



IDiAGUA

EDICIÓN N.º4 • DICIEMBRE 2022

DIGITALIZACIÓN EN LA GESTIÓN DEL CICLO DEL AGUA

www.plataformaagua.org

REVISTA SOBRE TENDENCIAS EN LA I+D+i DE LA
PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DEL AGUA

EDICIÓN, DISEÑO Y MAQUETACIÓN:

Secretaría Técnica y Secretaría General de la PTEA
Dña. Alicia Andreu (ITC-AICE)

Plataforma Tecnológica Española del Agua (PTEA)
www.plataformaagua.org
secretariatecnica@plataformaagua.org

REVISORES COLABORADORES:

D. Jordi Cros (ADASA)
Dña. M^a Angeles Serrano (GLOBAL OMNIUM)
D. Juan Luis Sobreira (ITG)



ISSN 2792-8101

**"EL AGUA ES LA
FUERZA MOTRIZ
DE TODA LA
NATURALEZA".**

LEONARDO DA VINCI.

NO SE EQUIVOCÓ AL
AFIRMAR QUE LA VIDA EN LA
TIERRA SERÍA INCONCEBIBLE
SIN AGUA, Y, ES POR ELLO
QUE SE CONVIERTE EN EL
MOTOR MÁS POTENTE DEL
MUNDO.

CARTA DEL PRESIDENTE DE LA PTEA

Estimado lector,

Ya tenemos la Cuarta Edición de la Revista IDiAgua. Este año 2022 ha sido el año del PERTE del Agua, por lo que ha sido natural la elección como tema específico de este número el de la DIGITALIZACIÓN EN LA GESTIÓN DEL CICLO DEL AGUA. El objetivo es presentar cómo la I+D+i puede incorporar en el Sector del Agua las tecnologías del Agua Digital, que

... son herramientas y sistemas que utilizan tecnologías digitales, como sensores, software y análisis de datos, para gestionar y monitorear los recursos hídricos. Estas tecnologías pueden ayudar a mejorar la eficiencia y efectividad de la gestión del agua, así como a monitorear y proteger los recursos hídricos. Algunos ejemplos de tecnologías del agua digital incluyen ...

El párrafo anterior es un trozo literal de la conversación en español que tuve el pasado 19 de diciembre con el sistema de Inteligencia Artificial (IA) ChatGPT sobre este tema ... después de verificar que yo soy un humano (<https://chat.openai.com/chat>). La definición que da ChatGPT es tan buena como la que podría haber dado un especialista, con el único "pero" de no explicitar a la propia IA ¿Asusta? No: la IA es una herramienta de ayuda en muchos aspectos de la actividad humana, muy flexible y potente, que lo será aún más en el futuro y que se puede combinar con el resto de herramientas ya disponibles. Sin embargo, ¡espero! que no será capaz de sustituir toda la inteligencia humana, como por ejemplo nuestra capacidad de inventiva.

Una buena parte de los artículos recogidos en este número son ejemplos de lo que ya se puede hacer con las tecnologías del Agua Digital. Éstos se agrupan en dos grandes apartados. Por un lado, se tiene la monitorización exhaustiva de los sistemas hídricos, con la consiguiente necesidad de gestión de la ingente cantidad de información que aparece. Los artículos con este enfoque son los siguientes:

- VIELCA Ingenieros nos presenta su proyecto europeo H2020 SMARTLAGOON, como ejemplo de un sistema de monitorización inteligente del Mar Menor.
- Global Omnium nos describe su plataforma digital BioRisk, desarrollada con el objetivo de monitorizar contaminantes emergentes en diversas matrices del agua y con un enfoque ONE-HEALTH.
- A su vez, Idrica nos informa de la implantación de una plataforma integradora de información para la gestión del ciclo urbano del agua en Calpe (Alicante).
- Y, en el marco de un proyecto europeo H2020, TRAGSA nos habla de la monitorización masiva de la recarga gestionada de acuíferos y la formulación de soluciones TIC para su gestión.

Y por otro lado, la aplicación de software específico para la explotación de dicha información, en particular el uso de la IA, aparece en los artículos:

- ADASA ha utilizado la IA para la detección de las características de las DSUs, con el objetivo de convertir nuestras costas en "oasis azules".
- -También ADASA aplica la IA para mejorar el análisis del comportamiento de las presas y la toma de decisiones en la gestión de su seguridad, con su software Dam360.
- La empresa DAM describe su plataforma en la nube Wastewater Odour Cloud, basada en el monitoreo, captura e integración de datos de las principales variables involucradas y la aplicación de la IA en la gestión de contaminantes atmosféricos en EDAR.

- Dentro del proyecto europeo TRANSACT, DAM aborda demostradores de IA para la detección temprana de vertidos industriales, el análisis comparativo de los indicadores de rendimiento operativo entre diferentes EDARs y para operaciones de mantenimiento predictivo.
- Con su proyecto ISRV, KISTERS aplica la IA para la alerta inteligente del riesgo de inundación por precipitación intensa en el sector del transporte, entrenando el algoritmo con escenarios generados por modelos matemáticos deterministas.
- Por supuesto, la digitalización también afecta a las empresas de nuestro sector. Jaime Castillo y Jorge Fuentes, de Global Omnium y FACSA respectivamente, nos cuentan su "viaje" en la digitalización de sus grandes empresas de servicios y que sirven como ejemplos para otras.

Como cabía esperar por el tema escogido este año y como culminación de las diferentes conferencias que hemos tenido en la PTEA sobre el tema, hemos invitado a Teodoro Estrela, Director General del Agua del MITECO, para que nos desbroce con detalle en qué consiste el Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE) de Digitalización del Ciclo del Agua que promueve su Dirección General.

También hemos entrevistado en este número a Blanca Antizar, directora para Europa de ISLE Utilities, empresa con la que estamos colaborando para el lanzamiento del foro tecnológico de la PTEA. Blanca, que ha sido galardonada con el premio de nuestros amigos de iAgua 2022 a la Mujer del año, nos cuenta su visión sobre la Digitalización del Agua desde su experiencia como directiva de una empresa mundial que fomenta el intercambio de tecnología entre centros de investigación y empresas.

Estamos muy orgullosos de participar como socios del partenariado europeo Water4All, en la medida que la intervención en la toma de decisiones europeas en nuestro sector es uno de los objetivos estratégicos de la PTEA. Por ello, invitamos a Esther Diez (de la dirección de Water4All) para que nos explique en qué consiste este nuevo partenariado, ya que siendo la continuación de WaterJPI, Water4All es bastante más.

Por último, y no menos importante, tenemos el artículo de nuestro anterior Secretario Técnico, Enrique Fernández, siempre ilustrativo y enriquecedor de lo que tiene que ser nuestra misión y visión como plataforma del sector. Gracias Enrique.

Espero, estimado lector, que te gusten los artículos de este número de nuestra revista y que los encuentres de gran interés. Para mi lo han sido.

Un afectuoso saludo



D. FÉLIX FRANCÉS PRESIDENTE DE LA PTEA

ÍNDICE

PAG 7-13

OPINIONES

D. TEODORO ESTRELA MONREAL

Director General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

D. ENRIQUE A. FERNÁNDEZ ESCALANTE

Secretario Técnico de la PTEA 2014-2022.

DÑA. ESTER DIEZ-CEBOLLERO

Leader of Water4All Pillar A.

PAG 14-17

ENTREVISTA

DÑA. BLANCA ANTIZAR

Directora Europea de Consultoría en Isle Utilities.

BLOQUES TEMÁTICOS

PAG 18-63

1 MONITORIZACIÓN, CAPTURA E INTEGRACIÓN DE DATOS, INCLUIDO IOT Y BIG DATA

1.1 Sistema de monitorización inteligente del Mar Menor: Enfoque holístico cuenca-lago.

1.2 Sistema de alerta temprana para la gestión del olor en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR).

1.3 Desarrollo de la Plataforma Digital BioRisk: una Herramienta de Vigilancia Epidemiológica para la Salud Pública.

2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL (MACHINE-LEARNING) Y ANALÍTICA DE DATOS

2.1 Transformación de puertos en oasis marinos con Inteligencia Artificial (Machine-Learning) y analítica de datos.

2.2 Desarrollo de Soluciones distribuidas de Inteligencia Artificial aplicadas al tratamiento de aguas residuales.

2.3 WATERNOLOGY. La estrategia de digitalización integral de FACSA

2.4 Proyecto ISRV: Alerta inteligente de riesgo de inundación por precipitación intensa en el sector del transporte.

3 BIM, DIGITAL TWINS

3.1 Plataforma Integradora para la gestión del ciclo urbano del agua en la ciudad de Calpe (Alicante)

4 ONTOLOGÍA

4.1 Dam360 - Innovando en la seguridad de presas a través del Machine Learning.

4.2 Se hace camino al andar.

4.3 La estandarización e interoperabilidad como tecnologías TIC facilitadoras de la recarga gestionada de acuíferos.

CONOCE LA PTEA

PAG 64-68

Conoce la Plataforma Tecnológica del Agua y cómo contribuye al fomento de la I+D+i dentro del sector del agua.



D. TEODORO ESTRELA MONREAL

DIRECTOR GENERAL DEL AGUA DEL MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO



INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso básico y esencial para la vida y el mantenimiento de los ecosistemas; también es un componente estratégico de nuestra economía:

- Aproximadamente el 80,5% se destina al regadío y los usos agrarios, el 22,6% de la superficie cultivada que se riega contribuye en un 65% a la producción final vegetal.
- El 15,5% del agua se destina al ciclo urbano que factura 7.600 millones de euros anuales y genera 27.000 empleos directos y 35.000 indirectos.
- Es esencial para gran parte de los procesos industriales y para el sector del turismo.

PRINCIPALES RETOS DEL SECTOR DEL AGUA

El sector del agua enfrenta una serie de retos para mejorar la gestión y gobernanza de un recurso, el agua, cada vez más escaso: la adaptación al cambio climático, la mejora de la eficiencia en su uso, el control de los vertidos y del estado de las aguas, la subsanación de la falta de información completa sobre su uso y de la carencia en el control efectivo de los usos del agua, y la completa digitalización del ciclo del agua.

El agua está intrínsecamente vinculado al cambio climático. España es uno de los países de la Unión Europea con mayor estrés hídrico, y en los próximos años se prevé una disminución de hasta el 25% de las aportaciones por efecto del cambio climático.

ORIENTACIONES ESTRATÉGICAS SOBRE AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO

En este contexto crucial para el sector del agua, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha aprobado en julio de este año las Orientaciones Estratégicas sobre Agua y Cambio Climático para establecer directrices y medidas en planificación y gestión del agua en España que incrementen la resiliencia del país frente al calentamiento global con un horizonte temporal que mira al año 2030.

DESAFÍO DE PAÍS

Uno de los instrumentos que permitirá desarrollar estas medidas es el **Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE) de Digitalización del Ciclo del Agua** que plantea un desafío de país hacia una gestión más eficiente y sostenible del agua que permitirá transformar y modernizar los sistemas de gestión del agua, tanto del ciclo urbano, como del regadío y de la industria, a través de tres herramientas: la digitalización, la innovación y la formación.



PERTE Digitalización del ciclo del agua

El PERTE del Agua marca cuatro grandes objetivos: mejorar el conocimiento de los usos del agua; incrementar la transparencia en su gestión; contribuir al cumplimiento de los objetivos ambientales establecidos en los planes hidrológicos; y generar empleo de alta cualificación tecnológica y oportunidades de negocio globales.

INVERSIONES Y LÍNEAS DE ACTUACIÓN

El PERTE para la Digitalización del Ciclo del Agua movilizará en los próximos años 3.060 millones de euros, 1.940 millones de inversión pública directa y 1.120 millones procedentes de colaboración público-privada, y activará la creación de cerca de 3.500 empleos a través de 4 líneas de acción.

La primera, dotada con 10 millones de euros, irá destinada a mejorar la gobernanza en materia de gestión de los usos del agua y tendrá como cometidos prioritarios la modificación de la Ley de Aguas para que incluya los avances en materia de digitalización y usos del agua y la actualización del Reglamento de Dominio Público. Además, está previsto crear un Observatorio de la Gestión del Agua en España que permitirá mantener toda la infraestructura digital y albergar una plataforma web para aumentar la transparencia en el sector.

La segunda línea, con 225 millones de euros, irá dirigida a impulsar la digitalización de los Organismos de cuenca y los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica. Permitirá reforzar los programas de seguimiento y control de los vertidos mediante monitorización en tiempo real y acelerará la implantación de herramientas digitales como el Registro de Aguas electrónico.

La tercera línea de actuación será para el desarrollo de programas de ayuda para el impulso de la digitalización de los distintos usuarios del agua. En concreto, se destinarán 1.700 millones de euros de inversión pública en distintas líneas de ayudas dirigidas a administraciones y entidades que movilizarán, además, una inversión de 1.120 millones de colaboración público-privada.

Y la cuarta y última línea, dotada con 5 millones de euros, tiene como objetivo impulsar el desarrollo de capacidades y competencias de todos los sectores de la gestión del agua para asegurar una correcta implantación, uso y mantenimiento de todas estas tecnologías.

CONVOCATORIAS EN MARCHA

En el marco de la tercera línea de actuación este año se ha aprobado ya el reparto en Conferencia Sectorial de Medio Ambiente a las Comunidades Autónomas de la primera partida de 100 millones de euros de los 200 previstos: 40 millones para impulsar la digitalización de las Comunidades Autónomas con competencia en la gestión del dominio público hidráulico, y 60 millones para la digitalización de administraciones hidráulicas de Comunidades Autónomas y de entidades locales, en especial de municipios menores de 20.000 habitantes.

También se ha publicado en el Boletín Oficial del Estado la primera convocatoria de subvenciones por importe de 200 millones de euros en concurrencia competitiva de programas singulares de digitalización del ciclo urbano del agua.

PRÓXIMAS CONVOCATORIAS

A partir de 2023 está previsto que se ponga en marcha la segunda convocatoria de estas subvenciones para programas de digitalización del ciclo urbano del agua, la convocatoria de subvenciones en concurrencia competitiva de programas singulares de digitalización de Comunidades de Regantes y Comunidades de Usuarios de Aguas Subterráneas, y la convocatoria de subvenciones en concurrencia competitiva de programas singulares de digitalización de los usos del agua en el sector industrial, así como la segunda partida del reparto en Conferencia Sectorial de Medio Ambiente a las Comunidades Autónomas.

GOVERNANZA Y PARTICIPACIÓN

La materialización del PERTE del Agua, impulsado por la Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico con la participación de los Organismos de cuenca intercomunitarios e intracomunitarios, de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, de las Sociedades Estatales Acuaes y Acuamed, y de diversos agentes públicos y privados, supondrá un salto cualitativo en la gestión del ciclo del agua.



D. ENRIQUE A. FERNÁNDEZ ESCALANTE

SECRETARIO TÉCNICO DE LA PTEA 2014-2022



LA PTEA EN BUSCA DEL NUEVO PARADIGMA PARA LA GESTIÓN DEL AGUA LA VISIÓN COMO ELEMENTO INDISOCIABLE DE LA MISIÓN.

España alcanzó la madurez hídrica a principios del Siglo XXI, comprometiendo al sector del agua y energía, y por ende a la PTEA, a “lanzarse al agua”, y contribuir en la búsqueda de un nuevo paradigma para la gestión integrada de los recursos hídricos. Este compromiso ha sido doble: “low cost” (podemos hablar de anorexia presupuestaria), pero “high effort”, buscando permanentemente simbiosis entre los distintos actores del sector del agua.

Han sido ocho años compartiendo esfuerzos con una Junta Directiva amable y sensata, bajo la presidencia de Antolín Aldonza, quien se rigió por el eslogan “lo más importante son las personas”, y ha cedido protagonismo en actos públicos a la gente más joven como filosofía de vida. Más tarde de Félix Francés, quién fomenta los objetivos trazados con presteza. Conviene citar la visión (y misión) de Manuel López, quien tuvo un optimismo decisivo en los momentos de mayor profundidad de la crisis, sin dejar a agradecer a todos y cada uno de los miembros y vocales de la PTEA su diligencia y compromiso.

El devenir de la Secretaría Técnica ha tenido una protagonista incuestionable, Carolina Pérez, inteligente ingeniera, con un diseño humano “generador-manifestante” (imagino), coautora de las primeras Agendas Estratégicas de Investigación -e Innovación- (SRA-SRIA), y activista logística y técnica.

Algunas cifras del agua en España nos recuerdan la necesidad de un organismo o institución que ayude a las Administraciones Públicas en la planificación y gestión integrada de los recursos hídricos, por ejemplo, la totalidad de fugas contabilizadas de nuestras conducciones, que según el INE 2021 se cifran en unos 700 hm³/año, cantidad de agua suficiente para abastecer una población de unos 13 millones de habitantes.

En este contexto, durante estos ocho años, ha habido un permanente “goteo” de aportaciones para la propuesta de un nuevo paradigma, con ráfagas de nuevo conocimiento derivado de los proyectos de I+D+i en los que ha participado la PTEA a través de sus asociados, que han permitido adquirir una visión holística del ciclo hidrológico. En este contexto el término “transform information into knowledge”, o TIK, ha conformado un serio avance del estado del arte en líneas de acción tales como economía circular, nexo agua-energía-alimentación, soluciones basadas en la naturaleza, recarga gestionada de acuíferos, etc., mediante la difusión y explotación de soluciones tecnológicas escalables, y sin contaminación política.

Algunas de las aportaciones al nuevo paradigma tan conveniente como necesario están relacionados con la crisis del agua, y se pueden resumir en la resolución de conflictos interregionales y fragmentación del territorio, dificultades de suministro, nuevos escenarios asociados al cambio climático y sus eventos hidrológicos extremos, cumplimiento de la DMA (e.g. en materia de depuración), marco regulatorio muy dinámico, sistema tarifario conflictivo, infraestructuras deficientes, etc.

Algunas de las posibles soluciones tecnológicas quedan intensamente relacionadas con la misión de la PTEA: Aumentar nuestra capacidad y competitividad tecnológica de manera que contribuya a alcanzar los objetivos de crecimiento, competitividad y al desarrollo sostenible del Estado y del resto de la UE; y con nuestra misión: fuente de tecnologías para garantizar los objetivos del milenio en condiciones óptimas. Acciones concretas son la colaboración y participación en eventos sectoriales, implicación en temáticas de interés, celebración de eventos, fomento de la participación en proyectos y en redes sociales, participar en grupos intersectoriales, etc.

Esta perspectiva permitió elevar la capacidad de prospectiva para incorporar palabras clave en las nuevas calls, lo que se manifestó como eficiencia y sostenibilidad (e.g., la última convocatoria del FP7 Water inno-demo permitió que los agentes españoles obtuvieran un 28% del presupuesto total de la call, éxito!).

La nueva convocatoria Water4all ha surgido tras intensos años de actividad y de búsqueda de un representante del sector que sea además un interlocutor válido ante las Administraciones, un rol que la PTEA persigue, pero que en España resulta especialmente difícil por la amplitud y diversidad del gremio agua. Por justicia, cabe mencionar la incuestionable ayuda y cariño que hemos recibido por parte de los sucesivos Directores del Agua, independientemente de su signo, desde Marta Morén a Teodoro Estrela. Nos hemos sentido escuchados y considerados. Reciban nuestros directores mi agradecimiento en nombre de la PTEA.

