

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DEL RETO

“PHI. Planificación y Recursos Hídricos optimizados”

Las siguientes especificaciones de las necesidades no cubiertas son orientativas. Estas especificaciones podrán evolucionar a medida que se vaya actualizando el estado del arte en cada uno de los ámbitos/tecnologías.

1. Contexto

1.1 Sobre la Secretaria General del Agua

Entre los órganos directivos centrales, a través de los cuales **Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural** (CAPADR) ejerce sus competencias, está la **Secretaria General del Agua** (SGA), a la cual le corresponde impulsar y coordinar la ejecución de las acciones relacionadas con las siguientes materias:

- La política de agua y, en especial, la protección y recuperación del ciclo integral del agua y la promoción de su uso sostenible, eficiente y responsable de acuerdo con el interés general y el Pacto Andaluz por el Agua.
- La planificación hidrológica de las cuencas intracomunitarias; la definición y coordinación de acciones de prevención de avenidas e inundaciones y situaciones de sequía, sin perjuicio de las competencias de las Entidades Locales, y la conservación, restauración y gestión del dominio público hidráulico.

En desarrollo de esta ordenación competencial, el artículo 14 del Decreto 157/2022, de 9 de agosto, por el que se establece la estructura orgánica de la CAPADR, establece que corresponde a la Secretaria General del Agua la dirección, coordinación y control de las actividades de la **Dirección General de Recursos Hídricos** (DGRH en adelante) y la **Dirección General de Infraestructuras del Agua**. Además, atribuye a la primera un extenso elenco de funciones relacionadas con la ordenación del dominio público hidráulico y los recursos hídricos en las demarcaciones hidrográficas intracomunitarias de Andalucía.

El objetivo principal de la DGRH es garantizar un uso sostenible de los recursos hídricos, promoviendo su gestión integrada y la conservación del medio ambiente. Además, también se encarga de desarrollar y promover políticas y proyectos relacionados con la mejora de la calidad y la cantidad de agua disponible en la región. En resumen, su labor se enfoca en asegurar una gestión adecuada del agua en Andalucía para garantizar su uso en actividades productivas, preservando su disponibilidad para el futuro y el medio ambiente.

En particular, la DGRH desempeña en el ámbito de las aguas competencia de la Administración de la Junta de Andalucía, además de las **funciones** que, con carácter general, se establecen en el artículo 30 de la Ley 9/2007, de 22 de octubre, las siguientes:

- La elaboración de informes con carácter previo y vinculante sobre la compatibilidad de cualquier solicitud o actuación que vaya a implicar disponibilidad de recursos hídricos con los correspondientes planes hidrológicos y, en general, informar previamente cualquier plan, proyecto, solicitud, acto o convenio que afecte al régimen y al aprovechamiento de las aguas, a su calidad o a los usos permitidos en el dominio público hidráulico y en sus zonas de servidumbre y policía, así como de su afección por inundabilidad.
- El desarrollo, ejecución y seguimiento de acciones de prevención de avenidas e inundaciones, con establecimiento de directrices y delimitación de las zonas inundables. La realización de aforos, estudios de hidrología e información sobre inundabilidad.
- El establecimiento de los criterios, las líneas de actuación, la administración, el control y el otorgamiento de autorizaciones y concesiones sobre el dominio público hidráulico y sobre las zonas de servidumbre y policía; la realización del inventario de cauces públicos y de los deslindes del dominio público hidráulico.
- La vigilancia, inspección y control en materia de calidad del medio hídrico, y el otorgamiento de las autorizaciones de vertido al dominio público hidráulico y marítimo-terrestre, y su control y seguimiento, especialmente en lo referente a la calidad de las aguas, así como la aprobación de los planes de inspección en materia de sus competencias y el seguimiento del cumplimiento de la Directiva 271/91 de depuración de las aguas residuales urbanas, así como del cumplimiento de la Directiva 2000/60/CE del Parlamento europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000, en lo referente a los objetivos de calidad de las aguas.
- La planificación, gestión y mantenimiento operativo de los servicios e instalaciones de control del estado de las masas de agua dependientes de la Consejería.
- Las autorizaciones de cesiones de derechos de uso del agua y la gestión de los Bancos Públicos de Agua.
- Ejercitar el derecho de adquisición preferente al que se refiere el artículo 68.3 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- La conservación y, en su caso, recuperación del buen estado de las masas de agua y la programación de las actuaciones de restauración del dominio público hidráulico.
- El ejercicio de potestades administrativas en materia de responsabilidad ambiental y reparación de daños en relación con el medio hídrico, así como la ejecución de las actuaciones relacionadas con dicha materia cuando excedan del ámbito provincial.
- La gestión del Registro de Aguas, del Catálogo de Aguas Privadas y de cuantos otros instrumentos de carácter público puedan existir o crearse.
- La autorización de constitución de las Comunidades de Usuarios y demás figuras afines y la aprobación de sus estatutos, así como la resolución de los recursos contra

los actos de dichas Comunidades de Usuarios dictados en ejercicio de las funciones públicas que tienen legalmente atribuidas, así como acordar por interés general la constitución de oficio de los distintos tipos de Comunidades y Juntas Centrales de Usuarios.

- Los procedimientos de inscripción de derechos de agua de las Zonas Regables de Iniciativa Pública.
- La gestión y control de las ayudas financiadas con FEADER (Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural) en el ámbito de sus competencias.

Para llevar a cabo las funciones mencionadas, la DGRH se estructura en las siguientes **unidades administrativas**:

- Coordinación General
- Subdirección de Planificación
- Subdirección de Asuntos Jurídicos y Régimen de Usuarios
- Comisaría de Aguas Cuencas Atlánticas
- Comisaría de Aguas Cuencas Mediterráneas

De estas, la Subdirección de Planificación, impulsora de este proyecto, tiene como objetivo principal la elaboración de los instrumentos de planificación hidrológica de las demarcaciones hidrográficas intracomunitarias de Andalucía, entre ellos los Planes Hidrológicos y los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación. Además, también se encarga del seguimiento del estado de la calidad de las aguas y la emisión de informes vinculantes en los procedimientos de concesión o informes de compatibilidad.

Para ello, esta Subdirección engloba los siguientes **servicios**:

- Servicio de Planificación Hidrológica de las Cuencas Atlánticas
- Servicio de Planificación Hidrológica de las Cuencas Mediterráneas
- Servicio de Planificación y Seguimiento de Riesgos de Inundación
- Servicio de Planificación y Seguimiento del estado ecológico de las Aguas

Por último, los principales procesos que forman parte de la **planificación hidrológica** son:

- Caracterización de recursos hídricos en régimen natural a partir de modelos hidrológicos.
- Identificación y seguimiento de masas de agua superficial y masas de agua subterránea.
- El análisis de los impactos de la actividad humana sobre las aguas, elaborando el Inventario de presiones e impactos.
- La evaluación del estado de las masas de agua a partir de la información proporcionada por los programas de seguimiento de calidad de las aguas mediante las redes de control.
- El establecimiento de los objetivos medioambientales de las masas de agua y la aplicación de las excepciones establecidas en la Directiva Marco de Aguas.

- La definición del régimen de caudales ecológicos.
- Análisis y pronóstico de demandas de recursos hídricos (demandas agrarias, urbanas, etc.).
- Cálculo de balances y asignación de recursos basados en sistemas de soporte a la decisión.
- La formulación del programa de medidas a partir de las propuestas de la Comisión de Autoridades Competentes.
- Análisis de los efectos del cambio climático en la calidad y cantidad de recursos hídricos disponibles.
- Análisis económico de los usos del agua y del principio de recuperación de costes.
- Conducción de los procesos de participación en la planificación hidrológica.
- Predicción y planificación de la gestión de episodios meteorológicos extremos.
- Análisis de compatibilidad de los usos del agua con la planificación hidrológica.

1.2 Plataformas disponibles

En la actualidad, la SGA dispone de determinados sistemas de información y herramientas digitales como soporte para el desarrollo de sus funciones. En la mayoría de los casos, estas plataformas fueron diseñadas desde una óptica parcial basada en procedimientos o ámbitos competenciales concretos, sin que en el momento de su concepción primara una previsión de interoperabilidad a largo plazo o de ser extendidas al conjunto de la organización.

Actualmente, gracias al impulso generado por la propia Secretaría, se está desarrollando una Estrategia de Digitalización que persigue modernizar y optimizar los medios tecnológicos disponibles para contribuir a sus fines últimos, la gestión eficaz de la información, de los procedimientos y de las infraestructuras, con el fin de garantizar el uso sostenible de los recursos hídricos de las demarcaciones intracomunitarias de Andalucía.

Este nuevo plan de digitalización tiene como uno de sus pilares la transversalidad de la información, la puesta a disposición de los gestores de los datos necesarios en condiciones adecuadas de calidad, integridad, actualidad y coherencia, y con independencia de la unidad administrativa en la que se generan o se custodian.



Diagrama de plataformas digitales y ámbitos de alcance. Fuente: Junta de Andalucía.

Entre las **herramientas disponibles actualmente** se encuentran las siguientes:

- **Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH):** sistema formado por una red de estaciones meteorológicas, de aforo y otros elementos sensorizados que proporcionan información, en tiempo real, de la situación en la que se encuentran los embalses, los caudales que discurren por los ríos o la cantidad de agua que debe ser desembalsada en cada momento y en función de diversas circunstancias.

Puede definirse como un sistema de Información en tiempo real, basado en la captura, transmisión y procesado de los valores adoptados por las variables hidrometeorológicas e hidráulicas más significativas, en determinados puntos geográficos de las cuencas hidrográficas.

Actualmente se está llevando a cabo una actualización y ampliación de las estaciones del SAIH de las cuencas intracomunitarias de Andalucía con actuaciones como por ejemplo la actualización de estaciones remotas, actualización de sensores, actualización fuente de energía, centro de control unificado, implantación GMAO, cuadro de mando avanzado y modelado multifásico de procesos de colmatación de embalses, entre otras.

- **Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (SAICA):** red de estaciones automáticas de alerta destinadas al seguimiento y control de la calidad de las masas de agua en continuo, en estos momentos en vías de despliegue y puesta en servicio.

El principal objetivo de esta red es producir información continua y transmitirla a los centros de proceso de datos para el seguimiento de la evolución de la calidad de las aguas. La red analiza varios parámetros fisicoquímicos indicadores de calidad de las aguas continentales superficiales como son: nivel, caudal, turbidez, pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, carbono orgánico disuelto, carbono orgánico total, amonio, fosfatos, nitratos y algunos metales pesados.

En estos momentos se está llevando a cabo una actualización de la red SAICA de las cuencas intracomunitarias de Andalucía con la implantación de un total de 49 estaciones, 6 de ellas itinerantes, de control de la calidad de las aguas, las cuales contarán con sistema de energía y protecciones eléctricas (acometidas, fotovoltaicas y miniremotas con pila), sistema de adquisición de datos y sistema de comunicaciones (Red de telemetría GPRS).

las siguientes actuaciones

- **Acagua:** Aplicación Web para el almacenamiento y publicación de los datos de calidad de las aguas según la Directiva Marco del Agua. Engloba la información obtenida a través de los diferentes programas de seguimiento establecidos en la normativa aplicable.
- **Agua0:** Sistema de información creado con el objetivo de facilitar la gestión y la tramitación de expedientes de las materias de aprovechamientos y concesiones de agua, actuaciones en cauces, ayuda a la planificación hidrológica y control de los contadores.

Se trata de una aplicación de gestión que sistematiza y asiste en las diferentes etapas del procedimiento, recogiendo la base de datos de títulos administrativos e integrando de manera normalizada toda la información digitalizada de los expedientes.

