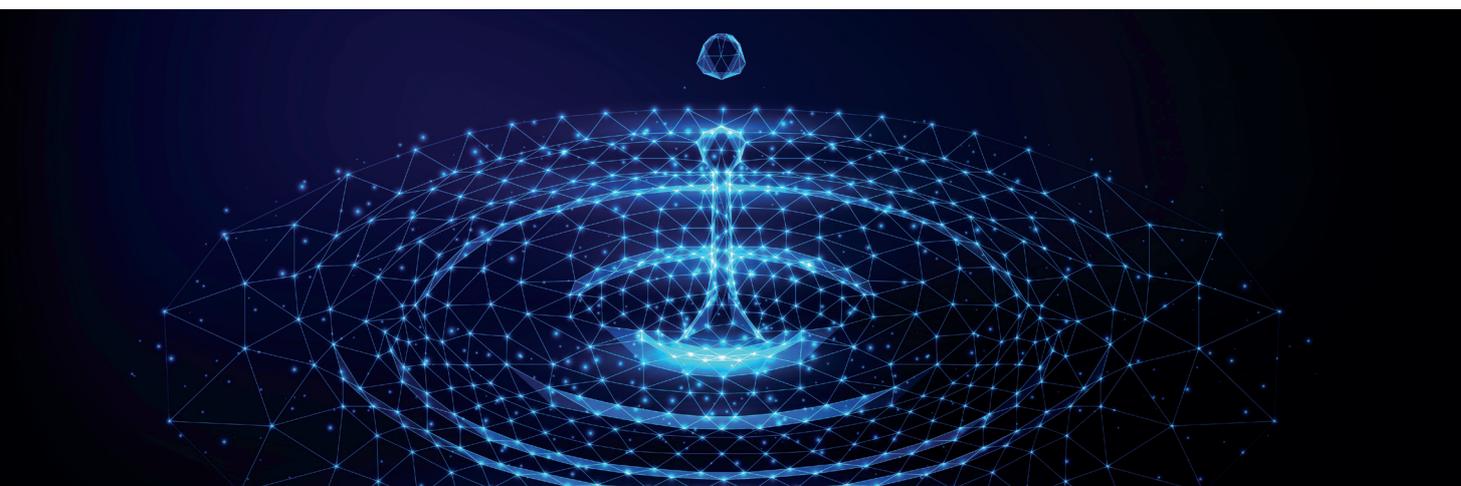


# Pavagua impulsa la tecnología y la innovación para afrontar la transformación digital del ciclo integral del agua

La empresa de servicios, especializada en la gestión eficiente del agua y el cuidado del medio ambiente, describe las herramientas digitales que utiliza para modernizar sus procesos

**M<sup>a</sup> Carmen Pérez Gil**, doctora ingeniería química; **David Hidalgo Medina**, ingeniero químico y máster en Ingeniería Ambiental; **Karen Mora Cabrera**, doctora en Agua y Desarrollo Sostenible, del **Departamento de I+D de Pavagua**



El cambio climático está impactando en la disponibilidad del recurso agua. En este contexto, las nuevas tecnologías ayudan a conocer con mayor exactitud los datos relacionados con el ciclo integral del agua. El objetivo principal de la transición digital del sector del agua es transformar los datos en valor de forma que se cuente con mayor capacidad de control y gestión del recurso. Asimismo, la implantación tecnológica digital en las empresas dedicadas al agua puede ayudar a hacer frente problemas tan importantes como el impacto de la crisis energética. En este sentido, las empresas operadoras que gestionan servicios de explotación y mantenimiento de infraestructuras hidráulicas requieren de un consumo de energía muy elevado y han sufrido de primera mano el incremento de los costes de forma muy acusada. Las tecnologías digitales tan potentes como la inteligencia artificial pueden ayudar a afrontar este nuevo paradigma del sector. Por ello, empresas como Pavagua invierten en innovación tecnológica como un proceso continuo e imprescindible, adaptándose a la nueva era digital y según los principios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el principio del cumplimiento medioambiental del criterio 'no causar un perjuicio significativo' (o DNSH, del inglés *Do Not Significant Harm*) derivado del Pacto Verde Europeo que establece la hoja de ruta estratégica basada en una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva. Como empresa dedicada al ciclo integral del agua, Pavagua ([www.pavagua.com](http://www.pavagua.com)) aplica la innovación para la búsqueda de soluciones tecnológicas bajo el principio de economía circular de los procesos, eficiencia energética y, por supuesto, en la línea de la transformación digital que está revolucionando el sector del agua.