Para ir terminando, si “el agua es vida”, la PTEA fortalece ambas. Mis ocho años como secretario técnico los he realizado con entusiasmo y gratitud, siempre apoyado por Carolina y por Ganímedes, el aguador de los Dioses, quien fomenta la I+D+i del sector, y aumenta la eficiencia hídrica y energética.

Tras esta nota “animista”, las aportaciones al conocimiento todavía resultan insuficientes, y los avances técnicos deben ir acompañados de avances normativos, monitoreo inteligente apoyado en la inteligencia artificial, una mayor interconexión entre los documentos públicos publicados, tales como los planes de sequía, etc. La revisión del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) han tenido una intensa participación por parte de miembros de la PTEA, y confiamos en que el resultado sea beneficioso para tod@s.

A “final de tubería”, deseo mucha suerte a Global Ómnium, quienes han recogido el testigo de esta secretaría técnica, y permitirán que alcancemos nuevos avances en la I+D+i del agua con toda seguridad. La revista IDiAgua es uno de estos canales, y como anterior co-editor, creo que debemos fomentar mediante la participación y atención.

Ha sido un placer y un honor participar en la PTEA como ST entre 2014 y 2022.

Muy agradecido.



**DÑA. ESTER DIEZ-
CEBOLLERO**

LEADER OF WATER4ALL PILLAR A



WATER4ALL – WATER SECURITY FOR THE PLANET: A NEW RESEARCH AND INNOVATION PROGRAMME ON WATER.

Water4All – Water security for the planet is the name of a new research and innovation programme on water that was officially launched on the 1st June 2022 and that will run for the next 10 years. Partially funded by the Commission, it is one of the Partnerships brought to life by the Horizon Europe Programme.

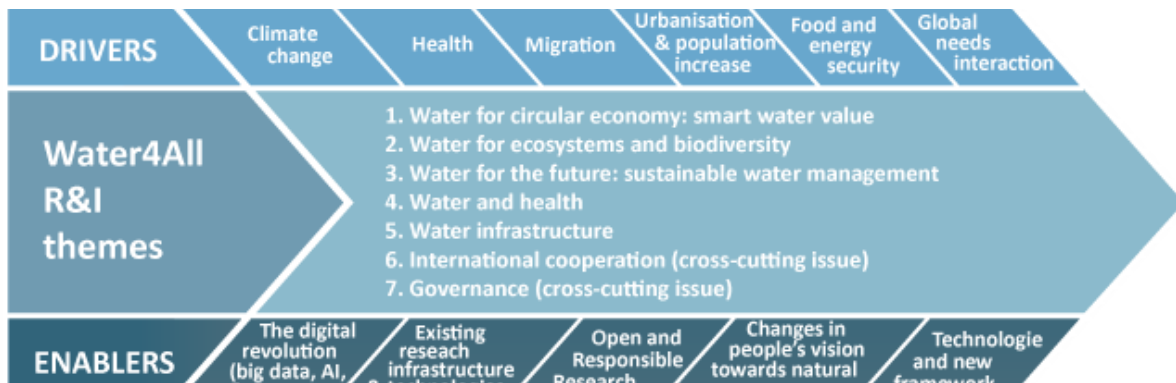
Its aim is to enable the provision of water for all in the long term, and therefore improving the life quality of people in Europe and abroad, through the generation of knowledge and the production of solutions that respond to society's needs. To this end, Water4All will support the implementation of a wide range of activities including, but not only, the funding of research and innovation projects, the demonstration and testing of innovative solutions, the networking of experts, the production of science-policy interface documents and events, the design of training programmes for students or young professionals, capacity building or international cooperation.

The Water4All Consortium currently counts more than 70 partners from all around Europe, Brazil and South Africa and representing national research and innovation funding agencies, policy-driven organisations, local authorities, water associations, research performing organisations, and scientific and economic networks in the field of water at European, national or regional levels. These partners provide their expertise in water to support the development of activities.

Water4All has been designed to respond to current and emerging water challenges whilst building upon the work and expertise generated in previous research and innovation programmes. As a result, the programme continues with some of the operational funding principles of previous instruments e.g. ERA-NETs and Joint Programming Initiatives (JPIs). Water4All foresees the launch of at least 6 transnational calls for projects in different domains. These calls will be funded by participating national funding agencies members of the Consortium (although the participation of other funding agencies could also be envisaged). The European Commission comes to top up the funding available by providing up to 30% of the overall funding allocated by national agencies.

Prior to the official launch of the Water4All Partnership, partners worked together on the development on a "Strategic Research and Innovation Agenda" (SRIA). The SRIA results from an inclusive and consensus-based approach in which different actors, both members of the Consortium and experts from outside the programme, have actively contributed to the identification of key themes and related topics that should be addressed by Water4All through different activities.

The figure below shows the seven key themes identified by partners as well as the factors (drivers and enablers) that may influence the strategic direction of the programme.



Overview of Water4All's strategic agenda

Addressing water challenges requires a mix of research and innovation and practice-oriented activities based on a holistic and multidisciplinary approach and covering the whole RDI chain. Water4All is structured around five action Pillars:

- Pillar A focuses on the strategic issues of the Partnership, being responsible for the development and update of the Water4All's strategic agenda and the implementation of communication/ dissemination activities.
- Pillar B is in charge of the organisation of calls and the launch of Thematic Annual Programming (TAP) for the alignment of water RDI priorities.
- Pillar C strives to enhance the sharing of information between researchers, policy makers and end-users for an enhanced uptake of knowledge and solutions.
- Pillar D establishes links with existing or upcoming demonstration activities for the real application in the field of proposed solutions.
- Pillar E concentrates on the international cooperation approach of Water4All, looking at opportunities for collaboration in countries outside of the Consortium and seeking to contribute to the United Nations Sustainable Development Goals (UN-SDGs).

FIRST CALL FOR PROJECTS

The first joint transnational call launched by Water4All focuses on "Management of water resources: resilience, adaptation and mitigation to hydroclimatic extreme events and management tools". Proposals are required to address at least one of the following topics:

- Topic 1. Resilience, adaptation and mitigation to hydroclimatic extreme events.
- Topic 2. Tools for water management - in the context of hydroclimatic extreme events.
- Topic 3. Improved water governance in the context hydroclimatic extreme events and international contexts.

Proposals must count the participation of entities from at least 3 of the following participating countries: Austria, Belgium, Brazil, Czech Republic, Denmark, Estonia, France, Germany, Hungary, Ireland, Israel, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Moldova, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, South Africa, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.

The overall budget for this call is 34 million Euros.

ROLE OF SPAIN IN THE WATER4ALL PARTNERSHIP

Several Spanish entities are part of the Water4All Consortium: Agencia Estatal de Investigación (AEI) and Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) as funding agencies, as well as IMDEA Water and Asociación Cluster para el uso eficiente del agua (ZINNAE). PTEA is an associated partner to the Consortium and it leads the task aimed at enhancing the participation of relevant stakeholders in the update of Water4All's strategic agenda, due by the end of 2025. As such, PTEA is in charge of a consultative workshop that will take place in 2024.

There are several modalities to be actively involved in Water4All activities, either as full member of the programme (modalities to be discussed with the coordinator) or associated member. You can also contribute by responding to upcoming consultations, participating in dedicated meetings and obviously by proposing projects to our different calls.

If you wish to have further information on the programme, do not hesitate to contact the Water4All's Secretariat and Coordination team at: Water4All@agencerecherche.fr



Water4All's Consortium

DÑA. BLANCA ANTIZAR

DIRECTORA EUROPEA DE CONSULTORIA DE ISLE UTILITIES



¿POR QUÉ ES NECESARIA LA DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR DEL AGUA?

La creciente demanda de agua para abastecer a las poblaciones y asegurar el desarrollo de las actividades económicas esenciales representa un desafío enorme en la gestión de los recursos hídricos. En este sentido, resulta clave aumentar la inversión, adoptar el uso de nuevas tecnologías y diversificar las fuentes de suministro para la industria, así como mejorar el aprovechamiento o reutilización de los recursos, en virtud de garantizar la seguridad hídrica particularmente en regiones donde los riesgos de escasez son cada vez mayores. La digitalización del agua ya no es opcional.

Las nuevas tecnologías tienen el potencial de generar resultados significativos en el sector del agua. A medida que avanzan las capacidades tecnológicas, también lo hace nuestra capacidad para recopilar información de dispositivos remotos y correlacionar esa información entre diversos sistemas para ayudarnos a lograr un conocimiento de la situación casi en tiempo real, o aprovechar la inteligencia aumentada para interpretar una variedad de datos estructurados y cada vez más no estructurados, basados en texto o datos sensoriales. El análisis cognitivo se encuentra en el centro de la capacidad de derivar valor procesable de estos datos y ejecutar o automatizar la siguiente mejor acción basada en la ciencia de datos predictiva y prescriptiva.

¿CÓMO SE ESTÁN APLICANDO EL INTERNET DE LAS COSAS (IOT), LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, LAS TECNOLOGÍAS DE PROCESAMIENTO MASIVO DE DATOS E INFORMACIÓN O LA SENSORIZACIÓN AL SECTOR?

El agua digital se trata realmente de sentar las bases para que las empresas de servicios públicos comiencen a aplicar la ciencia de datos y las técnicas de inteligencia aumentada a los problemas comerciales, por lo que esta representación virtual del sistema de agua permitirá el conocimiento de la situación o el monitoreo de flujo y calidad casi a tiempo real, que tiene un gran potencial para resolver muchos de los desafíos que enfrenta la industria. La aplicación de la digitalización se está enfocando en varias áreas, pero yo resaltaría las pérdidas de agua y energía, así como la gestión de activos como las áreas que están recibiendo una mayor atención.

Gracias a la digitalización en el sector del agua estamos viendo grandes mejoras, como son los tiempos de respuesta a eventos, reducciones en el uso de energía en toda la red, y otros beneficios en la cadena de valor, específicamente en el área de gestión de activos. Hoy por hoy, las empresas de servicios públicos programan el mantenimiento basado en el tiempo; la digitalización puede ayudarnos a dar el siguiente paso para realizar un mantenimiento basado en la condición. Las empresas tendrán las herramientas suficientes para identificar la edad efectiva de sus activos y luego pronosticar fallas potenciales. Es decir, las empresas de servicios públicos serán capaces de identificar y programar mejoras masivas en las actividades de mantenimiento de extensión de vida, así como planificar estratégicamente su reemplazo en su plan de activos a largo plazo.

El progreso de tecnologías cognitivas o aumentadas nos permite utilizar imágenes de video y reconocimiento de patrones para revisar y analizar imágenes. Tecnologías cognitivas, entrenadas por la experiencia humana, una vez aplicadas al sector del agua pueden acelerar la detección de fugas y la evaluación de activos.

Vivimos en una época de inundaciones y sequías cada vez más frecuentes y severas, y como tal, las empresas de agua y las ciudades están buscando formas de volverse más resilientes. En Isle hemos formado un grupo de trabajo enfocado en resiliencia urbana para ayudar a las municipalidades a anticiparse al estrés generado por el cambio climático en el ciclo del agua. Isle, con el Banco Mundial, ha desarrollado el programa Utility of the Future (UoF) para guiar a las empresas de servicios públicos en el inicio y mantenimiento de los esfuerzos de reforma. El objetivo es convertirse en una UoF, una empresa de servicios públicos enfocada en el futuro que brinde servicios de suministro de agua y saneamiento confiables, seguros, inclusivos, transparentes y receptivos, a través de las mejores prácticas de una manera eficiente, resistente y sostenible. UoF es un nuevo paradigma para brindar servicios WSS, muy por encima de lo que la mayoría de las empresas de servicios públicos han logrado, o incluso buscado, en la actualidad.

¿EXISTEN BARRERAS O LIMITACIONES PARA SU DESARROLLO E IMPLANTACIÓN?

El agua se considera una mercancía y, en muchos lugares, un "derecho". Por esa razón, las decisiones de inversión críticas no se financian año tras año, lo que contribuye al desafío de la infraestructura obsoleta y las nuevas ideas en torno a la digitalización se consideran un lujo o requerirían un reembolso inmediato para obtener la aprobación para la implementación. Además, la naturaleza fragmentada de la cadena de valor de los servicios públicos de agua obstaculiza la toma de decisiones, restringe los fondos comunes de financiación y estrangula los casos comerciales.

La digitalización permite a las empresas actuar con éxito, económica y ecológicamente. Optimiza la calidad, la seguridad, la conservación de los recursos, el ahorro energético y la reducción de las emisiones de CO2.

La ciberseguridad es un área de posible preocupación para las empresas que adoptan la digitalización en el sector. Se deben tener en cuenta varias consideraciones al digitalizar un sistema existente con aplicaciones y herramientas más antiguas. Las intrusiones en la red también han sido una preocupación para las empresas de servicios públicos durante mucho tiempo. Existen amenazas en torno a los sistemas de control críticos, especialmente aquellos que controlan los flujos de agua, por lo que las plantas de tratamiento y las presas vienen inmediatamente a la mente como amenazas a la seguridad y la protección.

En un estudio reciente de Isle para el Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (EBRD), titulado Digital roadmap for the water sector, establecimos un marco único pero transferible para los niveles de Madurez Digital aplicables al sector del agua a nivel mundial. En este documento identificamos amenazas de ciberseguridad, vulnerabilidades y necesidades de máxima prioridad específicas de la industria del agua y la mejor manera de gestionárselas. Asesoramiento sobre qué acciones se recomiendan como respuesta a los incidentes cibernéticos y las capacidades que deben desarrollarse para mejorar la conciencia y la respuesta a los problemas de seguridad específicos de la industria del agua.

¿CÓMO ESTÁ ABORDANDO EL SECTOR ESTE RETO?

Cuando se empieza a hablar de nuevas tecnologías como la inteligencia aumentada, la nube y la tecnología de sensores desde el punto de vista de una empresa de servicios públicos de agua, muchos de ellos todavía tienen problemas con los informes que están en papel, por lo que queda un largo camino por recorrer. Se necesita todo un ecosistema para digitalizar una empresa. En Isle identificamos globalmente los diferentes stakeholders que conforman este ecosistema necesario para realizar grandes avances en el sector.

Es una preocupación constante la velocidad a la que esta transformación digital pueda suceder. La tríada de agua, energía y alimentos es real y, a nuestro ritmo actual de crecimiento y consumo, la escasez de agua tiene el potencial de detener las cadenas de suministro de alimentos y energía y afectar el crecimiento económico. Para acelerar el ritmo del cambio, Isle trabaja juntamente con empresas del agua, desarrolladores de tecnología, inversores, políticos, multilaterales, organizaciones no gubernamentales y el público en general, desarrollando metodologías y servicios de comercialización innovadores, así como educando al sector. Necesitamos trabajar juntos para facilitar y acelerar un cambio real en el sector del agua.

¿ESTÁ ESPAÑA BIEN POSICIONADA EN ESTE SENTIDO CON RESPECTO AL RESTO DE EUROPA E INTERNACIONALMENTE?

En España el reto para las administraciones públicas y las empresas privadas es la gestión eficiente y sostenible del agua, y la digitalización del ciclo del agua es incompleta.

En la actualidad, a nivel administración hidráulica, se está trabajando en la implantación del Registro de Aguas electrónico y la Base Central de Datos con el fin de mejorar la información disponible sobre los distintos aprovechamientos de agua en las distintas cuencas hidrográficas. Respecto a los usuarios, AEAS y AGA realizan el Estudio sobre el Suministro de agua potable y saneamiento en España que indica que, la mayor parte de las redes de abastecimiento y saneamiento (en el ciclo urbano e industrial) disponen de cartografía digital, si bien no más del 60% de las redes de abastecimiento y un 25% de la red de alcantarillado pueden ser teledirigidas, respectivamente.

Por otro lado, la existencia de modelos numéricos de las redes abarca aproximadamente a un 77% y un 50% de la red de abastecimiento y de la red de alcantarillado respectivamente. Así mismo, aproximadamente un 16% de los contadores tienen lectura remota.

Los PERTE (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica) son un nuevo instrumento de colaboración público privada en los que colaboran las distintas administraciones públicas, empresas y centros de investigación. Su objetivo es impulsar grandes iniciativas que contribuyan claramente a la transformación de la economía española. Es de esperar que el PERTE para la digitalización del ciclo del agua facilite el cumplimiento de la Planificación Hidrológica y mejore la gestión de los recursos hídricos.

CASOS DE ÉXITO

En España estamos viendo grandes esfuerzos realizados en el campo de la digitalización, como es el caso de la Smart Water Platform, la plataforma inteligente de software y análisis de GoAigua (Idrica), que está diseñada para todo el ciclo del agua, o el proyecto CircRural 4.0 cuyas soluciones de digitalización han sido desarrolladas por Instituto Tecnológico de Galicia (ITG) y enfocado en la concepción circular e inteligente de la gestión del agua residual en áreas rurales.

Empresas como GS Inima apuestan por la gestión digital del agua en España y cuentan con una serie de líneas de trabajo centradas en GIS, sensorización y telemetría, lectura remota, control y monitorización a tiempo real, una plataforma virtual 3D, la gestión de activos, GS Inima Smart, y un gemelo digital cognitivo. En la actualidad disponen de más de 5.500 km de redes de abastecimiento digitalizadas en España. Baseform ha desarrollado un software que está en la nube y que se conecta a los datos que existan en las empresas de aguas, que sus clientes utilizan en tres áreas fundamentalmente: las pérdidas de agua y energía, aportaciones indebidas y para la gestión de activos.

Sin duda, España tiene un gran potencial para acelerar el proceso de la transformación digital en el sector del agua, y ya se están observando resultados exitosos.

Isle ha apoyado a un gran número de empresas de servicios públicos globalmente, con metas ambiciosas, como la reducción de las pérdidas en un 10% del PERTE. Recientemente hemos creado una base de datos de tecnologías digitales que empresas con diferentes niveles de madurez digital pueden implementar, que incluyen tecnologías aplicables en la infraestructura del tratamiento de agua potable, aguas residuales, biosólidos, y el ciclo del agua en general. Y este es solamente un caso de los muchos en los que podemos trabajar conjuntamente con las empresas de servicios públicos, y otros stakeholders en el sector del agua, para conseguir resultados exitosos, a la vez que se optimizan los servicios cumpliendo con la legislación vigente, y aumentando la satisfacción de los usuarios finales.

¿QUÉ SE SIENTE TRAS HABER RECIBIDO EL PREMIO IAGUA A MUJER DEL AÑO?

Los Premios iAguA son los galardones más prestigiosos del sector del agua en España y Latinoamérica.

Es un verdadero logro para mí recibir este premio. Ha sido un largo camino para llegar a donde estoy, a través de diferentes países con muchos retos, pero también con mucha gente que me ha apoyado sin importar ser hombre o mujer, joven o mayor. En el sector del agua lo estamos haciendo muy bien, pero tenemos que hacerlo mejor, y para ello todos somos conscientes de que necesitamos una mayor diversidad, inclusión y equidad. Necesitamos jóvenes, necesitamos mujeres.