Su estructura consta de los siguientes módulos: Tramitación y búsqueda de expedientes, Planificación Hidrológica y Lectura de contadores. No obstante, no dispone de funcionalidades avanzadas de análisis. Agua0 está en continuo estado de desarrollo y mejora, incorporando progresivamente nuevas funciones para asistencia de los usuarios de la SGA.

- **Agua0 Vertidos:** Evolución de Agua0 concebida para la gestión de las autorizaciones de vertido. Al igual que Agua0 para concesiones, Agua0 vertidos se concibe como la base de información para su remisión a la Administración General del Estado con el fin de elaborar del Censo Nacional de Vertidos.

Por otro lado, Agua0 vertidos deberá asumir la información depositada, o al menos hacerse interoperable con una serie de aplicaciones que contienen datos sobre vertidos por diferentes razones (ARCA, GICA autocontroles, Tramita SQL, SIVA, etc).

- **Registro del Agua de Andalucía:** Aplicación de gestión del registro administrativo del mismo nombre, en el que se hacen accesibles los datos públicos de los títulos de uso de las aguas.

Se ha desarrollado como una aplicación web conectada con el sistema Agua0, a la cual se tienen dos tipos de acceso uno público para la ciudadanía y otro privado para la Administración. Además, está conectada con la Base Central del Agua desarrollada por el Ministerio.

- **Gota:** Sistema de información focalizado en la gestión de las infraestructuras hidráulicas de la Junta de Andalucía, englobando desde la gestión de los expedientes de gasto para su ejecución, su mantenimiento y gestión, datos de explotación, etc.

Actualmente en desarrollo, GOTA dispondrá de inventarios de las Infraestructuras Hidráulicas y de las Aglomeraciones Urbanas de Andalucía con sus procesos de gestión relacionados. Adicionalmente dispondrá de herramientas para el cálculo de Cánones y Tarifas y gestión de las liquidaciones correspondientes.

- **VegA y ARCA:** Las aplicaciones VegA y ARCA forman el sistema de información que gestiona los datos y el seguimiento de los vertidos urbanos e industriales, tanto del Dominio Público Hidráulico como del Dominio Público Marítimo-Terrestre.

VegA es la aplicación encargada de la gestión de la información de las autorizaciones de vertidos ya sean directas o como consecuencia de una Autorización Ambiental Integrada o de una Autorización Ambiental Unificada.

ARCA es una herramienta que se pone a disposición de titulares y laboratorios como ayuda para la generación de la información necesaria para presentar los autocontroles en el formato exigido por la administración andaluza de manera que posteriormente se pueda realizar un tratamiento automatizado de los mismos para detectar incumplimientos en el condicionamiento y otras informaciones que puedan ser de interés para la Dirección General de Recursos Hídricos.

- **Prevención y gestión de catástrofes en Presas:** Sistema previsto para la Prevención de Catástrofes basado en una aplicación de gestión integral de datos de auscultación adaptada a la presa y a su instrumentación, que proporcione el almacenamiento, gestión y visualización de las lecturas, así como la generación de informes básicos.

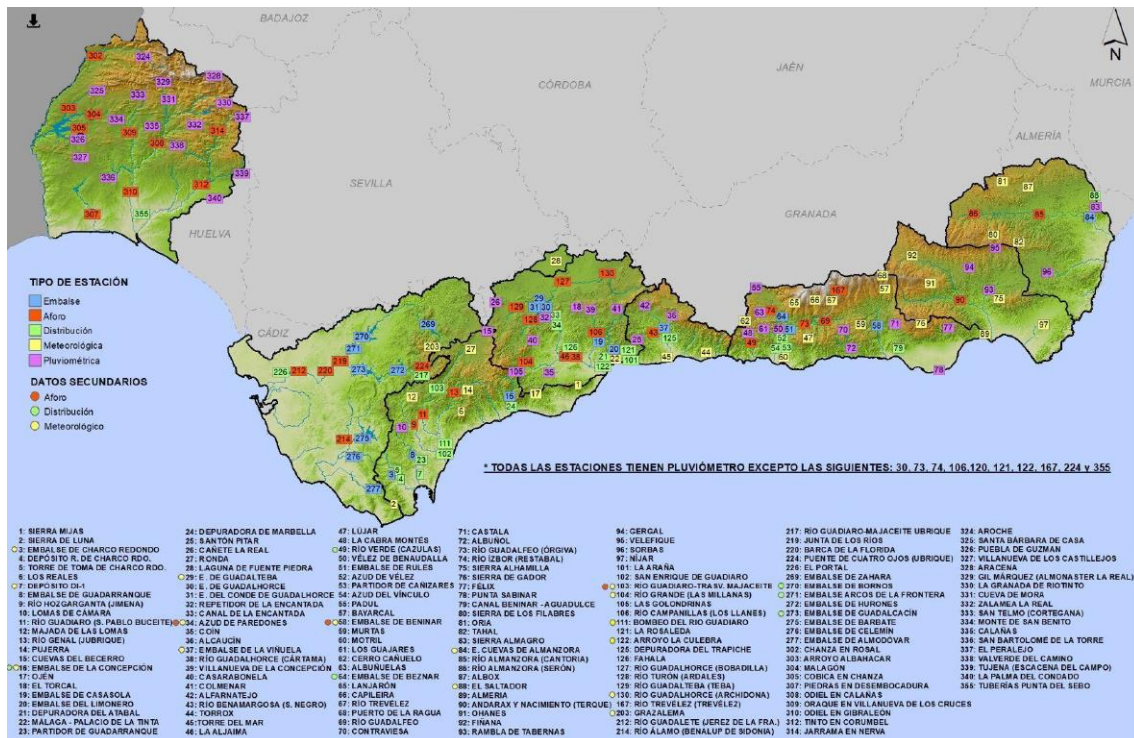
Este software permitirá el acceso a la información actualizada en tiempo real desde cualquier ordenador con internet mediante un usuario autorizado. Los órganos responsables del Sistema serán, tanto el Centro de Control de Presa encargado de la gestión de la red de telecontrol y, por tanto, de la captura, presentación, archivo, procesado y transmisión de los datos obtenidos, como el Centro de Control de Cuenca diseñado para integrar los sistemas de Prevención y Gestión de Catástrofes de todas las presas de la demarcación.

Además de estos sistemas de información propios, la SGA utiliza otros ajenos como:

- **Smart River Basins:** Se trata de una base de datos inteligente que recopila, agrega y permite visualizar de forma integrada la información acerca de los recursos hídricos, el estado de las masas de agua y las determinaciones de la planificación hidrológica, ofreciendo un punto único de acceso total a la información relevante, sirviendo de apoyo en los procesos de toma de decisiones. Esta plataforma digital comercial, desarrollada por el grupo Veolia y accesible mediante suscripción, comprende distintos módulos adaptados a las distintas necesidades del servicio como son información hidrológica, balance de recursos, plan hidrológico, índices de sequía y escasez y alerta temprana ante inundaciones.
- **REDIAM:** La Red Andaluza de Información Ambiental, gestionada por la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul, fue creada mediante la Ley 7/2007 de 9 de julio (GICA) y se posiciona como un repositorio de información ambiental abierto a la ciudadanía, dentro de la que se publica información relativa a la planificación y gestión del agua.

- PHWeb:** Base de Datos perteneciente al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico donde se carga la información incluida en los planes hidrológicos para su integración a nivel nacional y posterior reporte a la Comisión Europea. Además de los contenidos relacionados con la Directiva Marco del Agua, PHWEB contiene módulos para el reporte de la Directiva de Aguas Residuales (Informes Q) y de la Directiva de Nitratos. Esta aplicación, de libre acceso, permite consultar los datos contenidos en los planes, así como visualizar la información procedente de la base de datos de los programas de medidas y otra información relacionada con la planificación hidrológica. El sistema permite realizar consultas basadas en diversos criterios o descargar fichas correspondientes a cada masa de agua o a cada actuación considerada en los programas de medidas.
- Nabia:** Es el equivalente nacional de Acagua, integrando la información sobre calidad de las aguas de todas las demarcaciones hidrográficas de España.

Por último, en la SGA se utilizan una serie de herramientas software especializadas para cálculo como Aquatool (**Aquatool:** Software desarrollado por la UPV que simula el comportamiento de los sistemas de explotación en diferentes escenarios, asistiendo en la decisión a la hora de elaborar los balances y las asignaciones de recursos), modelos hidrológicos-hidráulicos para los estudios de inundabilidad, modelos de determinación de la zona de mezcla de vertidos, etc.

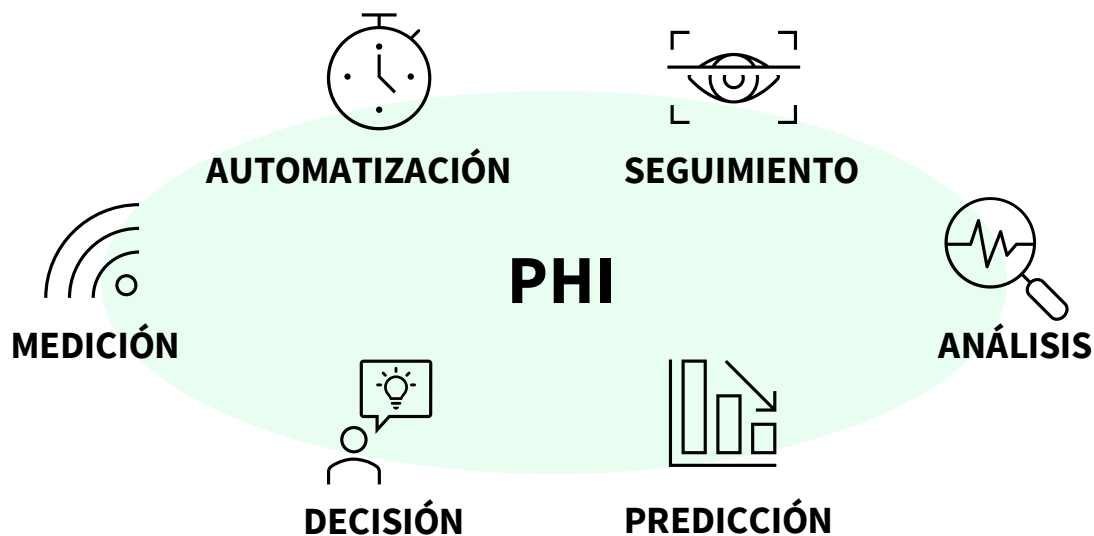


Ubicación de las estaciones de medida de la red [SAIH](#) Hidrosur. Fuente: Junta de Andalucía.

En el contexto descrito, la evolución de las tecnologías de adquisición, procesado e interpretación de datos, tanto a pequeña como a gran escala, supone una gran oportunidad para superar muchas de las limitaciones existentes. La adopción de nuevas tecnologías y soluciones innovadoras enfocadas a la recopilación de información, estimación de parámetros, nuevos métodos de simulación, o de soporte a la toma de decisiones, pueden mejorar sensiblemente la forma en la que la DGRH adquiere, gestiona y utiliza la información.

2. Alcance del proyecto a desarrollar

El proyecto de compra pública de innovación “PHI. Planificación y Recursos Hídricos optimizados” se dirige principalmente a la adquisición de nuevas tecnologías aplicadas a la mejora de los procesos de planificación hidrológica. En concreto, mediante esta iniciativa, la SGA pretende la identificación y adquisición de tecnología innovadora que mejore sus procesos de adquisición y tratamiento optimizada de la información requerida para sus análisis y la definición de servicios avanzados basados en nuevas tecnologías de procesamiento (IoT, Big Data, Deep Learning, Cloud Computing, etc.) y aplicados a los procesos relacionados con la planificación hidrológica, poniéndolos a disposición del gestor y de la ciudadanía en un entorno único y de manejo asequible.



