98	MONTEAGUDO NATURA SL
99	MULTIVERSE COMPUTING
100	NEC IBÉRICA
101	NGC CONSULTORES
102	NORLEAN
103	NOVOTEC CONSULTORES, S.A.
104	NTTDATA

105	NUNEGAL CONSULTING
106	NUNSYS
107	ODIN SOLUTIONS SL
108	PESA MEDIOAMBIENTE, SAU
109	PRIVADA
110	PROXIMED
111	PROYFE S.L.
112	R
113	SCILING
114	SEOPAN
115	SERYE INGENIEROS S.L.
116	SGS
117	SICE
118	SIXTEMA PROYECTOS DE INFORMACIÓN S.L.
119	SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS S.A.
120	SOLAR DEL VALLLE I+I
121	SRM CONSULTING
122	STRATESYS
123	TECNOLOGIAS PLEXUS SL
124	TELFÓNICA
125	TELEVES CORPORACIÓN
126	TESWATER GLOBAL
127	TRATAMIENTOS ECOLÓGICOS DEL NOROESTE
128	TYPSA
129	UNIVERSIDADE DA CORUÑA
130	VEOLIA
131	VICOMTECH
132	VIXIA SYSTEM S.L.
133	VODAFONE ESPAÑA
134	VONROLL HYDRO
135	WARNIA
136	WAVECOM
137	XESMEGA
138	ZELIG STRATREGY, S.L.
139	ZOOMARE



ANEXO IV: PREGUNTAS FRECUENTES

Esta ficha se encuentra a disposición de los interesados en el sitio web del proyecto en el dominio de Internet: <https://www.cpiemalcsa.es>

Las consultas relacionadas con el proceso de consultas o con alguno de los retos, se formuló a través del correo: cpi2023@emalcsa.es

1. ¿A quién va dirigida esta Consulta Preliminar al Mercado?

La convocatoria es abierta y se dirige a personas físicas o jurídicas que tengan intención de colaborar con Emalcsa en la presentación de propuestas de solución, tanto en su definición y alcance, como en su desarrollo e innovación tecnológica. En cualquier caso, cada una de las personas interesadas deberá asumir los eventuales costes derivados de su participación.

2. ¿Cuál es el objeto de esta Consulta Preliminar al Mercado?

El objeto de la presente Consulta Preliminar del Mercado es recopilar la información necesaria para preparar una o varias eventuales contrataciones públicas. Asimismo, tiene como objeto promover la participación de personas físicas o jurídicas, para la presentación de propuestas de solución innovadoras que puedan dar solución a los retos planteados en el anexo I de la presente convocatoria, mediante la utilización de tecnologías que superen las prestaciones de las existentes actualmente en el mercado.

Concretamente se pretende que, a partir de los resultados de la Consulta Preliminar al Mercado, se pueda contar con el conocimiento suficiente sobre las soluciones más innovadoras que el mercado podría desarrollar para definir las especificaciones funcionales que permitan la innovación y sean factibles de alcanzarse.

3. ¿Pueden presentarse propuestas de forma conjunta?

Sí, es posible. Cuando una propuesta de solución se presente de forma conjunta por un grupo de personas o entidades deberá identificarse aquella que las represente, a efectos de interlocución con el Órgano de Contratación. Asimismo, se presentará un único formulario (Anexo II), en el que se indique la entidad que actuará en representación del grupo de personas o entidades. Se podrá modificar dicho formulario para incorporar los datos de cada una de las entidades o se podrán aportar datos agregados de todas las entidades que forman el grupo.

4. Si se presenta una propuesta conjunta entre varias entidades, ¿se tomará como una propuesta indivisible o podrán tenerse en consideración elementos concretos de la misma?

Tanto si se presenta una propuesta de forma individual como en asociación con varias entidades, el Órgano de Contratación podrá considerar de interés tanto la propuesta en su conjunto o exclusivamente partes concretas de la misma.

5. ¿Puedo presentar varias propuestas?

Se admitirá la presentación de varias propuestas de solución por una misma persona física o jurídica, ya sea individualmente o en forma conjunta con otros, incluso para un mismo reto.

6. ¿Puedo enviar una propuesta que dé solución a varios retos?

Sí, se podrán presentar propuestas que aborden varios retos de forma conjunta. No obstante, se solicita que dicha propuesta se presente, con el mismo acrónimo, a todos los retos a los que pretende dar solución, ya que cada reto será trabajado por un equipo diferente.

7. ¿Cómo se realiza la presentación del formulario Anexo II? ¿Se puede anexar algún documento adjunto más detallado sobre la solución presentada?

La presentación de propuestas de solución se realizará a través del perfil del contratante de Emalcsa, que se redirige a la Plataforma de Contratos del Sector Público, a través del siguiente enlace: <https://emalcsa.es/index.php/es/nodo/id/128>

Las propuestas de solución se identificarán con un acrónimo, el cual se indicará en todas las comunicaciones en el asunto del correo electrónico.

Para homogeneizar y facilitar el envío de los resultados obtenidos en el desarrollo de las propuestas de solución, se deberá cumplimentar el Anexo II (disponible para su descarga en la página web). Se podrá acompañar el Anexo II con documentación adicional de soporte, de formato libre, que podrá identificarse como confidencial, siempre y cuando no supere los 5Mb.

8. ¿Será necesario determinar los presupuestos?

Los interesados deberán cumplimentar el **formulario Anexo II**. Uno de los aspectos a introducir en el mismo es el presupuesto, es decir, el coste estimado derivado del desarrollo completo y validación de la solución propuesta en euros (€). Este presupuesto deberá incluir todos los costes para el desarrollo y validación de la propuesta presentada.