Veo que el premio iAguA a la Mujer del Año promueve a mujeres como role model para las futuras generaciones femeninas. Al mismo tiempo nos ayuda a dar más visibilidad al sector del agua a la mujer como profesional especializada. Creo que es importante que las mujeres, y también el agua, estemos más presentes en las escuelas, en las universidades, en el mundo laboral, si queremos tener un sector del agua más fuerte, particularmente en este momento en el que nos tenemos que enfrentar a las presiones, entre otras, que el cambio climático ejercen sobre nosotros.



Premios 2022 IAGUA. Fotografía de Gonzalez-Cebrian

1

MONITORIZACIÓN, CAPTURA E INTEGRACIÓN DE DATOS, INCLUIDO IOT Y BIG DATA



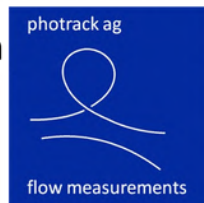
ARTÍCULO 1.1

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN INTELIGENTE DEL MAR MENOR: ENFOQUE HOLÍSTICO CUENCA-LAGO

Introducción

Las lagunas costeras presentan por un lado un gran valor ambiental y socioeconómico, encontrándose entre los ecosistemas más productivos del planeta [a] y por otro, destacan por su vulnerabilidad, especialmente a las presiones climáticas y antropogénicas [b, c]. En este contexto, el proyecto H2020 SMARTLAGOON combina nuevas tecnologías de detección basadas en sensores remotos e inteligencia artificial y alimentadas por una eficiente infraestructura de IoT con el objetivo de modelizar los procesos socioambientales. El proyecto persigue la predicción en tiempo real de los cambios a corto y largo plazo del estado ecológico de este tipo de ecosistemas, pudiendo servir como ayuda a la toma de decisiones en los distintos aspectos relacionados con la gestión de las lagunas costeras.

SMARTLAGOON se centra en la mayor laguna costera de agua salada de Europa, la laguna del Mar Menor, que ha sufrido en los últimos años una importante degradación ambiental, y en la que es necesario tanto su seguimiento y monitorización, como la aplicación de nuevos enfoques de modelización [a, d]. Para ello, se ha formado un consorcio multidisciplinar con experiencia en el diseño de infraestructuras de IoT, en la monitorización de cauces a partir de vídeos que puede ser alimentado por proyectos de ciencia ciudadana, en la modelización hidrológica e hidrodinámica mediante modelos de base física y técnicas de inteligencia artificial, y en la modelización de la dinámica de interacción de los sistemas naturales y sociales.



El proyecto H2020-EU SMARTLAGOON tiene como principal objetivo desarrollar un gemelo digital para estudiar las interacciones socioambientales causadas por la crisis ecológica del Mar Menor (Murcia). En el presente artículo se describen las técnicas de monitorización implementadas y desplegadas para la adquisición de datos en tiempo real del estado de la laguna y su cuenca vertiente, y que incluyen, entre otras: (i) el uso y calibración de productos satelitales para el análisis espacio-temporal de la calidad de aguas de la laguna; (ii) la aplicación de técnicas de visión artificial mediante la instalación de cámaras fijas y el uso de la aplicación móvil, Discharge App, para la determinación de caudales en cursos superficiales de agua; y (iii) el diseño e instalación de una boya oceanográfica inteligente y sostenible para la monitorización continua de variables medioambientales y de calidad de aguas de la laguna. La digitalización de estas componentes del medio acuático servirá para crear un sistema de vigilancia temprana y alimentará modelos combinados de Inteligencia Artificial y de base física de la laguna y su cuenca vertiente, sentando las bases para el posterior desarrollo del gemelo digital.

El proyecto se inició el 1 de enero de 2021 y hasta el momento se ha centrado en la identificación y contacto con los actores clave – buscando sus expectativas de monitoreo –, la identificación de sitios para el despliegue de la infraestructura IoT, la definición de la línea base de las variables socioambientales y el régimen regulatorio y normativo, así como el inicio de la modelización socioeconómica.

La modelación medioambiental parte de un modelo hidrológico de cuenca desarrollado en SWAT+ [1] que tiene en cuenta las escorrentías superficiales y sus aportes a la laguna, que constituyen las entradas a un modelo biogeoquímico de lago en GOTM-WET[2]. Mientras que la modelación socioeconómica se establece a partir de un modelo de dinámica de sistemas generado a partir del desarrollo de una serie de 3-4 talleres sectoriales con los principales actores identificados.

En este sentido cabe destacar que una de las novedades del proyecto es la combinación de las variables y modelos físicos con el conocimiento y modelación de los procesos socio-económicos en el Campo de Cartagena, que en definitiva son la causa de la degradación medioambiental de la laguna del Mar Menor.

El presente artículo introduce los principales sistemas de monitoreo empleados hasta la fecha y su estado actual dentro del proyecto.

Metodología de monitoreo:

Productos satelitales:

Se está trabajando con información satelital procedente de diversas fuentes – i.e. Sentinel 2 y 3 de Copernicus y SNPP VIIRS y MODIS Aqua de la NASA – para obtener y calibrar con datos medidos por la Consejería de Agricultura de la Región de Murcia (CARM) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO) las variables de calidad de agua de la laguna, tales como clorofila y sólidos suspendidos.

Algunos de los productos que se han desarrollado hasta el momento son:

- Herramientas para la descarga de información proveniente de sensores remotos: <https://github.com/SMARTLAGOON/RemoteSensingSoftware>
- Herramienta para evaluar la relación existente entre las imágenes aéreas y la información en formato raster: <https://github.com/vielca/CPR>
- Herramienta para la interpolación diaria de imágenes a partir de información recolectada a intervalos de varios días: <https://github.com/vielca/DAI> [e]

[1] <https://swat.tamu.edu/software/plus/>

[2] <https://projects.au.dk/wet/>

PALABRAS CLAVE

SMARTLAGOON
Sensores remotos
Cámaras inteligentes
IoT marítimo
Gemelo digital

Procesamiento de imágenes y aplicación DischargeApp:

Nuestro socio photrack ag pone a disposición del proyecto su tecnología para la medición de caudales a partir de videos de flujos superficiales en lámina libre, tanto en su versión de funcionamiento sobre cámaras fijas orientadas a tramos de cauce con sección conocida, como en su versión de aplicación para smartphone - i.e. DischargeApp[1].

Se han instalado varias cámaras en tramos fijos de cauce en las que se detectan y miden los caudales circulantes, y está previsto desarrollar algoritmos de procesamiento de imágenes que sean capaces de determinar parámetros de calidad de aguas en función de la colorimetría del flujo.

Boya oceanográfica:

Se ha diseñado, adquirido y equipado una boya para la medición en tiempo real y distintas profundidades de variables de calidad de aguas, tales como temperatura, oxígeno disuelto, clorofila, turbidez, además de variables climatológicas [a].

Tras la obtención de los permisos administrativos por un plazo de 4 años, se realizó el ensamblado final y pruebas de conectividad en el varadero anexo a la sede del IEO a finales de septiembre de 2022, llevando a cabo el despliegue final a mediados del mes siguiente.

La información obtenida en tiempo real se puede consultar desde la siguiente dirección web: <https://sensingtools.com/aplicaciones/5f8edc99a3302d002d06241d>.

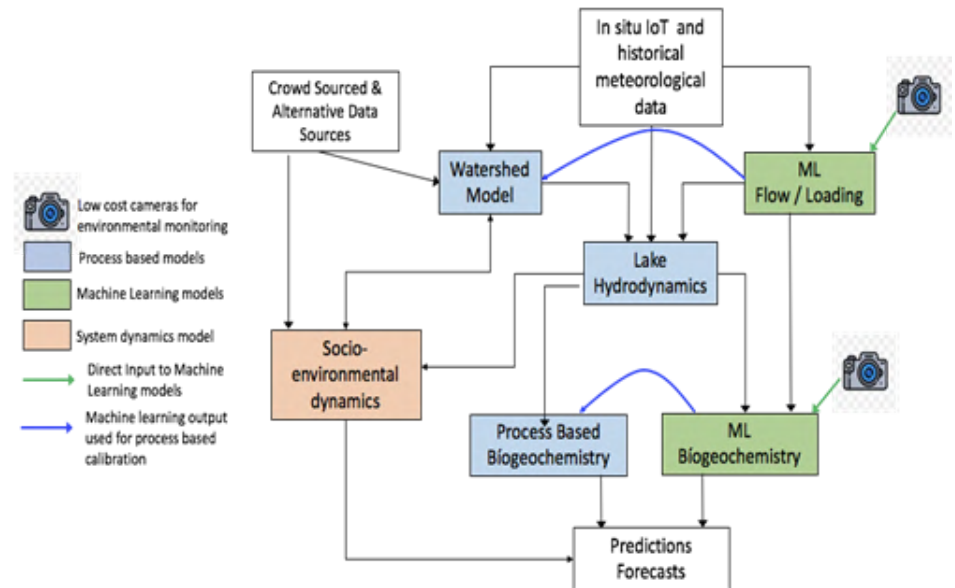


Diagrama de proceso del proyecto H2020 SMARTLAGOON

[1] <https://discharge.ch/>

Conclusiones:

Se han presentado los sistemas de monitoreo basados en productos satelitales e infraestructuras IoT que hasta el momento se están empleando en el proyecto H2020 SMARTLAGOON.

Con ellos se pretende alimentar y calibrar los modelos hidrológicos, de calidad de aguas y socio-económicos del Campo de Cartagena y el Mar Menor, brindando a su vez la información al público en general a través del gemelo digital del ecosistema que está previsto desarrollar con el proyecto.

El modelo digital de la laguna del Mar Menor constituirá una herramienta para la observación en tiempo real y la evaluación de las variables de calidad de aguas teniendo en cuenta diversos escenarios desde el punto de vista socio-económico y por la consideración del cambio climático. Del mismo modo, el gemelo digital de la laguna permitirá la evaluación de las predicciones climáticas de corto y medio plazo - i.e. 3-15 días -, así como la respuesta que estas variables físicas tendrán sobre el comportamiento de la laguna.

La fecha prevista de finalización del proyecto es el 31 de diciembre de 2024, mientras tanto os invitamos a que nos sigáis en nuestra web (<https://www.smartlagoon.eu/>) y a través de nuestras redes sociales (Twitter: @SMARTLAGOON; Facebook: smartlagoon.eu).

Referencias:

[a] Catia Prandi, José M. Cecilia, Pietro Manzoni, Salvador Peña-Haro, Don Pierson, William Colom Montero, Pablo Blanco, Constancio Amurrio García, Inmaculada Jiménez Navarro, and Javier Senent. 2022. On integrating intelligent infrastructure and participatory monitoring for environmental modelling: the SMARTLAGOON approach. In GoodIT '22: ACM International Conference on Information Technology for Social Good, September 07–09, Limassol, Cyprus. ACM, New York, NY, USA, 11 pages.

[b] Javier Lloret, Arnaldo Marín, and Lázaro Marín-Guirao, 2008. Is coastal lagoon eutrophication likely to be aggravated by global climate change? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 78, 403–412.

[c] Javier Senent-Aparicio, Adrián López-Ballesteros, Anders Nielsen, and Dennis Trolle. 2021. A holistic approach for determining the hydrology of the Mar Menor coastal lagoon by combining hydrological & hydrodynamic models. *Journal of Hydrology* 603 (2021), 127150.

[d] José M Cecilia, Pietro Manzoni, Dennis Trolle, Anders Nielsen, Pablo Blanco, Catia Prandi, Salvador Peña-Haro, Line Barkved, Don Pierson, and Javier Senent. 2021. SMARTLAGOON: Innovative modelling approaches for predicting socio-environmental evolution in highly anthropized coastal lagoons. In *Proceedings of the Conference on Information Technology for Social Good*. 204–209.

[e] Pablo Blanco-Gómez, and José Luis Jiménez-García, 2022. Daily Aerial Image (DAI) interpolation method and QGIS plugin. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6958553>.

Agradecimientos:

El trabajo ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención nº 101000752 (Proyecto SMARTLAGOON).



Boya oceanográfica del proyecto H2020 SMARTLAGOON

Pablo Blanco-Gómez

Responsable de I+D+i en Vielca Ingenieros, S.A.
pablo.b@vielca.com

José M. Cecilia

Universitat Politècnica de València (UPV)

Javier Senent-Aparicio

Universidad Católica de Murcia (UCAM)

Dennis Trolle

WaterTech

Salvador Peña-Haro

Photrack ag

Don Pierson

Uppsala Universitet

Isabel Seifert-Dähnn

Norwegian Institute for Water Research (NIVA)

Catia Prandi

Università di Bologna (UNIBO)

ARTÍCULO 1.2

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA LA GESTIÓN DEL OLOR EN ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES (EDAR)

Introducción

El impacto por olor es una gran preocupación tanto para los administradores de las plantas de tratamiento de aguas residuales (EDAR) como para las autoridades ambientales. En las actividades de tratamiento de aguas residuales se emiten gases olorosos como el sulfuro de hidrógeno (H₂S), el amoníaco (NH₃) o los compuestos orgánicos volátiles (COVs) que pueden suponer un alto riesgo para los trabajadores, suelen ser molestos a bajas concentraciones donde el olor se vuelve notorio (<10 ppb para H₂S) y contribuyen a acelerar el deterioro de las instalaciones. A su vez, los olores desagradables propios de las EDAR y estaciones de bombeo asociadas (EBAR) pueden causar graves conflictos socioeconómicos debido a la mala calidad de vida y depreciación económica de propiedades vecinas.

La mayoría de las variables involucradas en la formación de estos gases contaminantes son conocidas, pero no es común su monitorización en tiempo real por la dificultad de implementar equipos de monitorización remota adecuados, así como la variabilidad de los procesos, lo que implica que las tecnologías preventivas y correctivas para mitigar los gases olorosos suelen operarse sin monitorización remota.

DAM Depuración de Aguas del Mediterráneo

esamur
Entidad de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia

amplía)))

kunak[®]
SENSING EVERYWHERE

La plataforma en la nube Wastewater Odour Cloud está basada en el monitoreo, captura e integración de datos de las principales variables involucradas en la generación, tratamiento e impacto por olor, con el foco en la implantación del Machine-Learning en la gestión de contaminantes atmosféricos en EDAR.

Mediante la digitalización y el análisis de los indicadores se ha desarrollado una plataforma de alerta temprana relacionada con la gestión de olores para una EDAR, susceptible de ser aplicada a otras instalaciones.

Metodología:

Para la creación de la plataforma Wastewater Odour Cloud (WOC) se planteó una colaboración efectiva entre las empresas DAM (Depuración de Aguas del Mediterráneo, S.L.), Kunak Technologies, S.L. y Amplia Soluciones. Para el proyecto piloto, ejecutado entre julio y noviembre del año 2021, se tomó como base la EDAR de Molina de Segura de la Entidad de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de la Región de Murcia (ESAMUR).

PALABRAS CLAVE

Digitalización
Monitorización
Integración
Alerta
Olor
Cloud

El proyecto se estructuró en las siguientes fases:

- Selección de las variables a monitorizar, método y frecuencia de monitoreo.
- Integración de variables en plataforma IoT (Cloud).
- Seguimiento y evaluación de las variables en la plataforma IoT (Cloud).
- Selección de indicadores clave (KPI) y reglas de correlación.
- Visualización de información. Plataforma Nube de Olor de Aguas Residuales (WoC).

Diagrama de arquitectura

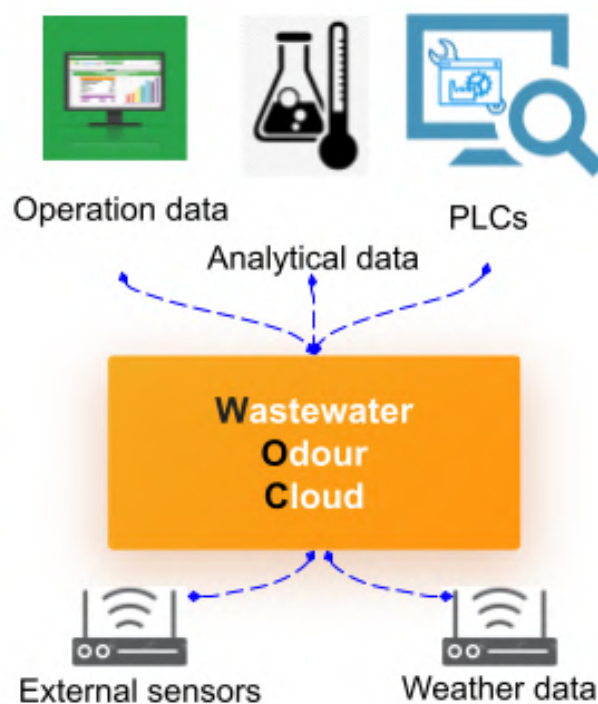


Diagrama de arquitectura

Las variables seleccionadas se integraron en OpenGate, la plataforma en la nube de IoT de Amplia Soluciones, provenientes de múltiples fuentes para su visualización en tiempo real. Las fuentes seleccionadas fueron:

- Dispositivos externos con conexión API a las plataformas del fabricante:
 - 1.Sondas de medición de H₂S en fase líquida SulfiLogger™, para monitorización de H₂S en [0-30 mg/l] y Tª (°C) en fase líquida.
 - 2.Sondas de Kunak® para monitorización de velocidad (m/s), dirección del viento y condiciones ambientales.
 - 3.Sondas de medición de gases odoríferos en inmisión para monitoreo de H₂S [0-2000 ppb], NH₃ [0-50 ppm] y COVs [0-10.000 ppb].
- Datos manuales almacenados en una hoja de cálculo de google con conexión a través de un Api web service rest residente en OpenGate.
- Información proveniente de los Scadas y PLCs enviados a la plataforma de forma automática vía MQTT

Resultados:

Se aplicaron técnicas de IA para el análisis de los datos y poder generar algoritmos que permitieran contar con indicadores automáticos que pudiéramos aplicar a: identificar las principales fuentes de emisión de gases olorosos, obtener información sobre el nivel óptimo de seguridad y salud, predecir episodios de impacto de olores y optimizar los sistemas de tratamiento preventivos y correctivos.

En concreto, la plataforma en la nube de WoC permitió:

- Identificar las principales fuentes de emisión y de la influencia de la velocidad del viento en los valores de inmisión detectados (H₂S, NH₃, COVs) con estación Kunak® Air Pro (figura siguiente).
- Analizar la relación entre la fase líquida y la fase gaseosa de la concentración de H₂S con variables como el pH y la temperatura del agua y del aire.
- Estudiar el rendimiento de eliminación de gases (H₂S) en los sistemas de desodorización existentes así como la correlación con otras variables monitoreadas, como el caudal influente a la EDAR.
- Evaluar la implantación de mejoras en los sistemas de desodorización, que pudieron ser monitorizados desde la plataforma en la nube desarrollada.



**Gráfico polar en la ubicación de la escala
(perímetro SW)**

Agradecimientos:

Este proyecto es parte de la transformación digital emprendida por DAM. Gracias a la confianza desde la Dirección y a los departamentos de Digitalización e Innovación por su apoyo. Destacar el papel de la administración de Murcia, ESAMUR, y de Carlos Lardín, por su visión y perseverancia en el impulso de proyectos innovadores en este campo. Sin el trabajo de equipo el camino sería mucho más lento.

