

xylem

WATER TECHNOLOGY TRENDS 2026

Claves estratégicas para
el futuro del agua inteligente



xylem  vue

Contenido

Introducción

Tendencia 1

La gestión del agua en 2026: la Inteligencia Artificial generativa como activo estratégico para las utilities

Tendencia 2

Inteligencia artificial: arquitecturas basadas en agentes para operaciones de servicios de agua

Tendencia 3

De la alerta al impacto: por qué los sistemas de alerta temprana deben convertirse en sistemas operativos en 2026

Tendencia 4

Ciberseguridad: el pilar básico del agua en 2026

Tendencia 5

Colaboración público-privada en el agua: el acelerador de la digitalización

Conclusión



INTRODUCCIÓN

2026 seguirá siendo un año relevante para avanzar hacia un cambio profundo en la forma de planificar, operar y mantener las infraestructuras hídricas.

Un año en el que la Inteligencia Artificial está llamada a ser un dinamizador de dicho cambio. Por un lado, la **IA generativa** pasará a ser una capacidad operativa per se, que no solo sintetiza el conocimiento y recomienda acciones, sino que también favorece la ruptura de silos de información de las operadoras y multiplica el valor de los datos no estructurados, dando lugar a utilities más resilientes, eficientes y preparadas para medir, anticipar y actuar en tiempo real.

Y, por otro, es el año en el que emergen las **arquitecturas basadas en agentes**, cuyos nuevos enfoques favorecen que las consultas en lenguaje natural se conviertan en flujos analíticos auditables y automatizables, con especial foco en seguridad y control en infraestructura crítica.

De hecho, la seguridad, en este caso, la **ciberseguridad**, sigue siendo un pilar fundamental de esta transformación profunda. La creciente interconexión amplía el riesgo de ciberataques, que se han multiplicado en los últimos años poniendo en grave riesgo a la sociedad. Por ello, empezamos un año en el que invertir en estos temas no es una opción sino una necesidad estratégica; no solo para dar respuesta a las regulaciones existentes, sino también para dar garantías en la continuidad del servicio y en la protección de la salud pública.

En este sentido, diversos informes vaticinan que los eventos extremos seguirán siendo habituales. Ante este escenario,

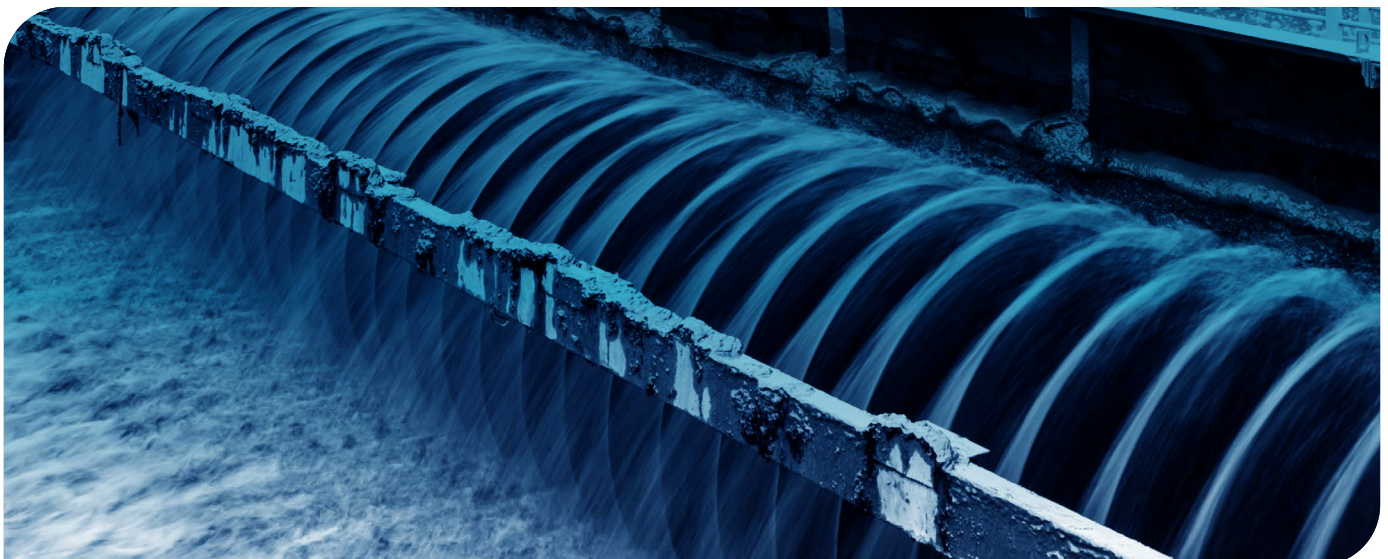
los **Sistemas de Alerta Temprana** siguen ocupando un papel protagonista, permitiéndonos predecir con un alto nivel de acierto gracias a la modelización hidrológica e hidráulica actualizadas, - unidas a la integración de diferente modelos meteorológicos, escenarios probabilísticos y simulaciones alternativas-, el comportamiento de las cuencas ante este tipo de impactos meteorológicos.

Y no debemos olvidar tampoco que comenzamos un año en el que la **colaboración entre la administración pública y la empresa privada** marcará un punto y aparte, siendo un auténtico dinamizador del cambio que demanda el sector. Las múltiples iniciativas como los PERTE en España, el Sustainable Water Initiative for Tomorrow (SWIFT) de Estados Unidos o el West Bengal Drinking Water Sector Improvement Project de la India, demuestran que la cooperación —incluida la colaboración entre empresas— multiplica la eficiencia operativa y reduce el riesgo, siempre que se gobiernen los datos y la interoperabilidad desde el inicio.

El futuro del agua será digital o no será. Por eso, este whitepaper encaja en ese marco de transformación ofreciendo, un año más, una visión clara y didáctica sobre algunas de las tendencias más relevantes que marcarán la digitalización del agua en 2026, y permitiendo a responsables públicos, utilities y empresas privadas comprender algunos de los cambios que se avecinan, así como identificar las oportunidades que abre este nuevo año.

Jaime Barba

Head of Xylem Vue
Ibrica Chief Executive Officer



La gestión del agua en 2026: la Inteligencia Artificial generativa como activo estratégico para las utilities

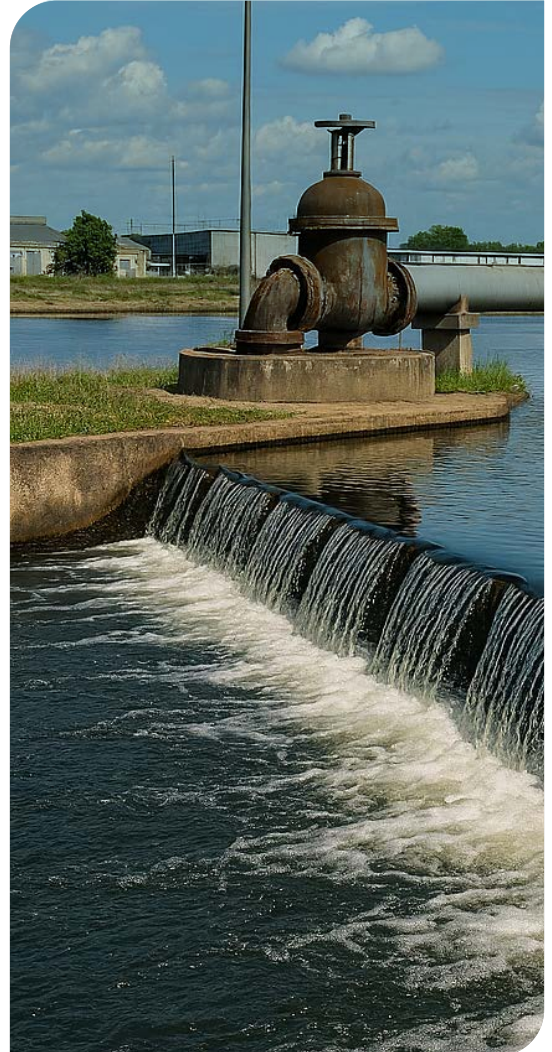
El sector del agua se encuentra en un momento de inflexión sin precedentes. La convergencia de infraestructuras envejecidas, una fuerza laboral en transición, la presión regulatoria y el impacto creciente del cambio climático están forzando a las utilities a replantear sus estrategias y operaciones. En este contexto, la inteligencia artificial generativa (GenAI) emerge no solo como una herramienta de digitalización, sino como un catalizador capaz de transformar la gestión de activos, la toma de decisiones y la relación con los clientes.

Las utilities afrontan una realidad compleja: infraestructuras con décadas de antigüedad, una plantilla que envejece y se jubila (más del 30% de los profesionales del agua en EE. UU. se retirarán antes de 2030), y una inversión insuficiente para cubrir las necesidades de renovación y expansión. A esto se suman la volatilidad climática y la presión para ofrecer servicios más resilientes, transparentes y eficientes.

La respuesta a estos desafíos no puede ser incremental. Se requieren herramientas disruptivas que permitan gestionar la complejidad, optimizar recursos y anticipar riesgos. Aquí es donde la GenAI despliega todo su potencial.

En este sentido, la GenAI representa una evolución respecto a la analítica avanzada y el machine learning tradicional. Mientras que estas tecnologías se centran en tareas bien definidas (detección de fugas, predicción de demanda, etc.), la GenAI es capaz de navegar la ambigüedad, escalar el conocimiento humano y extraer valor de datos no estructurados. Su capacidad para generar contenido contextualizado (resúmenes, recomendaciones, simulaciones) la convierte en un activo estratégico para la toma de decisiones en entornos complejos.

El momento es propicio: la madurez tecnológica coincide con una necesidad urgente de eficiencia y resiliencia. Además, la inversión privada en GenAI se ha disparado, y los grandes actores tecnológicos (Amazon, Microsoft) están desarrollando soluciones específicas para el sector del agua.