Con este fin y en lo que se refiere a la adquisición, proceso y análisis de la información, se plantea un escenario ideal en el que se intentan cubrir una serie de necesidades tecnológicas prioritarias.

Dichas **necesidades tecnológicas o retos**, a los que se busca dar respuesta mediante el proyecto PHI, objeto de la presente Consulta Preliminar al Mercado, se agrupan a una posible base tecnológica y, para su mejor comprensión y explicación de las necesidades de la SGA, se declinan en una serie de posibles casos de uso.

Estos **retos** son los siguientes:

RETOS	
RETO 1	Seguimiento remoto y automatizado de los parámetros del ciclo hidrológico.
RETO 2	Inventario de los cauces públicos, delimitación y seguimiento inteligente del Dominio Público Hidráulico.
RETO 3	Plataforma avanzada de integración y explotación de la información relacionada con la Planificación Hidrológica.
RETO 4	Nuevos modelos para la simulación de los sistemas hidrológicos.

Adicionalmente, y como se podrá comprobar en los siguientes apartados, con el objetivo de guiar la preparación y presentación de las soluciones tecnológicas innovadoras, para cada uno de los retos planteados se han identificado una serie de **casos de uso específicos**. Cada uno de estos casos de uso representa un aspecto crítico y una necesidad concreta dentro del amplio espectro del reto. Al enfocar las posibles soluciones hacia estos casos de uso, la SGA busca no solo abordar las necesidades actuales de manera efectiva, sino también sentar las bases para una gestión de recursos hídricos más sostenible y resiliente en el futuro.

Es importante destacar que los casos de uso propuestos no son limitativos. La SGA está abierta a explorar y acoger soluciones innovadoras que, aunque no se ajusten estrictamente a los casos de uso especificados, contribuyan significativamente a abordar los desafíos globales del reto. Por ello, alienta la presentación de propuestas creativas y vanguardistas que ofrezcan perspectivas y enfoques novedosos en la gestión de recursos hídricos.

Asimismo, si bien se han delineado varios retos específicos para abordar distintas facetas de la gestión de recursos hídricos, es importante destacar que algunas soluciones innovadoras y efectivas pueden no limitarse a un solo ámbito de acción o reto. La SGA reconoce y alienta la presentación de propuestas por parte de las empresas que, por su naturaleza integradora y holística, puedan impactar positivamente en varios de estos retos de manera simultánea. Esta visión multidisciplinar no solo demuestra la capacidad de pensar de manera expansiva y creativa sobre los problemas complejos, sino que también es un factor positivo que enriquecerá la implementación de soluciones, potenciando su eficacia y eficiencia, y reflejando un enfoque integrado esencial para la sostenibilidad y la gestión avanzada de los recursos hídricos.

A continuación, se amplía la información para cada uno de los retos anteriores:

2.1 Reto 1: Seguimiento remoto y automatizado de los parámetros del ciclo hidrológico.

El primero de los retos planteados busca identificar y adoptar nuevas tecnologías para el seguimiento remoto y automatizado de los parámetros del ciclo hidrológico, con especial atención a la estimación remota de los **caudales circulantes** y de los parámetros de **calidad de las aguas**.

2.1.1 Descripción de la necesidad no cubierta u oportunidad detectada

Tal y como se ha introducido anteriormente, el manejo eficiente y sostenible de los recursos hídricos es fundamental para el desarrollo y la conservación del medio ambiente. En el contexto de la creciente variabilidad climática y la intensificación de las actividades humanas, la capacidad de monitorear y gestionar, de manera precisa y en tiempo real los parámetros del ciclo hidrológico, se vuelve cada vez más crítica. En este sentido, existen varias necesidades y oportunidades de mejora aún no abordadas en este ámbito y que la SGA pretende afrontar con este primer reto, con el fin de contribuir a la sostenibilidad de los recursos hídricos y a la protección del medio ambiente en el contexto de un clima cambiante y crecientes demandas de uso del agua:

- A pesar de los avances tecnológicos, la estimación precisa de **caudales en masas de agua superficiales** sigue siendo un desafío. La falta de datos en tiempo real y la limitada capacidad de monitorización remota frente a la extensión y capilaridad de la red hidrográfica impiden una respuesta eficaz ante objetivos como el seguimiento de los caudales ecológicos, el seguimiento de los aprovechamientos de recursos fluyentes, la detección temprana de eventuales inundaciones, etc.

En la actualidad en Andalucía, existe un número limitado de estaciones de aforo, repartidas entre la red foronómica gestionada por la Subdirección de Planificación y el conjunto de estaciones de aforo del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), que, en su conjunto, no disponen de todo el alcance necesario para el seguimiento de los caudales circulantes en todas las masas de agua superficial. Además, en el caso de la red foronómica, las estaciones de aforo carecen de sistemas de lectura remota, obligando a desplazamientos para la captura de datos e impidiendo su conocimiento en tiempo real.

- Por otro lado, se obtienen conclusiones similares en cuanto a la **evaluación de los recursos y el seguimiento de las masas de agua subterránea**. La gestión de estos recursos se enfrenta a un despliegue moderado de herramientas avanzadas de modelización, de seguimiento remoto, de estimación multiparamétrica, o de sistemas de información que integren la información generada, lo que limita la capacidad para comprender las dinámicas subterráneas y gestionar de manera sostenible estos valiosos recursos.

Las redes de control piezométrico actuales adolecen, en determinadas zonas, de falta de representatividad, densidad u operatividad y, en general, carecen de sistemas de

telemetría y acceso a la información. De nuevo, la operación de adquisición de datos se hace de manera manual, incrementando el coste, la periodicidad y la latencia en el acceso a la información.



Aguas de procedencia subterránea. Fuente: Junta de Andalucía



Actividad de muestreo y control de calidad de las aguas. Fuente: ABCdeSevilla

En este sentido, sigue siendo necesaria la mejora del conocimiento del funcionamiento hidrogeológico, desarrollando modelos numéricos de flujo definidos a partir del conocimiento científico y alimentados con los datos de las redes de seguimiento y de consumos, como base para la mejor cuantificación del recurso disponible. En definitiva, el seguimiento piezométrico confiable, la definición de modelos y la mejor caracterización de la explotación de las masas de agua subterráneas, permitirían mejorar el abordaje de problemas como la sobreexplotación, la contaminación difusa o la intrusión salina.

- En lo que respecta al seguimiento de los **parámetros cualitativos del agua y vertidos**, el diagnóstico también denota necesidades de adecuación y de mejora de los medios tecnológicos. Si bien la red de seguimiento de la calidad de las aguas cumple las estipulaciones de la normativa que les aplica, se considera que existe un margen de mejora en términos de representatividad de las masas de agua, y en términos de modernización y digitalización. Dado que las metodologías actuales para la monitorización de la calidad del agua suelen ser puntuales y no permiten una visión continua y detallada, existe la necesidad de tomar los datos de forma más automatizada y remota, obteniendo datos en tiempo real por telemetría y aplicando tecnología que permita la renovación integral de los procesos y la modernización de la red cuantitativa y de calidad. Asimismo, la identificación temprana y precisa de vertidos en cuerpos de agua es crucial para mitigar los impactos ambientales. Sin embargo, los métodos existentes no siempre permiten una detección rápida y eficiente, lo que retrasa las intervenciones y aumenta los riesgos ambientales.
- Finalmente, la capacidad para prepararse para eventos extremos de precipitación es aún limitada, especialmente en áreas urbanas y en torno a infraestructuras críticas.

En este sentido, mejorar la precisión y rapidez en la **estimación de precipitaciones acaecidas** y desarrollar modelos de riesgo de inundación más efectivos son necesidades imperantes para la planificación urbana y la gestión de desastres.

Estas necesidades no cubiertas representan oportunidades significativas para implementar soluciones innovadoras y tecnológicamente avanzadas. La adopción de nuevas tecnologías para la captación, el uso de sensores avanzados, sistemas IoT, análisis de Big Data y modelado predictivo, no solo mejorará la eficiencia y precisión en la gestión de los recursos hídricos, sino que también facilitará una toma de decisiones más informada y proactiva en la gestión hidrológica.

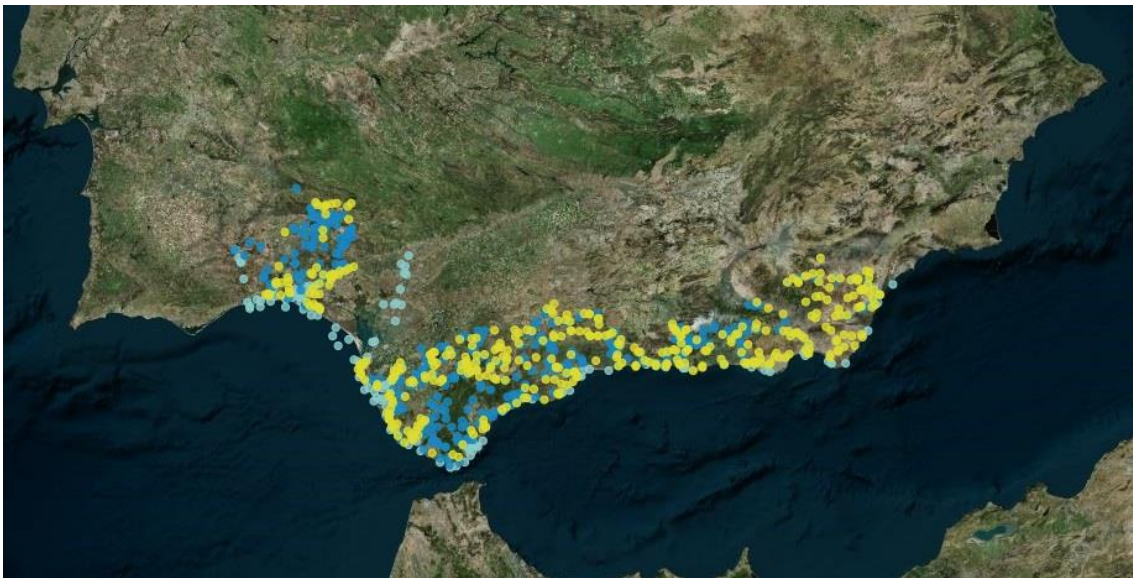


Imagen del [Visualizador de datos de calidad de las aguas](#) (Directiva Marco del Agua). Fuente: Junta de Andalucía.

Las fuentes de datos disponibles se consideran, en definitiva, mejorables para realizar un seguimiento adecuado en términos de representatividad, actualidad y automatización del sistema hidrológico y para la gestión eficiente de los recursos hídricos.

Existe, por otro lado, espacio para la mejora en la captación y tratamiento de datos mediante la adopción de tecnologías emergentes basadas en la obtención de información a partir de otros datos no capturados hasta el momento, como puede ser la **percepción social**. Concretamente, la incorporación de esta nueva dimensión social, como complemento de los sistemas de monitorización técnico y científico, representa una innovación significativa y un paso hacia un enfoque más holístico y participativo ya que, esta información, una vez procesada a través de técnicas de análisis de datos y aprendizaje automático, puede revelar tendencias, identificar eventos críticos o áreas de conflicto potencial, y ayudar a predecir la respuesta de la comunidad ante ciertas políticas de gestión de agua, permitiendo así un enfoque más integrado y adaptativo sensible a las experiencias y observaciones locales, vital para enfrentar los desafíos de un entorno en constante cambio.