Lidia Saúco

Responsable Calidad del Aire en DAM
lidia.sauco@dam-aguas.es

Pilar Pradas

Jefa de Planta EDAR
pilar.pradas@dam-aguas.es

Silvia Doñate

Responsable I+D en DAM
silvia.donate@dam-aguas.es

Carlos Lardín

Responsable Zona II Entidad de saneamiento de la
región de Murcia (ESAMUR)
carlos.lardin@esamur.com

Jesús Martín

Product Manager
jesus.martin@amplia.es

Edurne Ibarrola-Ulzurrun

Chief Scientific Officer Kunak
eibarrola@kunak.es

ARTÍCULO 1.3

DESARROLLO DE LA PLATAFORMA DIGITAL BIORISK: UNA HERRAMIENTA DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA PARA LA SALUD PÚBLICA

Introducción

El cambio climático y la elevada contaminación antropogénica afectan gravemente al medio ambiente, provocando el desequilibrio ecológico y acelerando la aparición y diseminación de contaminantes y enfermedades emergentes. Los problemas de salud pública cada día son más frecuentes en la sociedad por lo que su valoración resulta de gran importancia. El consumo de drogas, la seguridad alimentaria, la exposición a metales pesados, pesticidas, enfermedades infecciosas y enfermedades no transmisibles, son ejemplos de problemas de salud actuales a nivel global. La capacidad de evaluar estas amenazas en el menor tiempo posible e implementar las correspondientes medidas de actuación supone un gran impacto en la salud pública.

La epidemiología basada en aguas residuales es una herramienta que permite valorar en tiempo real la información que reside en las aguas residuales. El objetivo es crear sistemas de alerta temprana frente a contaminantes emergentes, permitiendo la creación de protocolos de actuación inmediatos para tomar las medidas y restricciones oportunas que eviten una crisis sanitaria y socioeconómica.



La plataforma digital BioRisk se desarrolla con el objetivo de monitorizar contaminantes emergentes en diversas matrices del agua, lo cual permite la integración de datos desde diferentes vertientes, otorgando el enfoque ONE-HEALTH. La monitorización de contaminantes perjudiciales y de relevancia en salud pública (bacterias, virus, fármacos, microplásticos, genes de resistencia, etc.), permite establecer patrones de consumo y del estado de salud de la población, además de evaluar riesgos potenciales medioambientales. La herramienta sirve como sistema de alerta para las EDARs y ETAPs, permitiendo valorar nuevas tecnologías para la eliminación de dichos contaminantes y evaluar la eficacia de los tratamientos utilizados.

El valor de esta herramienta se ha puesto de manifiesto y ha ejercido un papel fundamental durante la actual pandemia de COVID, permitiendo la detección temprana y monitorización del virus SARS-CoV-2 en la población.

Metodología y Resultados:

Al inicio de la pandemia Global Omnium desarrolló la herramienta SARS-GOanalytics, mediante la cual se ha monitorizado la concentración del virus SARS-CoV-2 en las aguas residuales en tiempo real, trazando la evolución y la dinámica del virus en la población, señalando posibles focos de infección. El sistema de alerta temprana ha sido un caso de éxito en diversas ciudades del mundo, así como en numerosos municipios de la Comunidad Valenciana, incluyendo la ciudad de Valencia. El sistema, junto con los informes epidemiológicos, ha ofrecido soporte a las administraciones públicas en la toma de decisiones durante la pandemia. La solución integra en un único punto de gestión, la coordinación y planificación de la toma de muestras, la analítica y seguimiento de los resultados y la monitorización en tiempo real de los indicadores epidemiológicos clave. El gestor es guiado en las diferentes etapas de monitorización, desde el proceso de implementación, hasta el análisis de la información y la toma de decisiones.

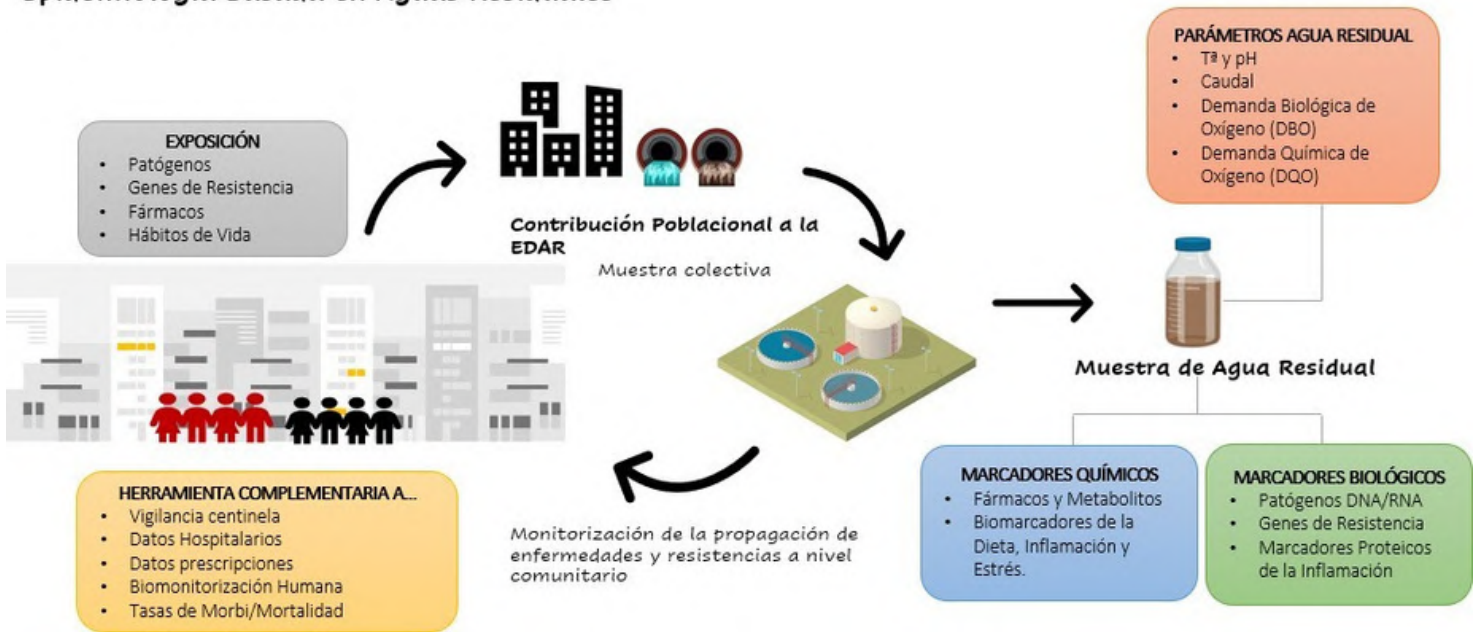
Teniendo en cuenta las recomendaciones de la Comisión Europea sobre la vigilancia epidemiológica en las aguas residuales y la experiencia adquirida durante la pandemia de COVID-19, desde Global Omnium se pretende ampliar la información sobre contaminantes emergentes mediante técnicas de amplificación y cuantificación de ácidos nucleicos (qPCR) para la determinación de patógenos de gran repercusión sanitaria (Virus de la Viruela del Mono, Adenovirus, Polio, Helicobacter pylori, etc.), técnicas de secuenciación que permiten la caracterización genética de diversos agentes infecciosos (poblaciones bacterianas, víricas, protozoos y genes de resistencia a antimicrobianos), así como la determinación de fármacos (amoxicilina, ibuprofeno, diazepam, tramadol etc.), pesticidas (metconazol o famoxadona) drogas de abuso (cocaína, anfetaminas, cannabinoides, entre otros), microplásticos, etc. mediante técnicas de elevada sensibilidad como la cromatografía líquida de alta resolución acoplada a espectrometría de masas (HPLC-MS/MS).

Dichas determinaciones se llevarán a cabo en distintas matrices de agua (agua residual y agua potable, entre otros). El desarrollo de la plataforma digital BioRisk, permite la integración de todos los datos desde diferentes vertientes, otorgando el enfoque ONE-HEALTH. La monitorización de contaminantes perjudiciales y de relevancia en salud pública en tiempo real permite establecer patrones de consumo y del estado de salud de la población, además de evaluar riesgos potenciales medioambientales. La herramienta a su vez sirve como sistema de alerta temprana para las EDARs y ETAPs, permitiendo valorar nuevas tecnologías para la eliminación de dichos contaminantes, evitar que dichos compuestos se acumulen o lleguen a las aguas superficiales y evaluar la eficacia de los tratamientos utilizados.

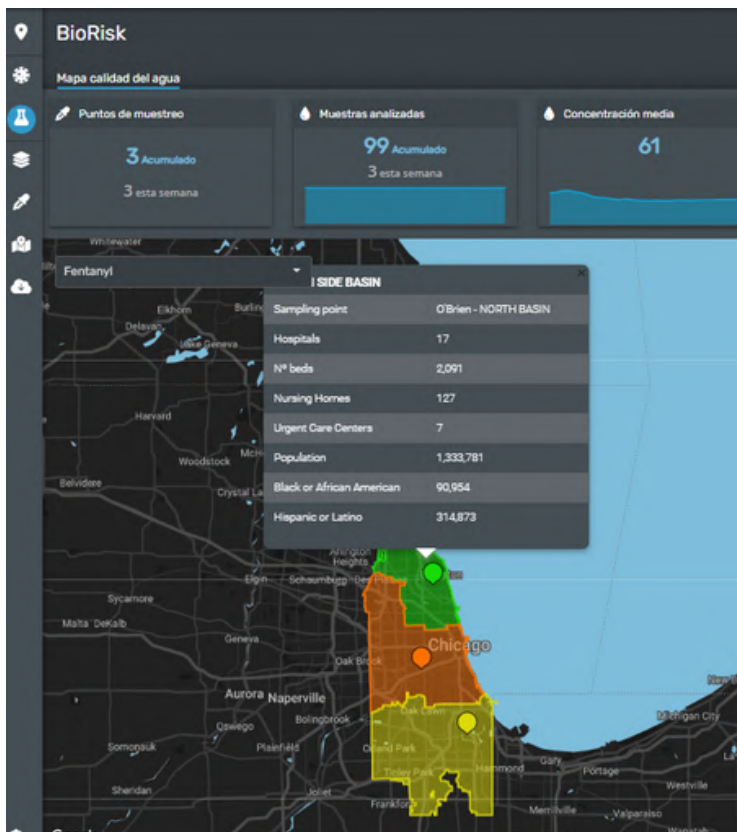
PALABRAS CLAVE

**Monitorización
Contaminantes emergentes
One-Health
Sistema de alerta
Salud pública**

Epidemiología Basada en Aguas Residuales



Esquema de la Epidemiología basada en Aguas Residuales



Ejemplo de monitorización del fármaco fentanilo en la entrada de EDAR en la ciudad de Chicago

Conclusiones:

La información que se obtiene aporta un gran valor sobre el estado de salud de la población, los patrones de consumo de determinadas sustancias, la identificación de vertidos no controlados a las aguas residuales, e incluso ayuda al planteamiento de nuevos tratamientos de depuración. Además, una plataforma de estas características facilita el análisis de los resultados obtenidos mediante la integración de datos epidemiológicos, sociodemográficos, GIS, bases de datos e inteligencia artificial, convirtiéndola en una herramienta multidisciplinar y de gran utilidad para la toma de decisiones por los organismos pertinentes.

Paloma Pérez Escobedo
Técnico Epidemiólogo/I+D+i
palperes@globalomnium.com

2

INTELIGENCIA ARTIFICIAL (MACHINE-LEARNING) Y ANALÍTICA DE DATOS



ARTÍCULO 2.1

TRANSFORMACIÓN DE PUERTOS EN OASIS MARINOS CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL (MACHINE-LEARNING) Y ANALÍTICA DE DATOS

Introducción

El mar es una gran fuente de riqueza y también un ecosistema frágil y degradado. Según el Banco Mundial, la economía azul es el "uso sostenible de los recursos oceánicos para el crecimiento económico, la mejora de las condiciones de vida y el empleo, al mismo tiempo que se preserva la salud del ecosistema oceánico". Busca por lo tanto garantizar el buen estado del mar activando acciones que potencien su biodiversidad mediante la tecnología, la inversión y el desarrollo de estrategias medioambientales y socioeconómicas.

La construcción y operación de puertos de todo tipo representan una elevada presión sobre el medio ambiente marino, siendo uno de los impactos más significativos el representado por los Desbordamientos de Sistemas Unitarios de alcantarillado (DSU) que afectan a la calidad de las aguas y a los ecosistemas acuáticos.

Actualmente existen novedosas tecnologías que se orientan a la restauración de la biodiversidad marina, la vigilancia de la calidad del agua y la gestión anticipada de eventos de contaminación.



El proyecto PORTS4ALL pretende ofrecer una solución integral multitecnológica para transformar infraestructuras grises (como los puertos o los parques eólicos Offshore) en infraestructuras azules (oasis marinos), mediante la restauración de espacios degradados y contaminados, la recuperación de la biodiversidad perdida y reforzando la lucha contra el cambio climático.

Como uno de los puntos de origen de contaminación marina son las Descargas de los Sistemas Unitarios de Alcantarillado (DSU), Adasa ha investigado técnicas de Inteligencia Artificial (IA-ML) para la detección de los patrones en los sistemas de DSU, y para la predicción de la cantidad y la calidad de los vertidos.

Metodología y Resultados:

El proyecto PORTS4ALL (Mejora medioambiental y marina a través de la combinación de sistemas inteligentes y de regeneración de ecosistemas), cofinanciado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo dentro del programa de apoyo a Agrupaciones Empresariales Innovadoras, pretende ofrecer una solución integral multitecnológica que permita transformar infraestructuras grises (puertos o parques eólicos offshore) en infraestructuras azules (oasis marinos) a través de la restauración de espacios degradados y contaminados, y la recuperación de la biodiversidad perdida.

Esta solución ha incluido:

- Nuevas técnicas/tecnologías para el diseño y la generación de estructuras de carbonato cálcico que se mimetizan con la naturaleza como un sustrato óptimo que permita que peces y algas se acerquen a estas piezas formando escollos de vida marina.
- Un vehículo semiautónomo y no tripulado compacto y versátil para simplificar la recogida y visualización de datos marinos, la toma de muestras, la analítica de aguas y la vigilancia de la calidad del agua, mediante la generación automática de mapas de calor de indicadores marinos.
- Un conjunto de sensores virtuales e indicadores para facilitar el monitoreo de la biodiversidad marina generada.
- Herramientas de aprendizaje automático (Machine Learning, ML) basadas en Inteligencia Artificial (IA) para la predicción de la cantidad y la calidad de los DSU en las aguas de los puertos con el fin de detectar posibles patrones en los eventos de contaminación, minimizar sus impactos y anticiparse a dichos eventos.

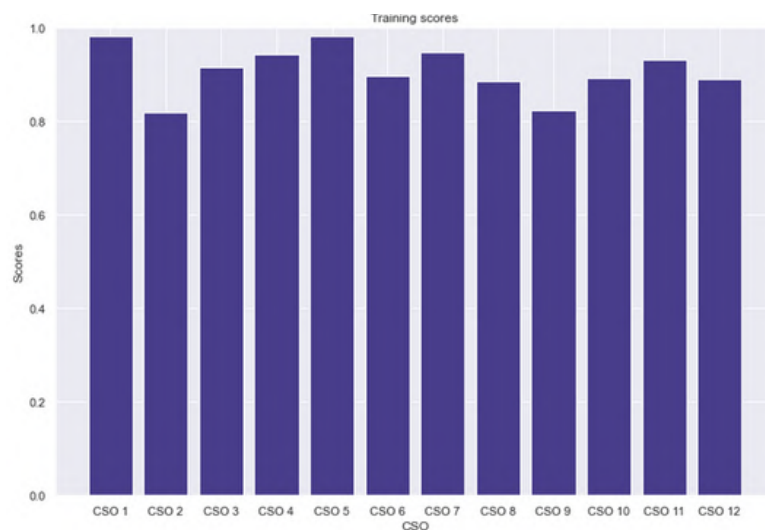
En el proyecto se ha diseñado un sistema IA-ML para episodios de DSU, utilizando técnicas analíticas de datos para encontrar correlaciones y patrones, y se ha aplicado este sistema con datos reales para realizar predicciones de probabilidad de estos desbordamientos.

Se ha planteado la resolución de dos problemas: el de clasificación, para predecir si se producirá un episodio de DSU o no, y el de regresión, para estimar la duración de dichos desbordamientos, todo ello en función de un conjunto de parámetros de entrada que pretenden caracterizar el evento de precipitación, como pueden ser el volumen total de agua precipitada, la duración del evento, su intensidad máxima y tiempo transcurrido desde el evento de lluvia anterior.

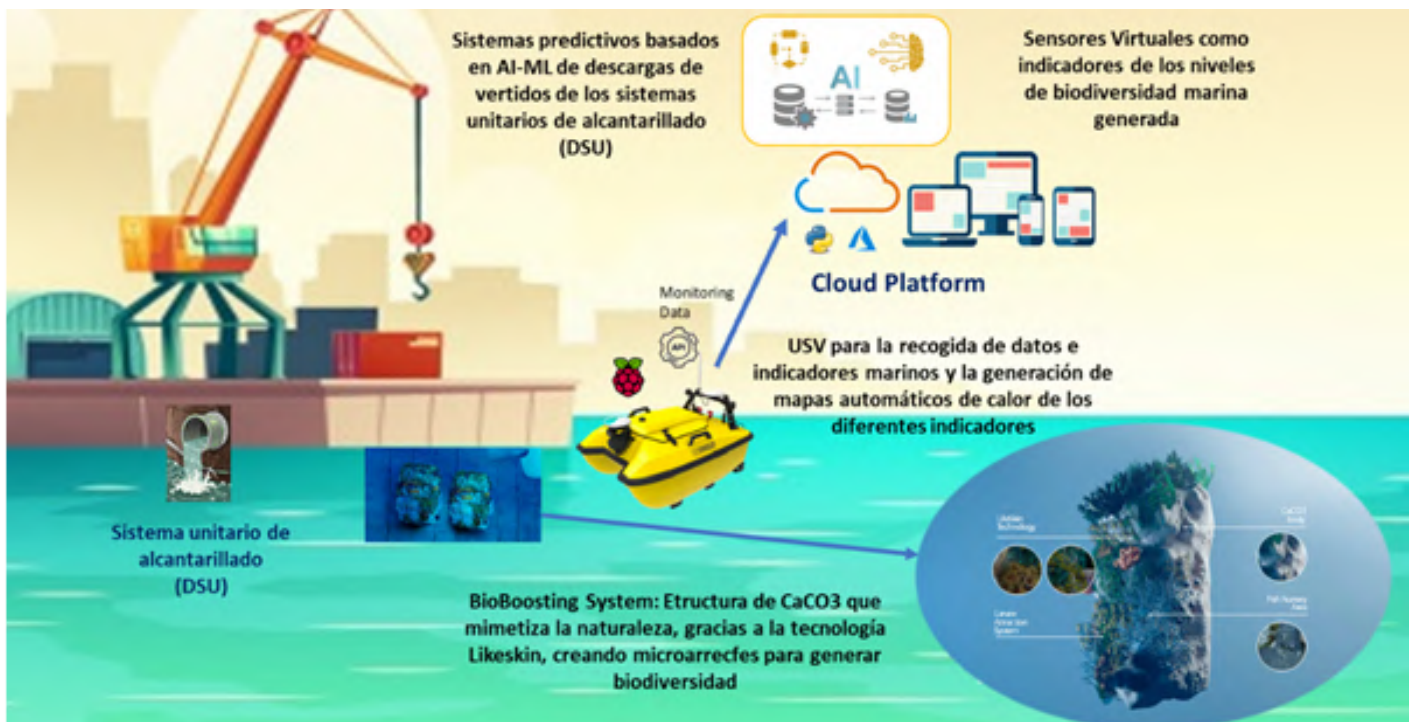
PALABRAS CLAVE:

Infraestructuras grises
Infraestructuras azules
Machine Learning
Descargas de sistemas unitarios
Innovación
Contaminación

Se ha investigado el rendimiento de diversas técnicas de IA incluyendo redes neuronales, árboles de decisión, regresiones lineales, Random Forest, Gradient Boosting, etc. Cada algoritmo es entrenado con un subconjunto de datos para que aprendan de los patrones presentes, asimilen su comportamiento, y sean capaces de predecir el resultado para un caso nuevo. Asimismo, se han utilizado los datos restantes para la validación de dichos algoritmos, donde se pretende evaluar la certidumbre de sus resultados con datos que no han sido empleados en su entrenamiento.