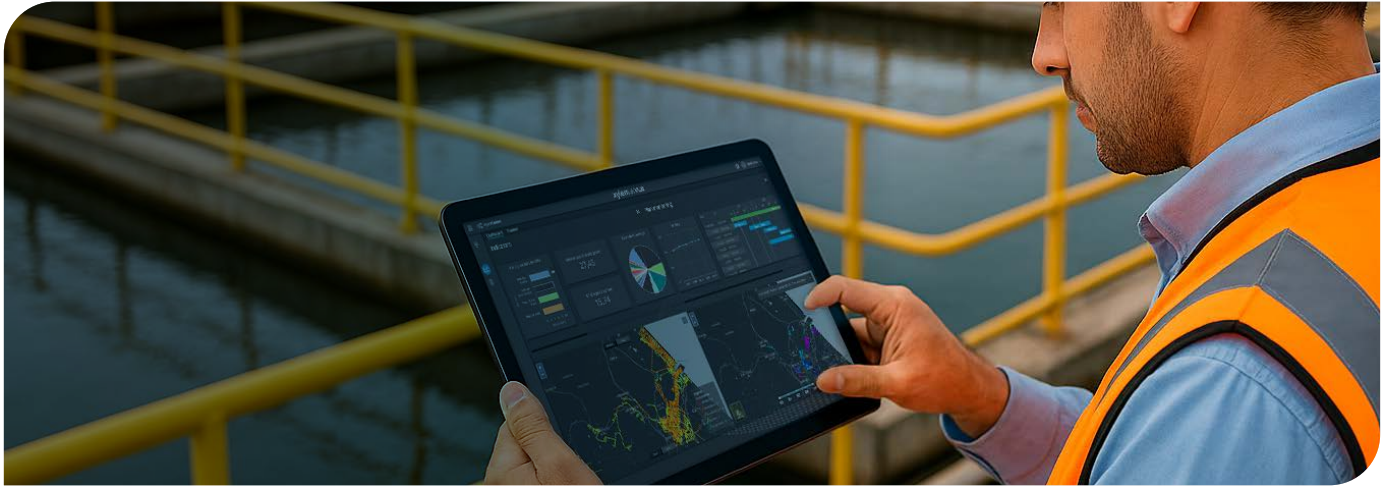
EL MARCO EUM Y LA INTEGRACIÓN DE GENAI

El modelo Effective Utility Management (EUM), ampliamente adoptado en EE. UU., define 10 atributos clave para la gestión sostenible de utilities. La GenAI, lejos de sustituir los sistemas existentes, se integra como una palanca de alto valor para activar el potencial de los datos, romper silos funcionales y escalar buenas prácticas.

Las oportunidades actuales se agrupan en dos categorías:

Fronteras activas: ámbitos donde la GenAI ya está generando valor tangible (optimización operativa, experiencia de cliente, sostenibilidad de recursos, gestión de infraestructuras).

Potencial emergente: áreas con gran proyección a corto-medio plazo (resiliencia empresarial, desempeño regulatorio, viabilidad financiera, desarrollo de talento, sostenibilidad comunitaria).



Casos de uso y tendencias globales

Difusión digital y adopción global

La adopción de GenAI en el sector del agua es un fenómeno global, con iniciativas documentadas en EE. UU., Europa, Asia-Pacífico y Oriente Medio. Si bien los mercados más maduros lideran la implantación, la presión operativa y la necesidad de eficiencia están impulsando la digitalización en todo el mundo.

Fronteras activas: aplicaciones con impacto probado

a. Estrategia y rendimiento de infraestructuras. Planificación estratégica de infraestructuras y mejora de su rendimiento

Organizaciones como SAWS, Yorkshire Water o Las Vegas Valley Water District utilizan GenAI para integrar datos diversos y optimizar la planificación de inversiones, la renovación de redes y la gestión de riesgos. Plataformas de conservación basadas en IA permiten alertar sobre pérdidas de agua y fomentar el uso responsable entre los clientes.

c. Experiencia y satisfacción del cliente

La atención al cliente es un área crítica, especialmente ante la dificultad de ampliar equipos. Soluciones como la implantada por DC Water, basada en procesamiento de lenguaje natural y GenAI, permiten atención 24/7 en varios idiomas, mejorando la accesibilidad y la confianza del usuario. El uso de herramientas como Microsoft Copilot ha demostrado mejoras significativas en productividad y calidad del servicio.

b. Optimización de la operación

La GenAI está ayudando a cerrar la brecha de financiación en O&M, automatizando tareas, mejorando la fiabilidad de procesos y facilitando la escalabilidad. Ejemplo destacado es el piloto de Hampton Roads Sanitation District, que utiliza GenAI para optimizar el consumo energético y la dosificación de productos químicos, con resultados medibles en eficiencia y estabilidad operativa.

d. Sostenibilidad de los recursos hídricos

La integración de GenAI en la gestión de cuencas, la planificación de reutilización y la asignación dinámica de recursos permite anticipar escenarios de escasez, optimizar el uso y reducir el impacto ambiental. El caso de Las Vegas Valley Water District, con su plataforma gamificada de conservación basada en datos de telemetría avanzada, es un ejemplo de cómo la IA puede fomentar cambios de comportamiento y mejorar la previsión de la demanda.

Potencial emergente: los próximos retos



Resiliencia empresarial

La GenAI puede transformar los planes de contingencia estáticos en herramientas dinámicas de respuesta ante crisis (climáticas, cibernéticas, etc.), proporcionando orientación en tiempo real y facilitando la continuidad operativa.



Desempeño regulatorio y fiabilidad

La automatización del seguimiento normativo, la generación de informes y la emisión de alertas multilingües reduce la carga administrativa y el riesgo de incumplimiento. Ejemplos como Anglian Water, que utiliza IA para identificar riesgos de seguridad y generar reportes automatizados, ilustran el potencial de la GenAI en este ámbito.



Viabilidad financiera

La presión financiera obliga a optimizar inversiones y operaciones. La GenAI facilita la planificación de capital, la gestión presupuestaria y la toma de decisiones basada en datos, fortaleciendo la sostenibilidad económica a largo plazo.



Entendimiento y apoyo de los stakeholders

La confianza pública es un activo estratégico. La GenAI permite generar contenidos personalizados (FAQs, infografías, resúmenes) para distintos públicos, facilitando la transparencia y la comprensión de decisiones complejas sin necesidad de ampliar los equipos de comunicación.



Sostenibilidad comunitaria

La IA ayuda a diseñar programas más equitativos y sostenibles, analizando datos comunitarios no estructurados y simulando el impacto de distintas políticas. Herramientas de este tipo ya se están utilizando para integrar criterios de equidad y sostenibilidad en la toma de decisiones.



Desarrollo del talento

Ante la jubilación masiva de profesionales, la GenAI se convierte en un aliado para retener el conocimiento institucional y acelerar la capacitación de nuevas generaciones, reduciendo la dependencia de procedimientos estáticos y fomentando una cultura digital.

Gobernanza y uso responsable: el pilar crítico

La adopción de GenAI en utilities exige un enfoque riguroso en materia de gobernanza. Los sistemas de IA deben ser transparentes, auditables y permitir la supervisión humana, especialmente en contextos críticos para la seguridad. La protección de datos (GDPR y normativas locales), la gestión de riesgos y la equidad en el diseño de aplicaciones son requisitos ineludibles.

La reciente aprobación del Reglamento de IA de la UE (2024) clasifica los sistemas de IA en utilities como "alto riesgo", exigiendo procesos documentados de gestión de riesgos, transparencia y supervisión humana. La gobernanza deja de ser un objetivo aspiracional para convertirse en una condición necesaria para el despliegue estratégico y sostenible de la IA.

La inteligencia artificial generativa está dejando de ser una tendencia tecnológica para consolidarse como una herramienta estratégica en la gestión del agua. Sus aplicaciones ya están generando mejoras medibles en control de costes, productividad y satisfacción del cliente. Sin embargo, su mayor valor reside en su capacidad para abordar retos aún no plenamente digitalizados, como la resiliencia, el desempeño regulatorio y la confianza pública.

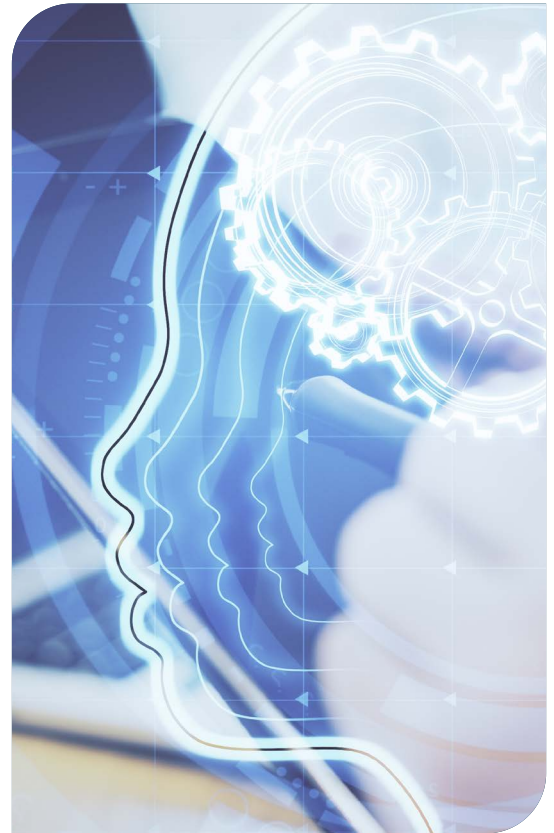
El futuro inmediato exige liderazgo, visión y una apuesta decidida por la innovación responsable. Las utilities no necesitan convertirse en empresas tecnológicas, pero sí deben integrar la GenAI como un pilar de su transformación, alineando los pilotos futuros con las capacidades de mayor impacto y sentando las bases para un sector más resiliente, eficiente y confiable.

Inteligencia artificial: arquitecturas basadas en agentes para operaciones de servicios de agua

En 2026, las arquitecturas basadas en agentes empezarán a consolidarse como uno de los principales motores de la transformación de las operaciones de las empresas de agua.

Habilitadas por los Model Context Protocols (MCPs), -estándar que permite que los modelos de IA (como ChatGPT) se conecten de forma segura y ordenada a herramientas externas, datos y sistemas-, representan una evolución importante en cómo se puede aplicar la inteligencia artificial a los procesos y el día a día en las empresas de servicios de agua. En lugar de depender de análisis aislados, paneles rígidos o modelos monolíticos entrenados para una sola tarea, los Large Language Models (LLMs), -modelos de inteligencia artificial entrenados con enormes cantidades de texto para entender y generar lenguaje humano-, pueden ahora desplegarse como agentes coordinadores que interactúan con sistemas empresariales de manera estructurada y gobernada.

A través de los MCP, los agentes basados en LLM cuentan con acceso controlado a datos operativos, servicios analíticos y capacidades de ejecución. En este sentido, David Torres, AI Product Manager en Xylem Vue señala que, los MCP “definen mecanismos estandarizados para cómo los agentes descubren las herramientas disponibles, recuperan información contextual, invocan procesos analíticos y, en ocasiones, activan acciones operativas. Esto garantiza que el razonamiento y la ejecución se desarrollen dentro de límites auditables, seguros y específicos del dominio, fundamentales en infraestructuras críticas como el sector del agua”.



Alta personalización y soporte a la decisión centrado en el operador

Los enfoques de IA habilitados por MCP introducen un paradigma fundamentalmente diferente distinto a los sistemas de software tradicionales al permitir la personalización impulsada por el operador. En lugar de apoyarse en paneles, informes o KPIs predefinidos, los operadores pueden expresar sus necesidades y objetivos analíticos en lenguaje natural. Los agentes convierten estas solicitudes en procesos estructurados de recuperación,

análisis y visualización de datos en tiempo real. Este hecho está revolucionando la forma en que se diseñan las aplicaciones en todos los aspectos y las empresas de software están adaptando sus pilas y arquitecturas para aprovechar al máximo esta nueva tecnología.