El sector del agua en España ha experimentado una evolución en los últimos años, lográndose avances significativos como la mejora del saneamiento de las aguas residuales o el impulso de la reutilización del agua. No obstante, estos cambios han sido insuficientes para abordar los retos a los que se enfrenta el sector, al disponer todavía de sistemas con elevado grado de obsolescencia que comprometen el uso efectivo del recurso agua. Todo ello pone de manifiesto la necesidad de realizar una mayor inversión en los servicios para garantizar la calidad, la sostenibilidad y afrontar los retos ambientales como el cambio climático o el incremento de las exigencias normativas.

En este sentido, la transformación digital y la inclusión de tecnologías de la información dentro del ciclo integral del agua permitirán mejorar su gestión, incrementar su eficiencia, reducir las pérdidas en las redes de abastecimiento y avanzar en el cumplimiento de los objetivos ambientales marcados por la planificación hidrológica y la normativa europea.

#### PERTE DE DIGITALIZACIÓN DEL CICLO DEL AGUA

En este contexto, la Comisión Europea es un actor crucial tras el lanzamiento de los Fondos Next Generation y el Plan Europeo de Recuperación, de los que se espera tengan un alto impacto en la industria del agua. Los fondos Next Generation son un mecanismo temporal para ayudar a la recuperación de la pandemia con un presupuesto de más de 806.000 millones de euros.

Para acceder a esta financiación europea, el Gobierno de España elaboró el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, sobre cuatro ejes transversales: la transición ecológica, la transformación digital, la cohesión territorial y social, y la igualdad de género. Una vez aprobado el plan y con objetivo de vehicular las ayudas, se crearon los PERTE. Entre ellos, y ya aprobado actualmente, figura el PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua, que se enfoca a la modernización del ciclo del agua con el fin de avanzar hacia una gestión más eficiente y sostenible del agua, a través de tres herramientas: la digitalización, que es la herramienta principal, la innovación y la formación.

El pasado 30 de septiembre de 2022 se publicó en el BOE, la Orden por la que se abre la primera convocatoria del PERTE de Digitalización del Ciclo del Agua, con una línea de ayudas de 200 millones de euros para la mejora de la digitalización de los usos del agua urbana. Esta primera convocatoria va destinada a municipios y agrupaciones de municipios de más de 20.000 habitantes. Los beneficiarios potenciales de las ayudas, que comprenden un rango de entre 3 a 10 millones de euros por proyecto, podrán ser los ayuntamientos y resto de administraciones de gestión del agua, así como operadores de los servicios de abastecimiento, saneamiento y depuración de agua urbana en uno o varios términos municipales que superen los 20.000 habitantes de forma permanente. Asimismo, se prevé una reserva de 60 millones de euros para propuestas presentadas que

**» El agua es un recurso imprescindible y un componente estratégico en la economía, de ahí que resulte fundamental avanzar en la modernización del sector del agua con las nuevas herramientas digitales disponibles**



engloben a varios términos municipales y que incluyan municipios de menos de 20.000 habitantes. De esta manera, se establece con carácter general una intensidad máxima de la ayuda del 60% al 90% de los gastos subvencionables.

Con estas ayudas se busca integrar las herramientas digitales actualmente desarrolladas en otros ámbitos e integrarlas en el sector de la gestión del agua.