2.1.2 Objetivos y resultados esperados

Este primer reto, está enfocado a identificar y adoptar nuevas tecnologías para el seguimiento remoto y automatizado de los parámetros del ciclo hidrológico.

Para ello, se pretenden abordar una serie de **objetivos específicos**:

- **Desarrollar e implementar soluciones de monitorización remota avanzadas** utilizando, tanto tecnologías emergentes como nanosensores, sensores lidar y radar, análisis de imagen espectral y multispectral e Internet de las Cosas (IoT) para desplegar una red de sensores inteligentes y dispositivos conectados que monitoreen continuamente los parámetros hídricos, como tecnología de drones y satélites para la supervisión en áreas extensas o de difícil acceso. Este enfoque permitirá una monitorización precisa **y en tiempo real** de los caudales circulantes y la calidad de las aguas en diferentes ecosistemas acuáticos.
- **Identificar y utilizar nuevas fuentes de datos** para la detección de eventos críticos, como puede ser, por ejemplo, las **redes sociales** u otras plataformas digitales de reporte comunitario. Esta monitorización, combinado con herramientas avanzadas de análisis de datos y algoritmos de aprendizaje automático puede revelar discusiones o preocupaciones emergentes relacionadas con el agua. Por ejemplo, un aumento en las publicaciones sobre la calidad del agua en una región específica podría indicar un problema no detectado por los métodos tradicionales, dado que los residentes locales son a menudo los primeros en notar cambios inusuales en su entorno, como disminuciones repentinas en la calidad del agua o niveles anormales de agua en ríos y lagos. En definitiva, la participación ciudadana puede ser muy relevante para la detección temprana de eventos críticos.
- **Mejorar la recolección para optimizar el posterior análisis de datos**, garantizando la captación continua y especialmente precisa de datos y su análisis efectivo mediante herramientas avanzadas de procesamiento de datos, como Big Data y análisis predictivo, mejorando así la precisión y la utilidad de la información recogida.
- **Mejorar la respuesta y gestión de eventos críticos**, a través del desarrollo de nuevos sistemas capaces de identificar y responder de manera proactiva a eventos críticos relacionados con el agua. Esto incluirá la aplicación de Inteligencia Artificial y aprendizaje profundo para el procesamiento avanzado de los datos capturados y la generación de modelos predictivos. Además, se podría plantear el uso de tecnología Blockchain para garantizar la seguridad y transparencia en la gestión y compartición de datos hídricos.

Con estos subobjetivos específicos claramente definidos, la SGA se encamina hacia una transformación integral en la gestión de los recursos hídricos. Al abrazar las tecnologías emergentes y adaptarlas a sus necesidades específicas, no solo aspira a superar los retos actuales, sino también a establecer un nuevo estándar en la monitorización y análisis del ciclo hidrológico, que a su vez habilite nuevas vías para, a través de nuevas herramientas de recopilación y procesamiento de datos, permitir la adopción de decisiones informadas y que

repercutirán positivamente en la toma de decisiones, la sostenibilidad ambiental y la resiliencia frente a dinámicas adversas.



Monitorización de la calidad de las aguas mediante uso de drones. Fuente: 3edata



Actividad de muestreo y control de calidad de las aguas. Fuente: ABCdeSevilla

Los **resultados y beneficios esperados** con el desarrollo e implantación de soluciones innovadoras y disruptivas en este ámbito serían los siguientes:

- **Monitorización precisa y continua:** Alcanzar una monitorización integral y en tiempo real de los parámetros clave del ciclo hidrológico, lo que mejorará la comprensión y gestión de las masas de agua.
- **Sistemas de alerta y predicción mejorados:** Implementación de sistemas avanzados de alerta temprana y predicción para eventos críticos, basados en datos precisos y análisis predictivo.
- **Políticas y planificación hídrica efectivas:** Utilización de datos de alta calidad para informar políticas y prácticas de gestión hídrica, resultando en decisiones más informadas y efectivas.
- **Adaptación y resiliencia frente al cambio climático:** Mejora en la capacidad de adaptación y respuesta a los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos.
- **Innovación en la gestión del agua:** Posicionamiento como líder en la implementación de soluciones tecnológicas avanzadas en la gestión de recursos hídricos.

2.1.3 Casos de uso

A continuación, se presenta una tabla que enumera los casos de uso identificados para este reto, proporcionando una visión clara, pero no limitativa, de los objetivos específicos y las áreas de enfoque para las soluciones tecnológicas que se están buscando.

R1. CASOS DE USO

R1.CU1	Estimación remota y en tiempo real de caudales circulantes en masas de agua superficial.
R1.CU2	Estimación remota, instantánea y automática de parámetros de calidad de las aguas.
R1.CU3	Nuevas tecnologías para el seguimiento y evaluación de aguas subterráneas.
R1.CU4	Detección remota y/o automática de episodios de vertidos.
R1.CU5	Sistema de estimación remota-automatizada de precipitaciones acaecidas, calados y velocidades en zonas de riesgo.

2.2 Reto 2: Inventario de cauces públicos, delimitación y seguimiento inteligente del Dominio Público Hidráulico.

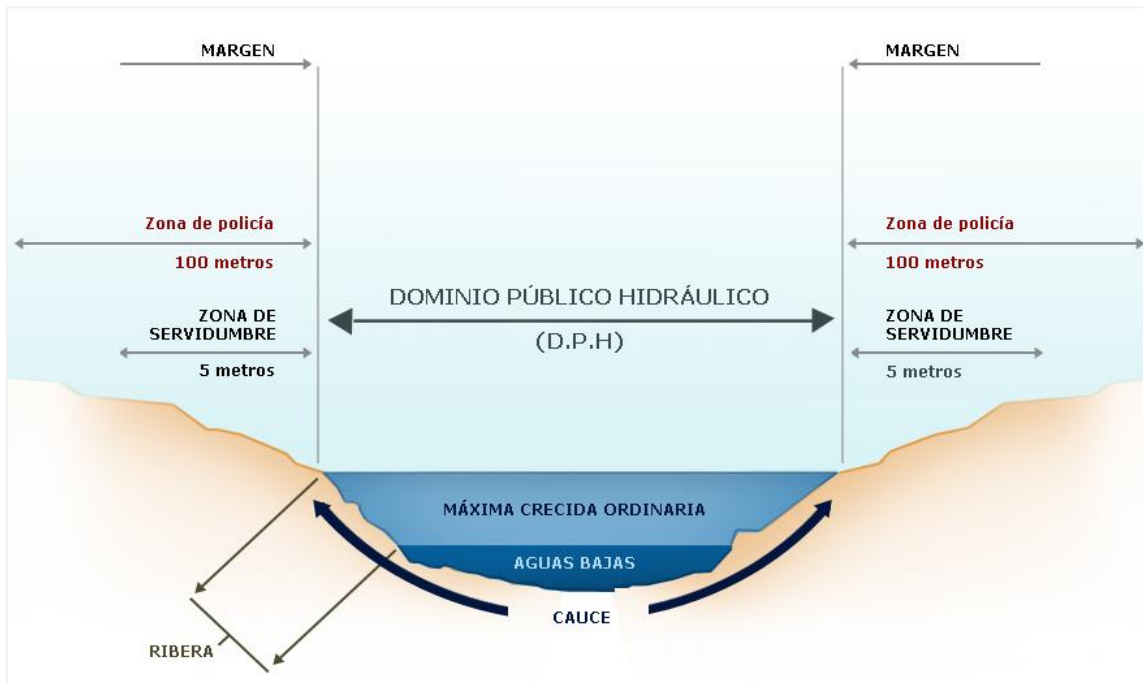
El reto está orientado a la aplicación de nuevas tecnologías de tratamiento de imágenes y cartografía para realizar el inventario de cauces públicos y la delimitación automática del Dominio Público Hidráulico (en combinación con modelos digitales del terreno y modelos hidrológicos-hidráulicos), la evaluación en tiempo real de la hidromorfología de las aguas superficiales, así como la identificación automática de la superficie de riego, su seguimiento y la determinación de sus demandas de recursos hídricos.

2.2.1 Descripción de la necesidad no cubierta u oportunidad detectada

El [Dominio Público Hidráulico \(DPH\)](#) es un concepto clave en la gestión de recursos hídricos que se refiere al conjunto de todas las aguas superficiales y subterráneas, así como a los cauces, riberas, lagos, y humedales que son de propiedad y uso público.

La correcta delimitación y administración del DPH son esenciales para garantizar una gestión sostenible del agua, la protección de ecosistemas acuáticos, y la regulación del uso de recursos hídricos para diferentes fines, incluyendo la agricultura, la industria y el consumo humano.

Desde el punto de vista de las aguas superficiales y a efectos de la planificación espacial, la delimitación del territorio comprendido dentro del DPH se corresponde con la superficie ocupada por las aguas en su máxima crecida ordinaria. Este elemento reviste una especial trascendencia por su carácter de bien público imprescriptible, inembargable e inmutable, incompatible con la propiedad privada y sometido a un régimen jurídico específico. Por ello la delimitación del DPH es una información que es requerida recurrentemente por registros de la propiedad, oficinas catastrales o propietarios particulares.



Delimitación del Dominio Público Hidráulico: el Proyecto Linde. Fuente: MITECO

A pesar de su importancia y de los avances tecnológicos recientes, existen varias necesidades y oportunidades aún no cubiertas en este ámbito y que se pretenden afrontar:

- En primer lugar, la **delimitación técnica del DPH**, entendida como el conjunto de operaciones técnicas para la identificación de la superficie susceptible de ser considerada como tal tras el oportuno trámite, enfrenta desafíos debido a la variabilidad de las condiciones hidrológicas y la complejidad del terreno, dado que su identificación trae causa de la máxima crecida ordinaria, es decir, el comportamiento de las avenidas históricas en un cauce de determinada geometría. Su determinación requiere sistemas más precisos y automatizados que integren diversos conjuntos de datos para proporcionar delimitaciones exactas y actualizadas. Actualmente, los procesos de delimitación del DPH requieren de la consulta de información cartográfica, ortofotos, modelos hidrológicos-hidráulicos, y de la abstracción de los elementos de juicio aportados por fuentes diversas. Estos análisis se realizan por los técnicos de una manera individual y manual, por lo tanto, es necesario dotarse de herramientas de soporte en los procesos con el fin de resolver el elevado consumo de recursos administrativos que conllevan y optimizar los tiempos de respuesta.
- Otro factor esencial y a mejorar para una delimitación efectiva es la creación y mantenimiento de un **inventario completo y actualizado de cauces públicos**. Dada la extensión de la red hidrográfica, en el momento presente el inventario disponible no cubre por completo todo el conjunto potencial de cauces públicos. La complejidad de su identificación y la disponibilidad de medios hace que el inventario se

perfeccione a demanda de los requerimientos de distintas administraciones o particulares. Esta forma de trabajar ha permitido tener actualmente inventariada una pequeña parte del DPH sin una continuidad en los cauces al contar con tramos sin conexión. Además, la recogida de información supone visitas de campo, costosas y lentas.

Existen algunas soluciones que permiten realizar un inventario de los cauces, pero sin determinar si por los cauces ocasionalmente discurren exclusivamente aguas pluviales y, por tanto, si se podrían considerar privados o públicos. Por lo tanto, las herramientas no son suficientemente precisas para capturar completamente la extensión y el estado de los cauces, resultando en planificaciones y gestiones ineficientes. Por lo tanto, el desarrollo de un sistema integrado que conecte la delimitación del DPH con el inventario de cauces públicos permitiría una gestión más coherente y efectiva.