Los agentes pueden recuperar, combinar y formatear datos bajo demanda, presentándolos en la forma más adecuada para la toma de decisiones, tales como:



Gráficos de series temporales, con tendencias y predicciones de KPI



Tablas resumen y listas de anomalías clasificadas según diferentes criterios



Mapas temáticos personalizados y donde se aplican técnicas de geoprocésamiento



Análisis comparativos entre DMAs o activos en diferentes ventanas temporales y condiciones operativas

Más allá de las consultas ad hoc, los operadores pueden definir flujos analíticos recurrentes, como informes diarios o semanales con eventos clave, anomalías y KPIs. Estos procesos se ejecutan automáticamente y se distribuyen por

canales habituales. Esta flexibilidad reduce la fricción entre datos y decisiones, permitiendo a los equipos centrarse en interpretar resultados y priorizar acciones, en lugar de recopilar información o gestionar múltiples sistemas.

Gobernanza humana en el bucle para acciones críticas

Pese a los avances en Agentes de IA, persisten riesgos de seguridad, fiabilidad y responsabilidad, especialmente en infraestructuras críticas como las del agua, donde una acción errónea puede tener graves consecuencias. Por ello, no todas las decisiones deben automatizarse y delegarse totalmente en estos sistemas. Las arquitecturas de agentes basadas en MCP destacan por integrar gobernanza con humanos en el bucle, permitiendo definir desde el diseño qué decisiones críticas requieren validación humana. Es por esto por lo que disponer de MCPs diseñados específicamente para el sector del agua será necesario.

Los agentes pueden diseñarse para:

1

Analizar las condiciones y generar acciones recomendadas

2

Explica claramente el razonamiento y las pruebas detrás de cada recomendación

3

Solicita aprobación humana explícita antes de ejecutar algunas de las operaciones predefinidas

Entre los casos habituales se incluyen la aprobación de intervenciones, cambios operativos, activación de emergencias o comunicaciones al cliente, manteniendo el juicio experto en el centro de la decisión con apoyo analítico avanzado.

Esta integración humano-IA facilita una adopción progresiva, comenzando con sistemas de asesoramiento y aumentando la automatización conforme crecen la confianza y la madurez organizativa. Además, las decisiones humanas se convierten en datos clave para evaluar y mejorar el desempeño de la IA.

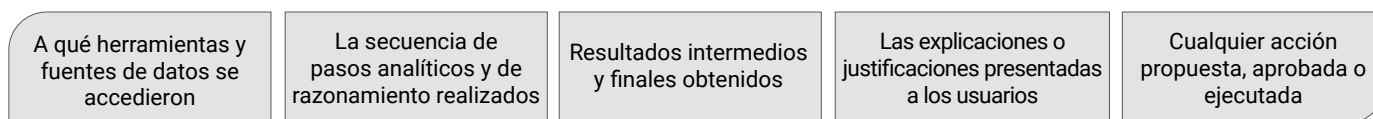
Las limitaciones regulatorias se trasladan a barreras de seguridad en servidores y herramientas MCP: los LLMs aportan parte de la inteligencia, pero la ejecución depende del diseño específico de los MCPs para el sector del agua.



Transparencia, trazabilidad y explicabilidad por diseño

Una ventaja clave de las arquitecturas basadas en MCP es la transparencia que proporcionan desde el diseño. Dado que todas las interacciones entre agentes y sistemas empresariales se median a través de los MCPs, cada paso de un flujo de trabajo impulsado por agentes es observable, rastreado y auditable.

Para cada flujo de trabajo, las utilidades pueden hacer un seguimiento:



La trazabilidad es clave en entornos regulados y críticos, ya que facilita la explicabilidad, las auditorías, el análisis posterior a eventos, el cumplimiento normativo y la mejora continua de los flujos y decisiones.

Frente a las "cajas negras", los agentes habilitados con MCP actúan como colaboradores transparentes, exponiendo su razonamiento de forma estructurada y comprensible para operadores, ingenieros y auditores, y explicando no solo qué se recomienda, sino por qué.

Los MCP específicos para servicios de agua pueden integrar estándares del sector, restricciones operativas y semántica de dominio, reforzando la explicabilidad y el control alineados con las mejores prácticas.

Incluso en entornos OT aislados, donde el acceso a modelos en la nube puede estar restringido, es posible desplegar modelos locales y de código abierto para agentes de IA, aportando una capa adicional de privacidad y seguridad. En condiciones normales, usando modelos fundacionales privativos, también es posible decidir en fase de diseño de estos sistemas qué datos se exponen al exterior, limitando la exposición de datos confidenciales o sensibles.

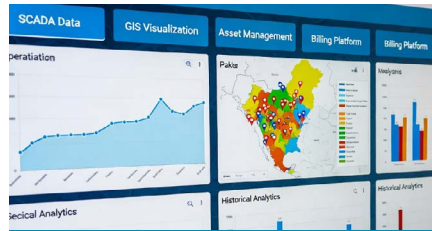
Habilitar el razonamiento entre sistemas una vez que se eliminan los silos de datos

Para las empresas que ya han invertido en integración de datos, los MCP desbloquean un valor adicional significativo. Al exponer sistemas SCADA, plataformas GIS, sistemas de gestión de activos, plataformas de facturación y análisis históricos mediante interfaces estandarizadas y datos integrados, los agentes pueden razonar entre dominios que antes estaban aislados.

Este razonamiento cruzado permite a los agentes:



Detectar inconsistencias, correlaciones y riesgos emergentes entre sistemas



Proporcionar recomendaciones contextuales combinando información operativa, geoespacial e histórica



Sugiere o inicia acciones coordinadas en múltiples plataformas

Los MCP actúan como una capa de gobernanza, asegurando que estas interacciones se mantengan seguras, rastreables y alineadas con las políticas operativas y controles de acceso establecidos.

Automatización de tareas repetitivas pero que requieren conocimiento específico del sector

Muchas tareas críticas en las empresas de agua son repetitivas y requieren un alto conocimiento del sector. La monitorización a nivel DMA para la detección de fugas es un ejemplo claro, donde la decisión del operador se basa en el análisis experto y continuo de múltiples indicadores como los caudales nocturnos, patrones mínimos de consumo, presión y tendencias históricas.

Los LLMs por sí solos no capturan con suficiente precisión estos flujos y conceptos específicos del sector. Las arquitecturas habilitadas con MCP permiten al experto inyectar conocimiento de dominio, reglas operativas y restricciones contextuales directamente en el agente en lenguaje natural mediante una serie de contextos. Junto con el acceso a herramientas de análisis de datos, esto reduce la brecha entre la IA de propósito general y la inteligencia operativa específica del sector del agua.

Utilizando agentes habilitados para MCP, las utilidades pueden automatizar los flujos de trabajo como el de búsqueda de fugas mediante:

- Extracción de los principales indicadores para cada DMA
- Evaluación de KPIs y umbrales predefinidos como los balances hídricos, los caudales nocturnos mínimos y la evolución de la presión
- Identificación de anomalías e incertidumbres utilizando líneas base históricas y comportamientos aprendidos
- Producir conocimientos estructurados para ofrecer al operador utilizando los componentes de interfaz más adecuados, como gráficos de series temporales, mapas, tablas y explicaciones en lenguaje natural
- Activar acciones posteriores como generar órdenes de trabajo de campo, recomendar ajustes de presión o iniciar notificaciones a clientes cuando se cumplen las condiciones, dejando en manos del operador la decisión final, si así se ha preestablecido.

Esta automatización desplaza el esfuerzo humano de la inspección manual de datos a la supervisión, validación y a la toma de decisiones estratégicas de mayor valor.



Aprovechando los gemelos digitales y modelos hidráulicos mediante interfaces MCP

Los modelos mecanicistas e hidráulicos que sustentan los gemelos digitales son potentes, pero complejos. Aunque existen líneas de investigación orientadas a sustituirlos por modelos de IA puramente basados en datos, el enfoque basado en agentes ofrece una vía complementaria: ampliarlos y potenciarlos, no reemplazarlos.

Mediante interfaces MCP, los gemelos digitales y simuladores hidráulicos pueden exponerse a los agentes a través de abstracciones controladas. Esto permite que los agentes de IA configuren entradas, restricciones y escenarios de forma programática, sin necesidad de que los operadores interactúen directamente con software de modelado especializado.

Los agentes pueden interactuar con los gemelos digitales:

a. ejecutando simulaciones bajo condiciones actuales y escenarios predefinidos o novedosos de "qué pasaría si"

c. analizando y resumiendo los resultados de las simulaciones

b. modificando dinámicamente las variables en función del contexto y los objetivos

d. comparando resultados con objetivos operativos como niveles de servicio, eficiencia energética o reducción de riesgos

Con el contexto y las herramientas adecuadas, los agentes pueden evaluar múltiples escenarios, comparar resultados y ayudar a identificar estrategias óptimas para mitigar riesgos o resolver problemas operativos, además de sugerir recalibraciones cuando existen discrepancias entre el modelo y la realidad.

Este enfoque acerca las capacidades avanzadas de modelado a más flujos operativos, reduce la dependencia de expertos hidráulicos para simular escenarios permitiendo, mediante interfaces de lenguaje natural, permite a los operadores crear, ejecutar y evaluar escenarios sin un conocimiento profundo de modelado hidráulico.

Explorando sistemas de optimización impulsados por IA para operaciones de infraestructuras hídricas

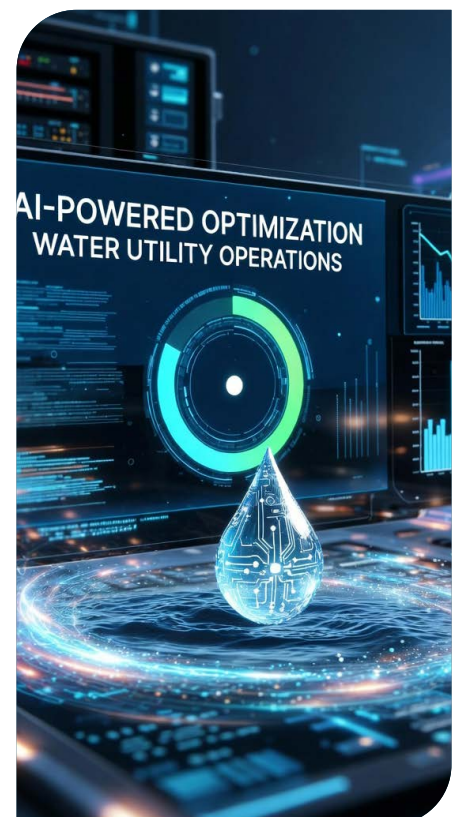
Los sistemas tradicionales de optimización se basan en modelos mecanicistas o de aprendizaje automático integrados en flujos de trabajo rígidos. Aunque ofrecen resultados precisos, esta estructura limita su flexibilidad operativa.