Los datos facilitados en el formulario son orientativos y no vinculantes para la entidad que presenta la propuesta.

9. ¿Existe un plazo límite de tiempo para la presentación de propuestas?

La fecha límite para la presentación de las propuestas es el **22 de febrero a las 23:59 horas**. Las propuestas se podrán presentar en cualquier momento durante el período comprendido entre la publicación de la convocatoria y la fecha de finalización establecida.

10. ¿Puedo modificar la propuesta mientras esté vigente el plazo de presentación?

Sí, se podrán enviar sucesivas versiones de una propuesta de solución, con el mismo acrónimo, pero cada propuesta de solución enviada sustituirá completamente a la anterior. Por ello, la nueva propuesta de solución deberá incluir todo lo que se considere que sigue siendo válido de las anteriores.

11. ¿Hay una inversión mínima?

El Órgano de Contratación no se obliga a financiar ni a aceptar las propuestas de solución presentadas en esta convocatoria. Una vez realizada la definición de las especificaciones técnicas y/o funcionales de los sistemas, servicios o productos a desarrollar (a partir de las ideas de soluciones innovadoras recogidas como resultado de esta convocatoria) que servirán de base para la ejecución de un prototipo a escala real de las soluciones planteadas con el grado de concreción necesario, el Órgano de Contratación iniciará, si así lo considera, el correspondiente procedimiento de contratación.

12. ¿Una vez finalizado el proceso de Consultas Preliminares al Mercado, ¿cómo se pretende desarrollar el proyecto?

Se pretende que, a partir de los resultados de la Consulta Preliminar del Mercado, el Órgano de Contratación tenga conocimiento suficiente de las soluciones más novedosas y óptimas existentes en el mercado para el lanzamiento de uno o varios eventuales procedimientos de Compra Pública de Innovación.

Finalizada la consulta, el Órgano de Contratación, con el fin de garantizar la transparencia e igualdad de oportunidades entre los participantes de un eventual procedimiento de contratación ulterior que se pueda convocar, publicará la información necesaria de las propuestas de solución, no designada como confidencial por los proponentes, y podrá publicar un "Mapa de Demanda Temprana" de las futuras contrataciones, con información relativa a objeto y plazo, de los lotes ulteriores de contratación que se pretendan convocar.



13. ¿Quién puede participar en esta convocatoria?

En esta convocatoria pueden participar todo tipo de entidades y personas físicas o jurídicas que tengan voluntad de participación y de colaboración con EMALCSA para el desarrollo del reto en su definición, alcance, desarrollo e innovación. En este sentido, la convocatoria busca la participación de todo aquel que pueda "aportar conocimiento" para el desarrollo y ejecución del reto planteado. En la fase de contratación, sólo podrán participar las personas naturales o jurídicas nacionales o extranjeras que cumplan los supuestos del artículo 65 de la Ley 9/2017.

14. ¿Pueden participar empresas extranjeras en el proceso?

Sí, cualquier empresa puede presentar propuestas en el procedimiento de Consulta Preliminar de Mercado, siempre y cuando sean presentadas en inglés o castellano.

En las licitaciones, se estará a lo dispuesto en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, artículos 65 y siguientes.

15. ¿Se avisará a los participantes sobre nueva información relativa a los avances de las consultas preliminares?

Se avisará por los canales habilitados.

16. ¿Podría NO participar en la Consulta Preliminar, pero SI en la previsible futura licitación?

Sí, es posible participar en la futura licitación, aunque no participen en la consulta.

17. ¿Entendemos que la información que se detalle en la propuesta no es vinculante para la CPI posterior, nos lo podéis confirmar?

En esta fase del proceso de CPI, no es vinculante ninguna información que presenten en la propuesta. Las condiciones finales se establecerán en la licitación, en la que, si se deberá presentar datos del representante legal, estructura jurídica etc.

18. ¿Los datos de la persona representante que firma la propuesta, deben ser de una persona jurídica con poderes de representación en la empresa?

En esta fase del proceso, no es necesario aportar poderes de representación de la persona que firme la propuesta. La empresa debe decidir, en cualquier caso, con el conocimiento de su propia organización, que persona debe firmar la propuesta.



19. ¿Existe alguna indicación de coste o inversión en cada uno de los retos?

No existe ninguna limitación de gasto en cada reto. Los presupuestos que se han indicado son meramente orientativos, por lo que se pueden presentar propuestas que superen el presupuesto estimado para cada reto.

20. ¿Qué grado de profundidad se requiere?, para mayor profundidad necesitaríamos conocer del equipamiento que tienen Emalcsa. Entendemos que solo es de ideas generales.

Respecto del grado de profundidad, en principio es suficiente con que respondan a las preguntas del formulario (Anexo II), si bien se permite que las entidades interesadas suban documentación adicional si necesitan aportar mayor detalle. Una vez analizado el formulario y resto de documentación adicional aportada por las entidades participantes en la consulta, Emalcsa podrá solicitar la ampliación de información sobre los aspectos que se consideren necesarios, por escrito, o a través de una entrevista personal.

Las soluciones propuestas deberán ser soluciones innovadoras que encajen en la descripción de alguno de los retos descritos en el Anexo I.

Sobre los equipamientos de los que dispone actualmente Emalcsa, en el Anexo I de descripción de los retos, podrán encontrar una descripción de los equipamientos de los que dispone actualmente Emalcsa y su ubicación. En caso de que necesiten mayor detalle, necesitaremos que concreten la información que necesitan conocer para formular sus propuestas.