



# **WATER TECHNOLOGY TRENDS 2024**

**El futuro de la tecnología  
en el sector del agua**

# Índice

0. Prólogo.....	3
1. Agua potable	
1.1. La digitalización y automatización de las ETAP.....	5
1.2. Eficiencia y sostenibilidad en la gestión de redes de agua potable.....	8
2. Aguas residuales	
2.1. La digitalización de las EDAR.....	12
2.2. Redes de saneamiento: tecnología para proteger a la población.....	16
3. La sostenibilidad del regadío a través de la digitalización de los procesos.....	19
4. Desafíos y soluciones en la gestión integral de recursos hídricos.....	23
5. Edificios inteligentes y redes DHC.....	29
6. Conclusiones.....	35

**En 2024 las gestoras se centrarán en la mejora de la gestión del agua y la eficiencia energética, una mejora que está intrínsecamente ligada a la digitalización**

## PRÓLOGO

El agua juega un papel fundamental en el día a día. No solo es fuente de vida sino también de prosperidad, desempeñando un papel crucial en el desarrollo económico de las sociedades. De sobra conocido es su aporte en el sector agrícola, pero también es preciso subrayar su rol como fuente de energía, así como en la industria, en el transporte, en la salud pública, etc.

Sin embargo, la situación actual evidencia la necesidad de empezar a tomar decisiones drásticas en muchos países del planeta. Tal y como señala el Banco Mundial, cerca de 2000 millones de personas no tienen acceso a servicios de agua potable de forma segura, 3600 millones no cuentan con servicios de saneamiento seguros y más de 2300 millones carecen de instalaciones básicas para lavarse las manos.

Ante este panorama, agravado por el crecimiento demográfico, la "superindustrialización" con el derivado aumento de uso de agua, y el cambio climático, es preciso implementar soluciones que permitan hacer un uso más adecuado del agua, de una manera mucho más sostenible.

A lo largo del 2024, las empresas gestoras del agua se van a centrar en la mejora de la gestión del agua y la eficiencia energética como puntas de lanza, una mejora que está intrínsecamente ligada a la digitalización y que centrará los principales foros de debate de este 2024 como WEX Global, Smart Water Summit, IWA Water Loss o el Congreso AEAS, por citar solo algunos. Dicha transformación digital conllevará la implementación de tecnologías que permitan reducir las pérdidas de agua, abordar con mayor efectividad los eventos extremos, mejorar la calidad del agua, y lograr un ahorro energético. También abogarán por el uso de plataformas de gestión centralizada que ofrezcan una visión holística de los datos para extraer su valor y mejorar en la toma de decisiones.

En este sentido, una de las áreas donde mayor impacto va a tener la implementación de nuevas tecnologías va a ser el regadío. En un momento como el actual, con los datos que arroja el Banco Mundial y la FAO, la eficiencia hídrica en el sector agrícola será clave en este 2024. Teniendo en cuenta que el 70% del agua que se extrae está dedicada a la actividad agrícola, la implantación de tecnologías de riego eficiente, así como la monitorización y gestión tanto de activos como del recurso hídrico, serán algunas de las tendencias estratégicas fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria y minimizar el impacto ambiental.

Sin embargo, esta transformación digital debe ir de la mano de la seguridad. Las ciberamenazas a plantas tanto de aguas potables como de residuales también son, por desgracia, una tendencia. La interconexión de los sistemas de control y monitoreo con la infraestructura digital crea riesgos significativos. Un ciberataque exitoso podría manipular los procesos de tratamiento, alterar la calidad del agua o incluso interrumpir el suministro. Por ello, los riesgos asociados con los ciberataques no deben subestimarse, y la inversión en medidas de protección es crucial para salvaguardar la salud pública y preservar los recursos hídricos.

Precisamente, 2023 pasará a la historia como el año de la sequía. El informe presentado a finales del pasado año por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD, por sus siglas en inglés), en colaboración con la Alianza Internacional para la Resiliencia ante la Sequía (IDRA), alerta de la necesidad de un “cambio transformador” en la gestión de los recursos hídricos. Por ello, herramientas como los Sistemas de Ayuda a la Decisión (SAD) y los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) serán la tendencia tecnológica decisiva para abordar estos eventos extremos. La respuesta a estos desafíos va más allá de las soluciones constructivas tradicionales, requiriendo un enfoque filosófico-tecnológico.

Por último, en la carrera actual hacia la eficiencia y el ahorro energéticos, existen dos tendencias que desempeñarán un papel clave en 2024: los edificios inteligentes y las redes District Heating and Cooling (DHC). DHC: hacia una energía más sostenible, así como en la reducción de las emisiones por parte de las ciudades.

En definitiva, 2024 será un año de desafíos hídricos en los que el aprovechamiento (o no) de la digitalización en aras de una mejor gestión de los recursos y de la sostenibilidad, marcará la pauta de las gestoras.



# 1

## Agua Potable.

### 1.1. La digitalización y automatización de las ETAP

La automatización y monitorización de las variables más significativas de la calidad del agua garantizará unas condiciones óptimas de limpieza y salubridad en su consumo.

Las plantas potabilizadoras están experimentando un proceso de transformación digital sin precedentes. De cara a este año 2024, las ETAP seguirán apostando por la gestión automatizada de las plantas gracias a la tecnología, lo que mejorará su operación.

La digitalización permitirá, en primer lugar, centralizar la gestión de los datos y por lo tanto controlar los

diferentes procesos de la ETAP de forma unificada. De esta forma, **se podrán optimizar dichos procesos gracias al control predictivo avanzado**, en el que los modelos de algoritmia son capaces de aprender y resolver situaciones aportando **robustez a los procesos** y manteniendo las variables operativas en su punto óptimo.

Esta gestión centralizada ofrece muchas posibilidades, como por ejemplo la predicción de la calidad del agua captada, la automatización de la dosificación de reactivos coagulantes, la simulación de las propiedades de los químicos almacenados, la monitorización del rendimiento de los decantadores y la secuenciación inteligente del lavado de los filtros. **También ayuda a mejorar la eficiencia energética mediante la optimización de almacenamiento y bombeos, teniendo en cuenta las tarifas eléctricas y la generación fotovoltaica, en el caso de tenerla.**

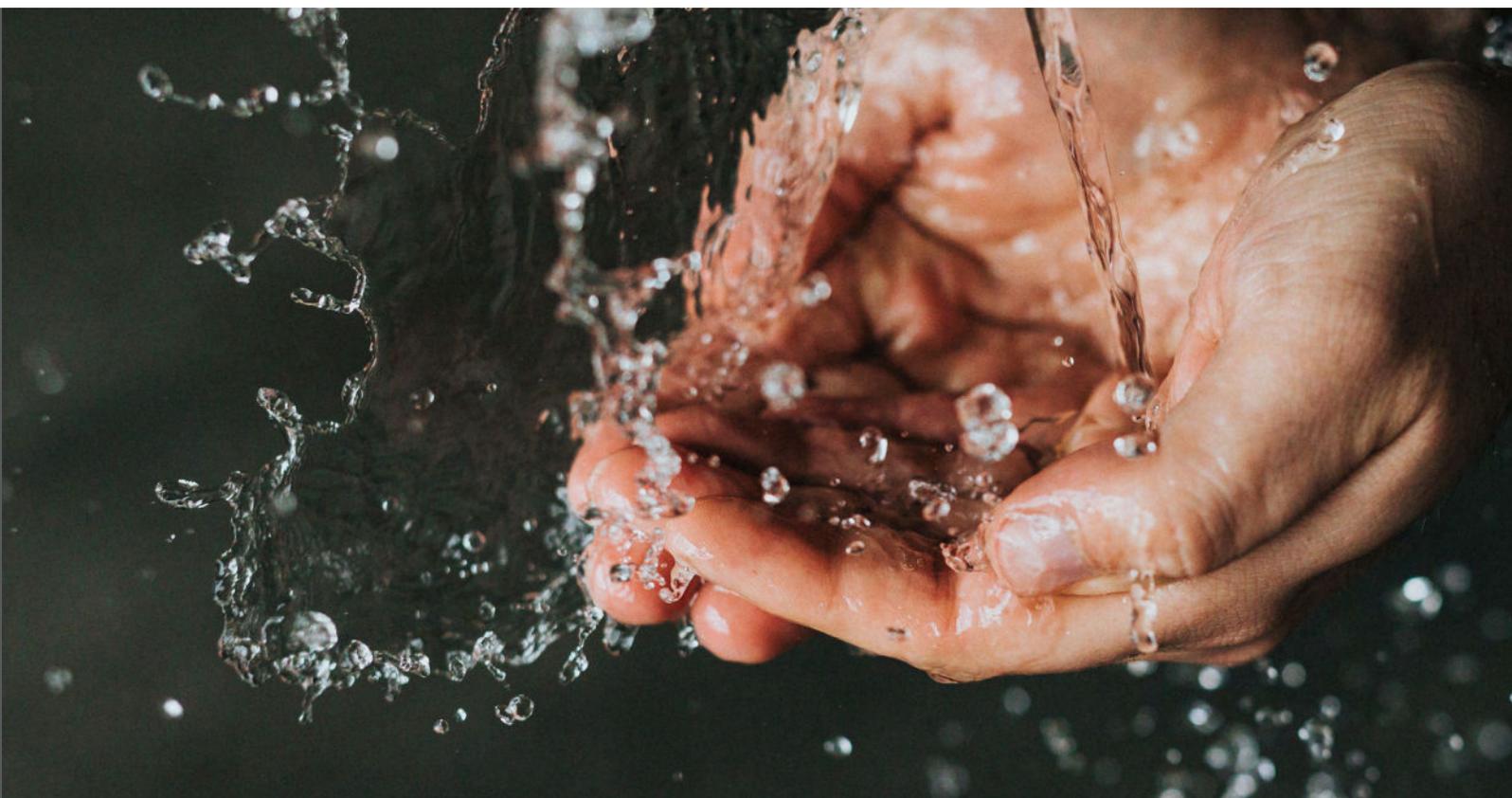


## Transformación digital y calidad del agua

**Respecto a la calidad del agua, con la digitalización se seguirá avanzando este año en la detección de eventos que se produzcan en las redes de abastecimiento.** Esto incluirá aquellos episodios que tengan lugar entre el punto de salida de la planta de tratamiento y/o depósito y el punto de consumo, y que puedan ser una amenaza para la seguridad de la población. Así, **la automatización y monitorización de las variables más significativas de la calidad del agua garantizará unas condiciones óptimas de limpieza y salubridad en su consumo.**

Además, la introducción de nuevos sensores de última generación ha revolucionado la capacidad de medir variables clave de manera más precisa, permitiendo así la implementación de algoritmos de control de calidad más sofisticados.