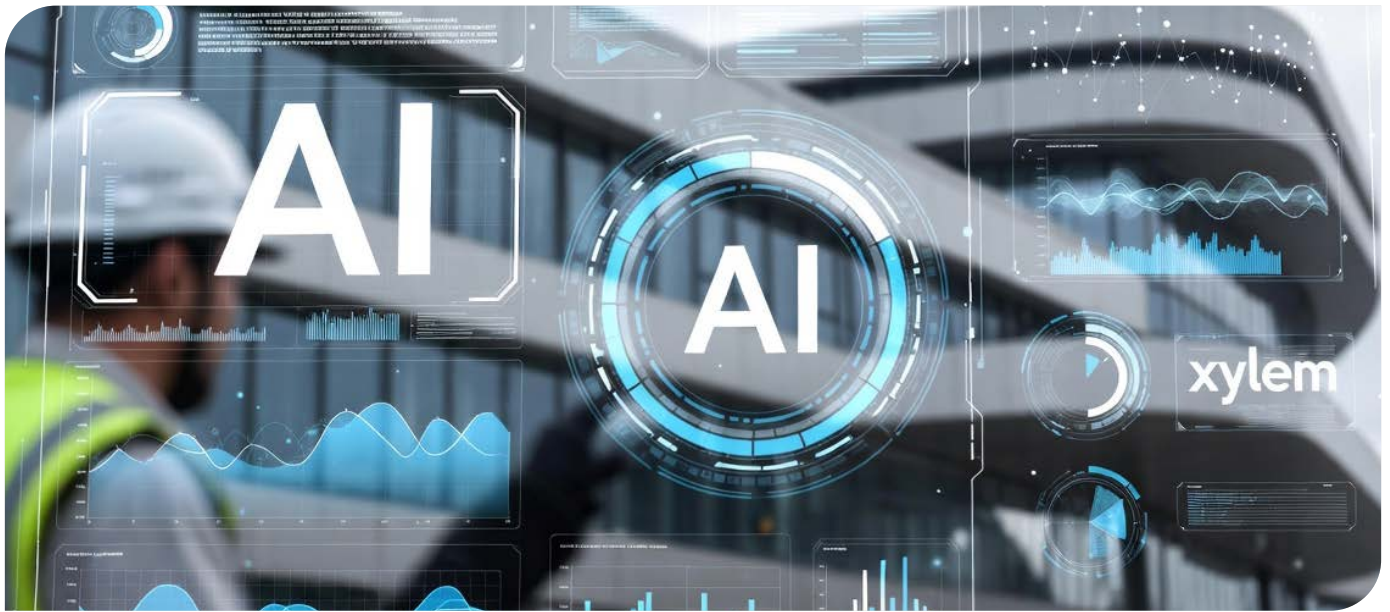
Los LLMs pueden ampliar estos esquemas analizando resultados y generando recomendaciones. En lugar de tratar entradas y restricciones como parámetros estáticos, pueden variarlos dinámicamente para realizar análisis de sensibilidad y explorar su impacto en las soluciones óptimas. Asimismo, los motores de optimización pueden exponerse como componentes modulares que los LLMs orquestan para diseñar y ejecutar flujos de optimización bajo demanda.

Ejemplos prácticos incluyen:

- **Mejora de resultados de optimización:** ante recomendaciones de operación, un LLM puede analizar la sensibilidad de variables clave (como la demanda prevista) y proponer estrategias alternativas basadas en distintos escenarios.
- **Orquestación dinámica de módulos de optimización:** durante eventos como desbordamientos o alivios en sistemas de alcantarillado, un LLM puede activar rutinas de optimización para definir cómo operar la red y minimizar los volúmenes vertidos.

Estas capacidades, accesibles mediante interfaces de lenguaje natural, permiten a operadores y expertos explorar y ajustar escenarios complejos sin depender de científicos de datos o expertos hidráulicos, democratizando el uso de herramientas avanzadas de optimización y acelerando su aplicación operativa.





Aprovecha la experiencia técnica de expertos en agua e ingenieros hidráulicos

A los LLM se les puede incorporar el conocimiento experto de ingenieros hidráulicos y especialistas del sector del agua, haciendo accesibles buenas prácticas, procedimientos, árboles de decisión e interpretación avanzada en tiempo real. Así, pueden sugerir acciones bajo distintas condiciones operativas, interpretar resultados de modelos y ofrecer recomendaciones basadas en principios de ingeniería.

La experiencia acumulada de Xylem en el sector del agua proporciona una base sólida para dotar a estos modelos de conocimiento específico. Lo que antes requería grandes equipos de ingeniería con décadas de conocimiento, puede ahora ofrecerse de forma inmediata a los usuarios empresariales mediante LLMs integrados en la plataforma Xylem Vue, a menor coste y sin limitaciones operativas. Además, la capacidad de incorporar y refinar contextos específicos de usuario mejora significativamente el rendimiento y la experiencia de los agentes de IA. Esto ofrece un escenario en el que las empresas operadoras y las de tecnología combinan su conocimiento para mejorar el comportamiento de los agentes de IA en entornos específicos.

Al integrar conocimientos especializados de expertos en la plataforma, los operadores ya parten de una base de conocimiento específica, lo que permite una toma de decisiones más coherente, informada y segura en el sector del agua. Xylem Vue democratiza el conocimiento técnico, ampliando lo que antes requería cientos de expertos en una serie de capacidades avanzadas universalmente accesible e impulsada por IA.

De la alerta al impacto: por qué los sistemas de alerta temprana deben convertirse en sistemas operativos en 2026

Los últimos [informes](#) de la Organización Meteorológica Mundial confirman que la temperatura media global sigue marcando máximos históricos. Los eventos extremos son más frecuentes, más intensos y, sobre todo, más difíciles de anticipar con modelos convencionales. Pero el verdadero problema ya no solo es meteorológico. Es operativo: Las inundaciones no causan graves daños por falta de datos. Los causan por falta de tiempo útil para decidir y actuar.

Durante años, los Sistemas de Alerta Temprana se han entendido como redes de monitorización sofisticadas: sensores y radares meteorológicos, estaciones de nivel y caudal con umbrales automáticos. Sistemas capaces de avisar cuando algo ya está ocurriendo. Sin embargo, en 2026 esa aproximación es claramente insuficiente. Avisar no es lo mismo que anticipar, y anticipar no es lo mismo que activar.

Un Sistema de Alerta Temprana moderno debe ser, ante todo, un sistema operativo de gestión del riesgo. En este sentido, Sergio Morant, responsable de EWS de Xylem Vue, señala que estos sistemas “no pueden limitarse a

indicar que un nivel ha superado un umbral, sino que debe ser capaz de traducir esa información en consecuencias concretas sobre el territorio y, lo que es más importante, vincularla automáticamente con la activación de planes de emergencia, protocolos municipales y decisiones interadministrativas. El valor real del sistema no reside en el dato, sino en la acción que desencadena”.

Este cambio de paradigma exige situar el conocimiento hidrodinámico en el centro del sistema. En España, las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) están delimitadas desde hace años, pero delimitar no equivale a comprender. La respuesta real de una cuenca ante un episodio convectivo intenso depende de factores dinámicos: tiempos de concentración efectivos, saturación previa del suelo, ocupación urbana, interacción con redes de drenaje, efectos de laminación natural o artificial y propagación aguas abajo. Sin una modelización hidrológica e hidráulica continua y actualizada, el conocimiento operativo de estas zonas sigue siendo incompleto.



La velocidad de simulación como variable estratégica

El salto cualitativo consiste en ejecutar modelos hidrológicos y modelos hidráulicos en tiempo real, alimentados con previsiones meteorológicas múltiples y datos observados, y actualizarlos de forma continua. La velocidad de simulación se convierte entonces en una variable estratégica. En gestión de emergencias, un modelo extremadamente preciso que requiere horas de cálculo puede ser menos útil que un modelo robusto capaz de recalculando escenarios cada pocos minutos. Simulaciones cada diez minutos, asimilando datos de lluvia y caudal en tiempo real, corrigiendo parámetros de forma automática y ajustando la respuesta hidrológica mediante enfoques data-driven, aportan una información dinámica que ningún modelo estático puede ofrecer.

En episodios convectivos tipo gota fría, donde la incertidumbre espacial y temporal es máxima, trabajar con una única previsión determinista es un error conceptual. La clave está en la capacidad de analizar la envolvente de previsiones vigentes: integrar diferentes modelos meteorológicos, escenarios probabilísticos y simulaciones alternativas para no perder información crítica. La envolvente permite identificar no solo el escenario más probable, sino el escenario plausible de mayor impacto, proporcionando a los gestores una visión más completa del riesgo. En situaciones donde minutos marcan la diferencia, esa información adicional es determinante.

Pero incluso el mejor modelo pierde sentido si no está integrado en un marco operativo claro. Un Sistema de Alerta Temprana eficaz descansa sobre tres pilares inseparables:



El primero es tecnológico y de conocimiento: la capacidad de simular, predecir y analizar impactos con rigor hidrodinámico mediante plataformas y elementos de software.

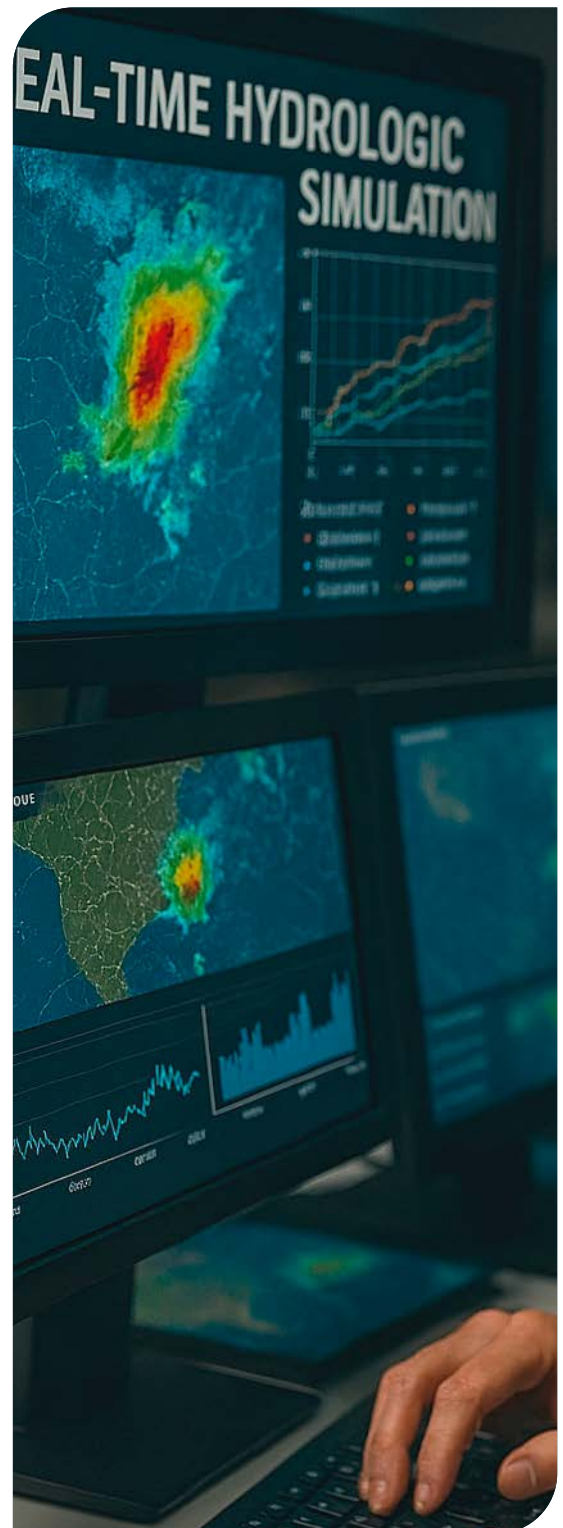


El segundo es institucional: la coordinación real entre confederaciones, ayuntamientos, protección civil y operadores de infraestructuras para que la información se traduzca en decisiones ejecutables.