Puntuación roc-auc en 12 puntos DSU (CSO en inglés) para la clasificación de eventos de desbordamientos



Proyecto PORTS4ALL: Esquema general de la solución integral multitecnológica para transformar infraestructuras grises en infraestructuras azules

Conclusiones:

En una aplicación con datos reales de una red de saneamiento se ha medido el rendimiento de la máquina y su capacidad de predicción, identificando los mejores modelos en cada punto de DSU. Se ha comprobado que la máquina de IA-ML diseñada es capaz de predecir, dadas las características de la lluvia, la clasificación de los eventos de desbordamiento con un rendimiento superior al 70%. En el problema de regresión se obtienen unas estimaciones muy aproximadas en la mayoría de los casos. Sin embargo, es muy significativo el alto grado de error que presentan algunos puntos de una red en particular, que se atribuye a la mala calidad de los datos que se disponen.

Los siguientes pasos que se plantean en la investigación son mejorar las series temporales de datos de entrenamiento e incorporar nuevas variables de calidad del agua que permitan predecir las características del vertido, y predecir cuánto tiempo tardará el medio receptor en recuperar un nivel de calidad de agua aceptable después de un episodio de DSU.

Jordi Cros Herrero
Portofolio Development Manager
jcros@adasasistemas.com

Eduard Jové Arnaus
Data Analyst

ejove@adasasistemas.com

D. Ignacio Oyamburu Fernández
Business Manager. Digital Solutions
ioyamburu@adasasistemas.com

ARTÍCULO 2.2

DESARROLLO DE SOLUCIONES DISTRIBUIDAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADAS AL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Introducción

Los sistemas ciberfísicos (CPS) nos rodean, desde las telecomunicaciones a la energía, del transporte a la sanidad, y de la robótica al ejército, desempeñando un papel crucial en diversos sectores clave. Sin embargo, todavía no estamos aprovechando todo su potencial, y los sistemas críticos siguen desplegándose como sistemas aislados para garantizar simultáneamente la seguridad y el rendimiento del sistema. En consecuencia, los CPS actuales son poco flexibles, muy costosos, con un margen de error humano todavía elevado y con potencia de cálculo limitada. Una arquitectura más integrada e interconectada mediante tecnologías edge y en la nube, podría superar estas limitaciones. En este contexto, el objetivo general del proyecto TRANSACT es desarrollar un concepto de arquitectura distribuida de aplicación universal para establecer un marco y una metodología de transición para la transformación de CPS aislados críticos en soluciones CPS distribuidas críticas (figura siguiente).

Los resultados del proyecto TRANSACT, liderado por Philips Medical Systems Nederland BV, se aplican en cinco casos de uso en tres áreas: transporte y movilidad inteligente, salud y bienestar, e industria digital.

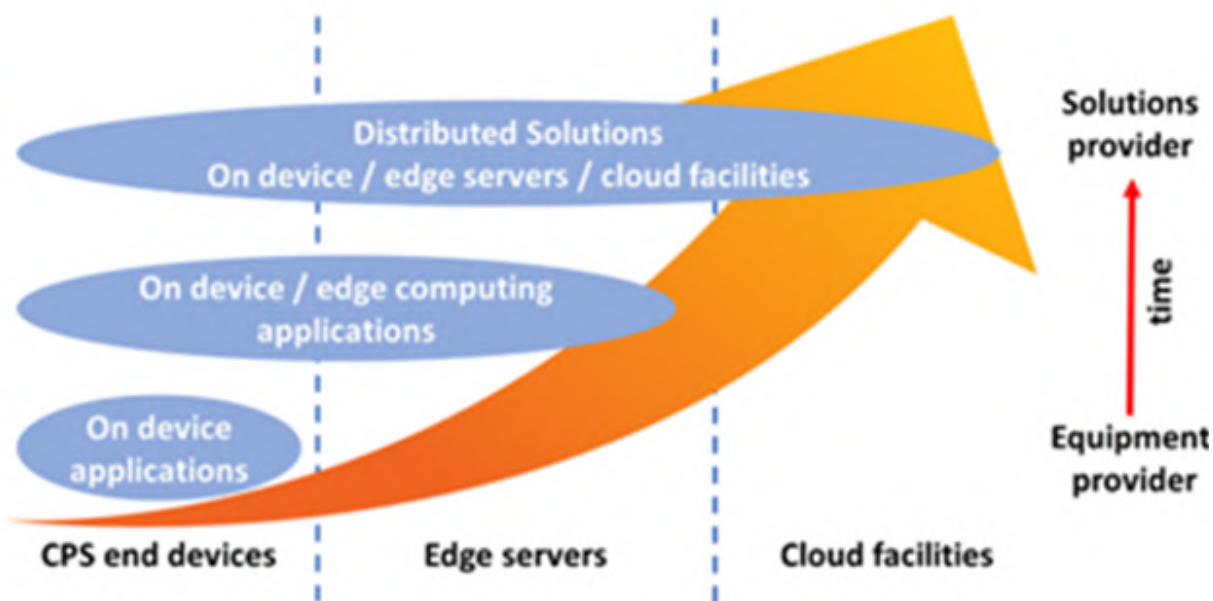


El proyecto europeo TRANSACT impulsa la digitalización en el sector del tratamiento de aguas residuales sobre la base de la ciberseguridad e inteligencia artificial, investigando soluciones de coste reducido y aplicables a entornos de producción. El proyecto investiga tecnologías en la nube y edge para el análisis inteligente de datos, el aprovechamiento de ecosistemas en la nube y el estudio de soluciones distribuidas confiables y seguras. Concretamente, el caso de uso liderado por DAM abordará tres demostradores: detección temprana de vertidos industriales, análisis comparativo de los indicadores de rendimiento operativo entre diferentes estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) y el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático para operaciones de mantenimiento predictivo.

Depuración de Aguas de Mediterráneo lidera un caso de uso de apoyo a la toma de decisiones en sistemas de tratamiento de aguas residuales basado en soluciones de inteligencia artificial (IA) sobre sistemas edge y distribuidos en la nube, en cuya implementación participan otras cinco entidades (Instituto Tecnológico de la Informática, Kumori Systems, Nunsys, Singlar Innovación y Universitat Oberta de Catalunya). Las soluciones propuestas giran en torno a tres ejes: detección temprana de vertidos industriales, análisis comparativo de los ratios operativos entre diferentes estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), y desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático para operaciones de mantenimiento predictivo.

PALABRAS CLAVE:

CPS
Inteligencia artificial
Ciberseguridad
EDAR



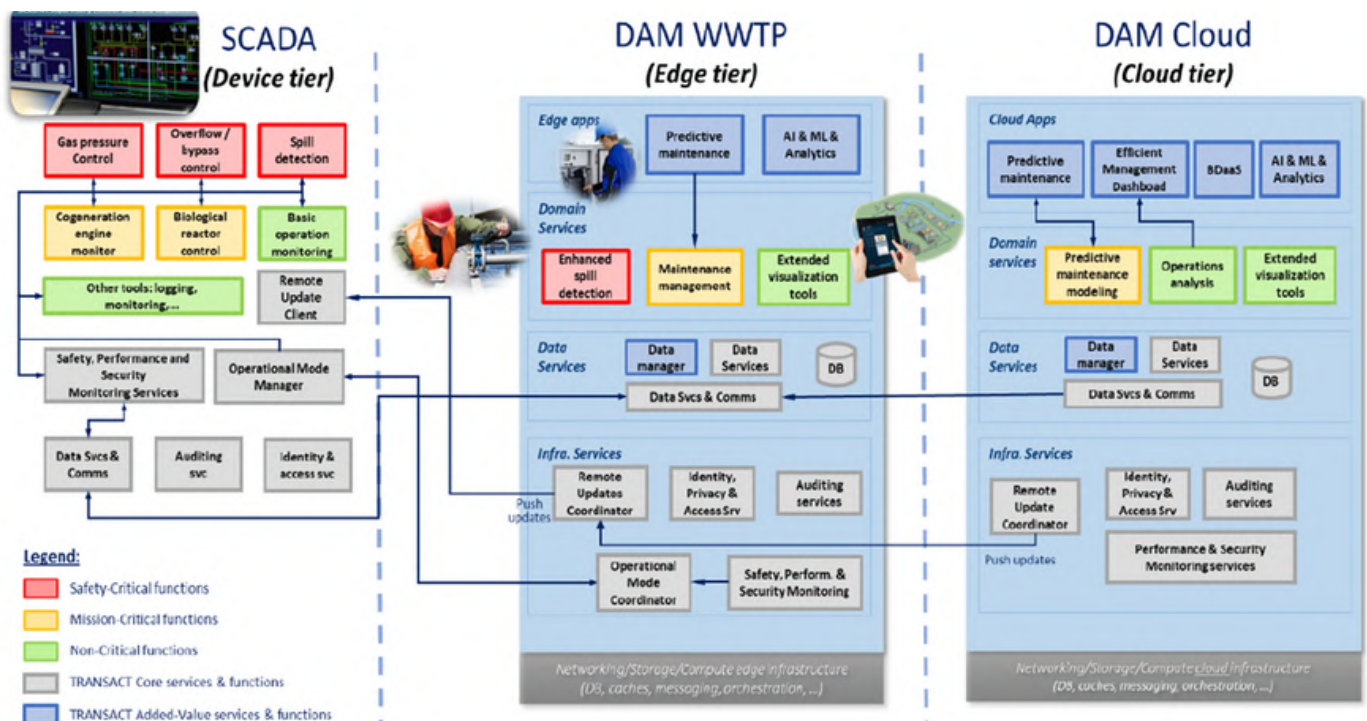
TRANSACT tiene como objetivo general la transformación de los CPS locales en soluciones distribuidas

Metodología:

La agregación de datos en la nube posibilitará el análisis agregado de múltiples EDARs y la toma de decisiones mejorada por parte del operador, dando lugar a nuevas aplicaciones más avanzadas para la optimización de tiempos de inactividad y costes, proporcionando así un mejor servicio. Además, la agregación de datos desde diferentes instalaciones en una única herramienta de gestión, permitirá obtener indicadores comparativos y mejorar la detección de fallos.

- La arquitectura distribuida resultante del proyecto TRANSACT (figura siguiente) proporciona las siguientes funcionalidades:
- Función mejorada para la detección predictiva de vertidos capaz de asistir a los operadores, automatizando potencialmente algunas acciones, como funciones complementarias a las más básicas en el nivel de dispositivos/SCADA (nivel edge).
- Función de gestión del mantenimiento de equipos críticos (tales como bombes, centrífugas o soplantes) para desplegar los modelos resultantes de la modelización del mantenimiento predictivo (niveles edge y nube).
- Servicio de análisis de funcionamiento, comparando diferentes ratios de rendimiento y métricas procedentes de diferentes EDARs, para ayudar en los mecanismos de decisión actuales (nivel nube).
- Herramientas de visualización mejoradas a nivel de EDAR y supervisión de varias instalaciones de manera simultánea (niveles edge y nube).

El propósito principal de los modelos IA propuestos es la predicción de sucesos críticos para ser empleados como herramientas de soporte a la decisión. Para ello, los modelos IA se entrenan en la nube, al tratarse de un proceso que requiere recursos de memoria y procesamiento mayores de los habitualmente disponibles a nivel edge. Por otro lado, el proyecto investiga también acerca de soluciones novedosas basadas en aprendizaje automático, para la monitorización en tiempo real de los riesgos asociados a la transición propuesta y su gestión, asegurando un entorno ciberseguro.



Arquitectura distribuida propuesta

Conclusiones:

Al pasar de los actuales sistemas de gestión de EDARs monolíticos y centralizados a sistemas distribuidos, será factible:

- Anticipar y evitar fallos por vertidos indeseados en la red de saneamiento,
- Crear datalakes en la nube para el análisis transversal de las EDARs y la creación de modelos de IA,
- Adoptar estrategias de mantenimiento predictivo mediante el análisis transversal de las EDARs, (iv) optimizar los costes de operación en términos de energía y reactivos, con el objeto, no solo de la reducción de costes, sino también de mejorar el impacto ambiental,
- Asistir al personal de la EDAR en la toma de decisiones críticas para la seguridad. Para ello es necesario ser capaces de proporcionar herramientas que aseguren la gestión y control de los riesgos asociados a los entornos distribuidos frente a los centralizados.

Agradecimientos:

El proyecto TRANSACT ha recibido financiación del programa H2020 de la Unión Europea (GA 101007260) a través del partenariado público-privado ECSEL (*Electronic Components and Systems for European Leadership*) y por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.



Silvia Doñate Hernández

Responsable Departamento Innovación
silvia.donate@dam-aguas.es

María Deseada Esclapez Vicente

Técnico Departamento Innovación
desi.esclapez@dam-aguas.es

Abel Gómez

Investigador Senior - Internet
Interdisciplinary Institute
agomezlla@uoc.edu

Jordi Cabot

Investigador ICREA
jordi.cabot@icrea.cat

Javier Coronel

Investigador de sistemas ciber-físicos -
Unidad de Investigación y Desarrollo
jcoronel@iti.es

ARTÍCULO 2.3

WATERNOLOGY. LA ESTRATEGIA DE DIGITALIZACIÓN INTEGRAL DE FACSA.



Introducción

Waterology es la marca con la que FACSA impulsa su estrategia de digitalización como palanca de mejora en la gestión del ciclo integral del agua, haciendo los procesos más eficientes, inteligentes y transparentes. Incluye componentes software que nos permiten:

- Optimizar el uso y explotación de los recursos hídricos aplicando técnicas de Inteligencia Artificial para simular comportamientos hidráulicos que ayudan a la toma de decisiones e intervención rápida para, por ejemplo, evitar pérdidas de agua, ahorrar energía o mejorar la calidad del agua abastecida o depurada.
- Mejorar la transparencia con las administraciones públicas que nos confían la gestión para que conozcan el estado de las instalaciones y el servicio.

Contexto:

Waterology está compuesta de un puzzle de soluciones software propias combinadas con soluciones líderes de mercado en ámbitos de telecontrol, analítica geoespacial, y gestión de activos, a la que incorporamos nuevas piezas constantemente.

La heterogeneidad de todos estos sistemas y la visión holística necesaria para conseguir la mejora de todos los procesos del ciclo del agua suponen un reto adicional que desde Waterology logramos resolver mediante estrategias de gobierno del dato.

WATERNOLOGY. La estrategia de digitalización integral de FACSA.

La reciente democratización de la sensorización y tecnologías IOT, así como el salto cualitativo en las capacidades analíticas del dato mediante técnicas basadas en BigData e Inteligencia Artificial, propician una enorme oportunidad de mejora en la gestión de los recursos hídricos.

El proyecto Waterology impulsa estas mejoras mediante la aplicación de estas tecnologías IOT-BIGDATA-IA aportando, además, una mejor gobernanza y aumento en la transparencia en la gestión del servicio, incluyendo las siguientes actuaciones:

- Despliegue de Telelectura (plataforma propia, 20 fabricantes de contadores, comunicaciones NBloT, LoraWAN, WMBUS).
- Detección de pérdidas de agua.
- Predicción de consumos y estimación de la demanda.
- Análisis de eficiencia en cambio de contador
- Predicción de caudal EDAR con datos pluviométricos.
- Cuadro de mando de gobernanza integral del servicio.
- Simulación hidráulica mediante técnicas CFD.

La telelectura es una de las apuestas diferenciales de Waternology. Capturamos datos mediante sensores IoT, y habilitamos la integración de múltiples tecnologías de contadores, sensores y comunicaciones, y BigData para almacenar las ingentes cantidades de datos leídos. Disponemos de una plataforma integral propia que acompañamos del diseño del despliegue de telelectura, la puesta en marcha de las comunicaciones apropiadas (WMBus, LoraWan, NBloT) y la integración con numerosos fabricantes de contador. La plataforma facilita la gestión de los activos, la vigilancia mediante alarmas, y la analítica mediante mapas y dashboards, poniendo el foco en la mejora del rendimiento hidráulico de la red. Con todo ello, se contribuye a la rápida localización de fugas en la red de distribución pública y en los domicilios de los abonados. Su versatilidad permite la integración de sensores de presión, pH, temperatura del agua, sonido, luz, humedad, etc, facilitando así que la infraestructura de comunicaciones pueda ser compartida para impulsar iniciativas SmartCity.

PALABRAS CLAVE:

Transformación digital

IoT

IA

Big Data

Telelectura

CFD

Gemelo Digital

GIS

Resultados:

Hemos desplegado telelectura en más de 15 poblaciones de varias comunidades autónomas. Destacamos la ciudad de Castellón, con más del 20% del parque instalado, y Vila Real donde conviven contadores de los fabricantes Kamstrup, Conthidra, Sensus, Elster, Sappel, Bmeters, Zenner y Itron, y donde hemos logrado una mejora extraordinaria en el rendimiento hidráulico - indicador de eficiencia de agua inyectada sobre agua registrada por los usuarios domésticos- que ha pasado de un 87% antes de la implantación del sistema de telelectura, a superar el 95% con el sistema plenamente operativo.

En el ámbito de la simulación de procesos, destacamos la aplicación de los CFD (Computer Fluid Dinamycs), con la que hemos implementado gemelos digitales de procesos en el ámbito de la depuración (EDAR Granollers, Copero y San Jerónimo-Sevilla, La Escala, Pola de Allende-Asturias, Almazora-Castellón, y fuera de nuestro país en Noruega) con estudios y modelizaciones hidrodinámicas (reactores MBR, digestor anaerobio, biológico, decantadores), modelizaciones de impacto ambiental por olores (Pinedo-Valencia, Sevilla, Cantabria, Asturias, Galicia y Castellón), entre otros.