Para lograr todo esto, integrar las diferentes tecnologías y operatividades de la ETAP se ha vuelto algo crítico para evitar la fragmentación de fuentes y datos y así romper con los silos de información en las estaciones potabilizadoras. En esencia, la digitalización no debe responder a necesidades puntuales de forma aislada, sino que debe ser parte de un plan estratégico global. **Esto implica implementar plataformas que integren y analicen los datos procedentes de diferentes fuentes, y ofrezcan el control centralizado y automático de la planta, facilitando la toma de decisiones.**





## La ciberseguridad en las ETAP

Está claro que la digitalización trae consigo numerosas ventajas y avances para el sector del agua, pero también conlleva riesgos como una mayor exposición frente a ciberataques, que pueden llegar a poner en peligro la salud de la población. Así pues, **las operadoras van a dedicar más tiempo y esfuerzo en incrementar su seguridad cibernética este año 2024.**

La transformación digital, por lo tanto, deberá orientarse también a garantizar la ciberseguridad, no solo implementando soluciones tecnológicas, sino también abordando el problema desde un punto de vista global. **Una política efectiva de seguridad en las gestoras va a ser vital para la preservación del agua, ya que permitirá el acceso en plenas garantías a este recurso tan necesario como escaso.** Igualmente importante será la protección de los datos que manejan las gestoras, pues contienen información sensible de los usuarios (datos personales y económicos) y también contienen información de negocio clave para el funcionamiento de la gestora.

Los ataques a las operadoras de agua pueden consistir en algo tan serio como una alteración en los procesos de potabilización, con consecuencias tan graves como un posible envenenamiento de la población. Por esa razón, **contar con sistemas de seguridad que alerten y prevengan estos ataques mejorará la productividad de las estaciones, ya que se reducirán las paradas no programadas que tengan que hacerse para solventar la situación.** Así pues, garantizar la

seguridad tanto online como offline en las gestoras dará confianza a los clientes y aumentará la reputación empresarial en consecuencia.

En definitiva, **la ciberseguridad es un aspecto crucial en el sector del tratamiento de aguas, ya que los sistemas de control y gestión de plantas y distribución del agua están cada vez más conectados a redes y sistemas informáticos.**

La protección de estos sistemas es esencial para prevenir posibles ataques cibernéticos que podrían comprometer la calidad del agua, la operación y la seguridad pública.

Así pues, las nuevas tendencias en el tratamiento del ciclo integral del agua, como la mejora de la gestión, la automatización, la alerta temprana y la reutilización de este recurso, presentan grandes retos de cara al corto plazo e introducen inevitablemente nuevos vectores de ataque de los que los ciberdelincuentes se pueden aprovechar. **Las amenazas cibernéticas pueden tener consecuencias graves, como la manipulación de los procesos de tratamiento, el robo de información, ransomware, espionaje industrial o la interrupción del suministro.** Es por tanto esencial que las gestoras implementen medidas sólidas de ciberseguridad, como la segmentación de redes, la autenticación de múltiples factores, la detección a tiempo real de intrusiones, la monitorización de variaciones en el transcurso normal de las operaciones y la formación continua del personal en materia de ciberseguridad.

# Agua Potable.

## 1.2. Eficiencia y sostenibilidad en la gestión de redes de agua potable

En el horizonte del año 2024, las redes de agua potable se enfrentan a una transformación digital que impulsará la eficiencia y sostenibilidad en su gestión. A continuación, exploramos las tendencias tecnológicas más destacadas que están dando forma al panorama de la gestión del agua, destacando avances innovadores que prometen revolucionar el sector. Desde la implementación de gemelos digitales que ofrecen una visión holística y simulación avanzada, hasta la adopción de la Infraestructura de Medición Avanzada (AMI) para un monitoreo preciso del consumo, y la centralidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS) en la toma de decisiones estratégicas basadas en datos espaciales. Sin olvidar la tecnología de detección de fugas, que se posiciona como un elemento clave en la reducción de pérdidas y en la mejora de la eficiencia de las redes de agua.

### Los gemelos digitales

En 2024, el gemelo digital continuará siendo una herramienta crucial para la toma de decisiones en redes de agua potable. **Su capacidad para ofrecer una visión completa del sistema y simular diversos escenarios ya permite a las gestoras analizar respuestas ante diversas circunstancias.**

Para funcionar correctamente, los gemelos digitales precisan de una gran cantidad de datos del sistema físico, que dependen de la sensorización y de la información proporcionada por las herramientas digitales implementadas (como SCADAs, GIS o CMMS). **Esto presenta un desafío para las gestoras en términos de consolidación y estandarización de la información.**

En sistemas de distribución de agua, la sensorización ha facilitado

la implementación de gemelos digitales, brindando beneficios como una mayor resiliencia al permitir la adaptación rápida a diversas circunstancias. **Además, impulsan la eficiencia operativa y de planificación al proporcionar una visión integral del sistema, permitiendo decisiones consideradas que reducen costes energéticos y optimizan parámetros hidráulicos.** También mejoran la gestión orientada al ciudadano al anticipar posibles interrupciones en el suministro y adaptar la operación para satisfacer a los usuarios críticos, como los hospitales.

Además, los gemelos digitales fomentarán la sostenibilidad, un concepto clave este año 2024, ya que **concienciarán a los usuarios sobre el uso responsable del agua** al proporcionar información detallada sobre su consumo.



## La infraestructura de medición avanzada (AMI)

La infraestructura de medición avanzada (AMI) será otra de las tendencias tecnológicas clave en los sistemas de distribución de agua potable para el año 2024, marcando la pauta en la revolución 4.0 del ciclo urbano del agua, la cual tiene un enfoque centrado en las personas. A diferencia del Automatic Meter Reading (AMR), el AMI va un paso más allá al no solo realizar la lectura en remoto, sino también integrar y tratar los datos mediante tecnologías Big Data, haciendo un uso fundamental de plataformas digitales.

Esta disrupción tecnológica tendrá un impacto directo en la mejora de servicios, ya que permite ofrecer servicios de valor añadido como la detección de fugas y la predicción de la demanda mediante algoritmos. **Esto, a su vez, facilitará una gestión más eficiente y sostenible del recurso hídrico.** Para lograrlo, el AMI deberá manejar datos de consumo idealmente horarios y con una calidad óptima. Aquí entran en juego nuevos protocolos de comunicación como NB-IoT o 5G, que no solo ayudarán a obtener estos datos de manera más efectiva, sino que también permitirán una gestión más eficiente de las baterías de los contadores, algo fundamental para el envío frecuente de datos en el smart metering. **Esta eficiencia se traducirá en una reducción de incidencias operativas y por lo tanto en beneficios para el cliente final.**

La capacidad del AMI para generar un volumen significativo de información ha llevado a las gestoras de agua a reconocer el valor de medir el consumo más allá

de la facturación. La conexión de estos datos con otras fuentes de información, como SCADA, CMMS, ERP, SIG y sensores IoT, optimizará los procesos operativos y aumentará la eficiencia. Además, el despliegue de AMI no solo permitirá una lectura en remoto, reduciendo el consumo energético y el impacto ambiental asociado a desplazamientos, sino que **también contribuirá a la sostenibilidad al realizar balances hidráulicos horarios, reduciendo el volumen de agua no facturada y detectando fraudes y fugas.**

Como se viene observando en los últimos años, la transformación digital se está acelerando en el sector del agua, y la implementación de soluciones agnósticas se vuelve esencial para integrar información de diversas fuentes, contribuyendo a que las operadoras sean más competitivas y eficientes. **En este panorama, el 5G emerge como una pieza clave, capaz de conectar millones de dispositivos en áreas reducidas (MIoT), afrontando el desafío de la coexistencia de smart metering con otros dispositivos inteligentes.**

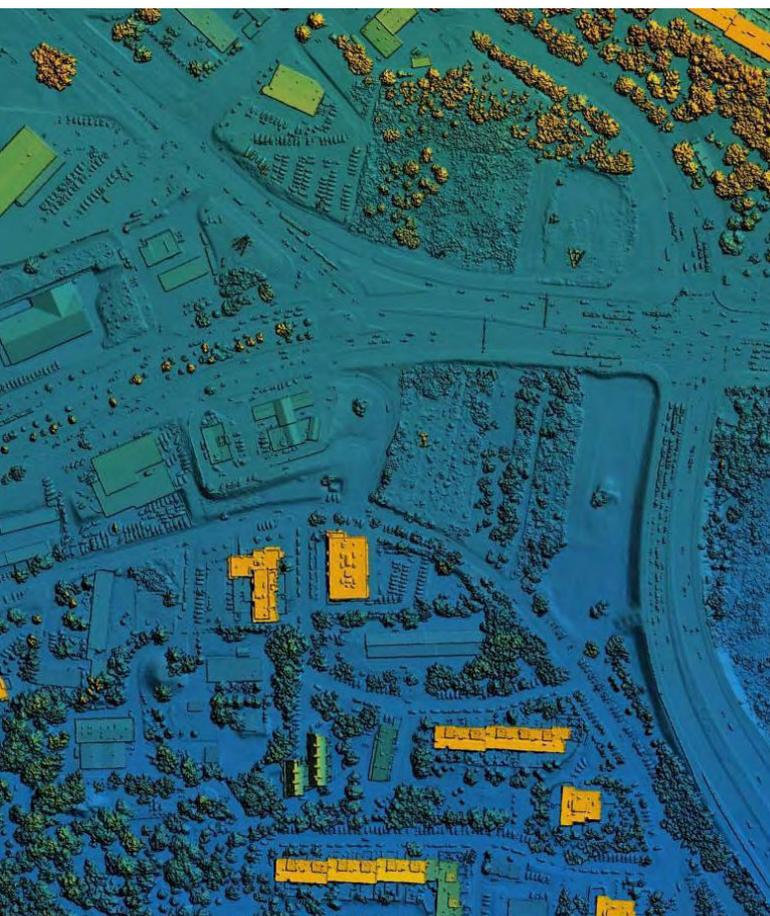
En última instancia, el AMI actuará como un punto de contacto entre la gestora y el consumidor, al proporcionar información detallada del consumo, **fomentando el uso responsable del agua y promoviendo una comunicación transparente entre ambas partes,** con servicios que mejoran la satisfacción del cliente.