El tercero es social: la educación, la cultura del riesgo y la confianza en la alerta.

Sin estos tres elementos —cerebro, músculo y corazón— la tecnología por sí sola no salva vidas.



Un trabajo latente

Existe además una dimensión menos visible pero absolutamente crítica: el trabajo silencioso que sostiene el sistema cuando no llueve; la capacidad real de respuesta no se construye durante la tormenta, sino en los largos periodos de aparente normalidad.

Un Sistema de Alerta Temprana no puede activarse únicamente cuando empieza a llover. Debe mantenerse calibrado, actualizado, contrastado y coordinado durante todo el año. Los modelos deben revisarse, los sensores verificarse, los protocolos ensayarse, los planes actualizarse y las administraciones mantenerse alineadas. La infraestructura digital y operativa tiene que estar en perfecto estado mucho antes de que el primer milímetro de lluvia caiga sobre la cuenca.

El objetivo final no es generar más datos ni desplegar más sensores. Es ganar tiempo. Tiempo para cerrar una carretera antes de que quede anegada. Tiempo para proteger una estación de bombeo. Tiempo para activar un plan municipal antes de que la lámina de agua alcance zonas vulnerables. Tiempo para que una familia no quede atrapada en su vivienda.

En 2026, la diferencia entre un sistema de monitorización y un sistema operativo puede medirse en minutos. Y esos minutos pueden medirse en vidas. En efecto, organismos como la [Organización Meteorológica Mundial](#) y **UNEP** subrayan que el valor real de un sistema de alerta no está en el aviso, sino en la capacidad de activar decisiones concretas con antelación suficiente. El propio António Guterres, Secretario General de las Naciones Unidas, señaló en el informe "[Early Warnings for all. The UN Global Early Warning Initiative for the Implementation of Climate Adaptation](#)" que las alertas tempranas "salvan vidas y proporcionan enormes beneficios económicos", a la vez que instaba "a todos los gobiernos, instituciones financieras y a la sociedad civil a que apoyen este esfuerzo".

Para Morant, "la evolución de los Sistemas de Alerta Temprana no es una cuestión tecnológica, sino estratégica. Pasar del aviso al impacto, del umbral a la consecuencia y de la reacción a la anticipación es el verdadero desafío. Solo así el conocimiento hidrodinámico, la velocidad de simulación y la coordinación institucional se convierten en lo que siempre debieron ser: herramientas para proteger a las personas en un contexto climático cada vez más exigente".



Digital Twins y SAT: una convergencia natural

En este contexto, la convergencia entre Sistemas de Alerta Temprana y Digital Twins del ciclo integral del agua deja de ser una tendencia para convertirse en una evolución natural. En 2026 ya no tiene sentido concebir el SAT como una herramienta aislada que se activa únicamente ante un episodio extremo. Su lugar lógico es dentro de un gemelo digital vivo, permanentemente alimentado por datos reales, previsiones meteorológicas múltiples y simulaciones continuas.

Integrado en un Digital Twin, el Sistema de Alerta Temprana deja de limitarse a vigilar el presente y pasa a proyectar la planificación futura del sistema. Es el mecanismo que impulsa al gemelo hacia adelante en el tiempo, ejecutando de forma recurrente escenarios predictivos, recalculando respuestas hidrológicas e hidráulicas cada pocos minutos y asimilando datos observados para reducir incertidumbre. Esta capacidad de simulación dinámica conecta planificación, operación y gestión del riesgo bajo un mismo entorno coherente.

La tecnología, en este punto, ya no consiste únicamente en modelos más precisos, sino en modelos más operativos. La integración de previsiones deterministas y probabilísticas, la generación de envolventes de escenarios y la capacidad

de autocalibración continua convierten al gemelo digital en una plataforma de decisión en tiempo real. La predicción no es un ejercicio académico; es una herramienta para activar recursos, priorizar actuaciones y coordinar administraciones con anticipación suficiente.

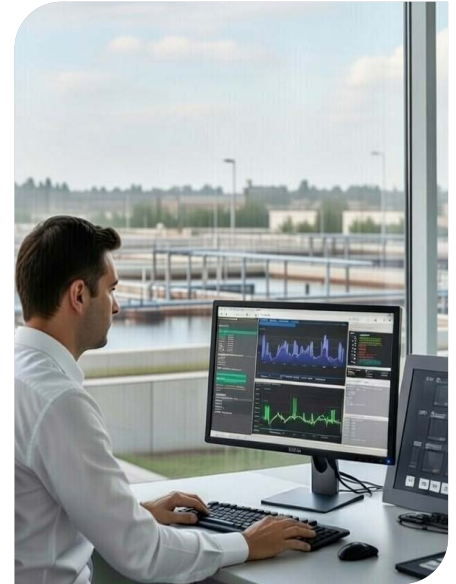
Para utilities, ciudades y organismos gestores, esta convergencia supone un cambio estructural. Significa pasar de infraestructuras gestionadas de forma reactiva a sistemas anticipativos capaces de estimar impactos antes de que se materialicen. Significa reducir daños no solo por mayor precisión, sino por mayor velocidad de análisis y mayor coherencia institucional. Y, sobre todo, significa transformar el conocimiento hidrodinámico acumulado en capacidad operativa real.

En 2026, los Early Warning Systems ya no pueden entenderse como simples plataformas de alerta. Son motores predictivos integrados en gemelos digitales que conectan datos, modelos, coordinación administrativa y cultura preventiva en un mismo ecosistema. Esa integración es la que permite ganar tiempo, optimizar recursos y, en última instancia, proteger vidas e infraestructuras críticas en un escenario climático cada vez más exigente.

Ciberseguridad: el pilar básico del agua en 2026

La digitalización creciente de cada fase del ciclo integral del agua ha permitido la mejora en la eficiencia de las operaciones hídricas. Sin embargo, este progreso tecnológico también incrementa las vulnerabilidades frente a ciberataques. En efecto, agencias como el [Instituto Nacional de Ciberseguridad](#) de España (INCIBE), la [Agencia de Ciberseguridad y Seguridad de las Infraestructuras](#) de EEUU, (CISA), o la [Agencia Nacional de Seguridad de los Sistemas de Información](#) de Francia (ANSSI), ya alertan de la conexión, cada vez más alta de los sistemas de control y gestión de plantas y redes de distribución a redes informáticas, lo que exige medidas robustas de ciberseguridad para proteger la operación y la seguridad pública.

A lo largo de los últimos años, ha habido un incremento de las amenazas digitales en el sector del agua. Los atacantes, ya sean ciberdelincuentes motivados por lucro (ransomware) o actores geopolíticos que buscan sabotaje, han dejado de ser un riesgo teórico para convertirse en una realidad urgente, demostrando la importancia de reforzar la ciberseguridad en el sector hídrico para prevenir consecuencias potencialmente catastróficas en cada etapa del ciclo integral del agua.



La ciberseguridad en las etapas del ciclo integral del agua

Potabilización del agua

Las plantas de potabilización usan sistemas ICS que controlan dosificación, filtración y desinfección. Manipular estos parámetros puede afectar directamente a la salud pública.

Distribución del agua

La distribución abarca redes extensas con control remoto de presiones, caudales y depósitos. En este sentido, un ataque podría cerrar válvulas, alterar presiones o desactivar alarmas, además de comprometer datos sensibles. Por tanto, reforzar esta fase mejora la continuidad del servicio, reduce pérdidas y protege datos de usuarios.

Saneamiento (red de alcantarillado)

El saneamiento opera con bombas, compuertas y sensores que previenen desbordamientos y vertidos. Por ello, un ataque podría causar fallos operativos graves y daños ambientales, como el caso de Maroochy (Australia, 2000), donde un insider vertió deliberadamente 800.000 litros de aguas residuales. En este sentido, el fortalecimiento de esta fase evita vertidos ilegales, protege la salud pública y refuerza la resiliencia del sistema.

Depuración de aguas residuales

Las EDAR dependen de SCADA y PLCs que regulan procesos biológicos y químicos. Un ataque puede generar vertidos fuera de norma, dañar equipos sensibles y/o borrar registros de cumplimiento ambiental. Muchas instalaciones operan con tecnología heredada y carecen de inventarios completos de tecnología operativa (OT).

Reutilización del agua

La reutilización incorpora sistemas avanzados (microfiltración, ósmosis inversa, desinfección) que deben integrarse en la arquitectura global de seguridad. Su creciente interconexión con depuradoras y redes de riego abre nuevos vectores de ataque. Manipular estos procesos podría generar agua insuficientemente tratada o mezclar incorrectamente flujos regenerados con potables. En este caso, las medidas de ciberseguridad garantizan el cumplimiento sanitario, así como la viabilidad segura de la economía circular del agua.

Independientemente de la etapa del ciclo del agua, hay una serie de recomendaciones que CISA realiza para reducir los riesgos y mejorar la resiliencia de las empresas gestoras del agua:

1. Vías de acceso seguras

- **Enlaces IP dedicados o VPNs:** Utilice rutas de acceso seguras y dedicadas, como redes privadas virtuales (VPN) o enlaces IP privados, para todo acceso remoto a la red OT.
- **Autenticación Multifactor (MFA):** Implemente la MFA obligatoria para todo el personal, incluidos empleados internos y proveedores externos, antes de otorgar acceso a cualquier sistema OT crítico. Cada proveedor debe contar con credenciales únicas.