### HERRAMIENTAS DIGITALES EN EL SECTOR DEL AGUA

La transformación digital del sector del agua pasa por incrementar el volumen de datos y las herramientas para emplearlos de forma más eficiente. En este sentido, hay que trabajar por incrementar la conectividad y la automatización de los procesos y, por supuesto, la digitalización de toda la información. En este contexto el *big data*, el *data science*, la captación de la información, la integración de datos, la ciberseguridad, el *cloud computing* o el internet de las cosas (IoT) son algunos de los nuevos indicadores digitales que permiten mejorar la gestión y el control de las instalaciones y los servicios del agua.

Las herramientas de la industria 4.0 permiten hacer más accesibles y aumentar el volumen de datos relevantes para la gestión industrial del agua, proporcionando además herramientas para analizarlos y utilizarlos de forma inteligente, extrayendo valor añadido y conocimiento.

El conocimiento ayudará a las empresas dedicadas al agua a entender mejor los procesos, tomar mejores decisiones y desarrollar las estrategias más apropiadas. El proceso de digitalización debe contribuir a transformar datos en valor. En este sentido, Pavagua lleva años trabajando en la transformación digital de la empresa con herramientas como las que se describen a continuación.

#### Telecontrol de la infraestructuras hidráulicas

Entre sus actividades, Pavagua se encarga de abastecer agua potable a varios municipios de la Comunidad Valenciana, gestionando infraestructuras tanto en la red de abastecimiento (depósitos, bombeos, etc.) como en la red de alcantarillado. Las infraestructuras hídricas originales de la mayoría de estos municipios mostraron un elevado grado de obsolescencia, sin ningún tipo de automatización y control. Por ello, este es uno de los primeros puntos que Pavagua ha abordado en los servicios de abastecimiento de agua potable, invirtiendo en telecontrol para optimizar el funcionamiento y tener un control exhaustivo de lo que está pasando en cada municipio en tiempo real.

**FIGURA 1.** Ejemplo de sensores instalados en un sistema *smart city* para la medición de la calidad del agua en tiempo real para el seguimiento en continuo de cloro, nitratos, pH y temperatura.



El telecontrol implantado permite disponer de señales en remoto tales como niveles de depósitos, concentraciones de cloro, funcionamiento de las bombas, datos energéticos, etc. Asimismo, evita muchos desplazamientos del personal asignado a los servicios, dado que pueden consultar por cualquier vía los SCADA u otros sistemas de telecontrol establecidos según el caso.

#### Telelectura de contadores

Pavagua invierte en sistemas de telelectura o *smart metering* para proporcionar la información necesaria para un control más eficiente del ciclo hídrico de la red, mejorando la eficiencia hidráulica y los servicios al ciudadano.

Pavagua anualmente invierte en la renovación del parque de contadores de los servicios de abastecimiento, implantando contadores de telelectura. Estos equipos permiten enviar los datos de una manera fiable y robusta desde el contador hasta el Centro de Control de Datos. El establecimiento de estos equipos presenta múltiples ventajas. Una gran parte de los contadores en municipios pequeños se sitúan en el interior de las viviendas, lo que impide controlar las fugas en las acometidas o en las instalaciones interiores. Por tanto, esta medida supone un ahorro de agua en los servicios de abastecimiento, y la reducción y el control de las pérdidas en las redes de distribución y acometidas son criterios básicos para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, así como para reducir el consumo energético y la reducción de emisiones asociadas a la captación del agua. Asimismo, evita molestias a los abonados al no necesitar entrar en las viviendas a tomar las lecturas y evita la estimación de consumos. Los tipos de telelectura que Pavagua viene utilizando son:



telelectura mediante red fija (LoRaWAN) y telelectura mediante sistema *walk-by*.