## Los Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS)

En 2024, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), más conocidos como GIS por sus siglas en inglés, se consolidarán como herramientas esenciales para las gestoras de agua. **Gracias a los avances en la sensorización de infraestructuras, estos sistemas integran un creciente flujo de información, liderando la gestión eficiente y eficaz del agua como una tendencia destacada.**

Los GIS son capaces de representar cualquier dato con un componente geoespacial, desde imágenes satelitales y datos de sensores hasta información vectorial, y permiten tomar decisiones más informadas en los sistemas de abastecimiento. Por ejemplo, **al considerar la orografía del terreno, se optimiza la ubicación de tuberías y conexiones, y se planifica la disposición de elementos hidráulicos considerando reglas topológicas y requisitos mínimos como el cálculo del caudal.**



La centralización de datos y su información en una sola herramienta, gracias a plataformas GIS, facilitará la gestión dinámica y colaborativa. **Los técnicos GIS desempeñarán un papel crucial al aportar análisis, interpretación y gestión espacial de datos,** respondiendo a la pregunta de cómo la gestora debe utilizar eficientemente esos datos.

Además, los GIS ayudarán a entender patrones y tendencias en los sistemas de abastecimiento, analizar datos y descubrir relaciones, **siendo esenciales para supervisar cambios en infraestructuras y resolver problemas, especialmente en la búsqueda de la sostenibilidad.** Anticiparán interrupciones en el servicio y alertarán a los usuarios, optimizando la respuesta de las gestoras.

En cuanto a la gestión de incidencias, **los GIS van a ser vitales para prevenir fallos, al recopilar información crucial como el material de las tuberías o su fecha de instalación.** La dimensión geoespacial permite orientar inspecciones de tuberías de manera inteligente y detectar ramales en uso que no deberían estarlo.

Por otro lado, dentro de este panorama, **la tecnología Building Information Modeling (BIM) jugará un papel fundamental en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica.** BIM no solo mejorará la gestión de la información relacionada con la planta de edificios, sino que también facilitará la integración de datos tridimensionales (3D) para una representación más precisa y detallada. **En combinación con las tecnologías emergentes como el 3D y el 5G-NR, BIM potenciará la comprensión y el análisis de la infraestructura, contribuyendo así a una toma de decisiones más informada.** Además, la interconexión remota con elementos hidráulicos mediante BIM fortalecerá aún más la eficiencia hídrica, permitiendo una gestión más ágil y efectiva de los recursos.

**En resumen, los GIS serán pilares cruciales en la gestión avanzada de redes de agua potable, aprovechando la sinergia con esas nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones.**



## Detección de fugas

Las pérdidas de agua potable en las redes hidráulicas no solo suponen un problema medioambiental sino también económico, ya que cada litro de agua que se inyecta a la red para ser consumido se debe captar, potabilizar e impulsar a través de miles de metros de redes hidráulicas. **Igualmente crítico es no detectar y reparar una pérdida de agua en una red hidráulica en un plazo de tiempo corto**, pues puede convertirse en una rotura de mayores dimensiones y provocar daños en infraestructuras civiles o incluso cortes de suministro a la población.

Por lo tanto, seguir impulsando y mejorando la detección de fugas a través de la tecnología será una de las tendencias clave en las redes de agua potable en 2024. Para ello, se deberán consolidar nuevas tecnologías que vayan más allá de la sectorización, como por ejemplo los modelos matemáticos y algoritmia, la detección acústica de fugas y la centralización de los datos en una sola plataforma. **Estos avances tecnológicos, basados en la sensórica y las comunicaciones, nos ayudarán a alcanzar un uso del recurso hídrico más eficiente, que constituye el objetivo final de todo el ciclo integral del agua.**

La localización de fugas a través del análisis del Big Data, usando modelos matemáticos y algoritmia en el tratamiento de datos, supone una alternativa a la sectorización, que es una práctica con un eleva-

do coste económico. **Esta metodología es, además, más precisa, ya que reduce el área de inspección en la que se localiza la fuga.** Para ello, es necesario disponer de datos para el desarrollo del modelo matemático (GIS, distribución de las demandas y control de operaciones), instalar caudalímetros en puntos estratégicos y monitorizar los consumidores nocturnos. Sin duda esta práctica aporta mucho valor, pero **para obtener resultados óptimos las gestoras deberán implementar softwares avanzados que permitan acotar el tramo de red donde se localizan las posibles fugas.**

Un paso más en esta práctica es la detección acústica de fugas mediante la instalación de hidrófonos en puntos determinados de la red de agua potable. Los datos generados por estos dispositivos electrónicos se integran en plataformas de gestión de eficiencia hidráulica para facilitar la localización de las fugas y tomar mejores decisiones, **una tendencia que se acentuará este 2024 gracias al avance en las infraestructuras en telecomunicaciones.**

En resumen, en un panorama donde la innovación y la digitalización se entrelazan, estas tendencias apuntan hacia un futuro donde la gestión del agua no solo será más inteligente y eficiente, sino también más resiliente y sostenible.

# 2

## Aguas Residuales

### 2.1. La digitalización de las EDAR

La implementación de nuevas tecnologías en 2024 cobra especial importancia para mejorar la eficiencia y calidad del agua tratada.

En la era actual de la transformación digital, la adopción de nuevas tecnologías ha revolucionado diversas industrias, y el sector de tratamiento de aguas residuales no es una excepción. **A medida que la preocupación por el medio ambiente aumenta, la gestión de las aguas residuales está evolucionando para abordar de manera más eficiente y sostenible los nuevos desafíos.**

Nos encontramos en un momento crítico; las decisiones y acciones que se aborden hoy sobre un bien tan escaso como es el agua marcarán su disponibilidad en los próximos años. Por ello, **la implementación de las nuevas tecnologías en 2024 cobra especial relevancia como palanca de cambio;** unas tecnologías que ayudarán a mejorar la eficiencia y la calidad del agua tratada.

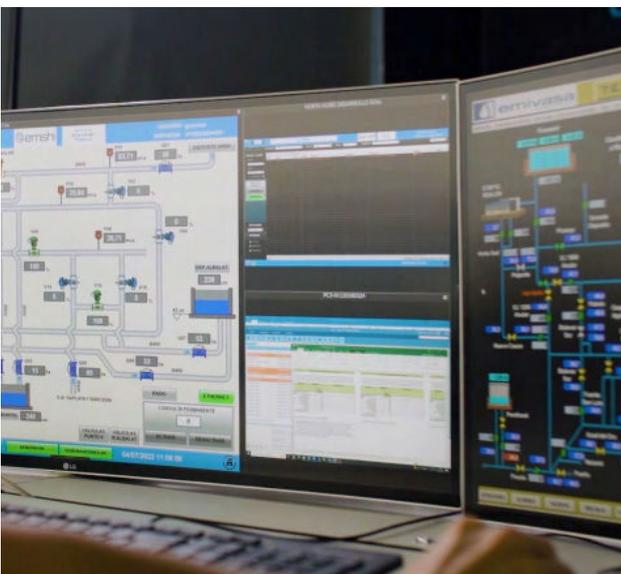


# La revolución tecnológica en las EDAR

## 1. Automatización y Control

En la era de la ciencia y la tecnología, la automatización y el control han alcanzado un papel primordial en la optimización y seguridad industrial. **Detrás de esta revolución se encuentra la convergencia entre la tecnología operacional (OT) y la tecnología de la información (IT)**, una sinergia perfecta entre la innovación tecnológica y la eficiencia del sector del tratamiento de aguas residuales.

A través de sistemas de control y monitorización, **la integración de las OT e IT está posibilitando la supervisión y regulación en tiempo real de los procesos, elevando la productividad operativa a otro nivel.** El incremento en la variedad y calidad de sensores en el mercado está provocando ya la generación de grandes volúmenes de datos sobre la calidad del agua y la eficiencia de los procesos que intervienen en su tratamiento. Estos datos incluyen mediciones detalladas de concentraciones de contaminantes y parámetros físicos, químicos y biológicos. Sin embargo, **el verdadero valor de estos datos reside en la capacidad y el know-how para tratarlos y explotarlos.** La mayor cantidad de variables monitorizadas y el aumento de la capacidad de procesamiento, ya sea en local, en la nube o mediante edge-computing, ha permitido crear soluciones robustas y vanguardistas basadas en algoritmos complejos. Este cambio, que ya se está dando en la actualidad, se acelerará durante los próximos años.



## 2. Internet de las Cosas (IoT)

**El Internet de las Cosas (IoT) está desempeñando un papel indispensable en la revolución de la transformación digital de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR), y cabe esperar un incremento en su implementación en 2024 y los próximos años.** Los dispositivos IoT, como medidores inteligentes, están estratégicamente ubicados en puntos clave del sistema de la planta, lo que les permite recopilar datos relevantes en tiempo real y de manera continua. Es cada vez más frecuente que la información generada por los sensores sea transmitida a plataformas centralizadas, donde se procesa y se transforma en datos de alto valor, proporcionando una visión detallada y en tiempo real del estado del sistema.

La tecnología IoT posibilita la transmisión inalámbrica de las señales de monitorización, lo que favorece un mayor control y supervisión más allá de las instalaciones de la planta. En primer lugar, en el medio receptor del vertido, controlando su calidad y permitiendo la detección de vertidos ilegales. Sin embargo, **uno de los avances más significativos ha sido la monitorización en tiempo real de la red de saneamiento de la cuenca vertiente de la EDAR,** permitiendo detectar de manera temprana vertidos ilegales a la red y tomar acciones preventivas para mitigar el impacto que este vertido provocará a su entrada en la EDAR. Adicionalmente, hace posible llevar a cabo investigaciones más eficaces para detectar las fuentes contaminantes en su red.

Además de mejorar la calidad del proceso de depuración, **la tecnología IoT también está impulsando una gestión más eficiente de los recursos utilizados en las plantas, como la energía y los reactivos, al optimizar su uso y reducir el desperdicio,** lo que conlleva a una reducción de costes los operativos.