2. Arquitectura de red y segmentación

- **Segmentación de Red:** Aísle las redes OT (por ejemplo, PLCs de estaciones de bombeo, SCADA) de la red de Tecnología de la Información (TI), mediante firewalls robustos o zonas desmilitarizadas (DMZ).
- **Inventario y Gestión de Exposición:** Realice un inventario de todas las Interfaces Hombre-Máquina (HMI) o PLCs y verifique su nivel de exposición a internet pública. Idealmente, estos dispositivos no deberían estar expuestos directamente a internet.
- **Mantenimiento de Copias de Seguridad:** Para garantizar una recuperación rápida, cree y mantenga regularmente copias de seguridad de todos los datos operativos críticos, incluyendo la lógica/configuración de los PLC y las configuraciones del sistema SCADA.

3. Gestión de credenciales y dispositivos

- **Gestión Robusta de Credenciales,** que debe incluir:
 - Cambio de todas las contraseñas predeterminadas tras la instalación.
 - Imposición de políticas de complejidad en las contraseñas.
 - Implementación de rotación de claves con una cadencia definida para cuentas de servicio y accesos privilegiados.
- **Principio de Mínimos Privilegios:** Conceda al personal y a los sistemas solo los derechos de acceso mínimos necesarios.

4. Resiliencia y respuesta ante incidentes

- **Procedimientos de Contingencia:** Desarrolle y pruebe regularmente procedimientos de contingencia completos, como controles manuales o anulaciones locales, para asegurar la continuidad operativa en caso de que la red OT sea comprometida o inaccesible.
- **Endurecimiento de Sistemas (Hardening):** Desactive todos los servicios, puertos y protocolos innecesarios en los dispositivos OT para reducir la superficie de ataque.

Además, el experto en ciberseguridad Damien Hugoo, Product Security Leader de Xylem, recomienda la monitorización continua: "es preciso implementar herramientas de monitoreo pasivo para entornos OT, como soluciones que analicen el tráfico de red en busca de comandos inusuales, patrones de comunicación atípicos o cambios en la configuración".



Perspectivas hacia 2026: evolución y cambio de paradigma

Por tanto, la ciberseguridad continúa siendo una tendencia al alza durante 2026 siendo un factor transformador clave en el sector del agua. Por ello, las empresas gestoras del agua deben seguir reforzando la seguridad desde el diseño mismo de sus sistemas (principios de “seguridad por diseño”) en todos sus nuevos proyectos, tal y como señala la United States Environmental Protection Agency (EPA).

En este sentido, todos los actores involucrados en la transformación digital del sector del agua, reconocen que no hay transformación digital segura sin ciberseguridad. De hecho, no solo las inversiones provenientes de planes gubernamentales destinadas a reforzar la digitalización tendrán un capítulo significativo dedicado a la “ciberprotección” de las infraestructuras y los activos, sino que los proyectos de ciberseguridad crecen un 35% solo en Europa estimando que el mercado mundial de plataformas de gobernanza, riesgo y cumplimiento normativo alcanzará los 95.000 millones de euros en 2034. ([Market Growth reports](#)).



Uno de los cambios más notables será la consolidación de **arquitecturas Zero Trust y Defensa en profundidad** en entornos de aguas. Tal y como señala la [Cátedra INCIBE de Digitalización y Ciberseguridad Hídrica](#), en 2026 las empresas gestoras del agua seguirán apostando por la aplicación de verificaciones continuas de identidad y estado de los equipos antes de otorgarles acceso a sistemas críticos. La segmentación de redes se volverá más granular, aislando componentes para que una brecha en un punto no se propague fácilmente por todo el sistema.

Al mismo tiempo, **la demanda de especialistas seguirá en aumento**: Crecerá la incorporación de especialistas en sistemas industriales para monitorear también las señales de plantas y redes en busca de intrusiones. (Algo común a todos los sectores en los que será preciso aumentar la ciberseguridad, tal y como señala el [Malt Tech Trends 2025](#)).

Así mismo, el **marco normativo** se endurecerá. Si en 2025 se aprobó la Ley de Ciberresiliencia (CRA) que exige que todos los productos con elementos digitales que en venta en la Unión Europea cumplan con requisitos de ciberseguridad,

para 2026, los países de la UE irán integrando la directiva NIS2 en sus propias legislaciones. Además, iniciativas similares cobrarán fuerza en EE. UU., donde la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y la CISA ya han emitido guías y evaluaciones obligatorias, y se debate la creación de agencias específicas de resiliencia hídrica, lo que obligará a las Utilities del agua a profesionalizar aún más la ciberseguridad en su estructura organizativa.

Por otra parte, también habrá una **redefinición de los procesos operativos**. Los planes de emergencia incorporarán escenarios de ciberataque (por ejemplo, cómo abastecer agua por vías alternativas si el SCADA principal cae, o cómo operar manualmente una depuradora durante un incidente), obligando a formar y a entrenar a los equipos especialistas a través de simulacros.

Asimismo, la **colaboración intersectorial** se intensificará: compañías de agua compartirán información sobre amenazas y respuestas efectivas para reforzar la seguridad nacional del agua.

Principales retos y desafíos

Pese a los avances, **persisten retos significativos** para lograr un alto nivel de ciberseguridad en el sector del agua:



Obsolescencia tecnológica: Uno de los mayores desafíos radica en la antigüedad de los sistemas con los que operan muchas utilities, diseñados en épocas donde la ciberseguridad no era una prioridad. En estos casos, no suele existir una autenticación robusta o cifrado, presentando protocolos inseguros y vulnerabilidades conocidas que los convierten en un objetivo principal para atacantes. Actualizar o parchear estos sistemas sin interrumpir el servicio es un desafío técnico y presupuestario de primer orden.



Superficie de ataque ampliada por conectividad: La creciente transformación digital del agua trae consigo un aumento en las posibilidades de un ciberataque. En este sentido, limitar la exposición externa es una tarea continua que muchas utilities aún están abordando, tal y como señala la [EPA](#).



Necesidad de mejora constante: el sector del agua está obligado a estar en alerta constantemente, mejorando y actualizando sus medidas de defensa, realizando pruebas de penetración periódicas y vigilando activamente las tendencias de ciberamenazas que podrían afectarle.



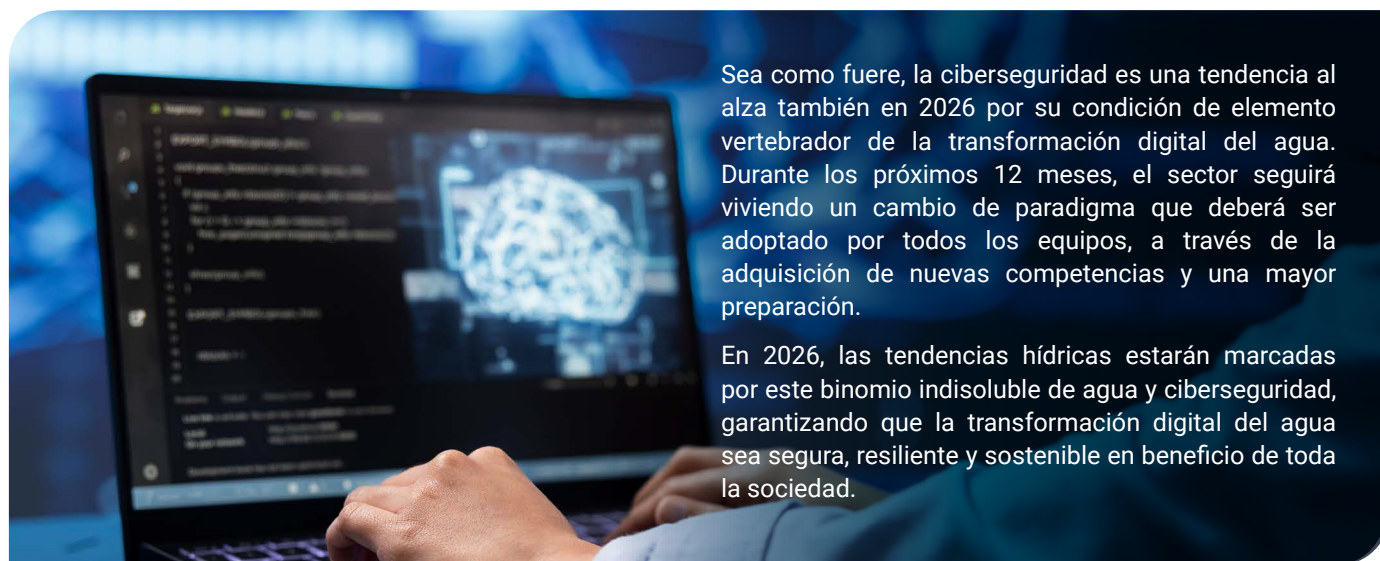
Falta de cultura y capacitación especializada: Tal y como señalan todas las agencias de ciberseguridad, implantar una cultura de ciberseguridad requiere formación continua del personal en todos los niveles: desde los técnicos de planta (para que sigan buenas prácticas y detecten anomalías) hasta la alta dirección (para que apoye e invierta en seguridad).



Limitaciones de recursos en operadores pequeños: la diferencia entre las grandes compañías y los operadores pequeños también es palpable aquí, pues mientras los primeros están incorporando herramientas y departamentos de ciberseguridad, los segundos cuentan con más dificultades operativas y económicas para ello. Por este motivo, es preciso contar con el apoyo de las administraciones públicas, así como con una red de cooperación y buenas prácticas para compartir inteligencia de amenazas, desarrollar guías adaptadas a pequeñas entidades, y quizá servicios mancomunados de ciberseguridad que permitan a varias utilities aunar esfuerzos en protección.



Además, a menudo se dan tres carencias relevantes para alcanzar los estándares adecuados de ciberseguridad: **falta de mano de obra, falta de conocimientos y falta de financiación**. La combinación de estas tres supone un reto en sí mismo al que muchas utilities deben hacer frente.



Sea como fuere, la ciberseguridad es una tendencia al alza también en 2026 por su condición de elemento vertebrador de la transformación digital del agua. Durante los próximos 12 meses, el sector seguirá viviendo un cambio de paradigma que deberá ser adoptado por todos los equipos, a través de la adquisición de nuevas competencias y una mayor preparación.

En 2026, las tendencias hídricas estarán marcadas por este binomio indisoluble de agua y ciberseguridad, garantizando que la transformación digital del agua sea segura, resiliente y sostenible en beneficio de toda la sociedad.

Colaboración público-privada en el agua: el acelerador de la digitalización

Pese a no ser una tendencia tecnológica en sí mismo, en 2026 la digitalización va a afrontar un avance significativo gracias a la colaboración de los sectores público y privado y a los múltiples formatos de modelos de colaboración, que actúan como vehículos dinamizadores de dicha transformación digital a escala global, movilizándose tecnologías avanzadas y modelos de gestión innovadores impulsados por políticas públicas, multilaterales y sectoriales.