### Software de gestión de clientes y facturación

Pavagua ha desarrollado un *software* de facturación propio que permite realizar todos los procesos administrativos de los servicios de abastecimiento de agua potable. Con dicho *software*, se gestionan clientes y sus contratos, puntos de suministro y parque de contadores. También permite consultar históricos, actualización de formas de pago, control de todo el ciclo de facturación, modificación de tarifas en vigor, inserción de cuadros de precios unitarios, creación de facturas y presupuestos, validación de números de cuenta bancaria, balances hídricos, estimación de lecturas, resúmenes de facturación y consumos, exportación de ficheros en formato, etc.

Gracias a esta herramienta digital, se pueden analizar valores de contadores y a través de dicha información detectar posibles anomalías en la red de abastecimiento como fugas. Además, estos datos proporcionan la posibilidad de analizar los balances hidráulicos, determinando el rendimiento y, por lo tanto, actuando para mejorarlo. Asimismo, Pavagua también ha desarrollado una oficina virtual interconectada al *software* descrito previamente, que permite a los clientes realizar gestiones administrativas cómodamente sin tener que acudir a una oficina de atención al público.

### Software de gestión de mantenimiento

Pavagua, como empresa contratista de servicios de operación y mantenimiento (O&M) de plantas de tratamiento de aguas tanto para la administración pública como para el sector privado de carácter industrial, uti-

liza un *software* para la digitalización de los procesos de mantenimiento que ayudan a mejorar la productividad del servicio. Este *software* permite al personal responsable del mantenimiento de las instalaciones una gestión y control completo de todas las intervenciones de mantenimiento realizadas en los activos asociados a máquinas, equipos de trabajo, herramientas y unidades de producción. Con ello se logra una gestión integral del área de mantenimiento de forma ágil, mediante la planificación del mantenimiento programado y minimización de las actividades de mantenimiento correctivo que afecten al rendimiento de la operación, garantizando la disponibilidad de los recursos, gestión documental y análisis de datos.

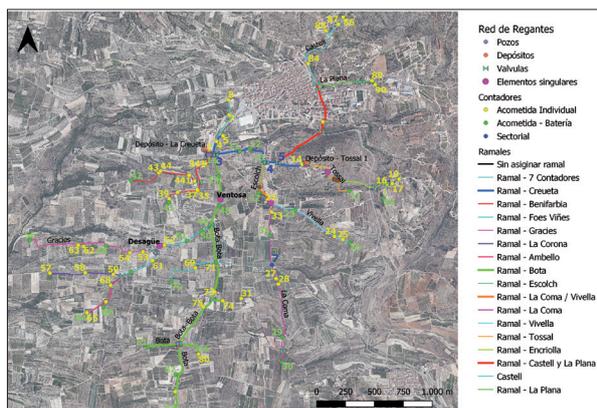
Asimismo, Pavagua ha implantado en sus proyectos la versión web de los *software* de mantenimiento con objeto de agilizar la gestión de incidencias y órdenes de trabajo, a través de cualquier navegador de internet tanto desde PC como dispositivos móviles. Mediante este sistema, el personal en planta notifica de forma sencilla y eficiente anomalías o solicita intervenciones, manteniendo en todo momento el diálogo necesario con el responsable de mantenimiento de la instalación. Los técnicos de mantenimiento gestionan las intervenciones notificando el estado y evolución de los trabajos asignados.