### 3. Big data y analítica avanzada

La cantidad masiva de información generada por las EDAR se puede aprovechar mediante el uso de técnicas de análisis de datos de big data y analítica avanzada. Al recopilar y analizar datos históricos y en tiempo real, identifica patrones, tendencias y correlaciones que ayudan a optimizar los procesos de tratamiento.

La analítica avanzada también permite predecir y anticipar problemas potenciales, lo que facilita la toma de decisiones proactivas y la implementación de medidas correctivas antes de que se produzcan incidentes graves. Otro ejemplo de la implementación del big data en plantas de tratamiento de aguas residuales se da en el uso de energía para poner en marcha el sistema de depuración, buscando así el ahorro de costes a través de una máxima optimización y eficiencia energética. Asimismo, el big data se podría implementar para el paso siguiente a la depuración de aguas residuales: la reutilización del agua tratada. Por todas las ventajas que ofrece, el uso del big data y la analítica avanzada serán una de las principales tendencias en 2024.



### 4. Tratamiento avanzado y tecnologías innovadoras

Entre las tecnologías que se están abriendo paso en el sector de la depuración de agua residual urbana, y que son tendencia para 2024, destacan:

**OXIDACIÓN AVANZADA:** proceso en el que se utilizan reactivos químicos o radicales libres para descomponer contaminantes orgánicos persistentes en el agua residual. Esta tecnología es especialmente efectiva para tratar compuestos químicos resistentes a los métodos convencionales de tratamiento.

**ULTRAFILTRACIÓN Y ÓSMOSIS INVERSA:** mediante la aplicación de alta presión, el agua es forzada a pasar a través de membranas, dejando atrás los contaminantes, lo que resulta en agua purificada apta para su reutilización en diversas aplicaciones.

**OXIDACIÓN FOTOCATALÍTICA:** se basa en el uso de un catalizador (dióxido de titanio) activado por luz ultravioleta (UV) para descomponer contaminantes orgánicos y microorganismos en aguas residuales. La luz UV activa el catalizador, generando radicales libres que oxidan y degradan los contaminantes.

**REACTORES CON ULTRASONIDOS:** utilizan ondas ultrasónicas de alta frecuencia para tratar aguas residuales. Estas ondas crean microburbujas que colapsan violentamente, generando altas temperaturas y presiones que desintegran los contaminantes y microorganismos, logrando una eficiente descontaminación del agua.

**MICROORGANISMOS MEJORADOS DE FORMA NATURAL O GENÉTICAMENTE:** la técnica se basa en el uso de microorganismos naturalmente mejorados para tratar aguas residuales con TOC/COD refractarios o contaminantes específicos. Consiste en seleccionar microorganismos, generar variantes mejoradas y luego introducirlos en el proceso de tratamiento.

**ELECTROCOAGULACIÓN Y ELECTROOXIDACIÓN:** emplea la aplicación de corriente eléctrica para eliminar contaminantes mediante procesos de coagulación y oxidación.

## 5. Energías renovables

La reducción de la huella de carbono y los costes operativos son dos factores fundamentales para una adecuada gestión de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Por tanto, la mejora de la eficiencia energética se ha convertido en uno de los principales objetivos del 2024 para las EDAR, partiendo de cuatro estrategias complementarias entre sí, y que serán cada vez más utilizadas en los próximos años:



**Monitorización y control de los consumos en tiempo real:** permite desarrollar nuevas estrategias de reducción del consumo energético, así como detectar fallos de manera eficaz y en tiempo real.



**Optimización de la producción de biogás, volumen generado y estrategia de uso:** permite incrementar el volumen producido de biogás en el proceso de digestión anaerobia y aplicar estrategias para gestionar su almacenamiento y uso.



**Optimización del sistema de aireación de los reactores biológicos:** ajustando la cantidad y distribución de aire en los reactores biológicos para maximizar la eficiencia del proceso de tratamiento.



**Instalación de paneles fotovoltaicos:** utilizando energía solar para producir electricidad y cubrir parte de las necesidades energéticas de la EDAR.

## 6. Gemelos digitales

El gemelo digital (digital twin) es una réplica virtual en tiempo real de la planta física, creada a partir de sensores y sistemas de monitorización que recopilan datos de su funcionamiento. Estos datos se envían a un software que procesa y simula el comportamiento de la planta, generando un modelo digital en constante actualización. **El gemelo digital permite supervisar y analizar el rendimiento de la EDAR, anticipar posibles problemas y optimizar procesos.** Además, sirve como plataforma para probar y simular cambios o mejoras antes de aplicarlos físicamente, reduciendo costes y riesgos operativos.

**Estas réplicas virtuales en las EDAR pueden incorporar modelos matemáticos biocinéticos y algoritmos de autocalibración con machine learning, permitiendo simular el comportamiento de los procesos biológicos y físico-químicos en tiempo real,** mejorando el rendimiento y la eficiencia de la planta. Por ello, cada vez más gestores apostarán por la implementación de gemelos digitales en las EDAR como herramienta para optimizar la operación.

Por todo esto, la transformación digital y la adopción de nuevas tecnologías van a revolucionar las EDAR en el próximo 2024, mejorando su eficiencia, sostenibilidad y calidad del agua tratada. **La automatización, el IoT, el análisis de datos, las tecnologías de tratamiento avanzado, la eficiencia energética y el gemelo digital son solo algunos ejemplos de cómo la digitalización está transformando este sector crucial.** A medida que avanzamos hacia el futuro, es fundamental seguir explorando e implementando nuevas soluciones tecnológicas para garantizar una gestión sostenible y eficiente del agua, protegiendo así nuestro medio ambiente.

# 2

## Aguas Residuales

### 2.2. Redes de saneamiento: tecnología para proteger a la población

Los sistemas de saneamiento son otra parte fundamental del ciclo integral del agua, pues forman el lugar en el que las aguas residuales son gestionadas, desde el punto de generación hasta el punto de uso o disposición final. La tecnología también jugará un papel clave en estas redes en 2024, no solo para garantizar el correcto funcionamiento de las mismas, sino también para responder a eventos extremos e incluso para controlar la propagación de enfermedades.

#### Descargas de los Sistemas de Saneamiento



La mayoría de Descargas de los Sistemas de Saneamiento (DSS) se producen durante eventos de lluvia extrema, cuando el sistema no es capaz de trasegar y tratar toda el agua que recoge. **Estos vertidos de agua no tratada en el medio receptor traen consigo problemas ambientales, ya que causan la eutrofización de las aguas, el incremento de patógenos en el medio, y contaminan las aguas subterráneas, mares y océanos.**

Para evitar estas complicaciones, va a ser imprescindible contar con tecnología capaz de predecir los eventos a partir de la monitorización en tiempo real de puntos clave en las redes de saneamiento y drenaje urbano, que integre además información meteorológica. **Son**

**los denominados “sistemas de alerta temprana”, que mediante la generación de alarmas facilitan la toma de decisiones y reducen el tiempo de respuesta ante estos episodios, los cuales se prevén cada vez más frecuentes y difíciles de pronosticar en el contexto actual de cambio climático.**

Los DSS también se producen como consecuencia de los atascos, causados principalmente por grasas (fenómeno que ha crecido por las dietas actuales tipo fast food) y por el desecho inadecuado de toallitas higiénicas. Por su parte, las infiltraciones y roturas del sistema de saneamiento, causadas por el envejecimiento de las infraestructuras, también provocan desbordamientos. Las

infiltraciones producen una entrada de agua no deseada a la red, con la consecuente pérdida de capacidad hidráulica y el aumento del coste energético en los procesos de bombeo y depuración. Con el fin de prevenir estos fenómenos, se debe monitorizar el sistema para detectar las sedimentaciones, infiltraciones y obstrucciones en los colectores.

Todo esto requiere de una óptima localización de los sensores en el sistema de saneamiento, que permita que se recojan todos los datos necesarios para el seguimiento y correcto funcionamiento de este. **Para integrar y analizar todos los datos enviados por los sensores de nivel y calidad del alcantarillado, durante el próximo año las operadoras van a seguir apostando por plataformas digitales**, que incluirán también la información sobre el estado de los colectores generales de las EDAR, las estaciones de bombeo y los puntos de alivio.

**Esto dará como resultado la generación de planes de mantenimiento preventivo óptimo basados en el riesgo de cada activo, sustituyendo a la programación de limpiezas correctivas.** Así, se obtendrán calendarios de limpieza óptimos en base a la información histórica y en tiempo real de los datos y sistemas integrados (DSS históricos, últimas órdenes de trabajo preventivas y reactivas, SIG, etc.), y la aplicación de modelos estadísticos basados en análisis de riesgos.

Estas plataformas digitales inteligentes también serán de gran ayuda para actuar en caso de evento extremo, ya que la detección de anomalías en los sensores en colectores, activos y bocas de inspección servirá para evaluar el riesgo de desbordamiento. **Además, los algoritmos de IA facilitarán la localización y el número mínimo de sensores necesarios para prevenir las DSS.**



## Epidemiología de las aguas residuales

Otro de los retos a los que se enfrentan actualmente los sistemas de saneamiento es el control de enfermedades infecciosas. El crecimiento de la población y el cambio climático han traído nuevas infecciones y han reaparecido otras que ya habían sido controladas. **Monitorizar la propagación de los agentes patógenos es fundamental para prevenir y controlar estas situaciones y proteger a la población.**

La Epidemiología basada en Aguas Residuales (EAR) se basa en el análisis de las aguas residuales para controlar las enfermedades infecciosas. Mediante la monitorización exhaustiva a través de campañas de muestreo y el posterior análisis en laboratorio de cualquier amenaza biológica en la red de saneamiento, **la EAR actúa como un sistema de alerta temprana frente a la aparición de nuevas enfermedades.**

**El creciente interés que ha tenido en los últimos años la epidemiología de las aguas residuales por parte de organizaciones mundiales como la UNESCO y el Foro Económico Mundial**, debido a la pandemia de Covid-19, ha hecho de la tecnología una poderosa aliada en el perfeccionamiento de esta práctica preventiva.

Un ejemplo de ello lo observamos en el desarrollo de tecnologías moleculares, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), que permite detectar y cuantificar el material genético de patógenos específicos en las aguas residuales.