Suite de soluciones de transformación digital de FACSA

Por otro lado, la digitalización de los servicios también la analizamos mediante cuadros de mando, con su máximo exponente en el CMI de gestión integral del servicio (ver figura) así como con analítica geoespacial, imprescindible en numerosos procesos, abordada con el GIS de ESRI, que nos permite hacer realidad la democratización del uso de mapas en toda la organización.

Otras soluciones de inteligencia artificial trabajadas son:

- Detección de fugas mediante identificación de anomalías en la serie temporal de consumos de sector utilizando un modelo matemático que sugiere la localización de fugas que se reentrena reiteradamente en base a la confirmación presencial de las fugas sugeridas. Aplicado en el municipio de Burriana.
- Aplicación de técnicas avanzadas de “forecasting” para la estimación de consumos y estimación de la demanda de abonado mediante inferencia sobre el histórico de consumo aplicando Machine Learning. Aplicado en el municipio de Castellón.

- Valoración de la eficiencia en el cambio de contador utilizando técnicas de “aprendizaje automático” y descubrimiento y agrupación de patrones de consumo en abonados mediante técnicas de “aprendizaje no supervisado”.
- Combinación de datos sanitarios con datos analíticos del agua residual para anticipar la evolución de COVID.

Por último, apostamos por la colaboración con universidades, institutos tecnológicos y startups, que aportan un talento excepcional con especialización en tecnologías disruptivas. En esta línea, destaca la reciente aplicación de técnicas de realidad aumentada y virtual en procesos de mantenimiento de equipos, donde con gafas Hololens analizamos anomalías mediante captación de sonidos y asistimos al operador en tiempo real mediante la superposición de información técnica sobre imagen real.

Conclusiones:

En el ámbito de la telelectura se evidencia un claro beneficio en términos de eficiencia hidráulica. En los procesos predictivos de detección de fugas y consumos vamos a continuar reentrenando los modelos predictivos para alcanzar un grado de precisión que permita desplegar el modelo de forma generalizada.



Cuadro de mando integral del servicio

Jorge Fuentes Herrero
Responsable de IT y OT
jfuentes@facsa.com

ARTÍCULO 2.4

PROYECTO ISRV: ALERTA INTELIGENTE DE RIESGO DE INUNDACIÓN POR PRECIPITACIÓN INTENSA EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE.

Introducción

Liderado por el profesor Julian Hofmann del Instituto IWW de la Universidad RWTH (Aquisgran), junto con las empresas KISTERS AG, 4traffic y SCHWIETERING Ingenieure GmbH, se está desarrollando un sistema de alerta temprana, apoyado por IA, para mejorar la gestión de las inundaciones producidas por fuertes lluvias, que, en combinación con sistemas de información de tráfico en tiempo real, está destinado a aumentar la seguridad y la capacidad de actuar en el sector del transporte.

Para este propósito, los escenarios de eventos de precipitación se simulan mediante análisis de grandes bases de datos meteorológicas existentes, los procesos de inundación se modelan hidrodinámicamente, y se realiza una evaluación de riesgos. Los conjuntos de datos generados sirven como entrada de entrenamiento para un modelo basado en inteligencia artificial (IA).

El modelo de IA permite superar las actuales limitaciones de tiempo de cálculo que presentan las simulaciones de inundaciones de alta resolución, además se combina con un sistema de predicción de radar (KISTERS Datasphere) en tiempo real.



Las ciudades son altamente vulnerables a las inundaciones como resultado de eventos de precipitación intensa. Sus efectos ocurren en corto espacio de tiempo, impactando severamente en tráfico e infraestructuras diversas, por su gran capacidad de destrucción.

El objetivo del proyecto ISRV es ampliar las previsiones y pronósticos de precipitación con avisos puntuales de inundaciones y trasladar estos avisos a los dispositivos de navegación y a las infraestructuras viarias.

Permitirá predecir en tiempo real los efectos de un evento de lluvia intensa (niveles y velocidades de agua e infraestructuras afectadas) y gestionar el tráfico de manera oportuna e inteligente.

Objetivos: Mejora de las previsiones de precipitación mediante avisos puntuales de inundación y transmisión de avisos basados en el riesgo.

Método: Desarrollo de un sistema de pronóstico en tiempo real combinado y apoyado por IA para lluvias intensas y tráfico.

Duración: 11/2021 - 10/2024

Volumen del proyecto: 661.073 euro

Socios: 4

Sobre la base de este modelo integrado se pueden emitir pronósticos de inundaciones urbanos precisos y, por primera vez, también combinarse con una plataforma de ciudad inteligente en apoyo de la gestión de inundaciones y canales, así como de las operaciones de infraestructura.

Metodología:

Sobre la base de análisis de datos históricos meteorológicos y de precipitación, respaldados por IA y un generador de episodios de lluvia entrenado con esos datos, se generan diferentes escenarios de precipitaciones. Los escenarios varían en su patrón de precipitación, así como en la etapa de duración, la extensión, la dirección de acción y la cantidad de precipitación.

A continuación, se realiza la simulación de inundación asistida de los conjuntos de datos generados y la posterior evaluación del análisis de riesgos. Los pares de conjuntos de datos, que consisten en el patrón de precipitación y la simulación de inundación, sirven como entrada para un modelo de IA.

El modelo de IA analiza las complejas estructuras espaciotemporales de precipitación e inundación y aprende a simular los procesos físicos de inundación. El modelo de IA entrenado se combina con el sistema de pronóstico de precipitación para predecir inundaciones en tiempo real y determinar las profundidades de inundación asociadas y las velocidades de flujo. En general, puede reproducir las extensiones de inundación y la profundidad de inundación muy bien en comparación con los resultados de modelado hidráulico tradicionales. (Ver figuras).

PALABRAS CLAVE:

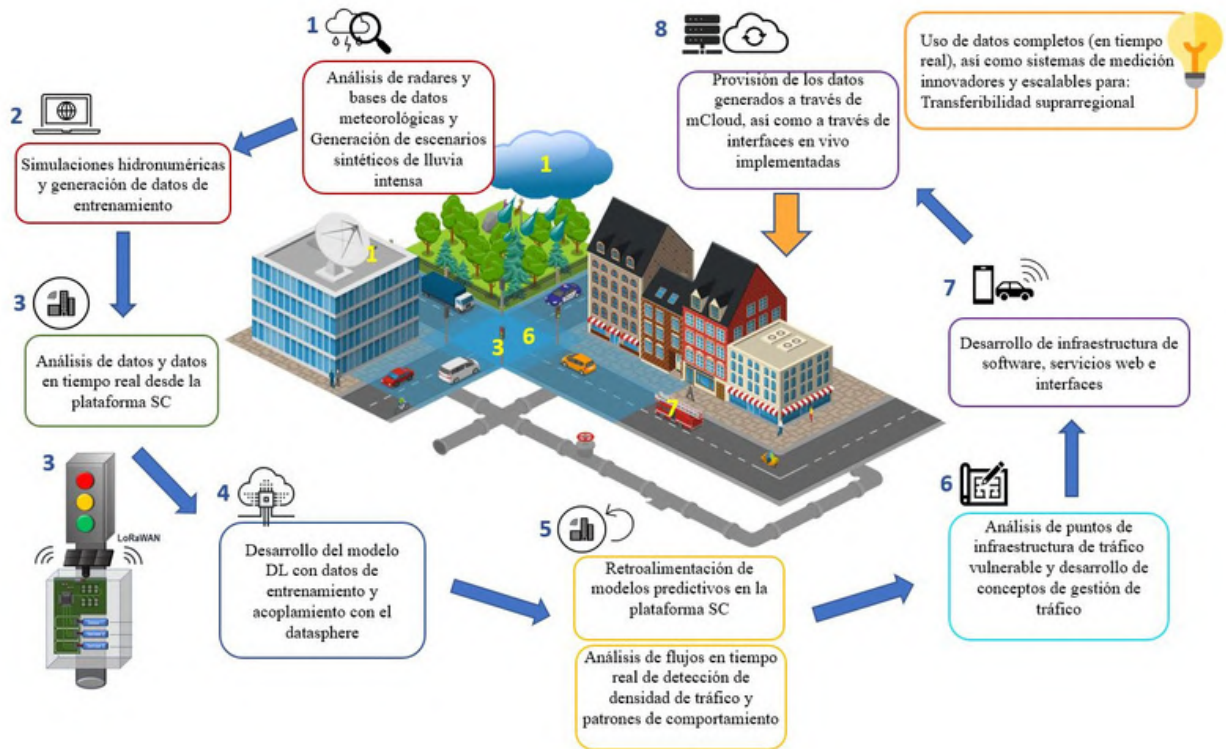
Alerta temprana inundaciones
Gemelo digital
Soporte decisión
Smart Cities
IoT
Inteligencia artificial
Digitalización



Aquisgrán (Alemania) efecto en la red viaria de las inundaciones de julio 2021 ©Julian Hofmann

KISTERS, en sus oficinas de Aquisgrán, opera un radar meteorológico, aportando datos accesibles en tiempo real y proporcionando información en alta resolución, sobre extensión e intensidad precipitación en la ciudad y alrededores. Esto permite documentar eventos de lluvia para optimizar los modelos de inundación basados en IA .

Al mismo tiempo, KISTERS aporta los pluviómetros que 4traffic integra junto a los equipos de detección de tráfico. Estos se colocarán en el área de la ciudad para medir la precipitación real en las carreteras de Aquisgrán y permitirá calibrar y mejorar los datos de radar.

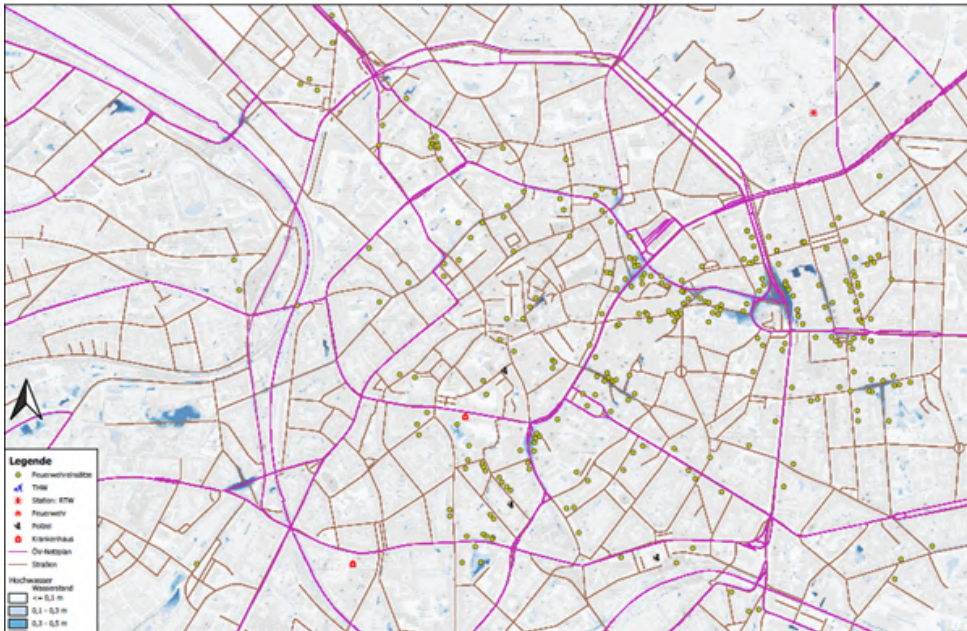


ISRV project (Intelligent heavy Rainfall-related Flood Risk Warning in the transport sector) ©Julian Hofmann

Por otro lado, el despliegue de nuevos sensores en la ciudad registra selectivamente los niveles de agua y las intensidades de precipitación en el espacio de la calle. Por lo tanto, las predicciones obtenidas por el sistema se pueden comparar con los valores de medición reales y mejorarse.

En el futuro, la información de gestión y alerta temprana se derivará y se pondrá a disposición de la plataforma inteligente de la ciudad para guiar la gestión de la respuesta a inundaciones y la gestión del canal durante eventos de fuertes lluvias. También se prevé el uso de estos datos de alta resolución por parte de los operadores de infraestructuras de tráfico y los usuarios de la carretera a través de dispositivos de navegación o aplicaciones de advertencia. Las advertencias y predicciones dinámicas también se pueden mostrar a través de vallas publicitarias digitales. Los resultados de la investigación obtenida también se utilizarán para desarrollar conceptos novedosos para la planificación del despliegue de personal de emergencia y la gestión del tráfico en la ciudad de Aquisgrán en situaciones de tormentas fuertes y lluviosas. Finalmente, el concepto se examina para su aplicación en otras ciudades y áreas de estudio.

El proyecto ISRV está financiado por el Ministerio Federal de Asuntos Digitales y Transporte (BMDV) en el marco de las normas de financiación del Fondo de Modernidad ("mFUND").



Los primeros resultados del modelo de inundación basado en IA en el centro de Aquisgrán, simulando el gran evento de tormenta en mayo de 2018.

Legendas:

- Feuerwehreinsätze: Operaciones de emergencia del departamento de bomberos
- THW: oficinas técnicas de gestión de emergencias
- RTW: oficinas de gestión de emergencias médicas
- Feuerwehr: Departamento de Bomberos
- Polizei: Policía
- Krankenhaus: Hospital
- Netzplan: Rutas de transporte público
- Strassen: Calles
- Hochwasser-Wasserstand: Profundidad de inundación

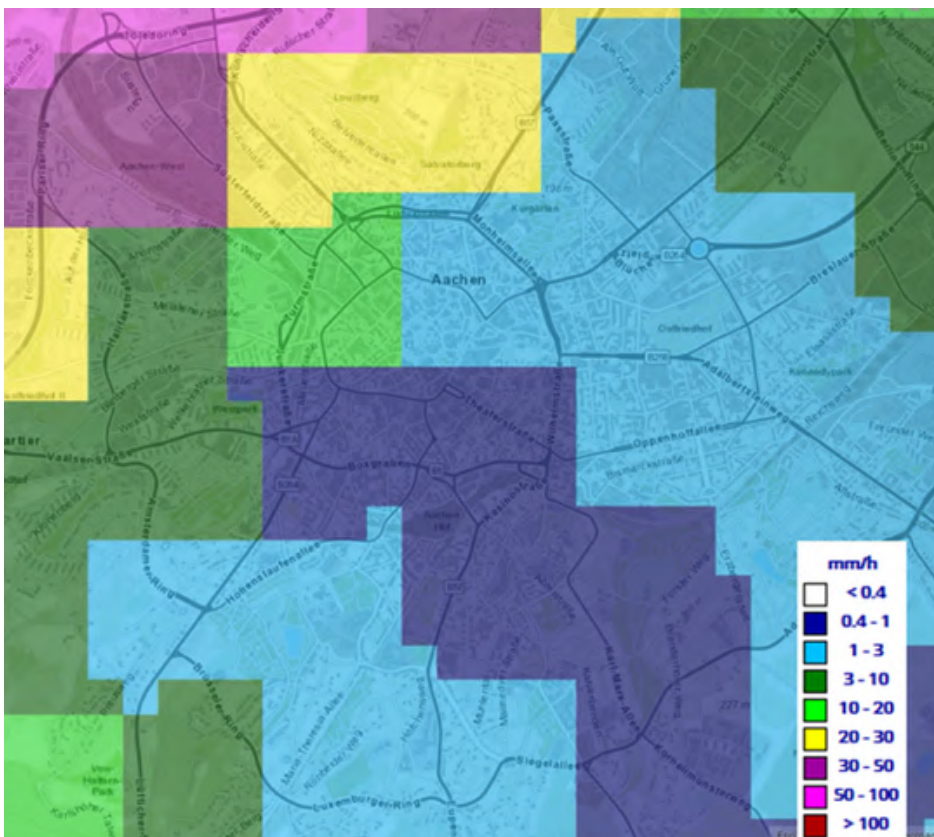


Imagen de radar de banda X de alta resolución sobre Aquisgrán -instantánea del evento de mayo de 2018



Detalles del modelado de inundación: las flechas indican la dirección y la velocidad del flujo

Ing. Juan José Benavente

Kisters Ibérica SL: Director de Proyectos
 juan-jose.benavente@kisters.es

Ing. Michael Thiemann

KISTERS AG: Head of Business Development
 BUW

michael.thiemann@kisters.de

Dr. Ing. Julian Hofmann

IWW RWTH Aachen University. Research
 Scientist

hofmann@iww.rwth-aachen.de

3

BIM, DIGITAL TWINS



ARTÍCULO 3.1

PLATAFORMA INTEGRADORA PARA LA GESTIÓN DEL CICLO URBANO DEL AGUA EN LA CIUDAD DE CALPE (ALICANTE)



Implantación de una plataforma integradora para la gestión del ciclo urbano del agua en la ciudad de Calpe, Alicante, un municipio con grandes fluctuaciones estacionales de la demanda de agua debido a la gran varianza que hay en su número de habitantes entre los periodos no vacacionales (con unos 20.000 habitantes) y los periodos vacacionales (ascendiendo por encima de los 100.000 habitantes).

La plataforma de gestión de los sistemas de agua potable y saneamiento consta de:

- Gemelo Digital del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Sistemas de alerta frente a inundaciones.
- Estaciones de monitorización.

Introducción

El municipio de Calpe, situado en la costa de Alicante, atrae gran cantidad de turismo con la llegada de las vacaciones. Esto provoca que de los 20.000 habitantes que tiene esta pequeña ciudad durante gran parte del año, pase a superar los 100.000 habitantes en periodos estivales.

Este incremento superior al 400% en el número de los clientes a los que dar servicio, sumado a la gran cantidad de depósitos y estaciones de bombeo presentes para vencer su complicada orografía, genera grandes desafíos a Aguas de Calpe, empresa encargada de gestionar el ciclo integral del agua en este municipio.



Centro de control de las oficinas de Aguas de Calpe

Soluciones:

Para hacer frente a estos desafíos y optimizar la gestión del ciclo integral del agua en Calpe, se ha implantado la plataforma integradora GoAigua para gestionar los sistemas de agua potable y saneamiento.

Con respecto a la red de agua potable, Aguas de Calpe cuenta con las siguientes soluciones de GoAigua Water:

- Meter Insights: monitorización avanzada de consumo en los puntos de suministro.
- FlowSens: detección de fugas no visibles.
- Water Twin Ace: gemelo digital que ofrece una copia virtual completa de la red municipal.

La solución Water Twin Ace constituye el gemelo digital de la red de Calpe, situando a este abastecimiento como uno de los pocos del mundo que cuenta con dicha tecnología en operación, lo que lo posiciona a la vanguardia de la innovación en este ámbito.

En redes de distribución de agua potable, el gemelo digital es una réplica virtual de la red, con la que el usuario puede interactuar y analizar la respuesta del sistema ante distintos escenarios de operación tanto reales como hipotéticos. Ello es posible gracias a que el gemelo digital trabaja con un modelo hidráulico que funciona en tiempo real conectado con datos de más de 100 sensores instalados a lo largo de la red.

