

Digitalización e IoT al servicio del ciclo del agua en pequeños municipios

Juan Luis Sobreira Seoane, Lucía Garabato Gándara, Oscar Brandón Basdediós, Oscar González Represas, Gonzalo Blázquez Gil
Instituto Tecnológico de Galicia | www.itg.es



OBJETIVO

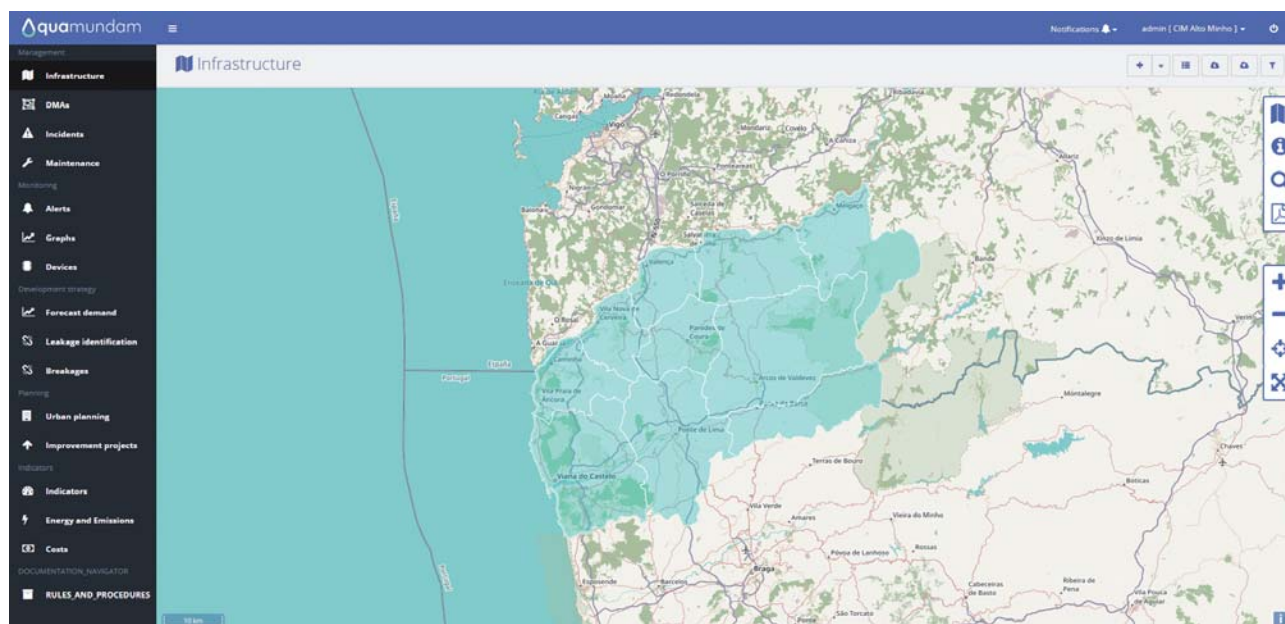
El proyecto "Aquamundam, Soluciones para la Gestión integrada y sostenible del agua", tiene como objetivo la protección medioambiental a través de la mejora en la gestión del ciclo integral del agua fomentando su explotación sostenible mediante el desarrollo

de metodologías, técnicas y sistemas de información innovadores.

El proyecto Aquamundam está financiado por fondos FEDER a través del Programa de Cooperación Transfronterizo España – Portugal (POCTEP) y persigue tanto el intercambio de experiencias y conocimientos como el desarrollo e implantación de solucio-

nes conjuntas a través de una colaboración eficaz y efectiva entre instituciones de ambos países.

La ejecución del proyecto ha comenzado en junio de 2017 y concluirá en septiembre de 2019. Con un presupuesto de 1.312.779 €, de los cuales el 75 % es cofinanciado por el programa POCTEP, el área de actuación se extiende a



once provincias; nueve de España (A Coruña, Lugo, Orense, Pontevedra, Lugo, Salamanca, Valladolid, Zamora y Ávila) y dos de Portugal (Alto Minho y Coímbra). Dentro de esta extensa área geográfica, el proyecto focaliza sus esfuerzos hacia el segmento de municipios cuya población está comprendida entre los 5.000 y los 20.000 habitantes.

Liderado por el Instituto Tecnológico de Galicia, el consorcio que desarrolla el proyecto se completa con la Entidad Pública Empresarial Aguas de Galicia, la Confederación Hidrográfica del Duero y la Fundación CARTIF como socios españoles; los socios portugueses son el Instituto Pedro Nunes y la Comunidad Intermunicipal del Alto Minho.