### Sistema *smart city* para la medición de la calidad del agua potable en tiempo real

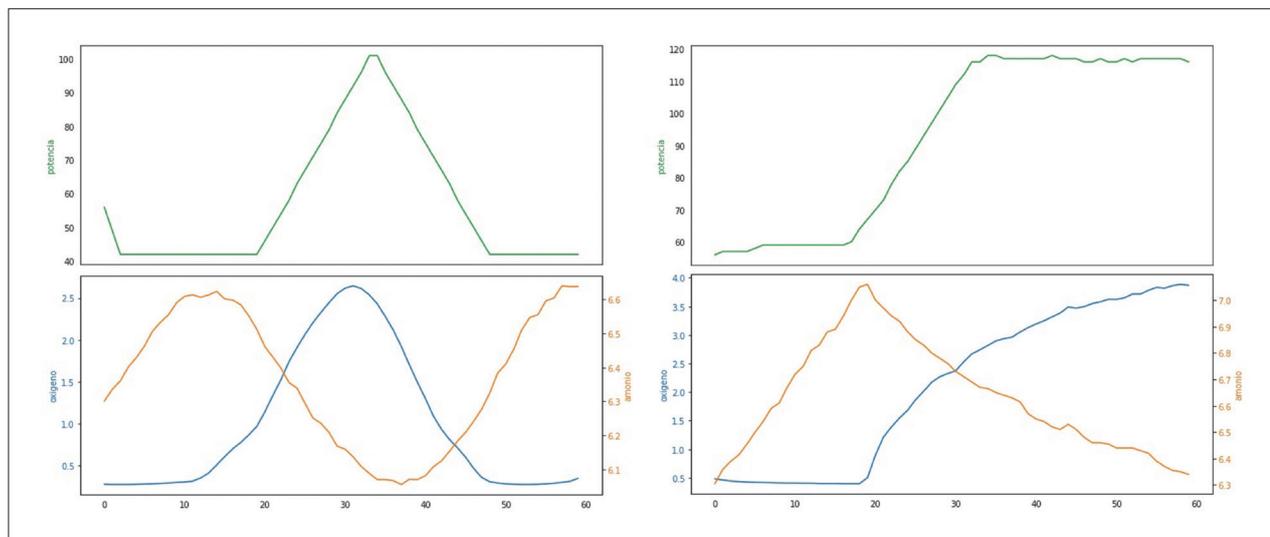
Así mismo, Pavagua ejecuta obras de *smart cities* aplicando nuevas tecnologías como herramientas inteligentes para la gestión y monitorización de la calidad de agua potable de la red de distribución de los municipios en el marco de la digitalización del ciclo integral del agua mediante la implantación de sistemas de sensorización y telegestión de redes de agua que permitan la mejora de la calidad del agua potable suministrada, detección temprana de averías y la reducción de costes en los procesos de lectura y gestión documental, eliminando la medición manual.

La última ejecución de obra realizada por Pavagua se centró en la sensorización de la calidad del agua en cuatro puntos diferentes de la red de distribución de un municipio, instalando sensores para la parametrización en continuo de lecturas de pH, cloro libre residual, temperatura y nitratos (**Figura 1**). El modelo de datos se transfiere a la plataforma de código abierto Sentilo donde se almacena y se explota la información generada.

**FIGURA 2.** Ejemplo de digitalización de una comunidad de regantes donde se han localizado geográficamente todas las infraestructuras de la red.



**FIGURA 3.** Modelo predictivo del comportamiento del oxígeno disuelto obtenido mediante el prototipo de optimización energética en depuradoras durante la experimentación del proyecto FuzzyPAV.



De esta forma, Pavagua contribuye al desarrollo sostenible de los municipios, dotando a las ciudades de un modelo innovador y sostenible basado en la mejora de políticas de transparencia al ciudadano que permitan luchar contra el cambio climático y la descarbonización del medio ambiente.

### Digitalización de redes hídricas

Pavagua cuenta con experiencia en la digitalización de redes hídricas como, por ejemplo, comunidades de regantes (**Figura 2**). La agricultura es el sector con mayor consumo de agua, lo que optimizar su gestión resulta necesario y, para ello, el uso de las tecnologías digitales es clave. El proceso de digitalización de una comunidad de regantes pasa por varias etapas. En primer lugar, se plasma la ubicación geográfica de todas las infraestructuras (tuberías, puntos de suministro, válvulas, contadores, etc.) mediante GIS. Posteriormente, se sectoriza la red mediante válvulas y contadores. La siguiente fase implica la implantación de telelectura en los contadores de los distintos puntos de suministro y, finalmente, el establecimiento de telecontrol en las distintas instalaciones tales como pozos, depósitos, etc., para poder realizar el control remoto y disponer de información en tiempo real.