En este sentido, el [Banco Mundial](#) es bastante explícito: “El sector privado aporta ventajas excepcionales para enfrentar los desafíos relacionados con el agua. Las empresas privadas están en condiciones de innovar, por ejemplo, creando nuevos mecanismos de financiamiento y desarrollando nuevas aplicaciones tecnológicas. La colaboración puede aumentar el financiamiento, la eficiencia operativa y los conocimientos especializados”.



Modelos de colaboración público-privada: tipologías

La colaboración entre sector público y privado en el ámbito del agua adopta múltiples formatos, donde conviven alianzas orientadas a operación, innovación, políticas públicas, datos y tecnología.

Entre las principales categorías habría que distinguir:

Modelos PPP de gestión y financiación

Modelos de colaboración público-privada (Public-Private Partnership) cuya finalidad principal abarca desde la operativa a la financiación pasando por la construcción y el mantenimiento. Mientras que el sector público conserva la titularidad del servicio o la infraestructura, el privado aporta el know-how, la innovación técnica y la eficiencia operativa, entre otros.

Consortios y alianzas de I+D e innovación

En este caso, el objetivo principal reside en el desarrollo de nuevas tecnologías en digitalización, sensorica, IA, redes inteligentes o desalación avanzada. No se persigue la gestión de un servicio público sino generar/aportar conocimiento, así como validar tecnologías.

Colaboración en datos, plataformas y estandarización

Una forma creciente de colaboración, muy alineada con la transición digital del agua. Incluye ecosistemas de datos, plataformas compartidas, interoperabilidad, espacios de datos sectoriales y modelos de gobernanza conjunta. Tiene una relevancia especial en la Unión Europea donde la regulación impulsa la gobernanza del dato.

Programas y políticas públicas de cooperación

En esta categoría, se incluirían políticas públicas que incentivan la colaboración público-privada para impulsar proyectos de innovación, digitalización o transformación sectorial.

Sandbox (espacios de experimentación regulatoria)

Es una modalidad relevante en países con marcos regulatorios más rígidos, que permite probar tecnologías en entornos controlados.

La colaboración entre empresas privadas

Aunque no es un modelo público-privado, es necesario mencionar aquí la colaboración entre empresas privadas (partnerships) como un motor relevante de innovación y digitalización del sector.

Para Manuel Parra, Vice President Strategic Partnerships and Marketing de Xylem, “la colaboración horizontal entre empresas del sector del agua permite que compañías con capacidades y conocimientos complementarios se unan para acelerar la transformación digital del sector, ya sea para desarrollar soluciones, escalar tecnologías o explorar nuevos modelos de negocio”.

En este sentido, habría que diferenciar entre varias tipologías de colaboración:



Alianzas tecnológicas, que buscan el desarrollo de nuevas tecnologías o tratamientos hídricos.



Joint ventures privadas, por el que la unión de dos o más empresas da lugar a una sociedad conjunta para enfocarse en un mercado o en una nueva línea de negocio.



Acuerdos comerciales o estratégicos, en los que la sociedad de dos compañías tiene como fin el comercio de productos o soluciones complementarias.

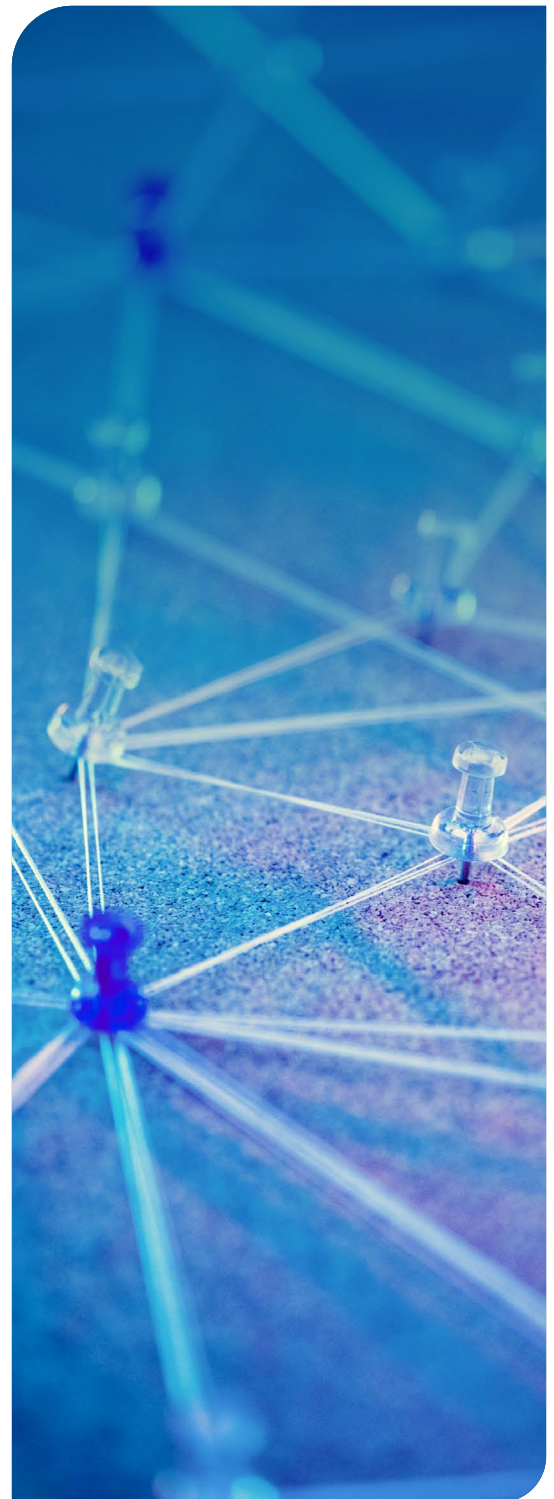


Co-desarrollo y co-innovación, por el que ambas partes colaboran con conocimiento, equipos y/o tecnología para desarrollar algo nuevo.



Redes y consorcios sectoriales privados, basado en la sociedad de un grupo de empresas que comparten mismo objetivos tecnológicos o proyectos piloto.

Para Manuel Parra, este tipo de modelos de colaboración cuenta con una serie de beneficios “que permiten afrontar el reto de la digitalización desde una perspectiva más eficiente ya que son aceleradores de la innovación pues favorecen la aparición de nuevas soluciones a la vez que refuerzan la competitividad y son un impulso indirecto para la colaboración público-privada”.



Ejemplos internacionales de modelos de colaboración público-privada

Sabedores de la importancia de este modelo para acelerar la digitalización del agua, se han comenzado a incentivar la implementación de políticas llamadas a impulsar la colaboración público-privada.

Europa

A nivel europeo, el [Water4All Partnership](#), persigue el fomento de la cooperación internacional para “posibilitar la seguridad hídrica a gran escala y a largo plazo”. Tal y como señala la Unión Europea, el objetivo de este programa de financiación es “abordar los desafíos relacionados con el agua para hacer frente al cambio climático, contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas e impulsar la competitividad y el crecimiento de la UE”.

En España, por ejemplo, existen los **Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE)**, iniciativas surgidas para impulsar sectores clave de la economía como el agua y cuyo objetivo es modernizar la industria, fomentar la innovación, el crecimiento económico y el empleo, y aumentar la competitividad del país.

Estados Unidos

Por su parte, Estados Unidos también está apostando fuertemente por estos modelos de colaboración en la digitalización del agua, integrando actores públicos, privados y académicos para acelerar la transición hacia una gestión hídrica más eficiente, resiliente y sostenible. De hecho, estudios como el realizado por la web StartUs Insights indica cómo se están concentrando inversiones público-privadas en IA, gemelos digitales, control avanzado y gestión predictiva.

Entre los proyectos que se están implementado en el país norteamericano, destacan el programa Sustainable Water Initiative for Tomorrow (**SWIFT Program**), que implica tanto financiación pública como innovación en tecnologías de digitalización. Algunas de sus iniciativas clave abordan la recarga del acuífero Potomac (MAR), el tratamiento avanzado de agua, la mitigación de impactos ambientales, la mejora de la calidad del agua y el centro de Investigación SWIFT.

Otro de los programas destacables es el [National Alliance for Water Innovation \(NAWI\)](#), un programa de investigación y una asociación público-privada respaldada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) entre cuyos objetivos está el examinar las barreras técnicas críticas y la investigación necesaria para reducir radicalmente el coste y el consumo energético de la desalinización y la reutilización del agua.

Asia

Por su parte, algunos países de Asia también están incentivando proyectos bajo este modelo de colaboración para impulsar la gestión inteligente del recurso hídrico. Tal y como señala el [Foro Económico Mundial](#), Singapur ha demostrado que estos modelos son beneficiosos para todas las partes a través de su **Public Utility Board (PUB)**. El enfoque de este modelo “ofrece a las empresas una plataforma adecuada para la innovación que contribuye eficazmente a un amplio objetivo de política y seguridad del agua”.

Así mismo, el proyecto **West Bengal Drinking Water Sector Improvement Project** es un referente de colaboración en India, integrando digitalización en la gestión rural y urbana con sistemas de control de datos y sensores IoT para mejorar transparencia, eficiencia y salud pública. El [Banco Asiático de Desarrollo](#) destaca que el proyecto incorpora tecnologías avanzadas de gestión inteligente como sistemas SCADA, GIS y conexiones domiciliarias con medición (más de 390,000 conexiones), con el objetivo de proporcionar agua potable segura y sostenible a más de 1,65 millones de personas en zonas rurales afectadas por contaminación de arsénico, fluoruro y salinidad.

Africa y Latinoamérica

Por otra parte, en algunos países de África y Latinoamérica están propiciándose modelos de sandbox (entorno de pruebas seguro y aislado para experimentar con nuevas tecnologías) así como financiación multilateral flexible para acelerar la implantación de soluciones innovadoras en contextos de alto riesgo hídrico.

Algunos de estos modelos de sandbox cuentan con el respaldo financiero de entidades como el Banco Mundial, cuya inversión se vertebra en programas que apoyan la innovación, la digitalización y la gestión hídrica en contexto de crisis como el Global Water Security & Sanitation Partnership (GWSP) o el 2030 Water Resources Group (2030 WRG)

Otro de los actores a tener en cuenta es el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que está muy involucrado en este tipo de financiación centrándose, principalmente, en áreas como distribución y saneamiento. (Fuente: [Water Security Financing Report 2024](#))

Beneficios de estos modelos

Además de la indiscutible mejora en la gestión del agua, estos modelos de colaboración aportan una serie de ventajas que le confieren un papel relevante en 2026 y años venideros, convirtiéndolos en una tendencia al alza:

DIGITALIZACIÓN

Aceleran la digitalización del sector del agua al combinar capital, experiencia y tecnología, algo difícil de lograr de forma individual.