La transformación digital en la EAR también permitirá en 2024 la integración con Sistemas de Salud Pública, es decir, la posibilidad de integrar los datos de aguas residuales con otros sistemas de vigilancia epidemiológica. Esto ayudará a obtener una visión más completa de la salud pública a nivel comunitario y nacional. **Al mismo tiempo, el uso de software y algoritmos avanzados (aplicando Inteligencia Artificial) para analizar los datos recopilados hará posible identificar tendencias y predecir brotes.**

Las soluciones digitales van a permitir centralizar en una sola plataforma todo el proceso, que incluye la planificación y monitorización de las muestras en los puntos de interés, la integración de los resultados obtenidos en el laboratorio y la representación de estos para facilitar la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes.

Esto da lugar a un modelo de datos único que reúne información procedente de ERP, SCADA, laboratorios clínicos, GIS y aplicaciones de terceros. Si estos

datos, además, se combinan y estandarizan con los demográficos, las tasas de ocupación de los hospitales y las estadísticas de las autoridades, **el modelo proporcionará información muy valiosa para controlar la propagación de virus y para poder actuar con mayor rapidez.** Contar, por lo tanto, con una plataforma digital integradora hará posible combinar diferentes fuentes de datos, analizarlos en conjunto y obtener conclusiones para generar informes y emitir alarmas si es necesario.

En 2024 se seguirá desarrollando la tecnología aplicada en la EAR, lo que ofrecerá nuevos casos de uso en un futuro próximo, como por ejemplo el seguimiento de otros parámetros, tales como los antibióticos, para rastrear la resistencia a los antimicrobianos. Estos están especialmente presentes en las aguas residuales, por la aparición de contaminantes emergentes. **Otro caso de uso puede darse en las EDAR, las cuales se centran actualmente en la eliminación de materia orgánica y nutrientes;** pero con los adelantos tecnológicos podrán eliminar también este tipo de contaminantes emergentes con tratamientos avanzados.

En definitiva, hay grandes oportunidades para 2024 en los sistemas de saneamiento gracias al uso de soluciones digitales inteligentes. **Tanto para prevenir y anticiparse a los desbordamientos del sistema sanitario y actuar frente ellos, como para dotar a la epidemiología de las aguas residuales de nuevos usos,** llegando incluso a incluirla en la hoja de ruta hacia las smart cities.

# 3

## La sostenibilidad del regadío a través de la digitalización de los procesos

**El riego agrícola se enfrenta a nuevos retos que van a llevar a un proceso de digitalización a nivel transversal de las Comunidades de Regantes**

En el contexto actual global marcado por una situación geopolítica cambiante, el cambio climático y la escasez de recursos hídricos, el sector del regadío tiene un papel fundamental para garantizar la seguridad alimentaria. **Así pues, el riego agrícola se enfrenta a nuevos retos que van a llevar a un proceso de digitalización a nivel**

**transversal de las Comunidades de Regantes (CCRR).** Iniciativas como el PERTE (Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia) para la digitalización de comunidades de usuarios de agua para regadío, impulsado por los fondos europeos Next Generation EU, son un ejemplo del marcado enfoque hacia la transformación digital que vivirá el sector este año 2024.

Por lo tanto, **las Comunidades de usuarios de agua para el regadío implantarán plataformas holísticas que contemplen, además de un telecontrol y soporte a la decisión, otras tendencias nuevas.** Estas tendencias, que se impondrán en el sector del riego agrícola en 2024, son: una mayor gobernanza del agua, la implantación de sistemas de información geográfica, la teledetección orientada a la humedad del suelo y la mejora de la eficiencia energética.





## Mayor gobernanza del agua a través de la monitorización

La primera de las tendencias para 2024 en la digitalización del riego agrícola consiste en tener una mayor gobernanza del agua para mejorar la gestión sostenible de este preciado recurso. Como respuesta a la escasez de recursos hídricos, **se buscará un mayor control de los consumos de las explotaciones agrícolas mediante la monitorización en las extracciones y resto del Dominio Público Hidráulico (DPH).**

Las Comunidades de Regantes tienen la obligación de realizar un control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del DPH, de los retornos y de los vertidos al mismo, y transmitirlos a la autoridad competente.

Para poder informar debidamente de estos datos a las autoridades competentes (Dirección General del Agua, Confederaciones Hidrográficas, etc.), **las CCRR precisarán de tecnologías como la telelectura y la implantación de plataformas tecnológicas, que permitan la conexión e intercambio de datos con terceros**, incluyendo la interoperabilidad con activos de la red SARA (Sistema de Aplicaciones y Redes para las Administraciones). Además, la telelectura a nivel de parcela proporcionará información más precisa de los consumos, facilitando la detección temprana de fugas, el control de fraudes, la previsión de la demanda y el control sobre las dotaciones asignadas. **De esta forma, se hará un uso más responsable del agua y se mejorará la eficiencia hidráulica, operacional y energética en el riego.**

## Teledetección para la monitorización y el control de humedad del suelo

La teledetección va a ser una herramienta eficaz en 2024 para monitorizar y gestionar zonas agrícolas. Esta tecnología permitirá realizar un seguimiento exhaustivo del desarrollo de los cultivos, facilitando la evaluación de aspectos cruciales como el crecimiento de las plantas, la presencia de estrés hídrico y la variabilidad en la humedad del suelo a lo largo de los campos agrícolas. **Este nivel de detalle brindará información valiosa para tomar decisiones informadas en cuanto a prácticas agrícolas y gestión de recursos.**

Adicionalmente, la capacidad de obtener series temporales de datos permitirá realizar un análisis de la evolución temporal de los campos. Observar cómo cambian las condiciones a lo largo del tiempo no solo ofrece una perspectiva histórica, sino que también proporciona una base sólida para predecir y anticipar patrones futuros.

La capacidad de obtener información detallada de manera regular y a lo largo del tiempo se traducirá en **una toma de decisiones más precisa y una gestión agrícola más eficiente y sostenible.**

## Implantación de Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS)



Otra de las tendencias para 2024 en el riego agrícola va a ser la implantación de Sistemas de Información Geográfica (SIG/GIS) en las comunidades de regantes. **El GIS va a permitir gestionar, a través de una misma herramienta y de forma visual, datos procedentes de los distintos procesos de gestión de las CCRR.** Esto les permitirá tomar decisiones de forma más intuitiva y directa.

La integración con GIS también permitirá al usuario obtener información parcelaria, como la referencia catastral de cada parcela o el código de toma desde la que se abastece. Además, al estar el sistema conectado con el servicio WMS, **dicha información estará siempre actualizada, será accesible desde dispositivos móviles y el usuario podrá consultarla rápidamente y contrastarla frente al parcelario dado de alta en la comunidad de regantes,** por lo que detectará posibles discrepancias y podrá corregirlas posteriormente. Este punto va a tener una importancia capital en cuanto a la eficiencia hídrica, ya que las dotaciones de agua deben corresponder con el área regable.

Por otro lado, **estos sistemas se podrán conectar con servicios de datos geoespaciales como WMS (Web Map Service) y WFS (Web Feature Service), permitiendo la consulta de la cartografía de las diferentes administraciones públicas de cada región.** Por ejemplo, se integrarán con capas de zonas de especial protección medioambiental (como las Zonas de Especial Protección para las Aves o ZEPA, y los Lugares de Interés Comunitario o LIC, en Europa), así como con zonas sensibles a nitratos, zonas inundables, o con el modelo digital terrestre y el mapa de suelos nacional.



En cuanto a los activos de las CCRR, estos podrán visualizarse de manera georreferenciada gracias al GIS. **Obtener información de conducciones, nodos, infraestructuras, hidrantes, etc. de las Comunidades de Regantes en un único entorno tecnológico facilitará las labores de mantenimiento,** pues permitirá conocer con antelación el material necesario para reparar una avería, evitando desplazamientos innecesarios y, consecuentemente, mejorando la eficiencia operacional y reduciendo el consumo de combustibles fósiles. También podrán monitorizarse aquellas parcelas que cuentan con riego activo en el momento de la consulta y se podrá conocer el caudal circulante en tiempo real. Del mismo modo, la integración del Framework GIS en la Plataforma de gestión permitirá navegar dentro del mapa por los distintos procesos de gestión de la Comunidad, así como acceder a los sinópticos de cada una de las instalaciones de riego.

## Mejora de la eficiencia energética

**La búsqueda de la eficiencia energética estará muy presente en 2024, como respuesta a la situación de cambio climático.** Será, por lo tanto, otra de las tendencias que marcarán el sector del riego agrícola este año. En este sentido, el uso de energías no convencionales también se verá impulsado por la tecnología.

Las compañías expertas en la digitalización del ciclo integral del agua pondrán a disposición de las comunidades de regantes sistemas de monitorización capaces de calcular ratios energéticos de los diferentes procesos. **Estos ratios permitirán analizar la evolución de los consumos en distintos periodos temporales y hacer un seguimiento de los mismos en cada momento.** También mostrará datos energéticos de cada equipo en tiempo real, como por ejemplo el factor de carga del motor, el rendimiento de la bomba, o el índice de bombeo. Este análisis tan detallado proporcionará información clave sobre el grado de eficiencia de la instalación.

Este sistema de monitorización les permitirá, además, configurar valores de consigna para detectar desviaciones y lanzar alarmas en los casos necesarios.

**Por otro lado, dentro de la mejora de la eficiencia energética se impulsará la instalación de plantas solares como fuente de energía no convencional y sostenible.** Además, la instalación de placas solares flotantes en las balsas de almacenamiento de agua para el riego, reducen la evaporación de agua, disminuye la proliferación de algas y deposición de sedimentos y mejora la eficiencia de las placas fotovoltaicas.

Las plataformas digitales integrarán los datos de las plantas solares fotovoltaicas y aportarán herramientas para optimizar su funcionamiento y producción. **Por ejemplo, aportarán información acerca de la predicción de energía renovable para los días próximos y la del consumo energético,** comparado con el precio de la energía en el periodo de tiempo analizado.



En definitiva, el avance de la transformación digital en el riego traerá grandes beneficios en el sector agrario en 2024 en un momento en el que necesitamos, más que nunca, optimizar el uso del recurso hídrico y energético. El control de los consumos a través de la monitorización, así como la utilización de la telelectura, **ayudarán a alcanzar un uso más eficiente del agua y sin menoscabo de la productividad de los cultivos, lo que se traducirá en una mayor sostenibilidad.** La creciente implantación de GIS permitirá incrementar el control de los activos de las CCRR, facilitando su gestión y mantenimiento. Si a todo esto sumamos la integración de los datos de los analizadores energéticos en una plataforma inteligente, obtendremos como resultado un número cada vez mayor de comunidades de regantes que serán más eficientes, tomarán decisiones informadas y serán más sostenibles.