Todo ello en su conjunto permite operar el sistema con la máxima eficacia y eficiencia, optimizando la búsqueda de fugas, las horas óptimas de funcionamiento de las bombas y detectando los problemas con antelación suficiente para poder actuar sin comprometer la garantía del suministro.

### Inteligencia artificial, *machine learning* y gemelo digital

Actualmente, Pavagua se encuentra desarrollando el proyecto 'Optimización energética de la aireación de depuradoras mediante el desarrollo de algoritmos predictivos de control basados en lógica difusa - FuzzyPAV'. Este proyecto plantea el desarrollo de una herramienta de cálculo computacional, asociada a la introducción de algoritmos de inteligencia artificial adaptados al proceso de depuración de aguas residuales para optimizar la aireación del proceso biológico y, por ende, reducir los costes económicos y el impacto ambiental asociado a la emisión de gases de efecto invernadero.

En la construcción del modelo de optimización energética se decide realizar un prototipo de gemelo digital que permite recrear simulaciones que pueden predecir cómo funcionará el proceso. Para la construcción de este modelo se realiza una exploración de variables de las diferentes señales y controladores, extrayendo y analizando los datos mediante herramientas *big data*. Con ello se recopilan y analizan históricos de datos de varios años, así como el comportamiento y la forma de explotación de una estación depuradora de aguas residuales (EDAR).

A continuación, se lleva a cabo la construcción automática de los ciclos de aireación y el cálculo de las necesidades de oxígeno, teniendo en cuenta las diferentes variables involucradas en la transferencia de oxígeno en el sistema, según los requerimientos de operación en diversos momentos. Posteriormente, se realiza un análisis de correlación de variables, llegando a la creación de modelos predictivos de operación (**Figura 3**). En la si-



guiente fase, se realiza la validación y entrenamiento del gemelo digital comparando su funcionamiento con diferentes modelos predictivos, de esta forma obtenemos a través del uso de redes neuronales un modelo cercano al comportamiento actual de la planta. El prototipo de gemelo digital actualmente está en fase de validación en un entorno real, tomando datos en continuo de una EDAR que permitirá obtener mejores estrategias de operación y permitir la mejora en la toma de decisiones que garanticen la eficiencia energética sin bajar la calidad de operación del proceso biológico.

### CONCLUSIONES

El sector del ciclo integral del agua se encuentra inmerso actualmente en el camino de la transformación digital, el cual brinda la oportunidad de reducir costes de operación y mantenimiento y optimizar un recurso tan valioso como es el agua. El PERTE de Digitalización del Agua ayudará a la modernización del sector movilizando ayudas que, actualmente, ya se están materializando en la reciente convocatoria publicada.

El empleo de herramientas digitales en empresas del sector como Pavagua está incrementando el conocimiento sobre los procesos, lo que permite aspectos tan a la vanguardia hoy en día como es el ahorro energético, cuyos costes está afectando negativamente a los operadores del sector.

El seguir avanzando en la implantación de tecnologías tan punteras como la inteligencia artificial, el *machine learning* o los gemelos digitales, viene de la mano de inversiones por parte de las empresas en innovación tecnológica, proceso imprescindible en la era de la transformación digital.

### AGRADECIMIENTOS

El proyecto FuzzyPAV ha sido aprobado por la Agencia Valenciana de Innovación (AVI), mediante el programa de ayudas en materia de fortalecimiento y desarrollo del Sistema Valenciano de Innovación para la mejora del modelo productivo para los ejercicios de 2021 a 2023. Agradecer el apoyo tecnológico del Instituto Tecnológico de Informática (ITI).