INNOVACIÓN

Impulsan la innovación mediante la transferencia de conocimiento entre entidades públicas y privadas, mejorando la calidad del servicio.

EFICIENCIA OPERACIONAL

Aumentan la eficiencia operativa gracias al aporte técnico del sector privado en operación, mantenimiento y adopción de nuevas tecnologías.

FINANCIACIÓN EXTERNA

Facilitan el acceso a financiación externa, permitiendo afrontar grandes inversiones sin incrementar el déficit público ni presionar los presupuestos estatales.

GESTION DEL RIESGO

Mejoran la gestión y distribución del riesgo, fomentando la transparencia, la estabilidad y un mayor control de las operaciones.

Tendencias emergentes

Dentro de los modelos de colaboración existen varias tendencias internacionales dependiendo de las necesidades propias del proyecto y/o de la tecnología a implementar.

Por una parte, **el auge de tecnologías como gemelos digitales, analítica predictiva, IA y la necesidad de hacer frente a eventos extremos** como inundaciones están permitiendo la proliferación de polos de especialización digital público-privada en planificación resiliente.

Otra de las tendencias a tener en cuenta en lo que a cooperación se refiere es la **generalización del uso de plataformas colaborativas y ecosistemas de datos abiertos** que facilitan la participación ciudadana y la toma de decisiones basada en evidencia técnica, tal y como señala la [Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos \(OCDE\)](#)

La **integración de ciberseguridad y sistemas adaptativos en infraestructuras** es ya tendencia prioritaria en países de Norteamérica y la Unión Europea, donde la transformación digital del agua debe ir acompañada de estrictos estándares y sistemas de defensa digital.



Desafíos internacionales y oportunidades

La colaboración público-privada también implica desafíos. Así lo señaló la OCDE en 2025, durante la 20ª reunión de la iniciativa de Gobernanza del Agua, donde presentó [12 recomendaciones clave](#) para los gobiernos.

Entre estos desafíos destacarían dos:

1. La interoperabilidad transnacional, la escalabilidad de las soluciones y el acceso equitativo a la tecnología.
2. La necesidad de formación especializada para retener talento digital, impulsando redes educativas público-privadas adaptadas a la digitalización del agua.

Al mismo tiempo, surgen oportunidades en financiación combinada (bonos verdes, fondos multilaterales, NextGen EU) y en marcos normativos flexibles que favorezcan una innovación inclusiva.

En Europa, además, la gestión del dato se convierte en un factor diferencial, ya que la regulación exige incorporar desde el inicio políticas claras de gobernanza, protección y accesibilidad de la información.

Este contexto abre nuevas oportunidades en tres ámbitos clave:



Espacios de datos compartidos con acceso homogéneo y democrático según distintos niveles.



Plataformas interoperables que integren sensores, SCADA, IA y analítica avanzada, evitando dependencias tecnológicas cerradas.



Nuevos perfiles especializados en gobernanza del dato, cuya demanda seguirá creciendo en 2026. Un 93% de empresas prevé aumentar su inversión en este ámbito (Cisco).

Recomendaciones estratégicas

Por todo ello, es preciso conocer y poner en marcha algunas recomendaciones estratégicas que permitan una gestión eficiente y sostenible del recurso hídrico:

- Promover alianzas público-privadas globales en proyectos de innovación digital, integrando experiencia empresarial, conocimiento científico y participación social.
- Fomentar plataformas de datos abiertos y observatorios internacionales para compartir estándares, mejores prácticas y resultados técnicos.
- Alinear los modelos de colaboración con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y marcos regulatorios multilaterales vigentes; priorizar la ciberseguridad y la gestión de riesgos climáticos en la digitalización de infraestructuras.
- Invertir en capacitación global y redes colaborativas para asegurar talento digital diverso y especializado.
- Integrar modelos de sandbox regulatorio, financiación flexible y gobernanza adaptativa para acelerar la implantación y escalabilidad de la digitalización hídrica en todos los continentes.

La digitalización del agua, fundamentada en modelos de colaboración horizontal (empresa-empresa) y vertical (empresa-administración pública), constituye la vía indispensable para garantizar seguridad, resiliencia y sostenibilidad hídrica en escenarios de creciente complejidad y riesgo global.

CONCLUSIÓN

El pasado mes de enero, la ONU declaraba la “bancarota hídrica” en su informe “Global Water Bankruptcy” señalando el irreversible agotamiento de los ahorros acuíferos debido a la demanda humana.

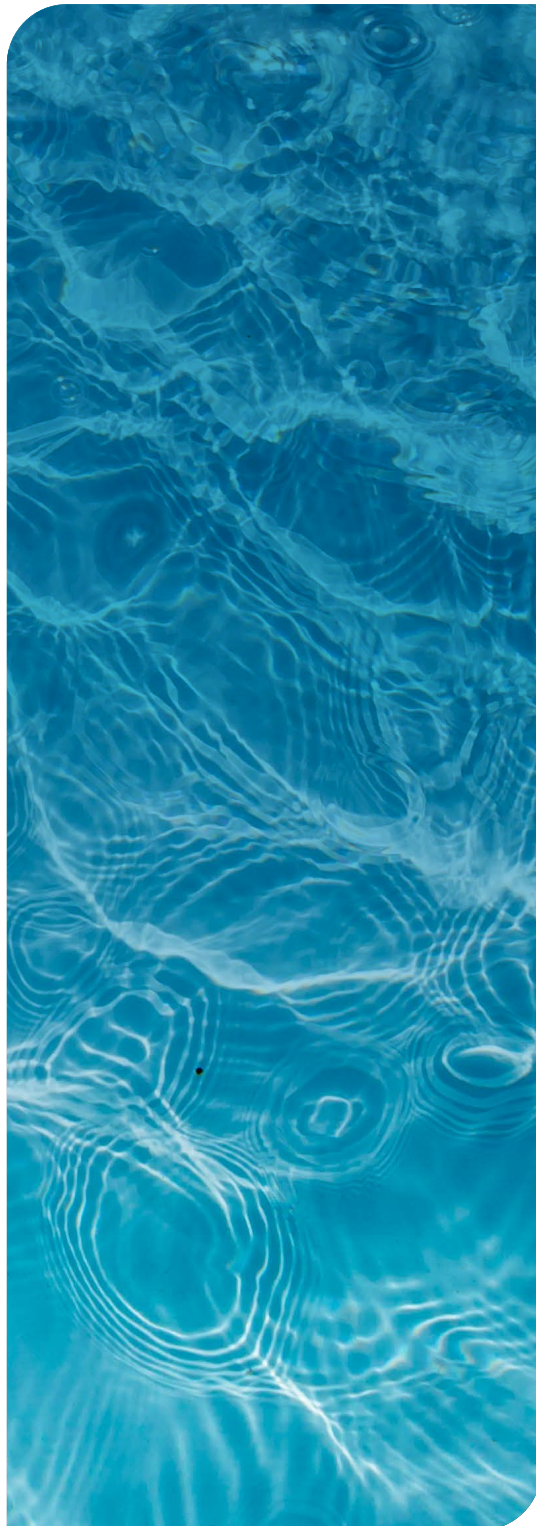
En este contexto, las tendencias digitales analizadas en este whitepaper dejan de ser opcionales para convertirse en requisitos operativos fundamentales de cara a dar respuesta a lo que la propia Conferencia del Agua de la ONU 2026, que tendrá lugar a finales de año, aconseja: proteger cada gota. De hecho, la ONU y el Banco Mundial coinciden al señalar que la digitalización es una palanca fundamental para mejorar la eficiencia, reducir pérdidas y cerrar brechas de financiación en utilities sometidas a una presión creciente. Y es aquí donde la **inteligencia artificial generativa y las arquitecturas basadas en agentes** emergen como una respuesta, transformando los datos dispersos en decisiones basadas en datos estructurados.

Pero no solo se trata de proteger cada gota, sino también a las personas. Si los eventos extremos siguen creciendo en número e intensidad, es fundamental reducir los tiempos de respuesta. Por ello, los **Sistemas de Alerta Temprana** siguen teniendo plena vigencia. Su evolución hacia plataformas que integran modelos hidráulicos de alta resolución, predicción meteorológica avanzada y análisis estocástico y estadístico, combinando múltiples fuentes de información en tiempo real, ahonda en la importancia de ofrecer mayor seguridad a los ciudadanos ante estos eventos.

De hecho, información y seguridad son dos variables dependientes dentro de esta transformación. Respaldadas ambas por tecnologías como blockchain, refuerzan la confianza de los ciudadanos y de las administraciones en la calidad del agua. La **ciberseguridad** es, por tanto, una condición habilitadora en un momento en el que el agua es más estratégica que nunca para la estabilidad social y económica.

Sin embargo, esta transformación digital del sector del agua debe hacerse en un marco de **colaboración entre los sectores público y privado**, apoyados en la tecnología, y en el intercambio de experiencia y conocimientos como garantes de una mejora en la gestión del recurso hídrico.

Este whitepaper propone una hoja de ruta pragmática para integrar estas piezas en las que **la tecnología, los datos y la cooperación dejan de ser aceleradores y pasan a ser la infraestructura básica de la resiliencia hídrica**. Las organizaciones que integren estas tendencias no solo estarán mejor preparadas para un mundo con menos agua y más incertidumbre, sino que estarán contribuyendo activamente a proteger cada gota, sosteniendo uno de los pilares esenciales del desarrollo, la estabilidad y la prosperidad global.



Xylem | zīlāmī

Xylem es una compañía líder global en soluciones de agua, dedicada a impulsar un impacto sostenible y a empoderar a quienes hacen que el agua funcione cada día.

Xylem conecta capacidades diversas y tecnologías innovadoras para ofrecer soluciones personalizadas en todo el ciclo del agua. Desde el movimiento, el tratamiento y la medición del agua hasta la optimización y el mantenimiento de los sistemas hídricos, Xylem colabora con sus clientes para resolver sus desafíos más críticos.

Juntos, en alianza con servicios públicos, fabricantes industriales, operadores de edificios y comunidades, estamos construyendo un mundo con un suministro de agua más seguro.

Para más información sobre cómo Xylem te puede ayudar, visita www.xylem.com



Xylem Vue es el resultado del acuerdo entre Xylem, un líder global en tecnología del agua, e Idrica, una empresa pionera en gestión del dato, analítica y soluciones smart water. A través de esta colaboración, Xylem e Idrica aúnan su tecnología, innovación y experiencia con el objetivo de dar respuesta a los retos de la gestión hídrica en todo el mundo.

Nuestra plataforma única e integrada de software y análisis, desarrollada por gestoras para gestoras, ayuda a las empresas del sector del agua a dar un paso más en su transformación digital, sacar el máximo partido a las inversiones, identificar y resolver problemas con mayor rapidez, operar con mayor eficiencia y suministrar agua de manera más eficaz y asequible a sus comunidades.