# Desafíos y soluciones en la gestión integral de recursos hídricos

**La respuesta a los desafíos en la gestión de los recursos hídricos va más allá de las soluciones constructivas tradicionales, requiriendo un enfoque filosófico-tecnológico**

La gestión de recursos hídricos se enfrenta a un momento crucial, impulsada por retos como el cambio climático. Este fenómeno está generando periodos de sequía más extensos y lluvias más intensas. **Abordar este reto, junto con el aumento demográfico y el desarrollo urbano, plantea desafíos en múltiples direcciones para las administraciones encargadas de la gestión de recursos hídricos.** La respuesta a estos desafíos va más allá de las soluciones constructivas tradicionales, requiriendo un enfoque filosófico-tecnológico.

Así pues, en 2024 la digitalización se asentará como una herramienta esencial para abordar estos retos. **Analizar datos, identificar tendencias y aplicar tecnologías como Big Data, Machine Learning e Inteligencia Artificial (IA) son elementos cruciales en la nueva**

**era de la gestión del agua.** Sin embargo, este enfoque también demanda un esfuerzo significativo para recopilar y disponer de datos de calidad y válidos.

Por otro lado, el cambio climático también está afectando a las series de datos que son la base de estudios y planificaciones, pues gran parte del histórico de esos datos no estaba afectada por los efectos de este fenómeno. **Esto exige respuestas resilientes, es decir, tener la capacidad de adaptarse, anticiparse y prever los escenarios más desfavorables para optimizar la gestión del agua,** minimizando los riesgos tanto de inundaciones como de sequías.

En este sentido, herramientas como los Sistemas de Ayuda a la Decisión (SAD) y los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) serán la tendencia tecnológica decisiva para abordar estos eventos extremos.

## El impacto de los eventos extremos en la gestión de recursos hídricos

Las sequías, cada vez más frecuentes e intensas, extienden su repercusión más allá del agua superficial, afectando las masas de agua subterránea y disminuyendo su calidad debido a la sobreexplotación de acuíferos durante períodos secos. **En el contexto de sequías prolongadas, la gestión efectiva debe abordar tanto la cantidad como la calidad del agua**, ya que la sobreexplotación no solo agota los recursos, sino que también empeora su calidad pudiendo aumentar la concentración de contaminantes e intrusión de agua salina. Por lo tanto, es crucial que los sistemas de apoyo a la decisión integren modelos hidrogeoquímicos para evaluar y gestionar esta calidad durante las sequías.

El impacto de las sequías también está siendo económico y social, pues afecta a la agricultura y provoca pérdidas de cosechas, aumentando los costos de producción. Además, comunidades enteras se han

enfrentado a la escasez de agua potable, agravando su situación de pobreza y provocando tensiones sociales.

**Las inundaciones repentinas, o Flash Floods, alimentadas por eventos climáticos extremos, representan otro desafío emergente en el siglo XXI.** La frecuencia de lluvias torrenciales ha aumentado drásticamente, generando inundaciones en áreas previamente no consideradas vulnerables.

Este tipo de eventos ha causado estragos económicos y sociales en todo el mundo. Pérdidas de vidas, daños a la infraestructura, pérdida de propiedades y desplazamiento de comunidades son solo algunos de sus múltiples efectos. **En términos económicos, las pérdidas directas e indirectas han sumado miles de millones de dólares, afectando la estabilidad financiera de regiones enteras.**

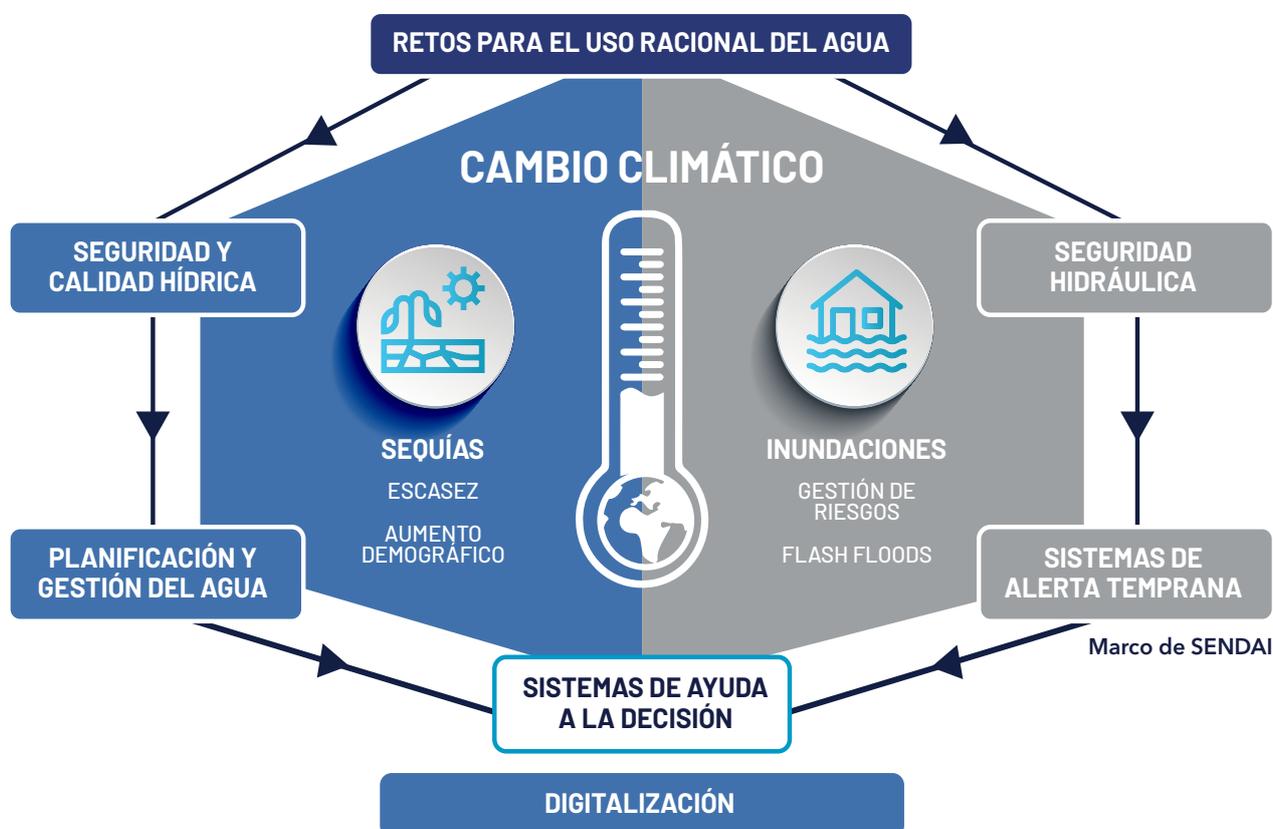


Ilustración 1. Digitalización y retos de la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos (PGRH)

# La respuesta tecnológica a los desafíos de la gestión hídrica: SAT y SAD

Los **Sistemas de Ayuda a la Decisión (SAD)** son herramientas fundamentales que permiten a los organismos competentes tomar decisiones basadas en la información analizada. Estos sistemas abordan la planificación y gestión a medio y largo plazo, utilizando tecnologías digitales para analizar datos, identificar tendencias y aplicar estrategias basadas en IA.

Por su parte, los **Sistemas de Alerta Temprana (SAT)** se centran en la prevención y generación de alertas ante eventos climáticos extremos a corto plazo. La capacidad de identificar eventos con 2-3 días de antelación es esencial. El Marco de Sendai de las Naciones Unidas (2015-2030) destaca la importancia de aumentar la resiliencia ante desastres naturales y aborda la necesidad de implementar sistemas de alerta temprana.

Es crucial destacar las diferencias entre SAD y SAT. Mientras que los SAD se enfocan en la toma de

decisiones a medio y largo plazo, los SAT se centran en la alerta temprana y la prevención a corto plazo. Ambos son componentes esenciales y complementarios en la gestión integral de recursos hídricos.

Los dos sistemas comparten el objetivo de **garantizar la seguridad hídrica y una gestión eficaz de los recursos**. Los SAD, desarrollando modelos de predicción a medio y largo plazo, brindan el marco para la toma de decisiones; mientras que los SAT se centran en el análisis rápido para situaciones y respuestas inmediatas.

La aplicación de las nuevas tecnologías basadas en **algoritmos predictivos y acceso en tiempo real a los datos busca mejorar la precisión y velocidad de los modelos y su análisis**. Los SAD se benefician de algoritmos avanzados para desarrollar escenarios de predicción cada vez más precisos, mientras que los SAT aprovechan el acceso en tiempo real para evaluar rápidamente situaciones críticas.