PALABRAS CLAVE:

Digitalización
Plataforma digital
Gemelo digital
Monitorización



Interfaz de sistema de predicción temprana de inundaciones

Hoy, gracias a esta herramienta, el personal encargado de la gestión del abastecimiento de Calpe es capaz de:

- Modificar la operación del sistema y simular los resultados.
- Prever el comportamiento de la red en las próximas 24h.
- Generar escenarios what if con información en tiempo real: cierre/apertura de válvulas, cambio de setting de válvulas, marcha/paro de bombas, modificaciones de set-points de operación y simulación ante diferentes condiciones de demanda.
- Detectar problemas en la red de forma inmediata e incluso anticiparse antes de que sucedan.
- Planificar de manera eficiente las actuaciones en la red.
- Visualizar gran cantidad de indicadores del estado del sistema en un entorno amigable, intuitivo y completamente configurable.

En cuanto a la red de saneamiento, se implantaron las siguientes soluciones de GoAigua Wastewater:

- Clog Spot: detección prematura de atascos y asistente de programación de limpiezas.
- Sewer Protect: detección de caudales no deseados provenientes de infiltraciones, conexiones pluviales en la red residual y de descargas no procedentes.
- Sewer Twin - módulo Odour Management: control autónomo e inteligente de generación de olores.
- Sewer Twin Ace: gemelo digital de la red de saneamiento que ofrece un sistema avanzado de alerta frente a inundaciones.

Para la implantación de GoAigua Sewer Twin Ace, siguiendo un procedimiento similar al de la red de agua potable, se recopiló y virtualizó la información de la red de alcantarillado y se colocaron e integraron múltiples estaciones de

medición de la lámina de agua en tuberías y estaciones de bombeo conectadas a equipos IoT para la transmisión de los registros.

Los datos recibidos de estos equipos alimentan los modelos matemáticos y los algoritmos de aprendizaje automático que generan los siguientes servicios:

- Predicción de eventos de inundación urbana.
- Detección y predicción de alivios.
- Simulación de escenarios de lluvias (what if) con información de la red en tiempo real.
- Sistema de apoyo a la toma de decisiones.
- Planificación proactiva de limpiezas.
- Detección de infiltraciones y obstrucciones.
- Eliminación de olores mediante la dosificación automática de químicos.

Conclusión:

Gracias a las soluciones GoAigua implantadas, la ciudad de Calpe ha conseguido:

- Reducción de un 10% su NRW (agua no registrada), llevando la explotación a un rendimiento cercano al 90%.
- Detección de 26 alertas anticipadas por riesgo de inundación en el último año.
- Reducción de quejas y mejora de la percepción del cliente.

Con este despliegue Calpe se posiciona a la cabeza en cuanto a la gestión sostenible del ciclo integral del agua, optimizando el servicio ofrecido a sus habitantes y reduciendo los costes de operación y mantenimiento.

Pablo Montalvilla Gómez
Water consultant
media@idrica.com

4

ONTOLOGÍA



ARTÍCULO 4.1

DAM360 - INNOVANDO EN LA SEGURIDAD DE PRESAS A TRAVÉS DEL MACHINE LEARNING

Introducción

El proceso de monitoreo y vigilancia de la seguridad de una presa es un trabajo complejo y laborioso. Los datos de telemetría, topografía, inspección manual, sismología o meteorología, entre otros, son a menudo recopilados, almacenados, procesados y analizados por separado, si bien han de considerarse en conjunto para obtener una visión integral del estado de la presa y su seguridad.

Los inspectores y responsables de explotación se enfrentan a menudo al reto de disponer de información precisa y fiable en un tiempo razonable, que posibilite actuaciones tempranas en la gestión de los riesgos de la presa.

Metodología y Resultados:

Es en este contexto donde la Inteligencia Artificial y el uso de metodologías como el Machine Learning juegan un papel crucial, imposible de abordar desde enfoques analíticos más habituales. Mediante la combinación de Machine Learning y Dam360, un sistema de gestión integral de datos de seguridad de presas, Adasa ha desarrollado una metodología innovadora para la seguridad de presas, basada en la identificación de comportamientos anómalos y la generación de alarmas significativas y escalables que permite anticiparse a situaciones de riesgo potencial.

Dam360 unifica en una sola base de datos en la nube todos los datos históricos de seguridad de la presa junto con los datos de monitoreo y vigilancia, identificando los indicadores clave de la presa y garantizando datos de máxima calidad, lo que permite un análisis avanzado y preciso.

En el marco de la Inteligencia Artificial, Adasa ha estudiado y aplicado el Machine Learning como uno de los métodos más eficientes de análisis de datos para automatizar la creación de modelos analíticos de predicción de anomalías, generar alarmas fiables y reducir los riesgos de un posible fallo de la presa.



El uso de Inteligencia Artificial y Machine Learning mejoran el análisis del comportamiento de las presas y la toma de decisiones en la gestión de su seguridad. El proceso de monitoreo es complejo y puede durar días o incluso semanas, donde los datos relevantes de telemetría, topografía, las inspecciones manuales o los datos sísmicos y meteorológicos se recopilan, almacenan, procesan y analizan por separado, pero deben considerarse en conjunto para obtener una visión integrada de la seguridad de la presa.

Mediante la combinación de Machine Learning y Dam360, un sistema de gestión integral de datos de seguridad de presas, Adasa ha desarrollado una metodología innovadora para la seguridad de presas, basada en la identificación de comportamientos anómalos y la generación de alarmas significativas y dinámicas, adaptadas a la estación del año, que permiten anticiparse a situaciones de riesgo potencial.

PALABRAS CLAVE:

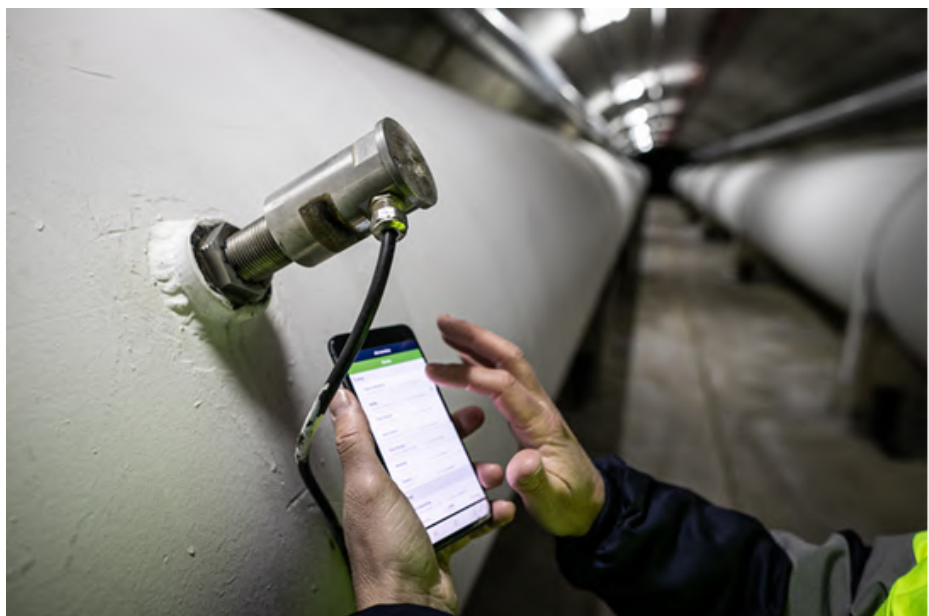
**Presas
Machine Learning
Seguridad
Riesgo
Innovación
Alarmas
Anomalías**

Partiendo de la integración en una única plataforma digital de variables como la presión de elevación, las filtraciones, la lluvia o el nivel de almacenamiento, entre otras, y aplicando mecanismos de minería de datos como data cleaning, umbrales semiestáticos, modelos predictivos o agrupamiento, Dam360 es capaz de revisar la evolución de diferentes parámetros, identificar valores atípicos en los datos históricos y, consecuentemente, definir umbrales de alarma de seguridad fiables.



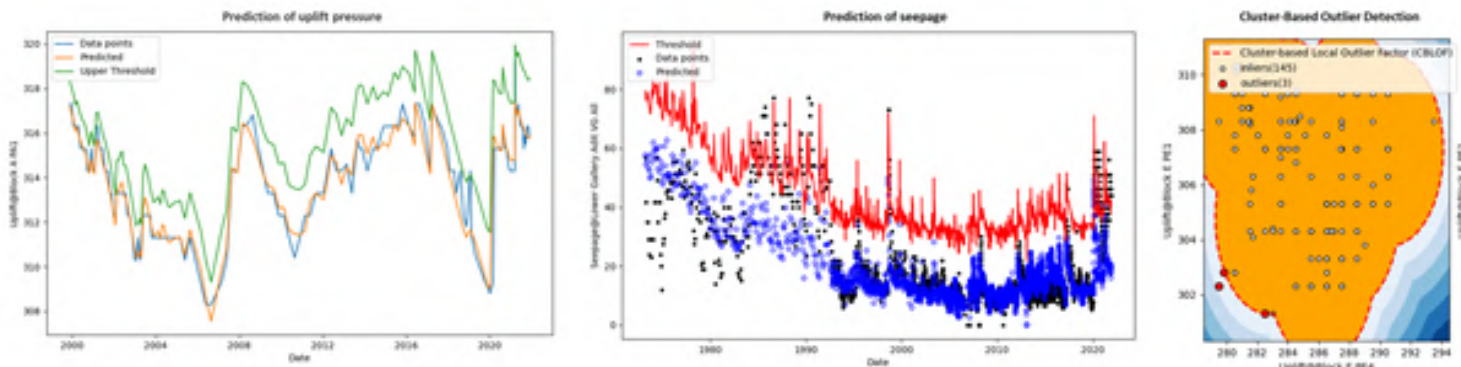
Las técnicas de Machine Learning aplicadas a la seguridad de presas proporcionan un análisis consistente de datos de alta complejidad.

La digitalización de los procesos de inspección y recogida de datos es una pieza clave para el control del riesgo de una presa.



El sistema comprende modelos de comportamiento que utilizan algoritmos de regresión multivariante, redes neuronales y Random Forest para predecir parámetros diarios como la presión de elevación y la filtración, así como varias técnicas de clasificación no supervisadas, como One-Class Support Vector Machine, Isolation Forest y Long Short-Term Memory (LSTM) para encontrar anomalías a lo largo de la estructura de la presa.

El sistema ha sido probado con éxito en Nueva Gales del Sur, Australia, en la presa que proporciona el 80% del suministro de agua a Sídney (5 millones de habitantes) dentro de un proyecto piloto que monitorea y predice lluvia, nivel de almacenamiento de agua, temperatura, presiones de elevación (25) y filtraciones (63).



La solución se engloba dentro del sistema de monitoreo de seguridad de presas implementado por Adasa para WaterNSW en 42 grandes presas y 24 azudes. A partir de estos trabajos y según un estudio presentado por WaterNSW en el último Comité Nacional Australiano de Grandes Presas (ANCOLD), se estima una reducción del 15% en los riesgos de seguridad.

El análisis de los datos históricos a través del Machine Learning ha permitido, entre otros:

- Eliminar ruidos y picos innecesarios en las señales de los sensores de la presa.
- Identificar patrones y correlaciones entre diferentes calibres y parámetros en la presa.
- Construir modelos inteligentes para predecir la respuesta de la presa.
- Encontrar tendencias a largo plazo y el efecto del envejecimiento en la presa.
- Localizar anomalías y comportamientos inusuales en la presa a partir del análisis en el dominio de la frecuencia de las señales de los acelerómetros.

- Disponer de información relevante y de calidad en tiempo casi real.
- Asistir en la toma de decisiones basadas en identificadores clave.

Conclusiones:

Como conclusión, podemos afirmar que la incorporación del Machine Learning al estudio de la seguridad de presas, junto con Dam360 como herramienta integradora, proporciona a los ingenieros y responsables una nueva jerarquía de alarmas inteligentes, permite localizar y estudiar en mayor profundidad situaciones anómalas, tendencias a largo plazo y daños potenciales no visibles en la presa, y afianza las decisiones sobre la salud de la presa con información fiable y de calidad.

Iñaki Barrondo Benito

Product Manager
ibarrondo@adasasistemas.com

Montserrat Rosales Mortensen

Business Development Manager
mrosales@adasasistemas.com

ARTÍCULO 4.2

SE HACE EL CAMINO AL ANDAR

Para llevar a cabo un proyecto, tanto de negocios como de investigación, conviene establecer un plan. Cuanto más detallado y concreto sea, más fácil será llevarlo a cabo. En ocasiones no es posible planificar preparando una proyección de las operaciones a realizar y los recursos necesarios en cada momento.

En la década de los noventa, varias empresas constructoras, al ver caer su cartera de pedidos tras las Olimpiadas y la Expo92, entraron en el mercado del agua, dominado entonces por empresas de amplia implantación e historia. Para competir y crecer en ese mercado, Aguas de Valencia optó por la adaptación a cada cliente - entonces fundamentalmente ayuntamientos - y la minimización de los costes de operación. Buscando la versatilidad se apostó por los sistemas de información, y para bajar los costes se tomó como palanca fundamental la mejora del indicador de Agua No Registrada.

Se ensayaron diferentes estrategias, siendo la más prometedora la sectorización de la red y la instalación de registradores de datos para medir el caudal mínimo nocturno (CMN) de alimentación del sector. El incremento repentino de esta variable y el sostenimiento en el nuevo valor era señal poderosa de una posible fuga. Sin embargo, posteriormente era necesario localizarla y repararla.



Llegar a un punto desde otro requiere recorrer un camino. Si el destino no está claro y/o no se conoce el terreno, no es posible ni aconsejable proyectar a largo plazo.

En Global Omnium se optó por la transformación digital y la innovación como única forma posible de subsistir y crecer en la gestión de servicios de agua cuando términos como “start up”, “IoT”, “Innovación abierta”, o “Big Data” no existían.

En este artículo se expone cómo se plantearon los retos a resolver, qué propósito perseguían, cómo se gestionó el progreso y las actitudes necesarias para el éxito.

En ocasiones, tras muchos días, no se conseguía localizar la fuga. Si había subido el CMN ¿Era debido a un incremento de consumo de uno de los clientes del sector? ¿Había una acometida fraudulenta? La única forma de orientar la respuesta era la instalación de la telelectura.

Eso hicimos, a pesar de sus innumerables inconvenientes, empezando por el coste. Al principio se cometieron innumerables errores, los avances eran pocos y la situación caótica.

PALABRAS CLAVE:

**Transformación digital
Telelectura
Gestión de proyectos**

En otoño de 2009 se decidió dar un cambio radical al enfoque. El resultado ha sido un éxito. En el camino, sin saberlo:

- Construimos un IoT para integrar la información de lecturas y alarmas de todos los fabricantes, cuando no se había inventado el término IoT,
- Contratamos startups, porque internamente no podíamos saber de todo. Les llamábamos freelancers, porque entonces no existía el concepto de startup,
- Usamos técnicas de desarrollo ágil, para mantenernos en un entorno fuertemente cambiante por la falta de madurez de la tecnología,
- Nos hicimos expertos en comunicaciones y en los productos de nuestros proveedores.
- Aprendimos a manejarnos con ingentes cantidades de datos.



Ni al principio, ni durante el proceso, ninguno de los involucrados en el proyecto podíamos imaginar el cambio que este proyecto iba a propiciar en la organización y en el servicio prestado. Por eso hubiera sido imposible, o simplemente inútil, hacer un plan. En lugar de ese plan mantuvimos ciertos principios de actuación que pensamos han sido la clave del éxito.

Éstos han sido:

Sabemos lo que queremos: Gestionar el Agua No Registrada, reduciéndola y manteniéndola en el nivel decidido. En estos años nos hemos sentido tratados como si estuviéramos locos. Como Ketama, nosotros pensábamos: "No estamos locos, Que sabemos lo que queremos...".

Retirar la atención de la preocupación y focalizarla en la acción que lleva a la solución: Pensar en la dimensión del proyecto, en la escasez de recursos, en la incertidumbre del resultado nos hubiera bloqueado. En todo momento fuimos conscientes de ello, pero retirábamos la atención de estas amenazas y nos centrábamos en lo que se podía hacer en cada momento.

Exposición paulatina al objeto de la fobia, con prevención de la respuesta: En ocasiones los riesgos eran elevados, por lo que era oportuno regular la velocidad de progreso, y pensar con anticipación qué hacer si las cosas no salían como esperábamos.

En cada momento, lo mejor: ¿Qué buena sorpresa hemos tenido?, ¿Qué es lo mejor que puedo hacer yo ahora?, ¿A quién puede ayudar esto ahora?

Las tres últimas actitudes son estrategias terapéuticas que me ha enseñado un gran amigo, excelente psiquiatra. Nosotros nos las aplicamos, aunque sabíamos que no estábamos locos.

No poder hacer planes no es excusa para no tener ideales o para no perseguirlos. Si no hay camino, se hace el camino al andar. Hoy nuestros ideales son otros: la generalización de los gemelos digitales (el primero a tiempo real que construimos ya tiene diez años), la gestión cognitiva del servicio, la cooperación con nuestros clientes,...

Seguimos haciendo camino al andar.

Jaime José Castillo Soria
Director de I+D+I y Relaciones
Institucionales
jcastillo@globalomnium.com

ARTÍCULO 4.3

LA ESTANDARIZACIÓN E INTEROPERABILIDAD COMO TECNOLOGÍAS TIC FACILITADORAS DE LA RECARGA GESTIONADA DE ACUÍFEROS



Introducción y Objetivos:

La recarga gestionada de acuíferos (MAR del inglés Managed Aquifer Recharge) es un término que engloba una serie de tecnologías que permiten recargar acuíferos intencionadamente, con el fin de darle posterior uso a las aguas almacenadas [1]. La adopción de esta técnica está en expansión en los últimos años [2]. No obstante, si no se realiza de una manera adecuada, puede generar impactos tales como la contaminación de acuíferos [1-3], la anegación de tierras cultivables [4], y perjuicios para la salud de los usuarios finales [4]. Un aspecto clave en este sentido es una correcta monitorización para evaluar la eficacia de los sistemas, el estado ambiental de las zonas bajo su influencia, y la cantidad y calidad del agua. De hecho, la mejora del monitoreo ha sido reconocida como un elemento crucial para optimizar la técnica MAR [1,2]. En este sentido, la adopción de tecnologías TIC resulta especialmente útil.

La recarga gestionada de acuíferos (MAR por sus siglas en inglés) es una técnica para aumentar la reserva de aguas subterráneas que está ganando protagonismo en las últimas décadas ante los efectos del calentamiento global y presiones socioeconómicas. En el ámbito de esta técnica, la monitorización ambiental es esencial, ya que permite diagnosticar el estado de las aguas y los sistemas empleados. En el marco del proyecto de I+D+i MARSoluT (H2020) se realizó un estudio del estado del arte en monitorización MAR, y a partir de este, se formularon soluciones TIC. Este estudio mostró una fuerte heterogeneidad en cuanto a los fabricantes de los equipos empleados, el formato de salida de los datos y el lenguaje ontológico general sobre MAR. Las soluciones tecnológicas propuestas incluyen estándares para el desarrollo de herramientas informáticas tipo Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) y la integración de sistemas MAR basado en documentos del Open Geospatial Consortium (OGC) y el proyecto MEGA de Tragsa. También se ha propuesto un formato estándar para guardar la información de sensores de diversos fabricantes, y una ontología para referirse a los sistemas empleados para la recarga gestionada de acuíferos. Estas propuestas, además de proveer soluciones prácticas, se consideran como elementos a incluir en el modelo conceptual Monitored and Intentional Recharge (MIR), que constituye una guía metodológica para la elaboración de directrices para recarga gestionada de acuíferos.