Curso del río Barbate en la desembocadura (Cádiz). Fuente: Europa Press.

- En tercer lugar, repercutiendo en distintas líneas de trabajo, se detecta necesidad de aplicar nuevas tecnologías a la **caracterización remota y/o automática del sistema hidrológico superficial, sus zonas de protección y la caracterización hidromorfológica**. En la actualidad, dicha caracterización se realiza recurriendo a la información cartográfica disponible, a imágenes satélites, comprobaciones in situ, consideraciones basadas en criterio de experto y restringidas en superficie. Por lo tanto, resulta especialmente gravosa, en cuanto a recursos, la delimitación del DPH, requerida para ser incorporada como elemento de juicio en procedimientos catastrales y registrales. En este sentido, sería deseable disponer de sistemas capaces de automatizar estos análisis, ya que la extensión de las demarcaciones, la extensión

de la red hidrográfica y el número de masas de agua superficial que la integran dificultan su adecuado control con los medios disponibles en la actualidad.

- Por último, la **identificación y seguimiento de las superficies de riego e infraestructuras asociadas al uso del agua**, así como la determinación precisa de las necesidades de agua, son fundamentales para una gestión eficiente de los recursos hídricos y su gobernanza. Dado que las herramientas actuales no son suficientemente dinámicas y precisas para manejar estas tareas de manera efectiva, se requiere la dotación de sistemas que automaticen la caracterización de la superficie en riego mediante teledetección y la ejerzan de manera continua, complementada con consultas a fuentes de datos complementarias (SIGPAC, Catastro, Agua0) para el cálculo de las demandas del regadío y el **control de los aprovechamientos de aguas otorgados**, permitiendo así la adecuada estimación de los recursos utilizados y la discriminación de los usos ilegales. La teledetección, además, puede proporcionar información sobre zonas con presencia de agua empleando indicadores como el índice diferencial de agua normalizado (NDWI), que puede aplicarse a la localización de infraestructuras de almacenamiento de agua e incluso a determinadas captaciones. Asimismo, la fotointerpretación puede ser empleada como herramienta complementaria en áreas con mayor afección y zonas de cultivos leñosos.

Cabe destacar que, en la actualidad, tampoco está resuelta la necesidad de un sistema automático de telemedidas que proporcione los consumos de los usuarios agrarios a partir de sus contadores, por lo que los estudios de demandas y de seguimiento de superficie regada se ejercen mediante estudios de teledetección en ámbitos espaciales limitados y con baja frecuencia que, por su propia naturaleza, suelen ser encargados a terceros. En resumen, los estudios convencionales de teledetección ayudan a la caracterización de la demarcación, pero no permiten el seguimiento cercano y actualizado que requiere la gestión.

En definitiva, este segundo reto ofrece la oportunidad de desarrollar e implementar soluciones innovadoras que aborden todas estas necesidades. La integración de tecnologías como la teledetección (satélites, sensores remotos, drones), el análisis avanzado de imágenes, los sistemas de información geográfica (GIS), y la inteligencia artificial, promete transformar la manera en que se afrontan estos desafíos, mejorando significativamente la eficiencia y precisión en la gestión de los recursos hídricos.



Instalación de un sistema de riego por aspersión en una finca de la campiña cordobesa. Fuente: Diario de Córdoba.

2.2.2 Objetivos y resultados esperados

El **objetivo principal** del reto es el desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas avanzadas para abordar eficazmente las necesidades identificadas en la gestión del Dominio Público Hidráulico (DPH), la gobernanza hídrica y el seguimiento de demandas y superficies del regadío.

Para ello, los **objetivos específicos** incluyen:

- Crear un **sistema integrado y automatizado** que utilice datos geoespaciales, nuevas fuentes de datos como sistemas LIDAR o imágenes de alta resolución de satélites, junto a tecnología GIS, para ayudar a delimitar con precisión el DPH, adaptándose a las variaciones hidrológicas y cambios en el terreno .

Este sistema, que integraría herramientas de inteligencia artificial y aprendizaje profundo para el análisis de datos y podría utilizar satélites y/o drones como sistemas de teledetección y mapeo, estaría enfocado a la automatización en la identificación y actualización de los límites del DPH, posibilitando la integración de múltiples fuentes de datos y el uso de modelos predictivos para anticipar cambios debidos a factores ambientales y climáticos.

- Implementar una solución que integre y actualice el inventario de cauces públicos, asegurando que refleje con precisión la situación actual y las transformaciones del terreno y de los cuerpos de agua, es decir, que permita disponer de un **inventario dinámico de cauces públicos**.

Para ello, se plantea el uso de imágenes satelitales o drones para el mapeo detallado y sensores IoT para la recolección de datos en tiempo real, todo ello para conseguir

una solución que permita, entre otras funcionalidades, una actualización continua del inventario basada en análisis de datos en tiempo real, una visualización interactiva que facilite el acceso y comprensión de los datos y una generación automática de alertas ante cambios significativos de los cauces públicos.

- Establecer un sistema de monitorización que utilice tecnologías de teledetección y análisis de datos para evaluar y seguir de cerca la hidromorfología de las aguas superficiales.

Mediante la aplicación de análisis de imágenes con IA, modelos de simulación hidrológica, y sensores para monitorización de calidad del agua, este sistema de **monitorización y evaluación continua** permitiría realizar una evaluación en tiempo real de la hidromorfología de las aguas superficiales, analizando de forma integrada la interacción entre las aguas superficiales y los ecosistemas circundantes y proporcionando herramientas predictivas para anticipar y mitigar impactos ambientales.

- Desarrollar herramientas avanzadas que permitan la identificación y seguimiento automático de áreas de riego, así como la evaluación precisa de sus necesidades hídricas, basada en análisis de datos y modelos que tomen en cuenta factores como tipos de cultivos, prácticas de riego o consumo, y condiciones climáticas. Esta **automatización en la gestión de superficies de riego**, que también debería proporcionar actualizaciones periódicas y alertas sobre cambios relevantes, impulsaría una gestión eficiente del agua en la agricultura.
- Detectar y erradicar usos ilegales de agua para garantizar las demandas asignadas y planificadas, así como el buen estado de las masas de aguas. La combinación de técnicas como la teledetección, fotointerpretación y cartografía de derechos de agua permitirá **localizar automáticamente usos ilegales de agua**, proporcionando una herramienta de alerta que deberá configurarse en función de su potencial impacto en los usuarios, las masas de aguas y los ecosistemas asociados.
- Asegurar que la plataforma y las herramientas desarrolladas sean **accesibles y útiles** para los gestores del agua, agricultores, y otros usuarios clave. Estableciendo, además, **mecanismos de feedback** para mejorar continuamente las herramientas y procesos basados en la experiencia de los usuarios.

Este enfoque multidisciplinario, que combina tecnología avanzada, modelos precisos, y participación activa de los usuarios, puede proporcionar una solución integral para este segundo reto, mejorando significativamente la gestión y planificación del DPH y de las áreas de riego. Pero, la implementación de estas soluciones no solo mejorará la eficiencia y precisión en la gestión de recursos hídricos, sino que también fomentará una mayor sostenibilidad y resiliencia ante los desafíos ambientales y climáticos.

Así pues, los **resultados y beneficios esperados** con el desarrollo e implantación de soluciones innovadoras de estas características se podrían resumir en los siguientes puntos:

- **Mayor precisión y eficiencia en la gestión del agua:** Las herramientas avanzadas y los sistemas integrados permitirán una gestión más precisa y eficiente del DPH y de las superficies de riego, automatizándola y disociando parte de la gobernanza de unos recursos humanos limitantes.
- **Respuesta dinámica a cambios ambientales:** Los sistemas desarrollados proporcionarán la capacidad de adaptarse y responder rápidamente a cambios ambientales e hidrológicos, mejorando la sostenibilidad y la resiliencia de la gestión del agua.
- **Mejora en la toma de decisiones:** La disponibilidad de datos precisos y actualizados mejorará significativamente la toma de decisiones en lo que respecta a la planificación y gestión de recursos hídricos.
- **Reducción de impactos ambientales negativos:** Al mejorar la precisión en la delimitación del DPH, la gestión de las superficies de riego y la detección de usos ilegales del agua, se espera una reducción en los impactos negativos sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres. Además, es esencial considerar el impacto social de las decisiones tomadas. Las tecnologías seleccionadas deben permitir una evaluación detallada de estos aspectos para garantizar la sostenibilidad y la aceptación social de las iniciativas.
- **Aumento de la transparencia y participación ciudadana:** Con sistemas más accesibles y datos claros, se fomentará una mayor transparencia y participación de la ciudadanía en la gestión de los recursos hídricos. Esto no solo aumenta la confianza en el proyecto, sino que también puede proporcionar valiosos aportes desde una perspectiva de usuario final. Como ejemplo, la publicación de cartografías de derechos de agua pone de manifiesto usos irregulares, que son denunciados por usuarios colindantes, contribuyendo el ciudadano a la gobernanza hídrica del territorio.

Todo ello representa un salto cualitativo en la gestión del DPH y las superficies de riego, alineando los objetivos de sostenibilidad, eficiencia y participación ciudadana con las necesidades actuales y futuras en el ámbito de la gestión de recursos hídricos.

2.2.3 Casos de uso

A continuación, se presenta una tabla que enumera los casos de uso identificados para este reto, proporcionando una visión clara, pero no limitativa, de los objetivos específicos y las áreas de enfoque para las soluciones tecnológicas que se están buscando.

R2. CASOS DE USO	
R2.CU1	Sistemas de asistencia en la delimitación técnica del Dominio Público Hidráulico.

R2.CU2	Sistemas asistidos para la elaboración del inventario de cauces públicos.
R2.CU3	Sistemas de asistencia en el seguimiento y valoración de la hidromorfología de las aguas superficiales.
R2.CU4	Sistemas automatizados y auto actualizables de seguimiento de la superficie de riego, infraestructuras hídricas y cálculo de demandas.
R2.CU5	Sistemas automatizados de elaboración de informes y gestión de alertas por usos irregulares del agua.

2.3 Reto 3: Plataforma avanzada de integración y explotación de la información relacionada con la Planificación Hidrológica.

El tercer reto está enfocado al desarrollo de nuevos sistemas de información alfanumérica y espacial relacionada con el ciclo natural del agua, la Directiva Marco del Agua y la satisfacción con las demandas, con capacidades avanzadas en cuanto a la integración de información no estructurada, de relación de fuentes de datos internos y externos, y de explotación de la misma basada en tecnologías de inteligencia artificial, con especial referencia a los modelos de lenguaje natural.

2.3.1 Descripción de la necesidad no cubierta u oportunidad detectada

En relación con la **integración, procesado y almacenamiento de la información**, el análisis de la situación de partida arroja ciertas debilidades que, no siendo endémicas del ámbito de la planificación hidrológica, son significativas en este caso por lo profuso y complejo de las bases de información que se manejan. Se trata, en definitiva, de una situación presente en toda la organización de la SGA y un elemento de mejora prioritaria. Los principales factores descriptivos de esta situación son:

- Los antecedentes de la estructura orgánica de la actual SGA. Por un lado, las competencias y las estructuras proceden de la transferencia desde distintos organismos autónomos de la Administración del Estado, cada uno con sus propios criterios y bases de información. Por otro, ya dentro de la Junta de Andalucía, se han producido sucesivos cambios de adscripción a Consejerías. Todo ello, unido a la intensa rotación de equipos técnicos y la ausencia de sistemas de almacenamiento estructurado, ha propiciado la dispersión de la información histórica.
- Además, existe un elevado volumen de información de todo tipo (administrativa, técnica, cartográfica, etc.) que aún no ha sido digitalizada, debiéndose recurrir a los

ejemplares físicos disponibles. Dichos ejemplares físicos, en ciertos casos, no están debidamente inventariados, o clasificados, o simplemente accesibles.