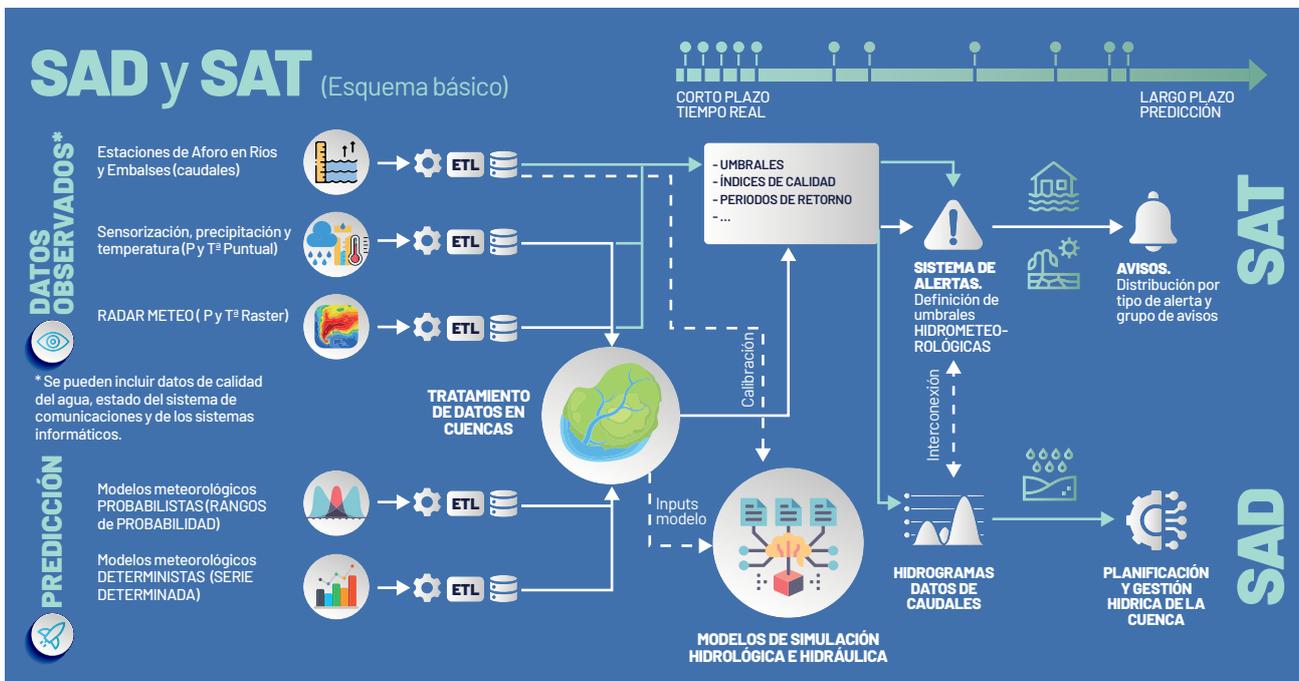


Ilustración 2. Esquema conceptual SAD y SAT

# Aplicaciones de los SAD y SAT en la gestión de recursos hídricos



## Alerta temprana y respuesta rápida

La alerta temprana requiere respuestas rápidas, lo que destaca la importancia de herramientas y software capaces de obtener datos precisos en el menor tiempo posible, ya que la generación de alertas efectivas es esencial para los organismos que gestionan emergencias. La inteligencia artificial de predicción meteorológica e hidrológica tiene limitaciones en estos escenarios estocásticos (que no responden a ningún patrón) y convectivos (que ocurren de forma repentina y se concentran en zonas muy concretas), por lo que cualquier software de generación de alertas debe estar basado en procesos físicos y supervisado por un responsable experto.

Los SAT, diseñados para situaciones a corto plazo, son esenciales para gestionar inundaciones repentinas. Su objetivo principal es analizar rápidamente la magnitud del evento y emitir alertas en tiempo real. Conectándose directamente con organismos de seguridad y protección civil, permiten respuestas rápidas y eficaces ante emergencias.

El cambio en los patrones de precipitación requiere una mejora continua en su funcionamiento de cara a 2024. La integración de tecnología satelital para el análisis de precipitaciones permite una evaluación más precisa de eventos extremos. Esto no solo mejora su capacidad para prever inundaciones repentinas, sino que también facilita la planificación y respuesta ante situaciones de emergencia.

## Gestión de presas y reglas de operación

La gestión de embalses y presas inteligentes es vital para abordar el estrés hídrico y las inundaciones. Estas infraestructuras deben contar con sistemas de optimización que consideren no solo la cantidad de agua almacenada, sino también la calidad. La inteligencia artificial puede desempeñar un papel crucial al poner en valor estrategias de operación basadas en reglas predefinidas y objetivos que minimizan daños y optimizan el uso del agua.

Las reglas de operación deben definirse cuidadosamente, y los sistemas deben optimizarse en función de parámetros a minimizar, como daños personales, área afectada y costos económicos. Sistemas que analicen masivamente cómo se han operado los embalses y propuestas de operación de embalses inteligentes basadas en IA, son una herramienta crucial para los gestores de presas, destacando la necesidad de poder tomar decisiones rápidas y efectivas.

## Tecnologías emergentes y soluciones prácticas

Como respuesta a los desafíos de la gestión de recursos hídricos anteriormente mencionados, en 2024 se potenciarán algunas tecnologías como los algoritmos de autocorrección, el acceso a datos en tiempo real o la tecnología satelital. A continuación, se detallan estas tendencias para el próximo año.

### Algoritmos de autocorrección y gestión inteligente de embalses

La aplicación de algoritmos de autocorrección en series pluviométricas y datos meteorológicos es esencial. **La identificación temprana de fallos en dispositivos de medición y la introducción de gestión inteligente de embalses**, basada en reglas de operación prediseñadas, son pasos fundamentales para garantizar la eficacia de los sistemas.

### Acceso a datos en tiempo real y tecnología satelital

El acceso en tiempo real a datos es un desafío, pero también una necesidad urgente. Las tecnologías satelitales desempeñan un papel clave en este aspecto, **permitiendo la observación espacial continua de condiciones climáticas y patrones de precipitación**. La integración de sistemas de comunicación avanzados mejora la disponibilidad de datos, facilitando respuestas más efectivas.

### Herramientas tecnológicas aplicadas

La aplicación práctica de herramientas tecnológicas, como la propuesta de plataformas digitales integrales para la monitorización y visualización de datos en estaciones de aforo o pozos en tiempo real y la predicción de reservas de aguas superficiales y subterráneas, demuestra cómo la transformación digital está impactando la gestión del agua. **La implementación de SAD y SAT se presenta como una respuesta ágil y flexible a los desafíos cambiantes del sector.**



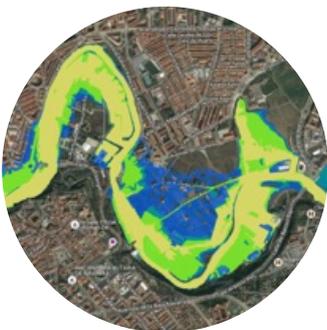
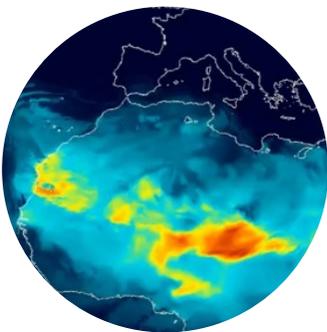
## Hacia una gestión resiliente y sostenible

En un mundo que enfrenta crecientes desafíos en la gestión de recursos hídricos, los SAD y SAT se presentan como herramientas esenciales. La ampliación y mejora continua de estos sistemas, junto con la aplicación de tecnologías emergentes, son fundamentales para una gestión integral y sostenible del agua. Desde la anticipación de sequías hasta la respuesta rápida ante inundaciones, los sistemas SAD y SAT van a desempeñar durante el próximo año roles complementarios en la construcción de comunidades resilientes frente a eventos climáticos extremos.

La gestión de embalses y presas inteligentes, respaldada por algoritmos avanzados, ofrecerá soluciones para el estrés hídrico, garantizando la disponibilidad y calidad del agua. La tecnología satelital y el acceso en tiempo real a datos proporcionarán herramientas cruciales para el análisis de precipitaciones y la evaluación de situaciones críticas.

En el marco del Sendai, la colaboración internacional se presenta como un pilar clave para enfrentar los desafíos globales del agua. La creación de plataformas compartidas y la integración de sistemas a nivel mundial fortalecen la capacidad de anticipación y respuesta, contribuyendo a la reducción de riesgos de desastres y aumentando la resiliencia de los países.

En resumen, avanzar hacia una gestión resiliente y sostenible del agua implica la integración continua de tecnologías innovadoras, la colaboración internacional y un enfoque holístico que abarque desde la prevención hasta la respuesta rápida. En este camino, los sistemas SAD y SAT serán aliados indispensables para construir un futuro donde el agua sea gestionada de manera eficiente, adaptativa y sostenible.



# 5

## Edificios inteligentes y redes DHC

**Las redes DHC serán otra tendencia protagonista en el próximo año en la transición hacia una energía más sostenible**

En la carrera actual hacia la eficiencia y el ahorro energéticos, existen dos tendencias que desempeñarán un papel clave en 2024: **los edificios inteligentes y las redes District Heating and Cooling (DHC)**. Los smart buildings, o edificios inteligentes, utilizan instalaciones y sistemas basados en tecnología avanzada que se pueden controlar de forma integrada y automatizada, aumentando su eficiencia energética, sostenibilidad y seguridad.

Las redes DHC son infraestructuras que suministran energía térmica a múltiples edificios a la vez. Estas aprovechan recursos energéticos provenientes de diversas fuentes, como la industria o las plantas de tratamiento de aguas residuales, para su funcionamiento. **Es otra de las tendencias que serán protagonistas el próximo año en la transición hacia una energía más sostenible**, así como en la reducción de las emisiones por parte de las ciudades.



## Smart buildings

El desarrollo de los edificios inteligentes está marcando el futuro de las ciudades y la manera que tenemos de interactuar con la tecnología. **Llamamos “smart building” o edificio inteligente a un tipo de estructura que utiliza tecnologías avanzadas para controlar y optimizar su funcionamiento y eficiencia.** Suelen estar diseñados para maximizar el confort y la seguridad de sus ocupantes, al mismo tiempo que reducen los costes operativos y el impacto ambiental.

Se espera que el mercado de la construcción de edificios smart crezca a un ritmo del 10,5% en los próximos años, alcanzando una valoración total de 108.900 millones de dólares en 2025. Se prevé que durante el próximo año tendrán más peso las soluciones para smart buildings de gestión de seguridad y emergencias, mientras que en lo que respecta a segmentos, el que más crecerá es el de edificios industriales, para los que **será muy importante garantizar la eficiencia mediante la gestión correcta del mantenimiento o el control de temperatura o la seguridad.**

Hay varios **factores que impulsan el crecimiento de los smart buildings**, muchos de los cuales están relacionados con la agenda de transformación digital que se está implementando independientemente de la industria o la geografía. Como consecuencia de esta tendencia se han identificado seis desarrollos tecnológicos que van a marcar el mercado de los smart buildings en 2024:



### 1. Predicción del comportamiento

El crecimiento del sector va directamente ligado al desarrollo de IoT y la Inteligencia Artificial que está permitiendo un uso más inteligente de los espacios de los edificios. Soluciones basadas en estas tecnologías permiten realizar controles predictivos para optimizar los costes de las operaciones del edificio en función del pronóstico de rendimiento, **con el objetivo de alcanzar el punto ideal de funcionamiento.**

### 2. Gemelos digitales

Esta herramienta permite hacer simulaciones para anticiparse a acontecimientos gracias a la representación de un producto, servicio o proceso que logra emular el funcionamiento de su gemelo físico. **Cuando se inicia el proceso de diseño de un edificio, este gemelo digital es capaz de examinar exhaustivamente toda la información generada a partir del sistema de gestión del edificio,** los datos provenientes de sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), la iluminación, los sistemas de prevención de incendios, la seguridad, así como los datos relacionados con los activos del edificio y las personas que interactúan con él, como ocupantes, personal del edificio, visitantes u otros. Según Gartner, en el año 2024, se espera que la mitad de las organizaciones industriales utilicen gemelos digitales, lo que les ayudará a mejorar su eficiencia en un 10%.