PALABRAS CLAVE:

Managed Aquifer Recharge (MAR)

Monitorización

Estandarización

Interoperabilidad

Ontología

Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

Sensórica

Monitored and Intentional Recharge (MIR)

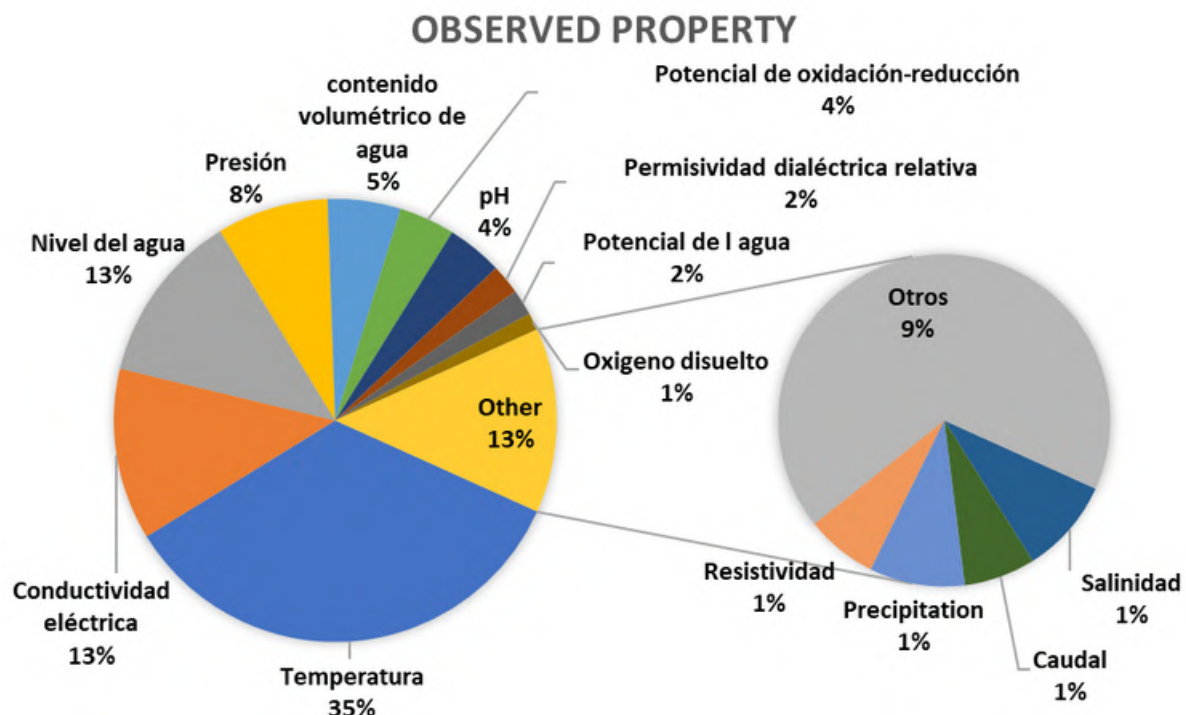
El proyecto MARSoluT es una red de formación europea que busca formar y doctorar a 12 jóvenes investigadores en MAR. En el marco de este proyecto, Tragsa ha venido desarrollando propuestas para mejorar la monitorización de sistemas MAR e incluir estas mejoras en el texto de futuras directrices técnicas. Este estudio tiene como objetivo presentar los avances TIC para la monitorización, empleando criterios de Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM), y como estos encajan en la elaboración de futuras directrices sobre MAR.

Metodología y Antecedentes:

En primera estancia, se ha caracterizado el estado del arte en monitorización de sistemas MAR mediante una encuesta realizada a los miembros del consorcio MARSoluT que estuvieran estudiando u operando esquemas que involucren esta técnica. Se requirió una lista de los sensores usados, una descripción de cada uno y del sistema MAR integrado, indicando además si usan herramientas tipo Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) para integrar la información. A partir de dicho estado del arte, se generaron propuestas basadas en estándares que permitan una mayor interoperabilidad.

Discusión y Resultados:

Diez instituciones de Europa e Israel respondieron a los cuestionarios sobre el estado del arte en la monitorización de sistemas MAR, encontrando que dichas instituciones vigilan un total de 45 parámetros. De estos, los más comúnmente monitorizados son la temperatura, la conductividad eléctrica, el nivel del agua, la presión capilar, y el contenido volumétrico de agua (figura siguiente).



Principales propiedades del suelo, del agua y de la atmósfera monitorizadas por los miembros del consorcio MARSoluT, y porcentaje respecto al monitoreo total

También se determinó el origen de los sensores, con hasta 28 fabricantes diferentes, y que tan solo en uno de los diez pilotos se ha implementado un SCADA. A partir de este estudio, se encontraron las siguientes lagunas en el conocimiento y desafíos para la monitorización de sistemas MAR:

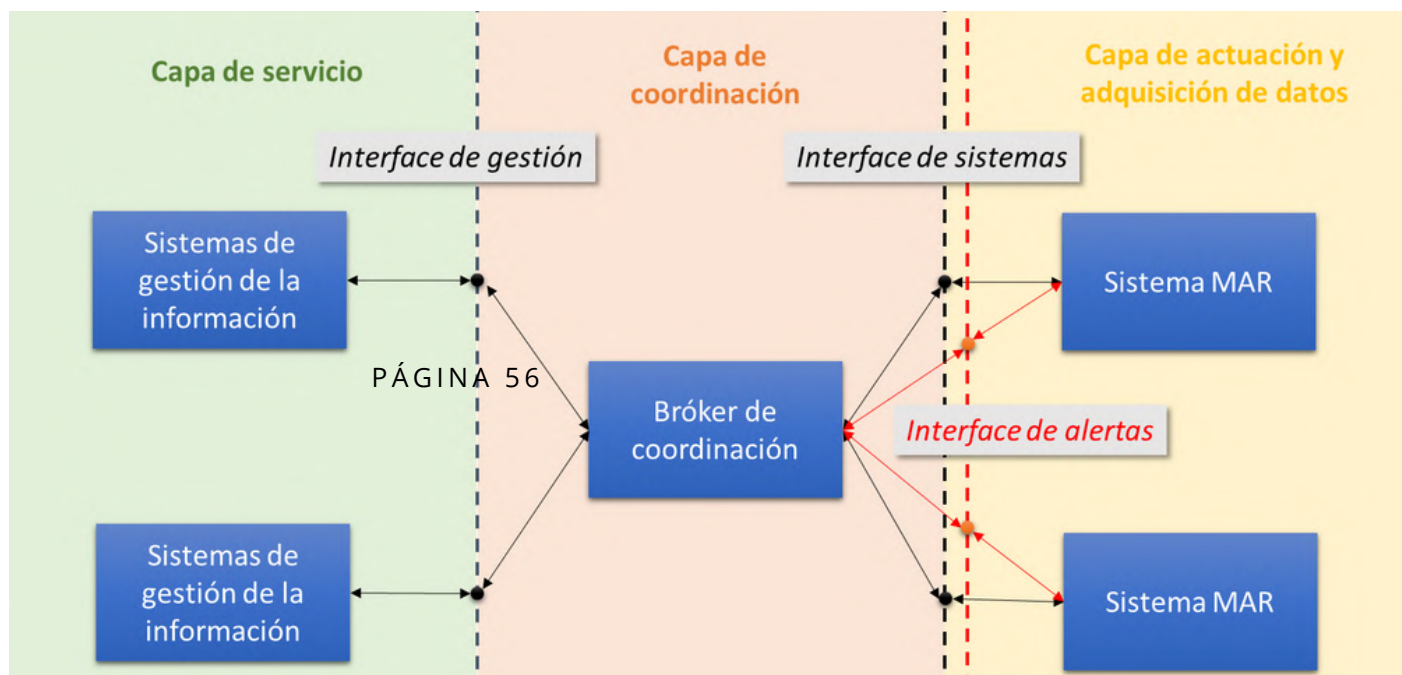
- Falta de estándares que permitan el desarrollo de sistemas tipo SCADA.
- Gran heterogeneidad en los formatos de salida de los datos de sensores.
- Gran dispersión en los términos que se usan para referirse a los tipos de sistemas MAR y de las propiedades monitorizadas.

Conforme a las lagunas detectadas, se han generado cuatro propuestas que buscan aumentar la interoperabilidad y la estandarización en la monitorización del medio ambiente, y específicamente, de los sistemas MAR, con objeto de mejorar la eficiencia de estos sistemas y aportar elementos para futuras directrices. Dichas propuestas son: (1) un estándar para desarrollar herramientas tipo SCADA; (2) un estándar para integrar la operación y monitorización de diferentes sistemas MAR; (3) un formato estándar para los ficheros de salida de sensores y, (4) una ontología como propuesta para referirse a los distintos sistemas MAR utilizados a nivel internacional.

El estándar para desarrollar herramientas tipo SCADA se basó principalmente en los estándares del Open Geospatial Consortium (OGC) para los servicios de observación de sensores (SOS), los servicios de alertas de sensores (SAS) y en el sistema MEGA de Tragsa. El estándar desarrollado cuenta con un conjunto de procesos SOS que permiten obtener información sobre la herramienta informática utilizada (GetCapabilities), los sensores que se encuentran registrados (DescribeEntity), y los datos que estos hayan generado (GetObservation). Además, también cuenta con procesos que permiten alimentar a la herramienta informática de datos, tales como registrar sensores (RegisterEntity) e introducir los datos producidos por estos (InsertObservation).

En cuanto a los procesos SAS, el sistema permite publicar sensores (Advertise) a los cuales los usuarios se pueden suscribir (Subscribe) para recibir alertas. El estándar también considera la renovación de sensores antes que expiren (RenewAdvertisement), y las suscripciones a las respectivas alertas (RenewSubscription), además de su cancelación si fuera conveniente (CancelSubscription y CancelAdvertisement).

Los sistemas MAR se podrían integrar en sistemas de gestión de la información, por ejemplo, por parte de las autoridades del agua o empresas, permitiendo así comparar, de manera automática, diferentes experiencias mediante metodologías tipo benchmarking (3). Para ello se ha generado un estándar que adopta la arquitectura y algunos de los elementos desarrollados por la norma UNE 318002-3:2021 liderada por el MAPA y TRAGSA para la interoperabilidad en los sistemas de riego. Este estándar incorpora los mismos procesos del estándar para desarrollar herramientas tipo SCADA. Los sistemas MAR que no utilicen este último estándar, pero se controlen mediante herramientas basadas en las normas de la OGC, podrían ser fácilmente incorporados al sistema interoperable debido a la equivalencia entre los procesos de la norma y los aquí propuestos. La integración entre sistemas MAR y los sistemas de gestión de la información se pretende alcanzar mediante un bróker de coordinación (figura siguiente).



Arquitectura propuesta para generar sistemas interoperables entre sistemas MAR y el medio ambiente. Basada en el estándar UNE 318002-3:2021

La tercera propuesta desarrollada consiste en un formato estándar e interoperable para almacenar los datos de salida de diferentes tipos de sensores. Este formato incluye la información considerada por los archivos de salida de varios fabricantes, y puede ser utilizada para el intercambio de información “cruda” de una manera clara y fácil. La línea de acción se encamina a la generación de ficheros para su carga directa en determinados modelos.

Finalmente, se ha desarrollado una ontología para MAR, la cual define una serie de términos relacionados con la técnica y su interrelación. La ontología se enfocó en los términos utilizados para referirse a los tipos de sistemas utilizados a nivel mundial. La figura de la siguiente página muestra un resumen general del núcleo principal de dicha ontología. Actualmente, MARSoluT y Tragsa prosiguen el trabajo para alcanzar un lenguaje común en el entorno MAR y su normalización.

Estas propuestas de estandarización e interoperabilidad en la recarga gestionada de acuíferos han sido tenidas en cuenta en el modelo conceptual MIR (Monitored and Intentional Recharge), con el cual se busca establecer una metodología para la generación de directrices y leyes sobre MAR a nivel mundial [4]. Este modelo está compuesto por nueve bloques e incluye los mínimos elementos que cualquier marco normativo y/o directriz técnica debería incluir y desarrollar. Hasta ahora, el modelo MIR se ha propuesto como guía para desarrollar el marco regulatorio de la recarga gestionada de acuíferos en Perú y Níger, y se plantea su consideración para la futura normativa sobre recarga gestionada de acuíferos en la unión europea.



Principales bloques del modelo conceptual MIR (Monitored and Intentional Recharge)

Conclusiones:

Se han detectado lagunas en la monitorización de sistemas de recarga gestionada de acuíferos (MAR por sus siglas en inglés) a través del estudio del estado del arte en una muestra de experiencias MAR que hacen parte del consorcio MARSoluT. Se ha detectado la falta de herramientas tipo SCADA que permitan manipular la información ambiental y sistemas para integrar la información de diferentes sistemas MAR. Además, se encontró una gran heterogeneidad en los formatos de salida de la información de sensores e incongruencia en la terminología de los distintos tipos de sistemas MAR. A partir de las carencias detectadas, se han propuesto cuatro elementos basados en TIC para la mejora de la monitorización de los sistemas MAR. Este estudio permite concluir que la ontología y la estandarización son piezas fundamentales de estas propuestas, las cuales contribuyen a mejorar la interoperabilidad considerablemente. Algunos de los elementos desarrollados se han incluido en el modelo conceptual MIR, que provee los mínimos elementos para el desarrollo de directrices o regulaciones de los sistemas MAR. Se espera que este modelo ayude en la redacción de las futuras directivas europeas sobre MAR. Las propuestas aquí presentadas se mejorarán y refinarán mediante la participación de varios agentes involucrados en la monitorización del medio ambiente y MAR, incluyendo la academia, asociaciones profesionales y fabricantes, con objeto de alcanzar versiones más robustas y potentes. Esta información será ampliada en futuras publicaciones científicas y técnicas que se esperan completar en 2023.

Referencias:

1. Tragsa Innovación en la Planificación y Gestión del Agua. El Grupo Tragsa y la Recarga Gestionada de Acuíferos. 2020, 48. <https://bit.ly/3DcF2IA>.
2. Dillon, P.; Stuyfzand, P.; Grischek, T.; Lluria, M.; Pyne, R.D.G.; Jain, R.C.; Bear, J.; Schwarz, J.; Wang, W.; Fernández, E.; et al. Sixty Years of Global Progress in Managed Aquifer Recharge. *Hydrogeol J* 2019, 27, 1-30, doi:10.1007/s10040-018-1841-z.
3. San-Sebastián-Sauto, J.; Fernández-Escalante, E.; Calero-Gil, R.; Carvalho, T.; Rodríguez-Escales, P. Characterization and Benchmarking of Seven Managed Aquifer Recharge Systems in SW Europe. *Sustain. Water Resour. Manag.* 2018, 4, 193-215, doi:10.1007/s40899-018-0232-x.
4. Fernández Escalante, E.; Henao Casas, J.D.; San Sebastián Sauto, J.; Calero Gil, R. Monitored and Intentional Recharge (MIR): A Model for Managed Aquifer Recharge (MAR) Guideline and Regulation Formulation. *Water* 2022, 14, 3405. <https://doi.org/10.3390/w14213405>

Agradecimientos:

Esta investigación se enmarca en el programa Marie Skłodowska-Curie (H2020), GA n.º 814066 (Managed Aquifer Recharge Solutions Training Network, MARSolut).

<https://www.marsolut-itn.eu>.

José David Henao Casas

Jhenao@tragsa.es

Enrique Fernández Escalante

Rodrigo Calero Gil

CONOCE LA PTEA

WWW.PLATAFORMAAGUA.ORG

SOCIOS PTEA 2022



SOCIOS OBSERVADORES PTEA 2022



JUNTA DIRECTIVA DE LA PTEA



D. FÉLIX R. FRANCÉS
PRESIDENTE
(IIAMA-UPV)

DÑA. M^a ANGELES SERRANO
VICEPRESIDENTA
(GLOBAL OMNIUM)



DÑA. ALICIA ANDREU
SECRETARIA GENERAL
(ITC-AICE)

D. JUAN LUIS SOBREIRA
VOCAL
(ITG)



D. JORGE GARCÍA DEL ARCO
VOCAL
(AQUADAT)

DÑA. RAQUEL LÓPEZ
VOCAL
(CARTIF)



DÑA. DESI ESCAPLEZ
VOCAL
(DAM AGUAS)

DÑA. MARÍA PEDRO
SECRETARIA TÉCNICA
(GLOBAL OMNIUM)



VENTAJAS DE SER SOCIO DE LA PTEA

Papel nacional e internacional de la Plataforma



- Participación en Grupos Interplataforma: Economía Circular, Ciudades Inteligentes y BigData e Inteligencia Artificial



- Promoción en los eventos más importantes del sector



- Movilización de fuentes de financiación pública y privada



- Reducción de la fragmentación en las actividades de Investigación y Desarrollo



- Efecto positivo sobre una amplia gama de políticas

Posicionamiento como agente del sector

- Participación en el Catálogo de socios
- Publicidad en la web PTEA
- Participación en los grupos de trabajo técnico

Por qué hacerse socio

- Integración en la mayor red de I + D + i en agua de España
- Cartas de apoyo a proyectos
- Búsqueda de socios
- Ventajas especiales y descuentos para eventos organizados por la PTEA

Estar al día de los avances del sector

- Boletín informativo de noticias y eventos
- Información sobre cursos, seminarios, jornadas, etc.
- Información sobre convocatorias nacionales e internacionales

www.plataformaagua.org

HAZTE SOCIO Y PARTICIPA EN LA PTEA

Impulso del sector nacional

- Apoyo al sector nacional
- Contacto con las Administraciones Públicas como referente del sector



Difusión de sus actividades

Fomento de sus casos de éxito. Ejemplo:

- Jornadas
- Eventos
- Ferias
- Revista IDiagua



GRUPOS DE TRABAJO



GT1

Gestión integrada de los recursos hídricos



GT2

Agua en la agricultura y binomio agua-energía



GT3

Tratamiento y depuración. Soluciones tecnológicas, incluyendo compuestos emergentes. Reutilización, reciclaje y desalación



GT4

TICs, Smart technologies y Agua



GT5

Financiación de la Innovación y Compra Pública Innovadora

ASOCIATE

PARA ENTRAR A FORMAR PARTE COMO SOCIO DE LA PTEA,
ENVÍE LA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN MEDIANTE UN CORREO
ELECTRÓNICO A LA SECRETARÍA TÉCNICA DE LA PTEA.

NO DUDE EN PONERSE EN CONTACTO CON NOSOTROS.



WWW.LINKEDIN.COM/IN/PTEA



[@PLATAFORMAAGUA](https://twitter.com/PLATAFORMAAGUA)

SECRETARÍA TÉCNICA

SECRETARIATECNICA@PLATAFORMAAGUA.ORG

[HTTP://WWW.PLATAFORMAAGUA.ORG/](http://WWW.PLATAFORMAAGUA.ORG/)

C/ MONTALBÁN 3, 5º DCHA. 28014 MADRID

Las imágenes han sido proporcionadas por los autores y editores.



Revista sobre tendencias en I+D+i de la Plataforma Tecnológica Española del Agua