- Dentro de la información alfanumérica, existen numerosos trabajos técnicos cuyo elevado volumen obliga a consumir un elevado tiempo en su consulta. Por otro lado, no existe ninguna sistemática temática que permita búsquedas y asegure que la consulta de información para un determinado tópico corresponda a todo el fondo de referencia del que dispone la administración.
- Cuando de información en formato digital se trata, a veces se encuentra fragmentada, compartimentada y no fácilmente accesible para otras unidades distintas de la gestora. Si la información aparece en varias unidades pueden darse casos de incoherencia, obsolescencia, o inexactitud etc. Todo ello dificulta la gestión en la medida que obliga a la formulación de peticiones, a trabajar sobre bases cuya actualidad y oficialidad no queda clara, etc.
- Y finalmente, aun en condiciones de normal disponibilidad, los procedimientos asociados a la planificación y gestión del agua involucran muchas fuentes de datos de distinto formato que deben ser manejados de forma conjunta. En la actualidad, la mera recopilación y puesta en relación de la información básica para estudiar una determinada situación supone, de por sí, un esfuerzo añadido y un consumo de tiempo evitable, sin olvidar los inconvenientes derivados de la posible no adecuación de las fuentes consultadas.

Por todo ello, la práctica totalidad de los equipos de trabajo consultados en el proceso de diagnóstico para la identificación de retos expresan su interés por sistemas de información integrados y accesibles a toda la organización con independencia de la adscripción orgánica, dónde resida toda la información disponible y esté a disposición en condiciones de integridad, coherencia, actualidad y oficialidad. Sentada la integridad y adecuación de la información, sería deseable que el sistema incorporase herramientas de asistencia a la hora de indexar, localizar y consultar datos según la necesidad del usuario.

2.3.2 Objetivos y resultados esperados

El **principal objetivo** es disponer de una **plataforma centralizada** que permita el acceso y la gestión de la información de una manera transversal y eficiente para todas las unidades y servicios involucrados en la gestión del agua, fomentando así la colaboración y la eficiencia. Es decir, en lugar de constituirse como una herramienta asociada a un proceso y/o unidad administrativa, se debe orientar a un nuevo sistema de información, que disponga de todos los datos asociados al agua como recurso natural y productivo, y que pueda ser utilizado por cualquier usuario que requiera la información que contiene.

Esta nueva plataforma, con la que al mismo tiempo se pretende modernizar los sistemas e infraestructuras tecnológicas de almacenamiento actuales, permitirá **reunir y unificar, de forma ordenada, toda la información** dispersa y relacionada con la gestión del agua, tanto la existente con anterioridad al proyecto, como la que puedan ofrecer las nuevas soluciones propuestas, con el objetivo de que **los datos sean únicos, veraces y actualizados**, y facilitando así su combinación y la optimización de procesos. Además, a diferencia de otros

sistemas utilizados actualmente, se pretende establecer una solución que facilite el acceso a **información georreferenciada**.



Para ello, la SGA desea disponer de un **repositorio centralizado de información (lago de datos)** compartido por el conjunto de la organización, que asegure la catalogación, oficialidad, unicidad, calidad y accesibilidad de la información en cuanto a los diferentes ámbitos de gestión del agua, evitando la dispersión y posibilitando el acceso de forma transversal para todas las unidades de gestión.

Sobre dicho repositorio se busca disponer de soluciones de gestión documental integradas que permitan la revisión automatizada del histórico de documentación actualmente generada, la atribución de metadatos y su clasificación por palabras clave en repositorios de documentos centrales, incorporando las siguientes **funcionalidades**:

- Capacidad de obtención de resultados con información geoespacial y datos alfanuméricos a partir de la aplicación e interpretación de **lenguaje natural**. Capacidad de atender peticiones con documentos (creándolos incluso) o información espacial.
- Mejora de la **gestión del conocimiento** sobre las materias bajo competencia de la Administración Hidráulica de la Junta de Andalucía, digitalizando la información generada en formatos susceptibles de ser incorporados a los sistemas de información e implementando sistemas basados en técnicas de Procesado del Lenguaje Natural (NLP, por sus siglas en inglés) para el acceso asistido a la información.
- Desarrollo de **aplicativos de acceso asistido a la información** pertinente para cada área de trabajo basados en los respectivos flujos de procedimiento, con integración de las fuentes de datos necesarias, utilidades de gestión y capacidad de exportación de resultados.

- Disposición de **plataformas de gestión de información espacial** con funciones avanzadas de análisis y visualización de la información, que sean **amigables e intuitivas** y, además, utilicen representaciones gráficas para mejorar el entendimiento de los datos.
- **Centralización y unificación de toda la información disponible** y que interviene en la elaboración de los planes hidrológicos con el fin de garantizar que la información es única, actualizada y veraz, permitiendo la combinación de los datos, haciendo accesible la información a todos los agentes intervinientes y, en definitiva, optimizando el proceso.
- Visualización, de una forma **gráfica e intuitiva**, de toda la información relativa a los cauces y las actuaciones desarrolladas para su conservación.

En cuanto a la integración, un aspecto fundamental de la plataforma será su **capacidad de interconexión con sistemas externos** facilitando así el intercambio bidireccional de datos y la interoperabilidad con otros agentes involucrados y/o colaboradores.

Finalmente, la solución dispondrá de herramientas de **gestión documental** integradas que permitirán el trabajo colaborativo sobre los documentos generados, así como un almacenamiento y control de ciclo de vida y versiones adecuados.

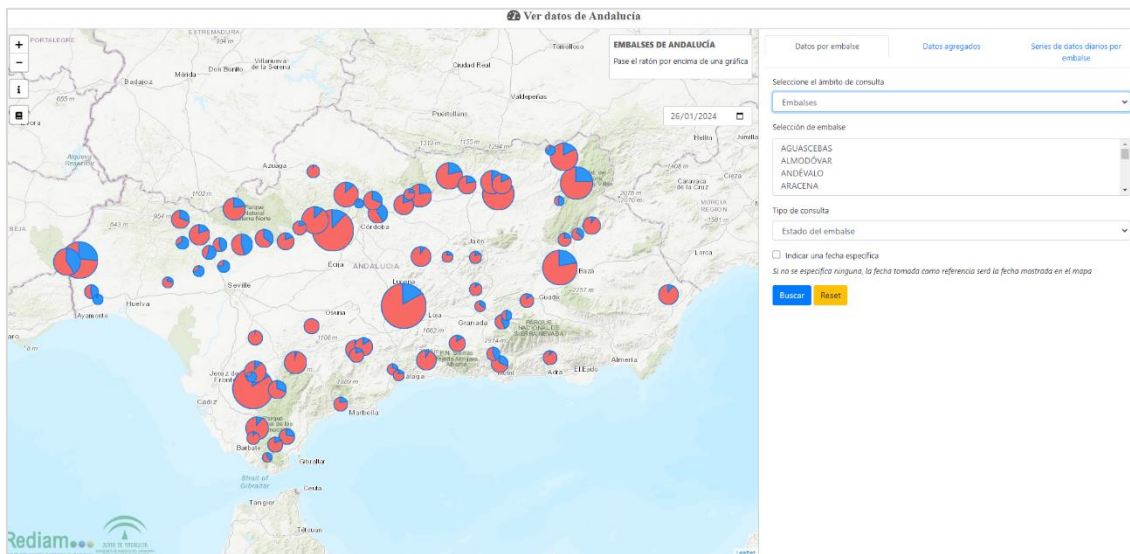


Imagen del [Visualizador de embalses de Andalucía](#). Fuente: Junta de Andalucía.

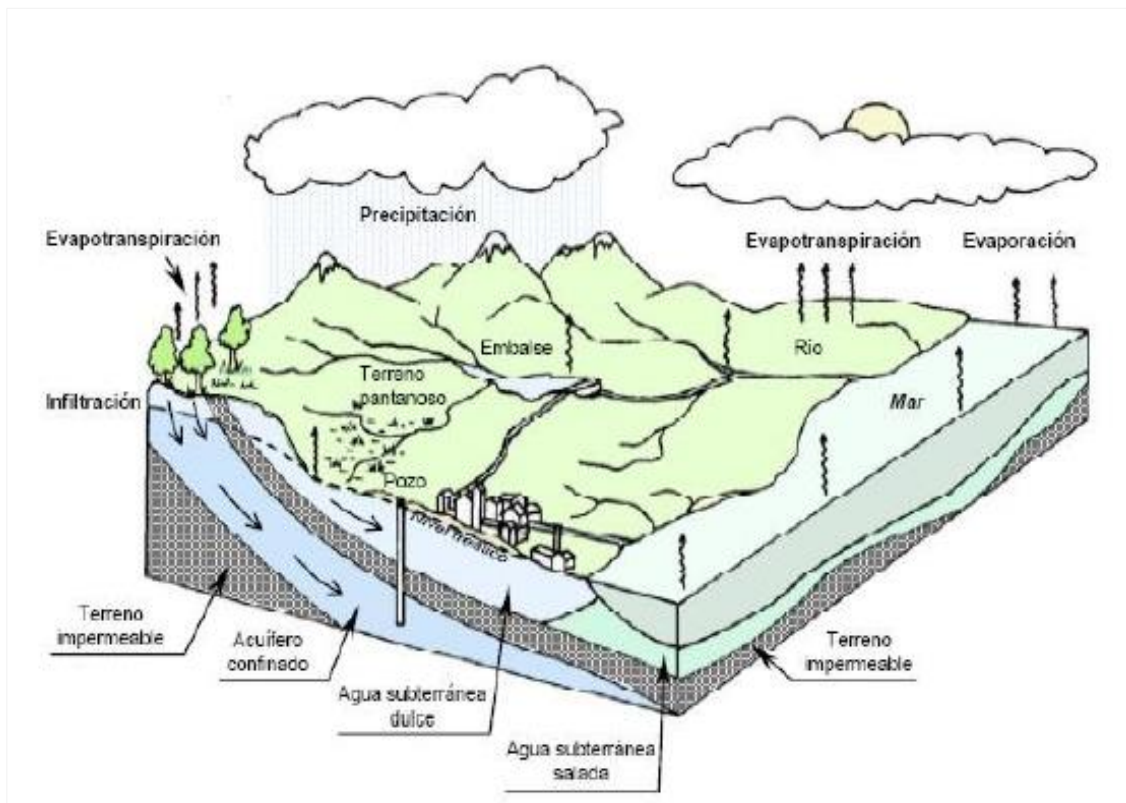
2.3.3 Casos de uso

A continuación, se presenta una tabla que enumera los casos de uso identificados para este reto, proporcionando una visión clara, pero no limitativa, de los objetivos específicos y las áreas de enfoque para las soluciones tecnológicas que se están buscando.

R3. CASOS DE USO	
R3.CU1	Sistema de gestión documental relacionada con planificación hidrológica con funciones avanzadas de adquisición, estructuración, interrelación, y explotación de información estructurada o no, alfanumérica y espacial.
R3.CU2	Sistemas de información con funciones avanzadas de adquisición de datos, integración de datos espaciales y alfanuméricos, interrelación entre variables, funciones de cálculo configurable e interfaz de uso basada en lenguaje natural.
R3.CU3	Sistema de cuadro de mandos con capacidad de generación de informes específicos sobre aspectos de planificación hidrológica a partir de la explotación automática de la información almacenada, incluidos formatos de intercambio con sistemas del MITERD.
R3.CU4	Sistema de información-gemelo digital de la cuenca hidrográfica.
R3.CU5	Sistemas de información para el seguimiento de la implementación de Planes hidrológicos (Programa de Medidas o PdM, efectividad de las medidas, etc).