### 3. Mayor foco en las personas

La consolidación y estandarización de los edificios inteligentes se fundamentará no solo en buscar la eficiencia energética, sino también en priorizar la seguridad y el bienestar de las personas. **Uno de los principales desafíos que han afectado a los entornos edificados en las últimas dos décadas es el llamado “Síndrome del Edificio Enfermo”,** un término que describe situaciones en las cuales los ocupantes de un edificio experimentan problemas de salud que desaparecen cuando salen del edificio, como dolores de cabeza, irritación ocular o náuseas. Estos problemas suelen deberse a una mala calidad del aire interior y a una gestión inadecuada del sistema de climatización. Como respuesta a estos desafíos, han surgido los paneles de control HVAC (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado, por sus siglas en inglés), que no solo reducen costes innecesarios, sino que también garantizan la protección de los dispositivos inteligentes del sistema, contribuyendo así a un entorno más saludable y confortable para los ocupantes. Respecto a este punto también se pondrá el foco en los intereses de las personas de forma que puedan tomar mejores decisiones, gracias a la recopilación y el análisis de datos en tiempo real proporcionado por sensores y sistemas de monitorización en el edificio.

### 4. Eficiencia energética

La eficiencia energética continuará siendo uno de los pilares de los smart buildings. **Se trata de implementar soluciones eficientes para conseguir reducir al mínimo el consumo de energía,** sin sacrificar el confort de los usuarios en sus actividades diarias, con el objetivo de disminuir la factura energética y el impacto ambiental. Algunas de las acciones que se llevarán a cabo este 2024 son:

- Mantenimiento preventivo periódico del sistema de climatización y calefacción para evitar un posible despilfarro de energía y dinero.
- Renovación de los sistemas relacionados con la energía, contemplando la vida útil de los activos.
- Implementación de energías renovables como la fotovoltaica, mediante paneles solares.
- Digitalización de los edificios para una gestión energética optimizada.
- La implementación de sistemas de district heating and cooling, que veremos más adelante.

## 5. Integración completa

Para hacer posible que todos los datos recogidos desde los diferentes elementos y sensores del edificio puedan ser procesados y gestionados de manera automatizada, **es fundamental contar con una plataforma de gestión integral, donde se visualice y monitorice el estado de todo el edificio de forma centralizada.** Estas combinan datos de diferentes fuentes, como por ejemplo sensores, bases de datos o sistemas de información externos, y los procesan tanto en tiempo real como en histórico.

Los edificios necesitan un cerebro para gestionar correctamente los subsistemas que componen la edificación. Estas plataformas ofrecen un control total de las diferentes partes del edificio gracias a la integración de los sistemas de riego, climatización, iluminación, gestión de residuos, afluencia, ascensores, seguridad, protección contra incendios, parking, entre otros, independientemente del proveedor. De esta manera reúnen toda la información necesaria para poder tomar decisiones más inteligentes y seguras, y al mismo tiempo, aumentar el confort, la seguridad y la productividad de los ocupantes y del mismo edificio.

## 6. Sostenibilidad

La sostenibilidad se está convirtiendo en una preocupación fundamental para una amplia gama de sectores, incluido el de los edificios inteligentes. **En 2024 se promoverá el uso de plataformas de IoT para supervisar los patrones de consumo de energía y proporcionar recomendaciones específicas para reducir su uso.** El mismo enfoque puede aprovecharse para reducir el consumo de agua, poner en marcha iniciativas de reciclaje y explorar opciones de energía renovable.

## District Heating & Cooling

El mercado de District Heating & Cooling alcanzará los 243.400 millones de dólares en 2024; y en función del consumo, la calefacción urbana es el segmento dominante, según Transparency Market Research. Más del 50% de la demanda de energía final en la UE viene del consumo de calefacción y refrigeración de los edificios. Durante los próximos años, la instalación creciente de redes de calor y frío en ciudades y municipios, internacionalmente conocidas como District Heating and Cooling (también se utilizan las iniciales DHC) favorecerán la eficiencia energética y la reducción del coste de la factura del usuario. **Las redes DHC optimizan la producción de la energía térmica (calor y frío) para luego distribuirla a un barrio, área o conjunto de edificios.**

Las redes District Heating and Cooling desempeñan un papel crucial en la transición hacia una energía más sostenible y en la reducción de emisiones en las

ciudades. Esto se logra al aprovechar fuentes de energía renovable o residual en un modelo circular. **Estas redes cuentan con sistemas locales de energía que facilitan el intercambio de suministro entre múltiples usuarios y productores, lo que a su vez promueve la eficiencia energética al ajustar la oferta y la demanda en tiempo real.**

Una red DHC es una infraestructura urbana que posibilita la incorporación de fuentes de energía renovable de origen local o residuos energéticos. **Esta red aprovecha recursos energéticos que, de otra manera, se perderían**, como la energía generada en la industria, el tratamiento de aguas residuales, centros de datos e incluso el manejo de residuos. Además, puede incluir bombas de calor que recuperan la energía residual y la reintroducen en los edificios.

### Las redes de DHC presentan dos variantes que son compatibles entre sí:



#### Red Urbana de Calor (District Heating)

Estas redes suministran calefacción y agua caliente sanitaria a varios edificios simultáneamente, aprovechando un excedente térmico que, de lo contrario, se desperdiciaría. La fuente de energía utilizada proviene de fuentes renovables como biomasa, energía geotérmica y energía térmica solar.



#### Red Urbana de Refrigeración (District Cooling)

Este enfoque utiliza recursos locales para la producción de frío y baja la temperatura de los edificios a través de una red de tuberías que transportan agua fría. Esto permite reducir el consumo de energía primaria, mejorando la eficiencia tanto en el rendimiento como en la operación.

**La tendencia hacia la implementación de las redes de DHC está relacionada con las numerosas ventajas que ofrecen, en comparación con los sistemas individuales de climatización:**

Promueven la modernización de infraestructuras en edificios antiguos al incorporar sistemas de vanguardia.

Reducen significativamente la huella de instalación, ocupando apenas el 10% del espacio requerido por estructuras convencionales y liberando espacio para otros usos.

Mejoran el aspecto estético de los edificios, ya que las redes DHC eliminan los equipos de aire acondicionado y las chimeneas de las azoteas y fachadas.

Añaden valor a las ciudades al fomentar la construcción de edificios sostenibles que alcanzan calificaciones energéticas más elevadas.

Reducen el ruido de las instalaciones en los edificios, al no poseer instalaciones de termos.

Reducen el coste de explotación y mantenimiento de la instalación.

Aseguran el aprovisionamiento de energía, proporcionando una mayor fiabilidad en la entrega gracias a la automatización de procesos y la vigilancia constante de expertos.



Todas estas ventajas hacen de las redes DHC una tendencia que incrementará la sostenibilidad y la eficiencia energética en el próximo año, convirtiéndolas en un modelo atractivo para su adopción en ciudades y en smart buildings.

# Conclusiones

Los datos del Banco Mundial no dejan lugar a dudas: **el mundo se enfrenta a uno de los escenarios con mayor estrés hídrico de la historia**, con una demanda hídrica en crecimiento, un aumento del número de personas viviendo en zonas de escasez de agua y una tendencia al alza en los episodios relacionados con el cambio climático. Abordar este estrés hídrico requiere de un enfoque integral en el que la digitalización ocupe un papel protagonista, permitiendo un uso más eficiente y sostenible de los recursos gracias, en gran medida, al uso de datos.

Si el pasado año fue el de la democratización de la Inteligencia Artificial, en este 2024 las operadoras continuarán profundizando en **la digitalización al servicio de la mejora en la calidad del agua**, principalmente en las plantas potabilizadoras, donde el uso de los datos va a permitir la automatización de procesos, optimizándolos y dotándolos de robustez.

Sin embargo, esta digitalización no será patrimonio único de las ETAP, sino que **las estaciones depuradoras (EDAR) también aprovecharán la explotación de los datos como base de su transformación digital, en la que la implementación de nuevas tecnologías se combina con el uso de tratamientos avanzados**. De esta forma, aparte de mejorar su operatividad, las gestoras podrán incrementar la calidad del agua tratada, reducir costes derivados de la misma y aumentar el valor que el cliente percibe.

Por otra parte, existen, además, dos pilares de la economía que marcarán, en gran medida, la agenda del 2024. Por un lado, **el riego agrícola, que seguirá ocupando un papel protagonista como garante de la seguridad alimentaria**. La implementación de iniciativas como el PERTE, en España, serán herramientas impulsoras de la necesaria digitalización de las comunidades de usuarios de agua para regadío. Una transformación digital que permitirá la optimización los recursos, mayor sostenibilidad e incremento de la eficiencia de sus cultivos. Y, por otro,



**la creciente tendencia hacia edificios inteligentes (Smart Buildings), y el ahorro energético de los mismos**, marcarán la pauta del año actual y de los venideros. La necesaria optimización de los costes operacionales, así como la eficiencia energética, serán los pilares de esta transformación digital de los edificios.

En este contexto, la gestión integral de los recursos hídricos va a seguir siendo crucial en un entorno marcado, además, por el cambio climático. **La extracción del valor de los datos permitirá anticiparse a eventos extremos causados por este cambio climático, así como tomar mejores decisiones, optimizando recursos y reduciendo costes.**

En definitiva, **el sector hídrico en 2024 estará marcado por la convergencia de la tecnología, la sostenibilidad y la colaboración**. A medida que enfrentamos desafíos crecientes en torno al agua, estas tendencias señalan un camino hacia un futuro donde la gestión del agua es más eficiente, resiliente y equitativa. Adoptar estas innovaciones es crucial para garantizar la disponibilidad de este recurso vital para las generaciones futuras.

# WATER TECHNOLOGY TRENDS 2024



 +34 963 86 05 00

 [sales@idrica.com](mailto:sales@idrica.com)

[idrica.com](http://idrica.com) |  