2.4 Reto 4: Nuevos modelos para la simulación de los sistemas hidrológicos.

Con el lanzamiento de este reto, se pretende desarrollar nuevos modelos para la simulación de los sistemas hidrológicos que integren los aspectos cuantitativos y los cualitativos, permitiendo establecer la relación entre las asignaciones de recursos hídricos sobre la calidad de las masas de agua, el efecto aguas abajo de las condiciones de calidad de las masas de agua ubicadas aguas arriba, el efecto de las presiones, etc. Dichos modelos deben representar tanto los ciclos hidrológicos superficiales y subterráneos, las interrelaciones entre los recursos y las unidades de demanda, las infraestructuras hidráulicas, el estado de las masas de agua y sus objetivos medioambientales. Además, otro ámbito de trabajo en el que la SGA se pretende focalizar es la predicción de eventos extremos como sequías e inundaciones, aspectos críticos ante el cambiante clima global.



Esquema del ciclo hidrológico. Fuente: López-García et al. 2022

2.4.1 Descripción de la necesidad no cubierta u oportunidad detectada

La gestión sostenible y eficiente de los recursos hídricos es fundamental para el equilibrio ecológico, el desarrollo socioeconómico y la resiliencia frente al cambio climático. Las prácticas actuales de planificación hidrológica se enfrentan a desafíos significativos debido a las limitaciones de los modelos existentes, que a menudo no integran plenamente los aspectos cuantitativos y cualitativos de los sistemas hidrológicos, no tienen la resolución adecuada, no comprenden todos los conjuntos de datos relacionados, no simulan todas las implicaciones de los sistemas o no proporcionan herramientas de soporte a la decisión con valor añadido y fácilmente interpretables para el gestor. Estas deficiencias representan necesidades no cubiertas y, a su vez, oportunidades para la innovación en la gestión del agua.

- Integración de datos multidimensionales:** Los modelos hidrológicos actuales a menudo no consideran la complejidad y la interconexión de los sistemas hidrológicos subterráneos y superficiales, además, carecen de la capacidad de integrar y procesar conjuntos de datos heterogéneos que incluyen simultáneamente recursos subterráneos y superficiales, parámetros cuantitativos y cualitativos, y aspectos socioeconómicos y ambientales. En este sentido, se detecta la necesidad de sistemas de soporte a la decisión que integren datos multidimensionales y proporcionen un análisis holístico para la asignación sostenible de recursos y la valoración ex ante de los efectos sobre el conjunto del sistema.

Ante este escenario, la incorporación de nuevas tecnologías emergentes, como el Internet de las Cosas o IoT, Big Data, Deep Learning y computación en la nube, promete superar las limitaciones de los modelos tradicionales. Los nuevos modelos del lenguaje, concebidos como interfaz entre el operador y el sistema, pueden simplificar su uso, la exportación y la interpretación de la información.

- **Soporte a la toma de decisiones:** Sobre la base de los modelos complejos ya apuntados existe una oportunidad significativa de desarrollar soluciones que mejoren las capacidades de evaluación de la compatibilidad de los usos del agua con la planificación hidrológica y con los condicionantes ambientales y socioeconómicos presentes o futuros. Entre otros, las soluciones pueden apuntar a sistemas que evalúen la compatibilidad de la petición de un usuario individual, el efecto de modificaciones en los sistemas hidrológicos y/o hidráulicos, los efectos inducidos y acumulados de presiones sobre las masas de agua, el análisis de funcionalidad y coste económico de una infraestructura, o la simulación de regímenes de explotación de recursos hídricos. La necesidad de integrar el análisis de calidad de las aguas y los objetivos medioambientales en la toma de decisiones es crucial para la sostenibilidad de las cuencas hidrográficas y la garantía del suministro a largo plazo.

Es por ello por lo que la oportunidad de desarrollar sistemas asistidos avanzados y herramientas de análisis predictivo, basadas en inteligencia artificial y aprendizaje profundo o Deep Learning, puede transformar la planificación hidrológica en una práctica más proactiva y menos reactiva.

- **Aplicación del marco DPSIR:** El modelo DPSIR, cuyas siglas en inglés significan factor determinante, presión, estado, impacto y respuesta, ha sido desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente para describir las interacciones entre la actividad humana y el medio ambiente. Los modelos utilizados actualmente raramente aplican de manera efectiva el esquema DPSIR para evaluar la dinámica de las masas de agua y las respuestas a las presiones ambientales y antropogénicas, no obstante, la capacidad de analizar y predecir el impacto de las actividades humanas y naturales sobre las masas de agua se considera esencial. En condiciones ordinarias, el análisis de presiones es un estudio estático que se realiza una vez cada ciclo de planificación, y cualquier consideración en cuanto al análisis de posibles hipótesis ha de hacerse de manera manual.

Ante este escenario, la adopción del esquema DPSIR en sistemas asistidos representa una oportunidad para mejorar la gestión de recursos hídricos mediante un enfoque proactivo. Se identifica la necesidad de herramientas dinámicas que integren datos en tiempo real y simulen escenarios futuros para una mejor evaluación y respuesta a las presiones sobre las masas de agua.

- **Predicción y simulación de contaminantes:** La gestión de la calidad del agua se enfrenta, entre otros, al desafío de predecir la evolución de la zona de mezcla, el efecto acumulativo de vertidos contaminantes, su transporte aguas abajo, la influencia en el

estado de las masas receptoras, etc. La carencia de herramientas que aborden estas funcionalidades dificulta el estudio de las autorizaciones de vertidos.

Se requiere el desarrollo de modelos predictivos que ayuden a estas labores y que , alimentados con datos de monitorización en tiempo real y utilizando algoritmos de aprendizaje profundo, puedan estimar tendencias en los parámetros cualitativos, detectar incidencias anómalas y detectar en fase temprana los episodios de contaminación, permitiendo la adopción inmediata de medidas correctoras y la limitación de impactos.

- **Predicción temprana de fenómenos de sequía e inundaciones:** En las últimas décadas, Andalucía ha experimentado episodios de sequía cada vez más frecuentes y severos. Estos períodos prolongados de escasez de precipitaciones han tenido un impacto profundo en la agricultura, un sector vital para la economía regional. Las sequías no solo reducen la productividad de los cultivos y la disponibilidad de agua para la irrigación, sino que también afectan la calidad del agua y los ecosistemas acuáticos. Además, la escasez de agua pone en riesgo el suministro para el consumo humano y las actividades industriales. Por otro lado, esta Comunidad también ha sido testigo de episodios de inundaciones devastadoras. Estos eventos, a menudo resultantes de lluvias intensas y repentinas, han causado daños significativos a la infraestructura urbana, carreteras y viviendas, además de poner en peligro vidas humanas y tener consecuencias ambientales negativas, como la erosión del suelo y la contaminación del agua.

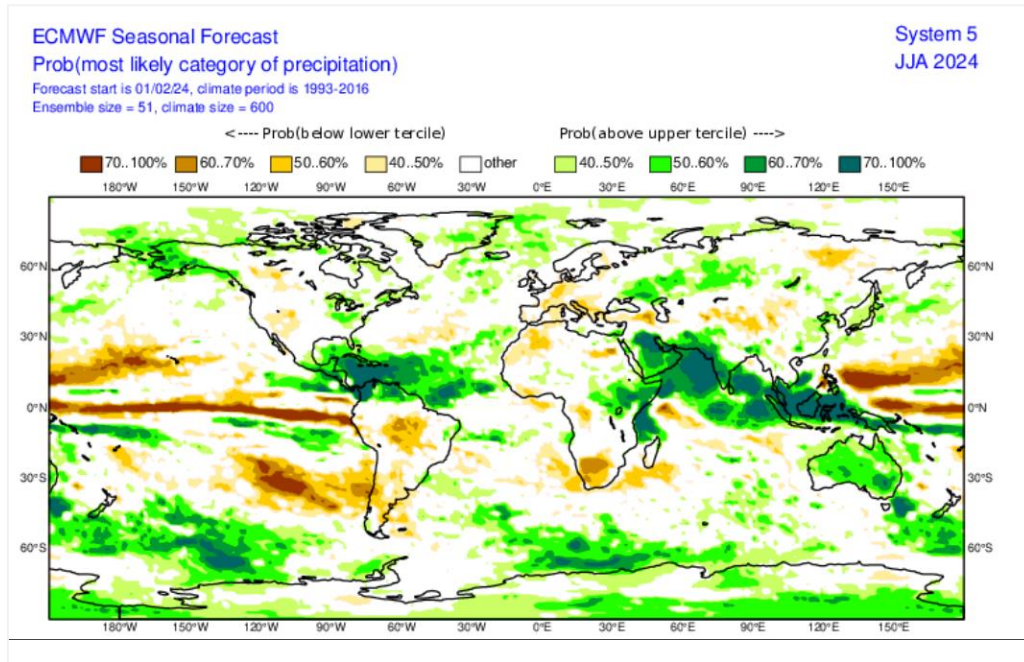
El cambio climático se está agravando, alterando los patrones climáticos tradicionales y haciendo que eventos extremos como sequías e inundaciones sean más impredecibles y severos. Frente a esta realidad, es imperativo desarrollar sistemas de predicción y gestión más efectivos y avanzados. La capacidad de predecir con precisión y anticipación estos eventos extremos es crucial para permitir una planificación adecuada, minimizar los daños y preparar a las comunidades para responder de manera efectiva. Sin embargo, las herramientas y métodos actuales pueden no ser suficientes para abordar la magnitud y la complejidad de estos desafíos.



Embalse de La Viñuela, ubicado en La Axarquía (Málaga). Fuente: Europa Press.

En la actualidad, la predicción de eventos extremos se basa en los modelos convencionales meteorológicos. Se trata de modelos que reproducen el funcionamiento de los sistemas climáticos del planeta a partir de relaciones fisicomatemáticas basados en el conocimiento científico, representando su posible evolución en ámbitos geográficos extensos y con una capacidad de predicción en la que la fiabilidad es inversamente proporcional a la antelación. Dichos modelos a gran escala son particularizados a escalas más reducidas mediante diferentes técnicas de downscaling estadístico o dinámico. En general, son modelos calibrados para grandes sistemas, perdiendo probabilidad de acierto a medida que se reduce el área en la que se pretende predecir un determinado evento. No obstante, cabe comentar que son modelos que en los últimos años están evolucionando muy rápido gracias a la aplicación de las ya citadas nuevas capacidades de computación, la aplicación de IA, etc.

En resumen, la problemática de las sequías e inundaciones en Andalucía es un asunto complejo y multifacético que, por su creciente recurrencia y sus efectos sobre las demarcaciones hidrográficas andaluzas, requiere actuar desde un enfoque innovador y tecnológicamente avanzado para mejorar la capacidad de predicción y respuesta. En este sentido, la adopción de tecnologías emergentes, como pueden ser el Big Data y el Aprendizaje Profundo o Deep Learning, ofrece una oportunidad única para transformar la forma en que la región se enfrenta a estos desafíos críticos.



Ejemplo herramienta predictiva a gran escala. Fuente: Junta de Andalucía.

- Modelización de riesgos de inundación:** Las inundaciones representan una de las amenazas naturales más graves, con potencial para causar daños significativos. La necesidad de sistemas innovadores que evalúen riesgos, consecuencias y daños potenciales es evidente, especialmente en el contexto del cambio climático en el que la representatividad de las series históricas se ve comprometida. Dichos modelos deben basarse a su vez en las capacidades de última generación de predicción meteorológica, la modelización hidrológica-hidráulica del territorio y la integración de los datos de seguimiento en tiempo real. Funcionalidades añadidas consistentes en el análisis coste-beneficio de medidas de prevención y mitigación, mejorando así la planificación urbana y la respuesta a emergencias o resiliencia de las comunidades frente a eventos extremos como sequías e inundaciones.



Efectos de la borrasca Bernard en la ciudad de Huelva.
Fuente: ABC de Sevilla



Vehículos arrastrados por el agua en Setenil de las Bodegas (Cádiz). Fuente: El Confidencial

- **Gestión de aguas urbanas:** Hoy en día, la urbanización ha alterado significativamente los patrones naturales de los flujos hidrológicos. Es por ello por lo que se necesita mejorar la modelización de estos flujos dentro de los tramos urbanos, sin obviar la interacción entre la infraestructura y los sistemas hídricos naturales, y con el objetivo de informar la planificación y la gestión sostenible del agua urbana. La oportunidad reside pues en desarrollar herramientas que aborden la modelización de manera integral, combinando datos de infraestructura hidráulica urbana y simulando con precisión los impactos de la urbanización en la hidrología, facilitando así la sostenibilidad y adaptación de las ciudades a los desafíos hídricos actuales y futuros.

Por todo ello, se considera la necesidad de invertir en la innovación de modelos de simulación de los sistemas hidrológicos, dado que este tipo de soluciones y avances potenciales podrían transformar y mejorar la planificación hidrológica, la gestión de la calidad del agua, la resiliencia ante inundaciones y la adaptación urbana a los desafíos hídricos.



Espuma sobre el río Guadaira en Alcalá (Sevilla). Fuente

2.4.2 Objetivos y resultados esperados

Este tercer reto tiene como **objetivo principal** desarrollar e implementar un conjunto de soluciones tecnológicas avanzadas para la modelización y gestión integral de los recursos hídricos que mejoren la planificación hidrológica, aumenten la resiliencia ante eventos extremos y promuevan la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Para ello, los **objetivos específicos** incluyen, sin ánimo de exhaustividad:

- Desarrollar **modelos hidrogeológicos** que representen el funcionamiento de las masas de agua subterránea, sus recursos renovables y su interacción con la hidrología superficial y los ecosistemas terrestres dependientes, y que permitan el diseño de planes de recuperación de aquellas masas de agua subterráneas declaradas en mal estado. Es decir, se pretenden obtener soluciones que permitan **integrar y procesar, en tiempo real, datos multidimensionales** como recursos subterráneos, superficiales, parámetros cuantitativos y cualitativos, y aspectos socioeconómicos y ambientales para una comprensión holística de la hidrología regional.
- Implementar herramientas de **soporte a la decisión** que utilicen análisis predictivos y simulaciones para **asignar recursos de manera óptima y eficiente**, asegurando la sostenibilidad y el equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación ambiental. En concreto, el objetivo es desarrollar **modelos de simulación del funcionamiento de los sistemas de explotación** en los que se mejore la certeza sobre la cantidad de recursos en régimen natural y los recursos disponibles, que representen las demandas a nivel de detalle (inferior a unidad de demanda) e incluyendo los efectos sobre la calidad de las aguas y los objetivos medioambientales de las masas de agua, y con tiempos de paso diarios.
- Adoptar y personalizar **sistemas basados en el modelo DPSIR** para monitorizar y gestionar las presiones y los impactos sobre las masas de agua de una forma integrada y efectiva, permitiendo respuestas adaptativas y fundadas a los cambios y presiones ambientales. Concretamente, se necesitan **herramientas que asistan en el análisis de presiones e impactos sobre las masas de agua y en la evaluación de su estado**, incluso prediciendo su comportamiento esperado cuando en el sistema se introducen hipótesis de nuevas actividades socioeconómicas y otros factores.
- Crear modelos predictivos avanzados que **simulen la dispersión de contaminantes**, permitiendo la anticipación y mitigación de los efectos negativos en la calidad del agua y la salud pública. El objetivo es desarrollar **modelos de calidad de las aguas** que reproduzcan el comportamiento de los sistemas hidrológicos frente a fuentes y episodios de contaminación, que simulen el efecto acumulativo de las fuentes puntuales y difusas, y el efecto aguas abajo. Dichos modelos, alimentados con los datos reales de seguimiento del estado de las masas de agua, deben incorporar funciones de estimación de tendencias o detección de evoluciones anormales, incumplimientos, vertidos no autorizados, etc.
- Desarrollar modelos predictivos avanzados, aprovechando las técnicas más sofisticadas en análisis de grandes volúmenes de datos, inteligencia artificial y aprendizaje profundo, con el fin de identificar patrones complejos y correlaciones que permitan **predecir eventos extremos como sequías e inundaciones** con una precisión sin precedentes. Para complementar estos modelos, se busca establecer una plataforma predictiva de vanguardia capaz de **integrar y sintetizar datos de una diversidad de fuentes** incluyendo, desde observaciones meteorológicas y imágenes satelitales, hasta datos generados por sensores IoT, pasando por registros históricos y una gama de indicadores adelantados no convencionales, como análisis de redes sociales, información de dispositivos móviles y apps o patrones de consumo. La combinación de estas fuentes diversas en un único conjunto de datos integral y

cohesivo potenciaría la capacidad para anticipar y responder a las dinámicas hídricas complejas, marcando un hito en la gestión proactiva de los riesgos asociados a los recursos hídricos.

- Desarrollar sistemas de alerta temprana y **modelización de riesgos de inundación** que evalúen el impacto potencial y guíen en la implementación de estrategias de mitigación coste-efectivas. Estos sistemas deben integrar tecnologías punteras como el análisis de datos en tiempo real, la inteligencia artificial y el procesamiento de imágenes satelitales para proporcionar pronósticos precisos y alertas oportunas. Al combinar datos meteorológicos, hidrológicos y topográficos, estos sistemas podrán evaluar con mayor precisión el impacto potencial de las inundaciones, tanto en términos de intensidad como de extensión geográfica.
- Posibilitar la combinación de los resultados obtenidos con **modelos climáticos y hidrológicos de alta resolución** que permitan una comprensión detallada de las dinámicas de agua a nivel local y regional. A su vez, se busca la creación de interfaces de usuario con **visualizaciones de datos avanzadas, mapas interactivos y simulaciones** para una interpretación y comprensión más fácil de los datos. Para ello, plantear la incorporación de **soluciones de realidad aumentada (AR) y virtual (VR)** para una visualización inmersiva y detallada de los pronósticos y simulaciones de riesgo. Esta integración de tecnologías punteras no solo enriquecerá la experiencia del usuario, sino que también potenciará la capacidad de los tomadores de decisiones para anticipar y mitigar efectivamente los riesgos asociados a eventos extremos de agua.
- Producir **modelos de gestión de aguas urbanas** que integren de manera efectiva la infraestructura hidráulica existente con los patrones naturales de flujo de agua, abordando así tanto la eficiencia en el manejo de recursos hídricos urbanos como la mitigación de impactos ambientales. Con el objetivo de planificar ciudades resilientes y sostenibles frente a los desafíos hídricos los modelos se pueden combinar con la aplicación de tecnologías como la teledetección y los sensores IoT con el fin de mejorar la recopilación de datos en tiempo real sobre el uso y la calidad del agua, así como el estado de la infraestructura. Al mismo tiempo, el uso de sistemas de información geográfica (GIS) y herramientas de análisis espacial puede facilitar la identificación de áreas críticas que requieren intervenciones prioritarias y permitir la visualización del impacto de diferentes estrategias de planificación urbana.

La consecución de estos objetivos específicos es fundamental para cerrar la brecha entre la capacidad actual y la gestión hídrica ideal, marcando el camino hacia una administración del agua más avanzada y adaptada a las exigencias del presente y del futuro. A través de estos esfuerzos, la SGA busca establecer un nuevo estándar en la planificación hidrológica, uno que sea resiliente, adaptativo y en armonía con los ciclos naturales del agua y las necesidades de nuestras comunidades.

Este enfoque integrador y tecnológicamente enriquecido no solo permitirá abordar los retos existentes de manera más efectiva, sino que también sentará las bases para anticipar y mitigar los problemas antes de que surjan, garantizando así resultados sostenibles y beneficios a

largo plazo. Los principales **resultados y beneficios esperados** se pueden resumir en los siguientes puntos:

- **Modelos hidrológicos avanzados:** Disponibilidad de modelos integrales que representen con precisión el comportamiento de los sistemas hídricos y que sirvan como base sólida para la planificación y gestión estratégica del agua.
- **Soporte de decisiones mejorado:** Herramientas de toma de decisiones robustas que faciliten la gestión adaptativa y proactiva de los recursos hídricos en escenarios de variabilidad y cambio climático.
- **Gestión ambiental proactiva:** Un enfoque de gestión que anticipe y responda eficazmente a las presiones ambientales, mejorando la calidad del agua y protegiendo la biodiversidad.
- **Reducción de impactos ambientales:** Capacidad mejorada para prevenir y minimizar los impactos negativos de los vertidos contaminantes y otros peligros ambientales.
- **Anticipación y preparación mejorada:** Con predicciones más tempranas y precisas, las autoridades y la población pueden prepararse con mayor antelación para mitigar los efectos de estos fenómenos, lo que incluye la planificación de recursos hídricos, la implementación de medidas de conservación de agua y la preparación de infraestructuras críticas.
- **Resiliencia ante inundaciones:** Comunidades mejor preparadas para enfrentar y recuperarse de inundaciones y otros eventos hidrológicos extremos, con una reducción significativa en la pérdida de propiedades e incluso vidas humanas.
- **Ciudades adaptadas al agua:** Urbanizaciones diseñadas con sistemas de agua inteligentes y sostenibles que armonicen la gestión del agua con el desarrollo urbano y la conservación de la naturaleza.

En definitiva, la implementación exitosa de estas soluciones tecnológicas innovadoras tiene el potencial de transformar la gestión de los recursos hídricos, llevando a una mayor eficiencia operativa, sostenibilidad a largo plazo y una mejora en la calidad de vida y el medio ambiente.

2.4.3 Casos de uso

A continuación, se presenta una tabla que enumera los casos de uso identificados para este reto, proporcionando una visión clara, pero no limitativa, de los objetivos específicos y las áreas de enfoque para las soluciones tecnológicas que se están buscando.

R4. CASOS DE USO	
R4.CU1	Sistemas avanzados de soporte a la decisión de asignación de recursos con integración de conjuntos de variables adicionales (recursos subterráneos, parámetros cuantitativos y cualitativos).

R4.CU2	Sistemas de soporte a la decisión para la evaluación de compatibilidad de usos específicos con la planificación hidrológica.
R4.CU3	Sistemas asistidos para la aplicación del esquema DPSIR (Masas de agua, Seguimiento, Presiones, Impactos, Respuestas, etc.).
R4.CU4	Modelos de simulación predictivos del comportamiento agregado de vertidos y su repercusión en el conjunto de la cuenca hidrográfica.
R4.CU5	Sistemas de soporte a la decisión con capacidad de inferencia de eventos extremos, como sequía e inundaciones, con antelación superior a los 6 meses y basados en análisis masivo de datos alfanuméricos.
R4.CU6	Sistema de modelización de eventos de inundación que permita conocer el riesgo, las consecuencias, la valoración de los posibles daños ocasionados, medidas posibles y análisis coste-beneficio.
R4.CU7	Modelización de Flujos Hidrológicos dentro de Tramos Urbanos.