ACTUACIONES DEL PROYECTO: DIGITALIZACIÓN AL SERVICIO DEL CICLO DEL AGUA

Desde el punto de vista de la innovación, dos de las líneas de actuación se centran en el diseño de metodologías para el diagnóstico y mejora de la gestión del ciclo del agua y el desarrollo de un sistema de información GIS-

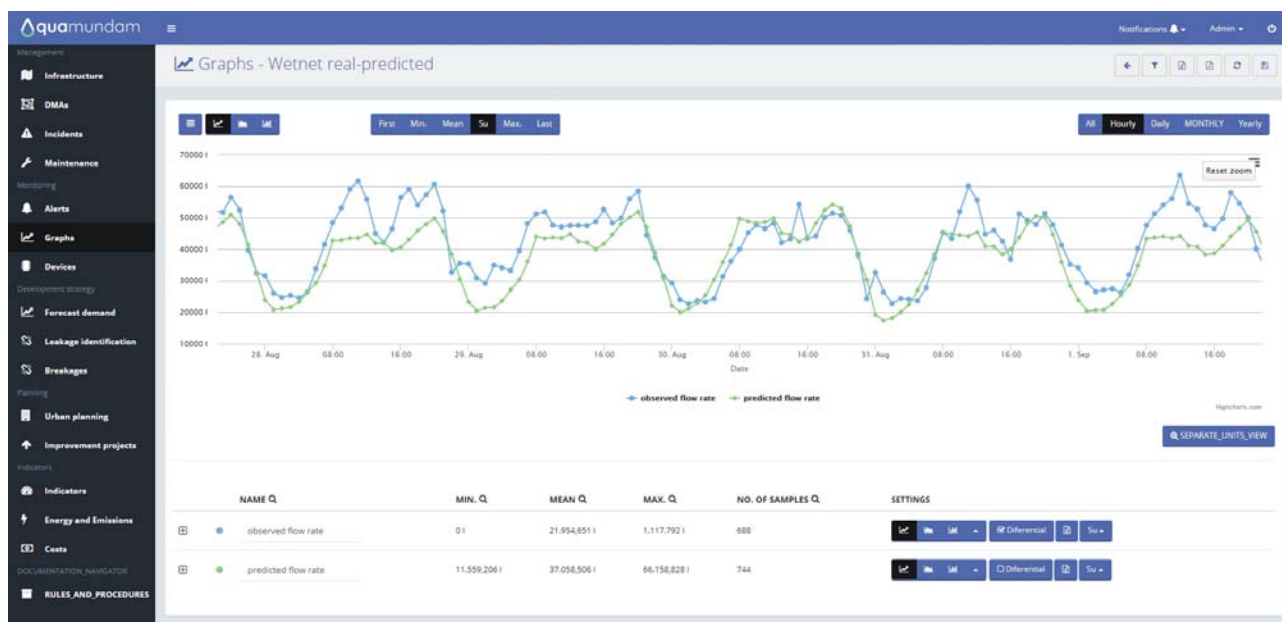
Web que contribuya a su optimización. Desde el punto de vista de los beneficiarios finales (los ayuntamientos), las principales acciones del proyecto se centran en la aplicación de la metodología de diagnóstico en doce municipios y la implantación de tres pilotos: la distribución geográfica de estas quince actuaciones permitirá la realización de cuatro diagnósticos y un piloto en cada una de las siguientes áreas geográficas: Galicia, Castilla y León, Alto Minho y Coímbra.

En relación al sistema de información de Aquamundam, su diseño tiene en cuenta una realidad que es común a muchos ayuntamientos de España y Portugal, que se concreta en el hecho de que la digitalización y modernización tecnológica de los servicios asociados al ciclo del agua (tanto potable como saneamiento) es una necesidad en las poblaciones de uno y otro país a las que se dirige el proyecto.

El sistema de información proporciona respuesta, por un lado, a aquellas poblaciones que no disponen de sistemas de información que den soporte al ciclo del agua; pero también deberá tener en cuenta aquellos que sí lo tienen y

en los que el reto esté en la integración final o complementaria de la información disponible sobre una plataforma GIS-Web. En función del nivel de digitalización existente, se han tipificado cinco escenarios a los que Aquamundam da cobertura:

- Escenario 01, "Infraestructura": está definido por aquellos ayuntamientos que no disponen de información de la topología digitalizada o, cuando existe, está en entornos CAD y no en entornos GIS.
- Escenario 02, "Modelizado": está definido por aquellos ayuntamientos que disponen de herramientas GIS y, además, disponen de herramientas matemáticas para el modelizado, bien de las redes de distribución de agua potable, bien de las de saneamiento, o de ambas.
- Escenario 03, "Servicio": está definido por aquellos ayuntamientos que disponen, además, de información digitalizada relacionada con la operativa del servicio; es decir, aspectos como los costes, las incidencias del servicio o el estado del mantenimiento de sus infraestructuras.



- Escenario 04, "Monitorización": está definido por aquellos ayuntamientos que disponen, además, de un parque de sensores y/o scadas con información de los procesos asociados al ciclo del agua; no sólo aquellos relacionados con la potabilización o la depuración, sino también con las redes distribución de agua potable y/o saneamiento.

- Escenario 05. "Misceláneo": está definido por aquellos ayuntamientos con una combinación heterogénea de todos o algunos de los anteriores.

Ante esta situación, Aquamundam proporciona una respuesta modular adaptada a cada uno de los escenarios definidos, tal y como se describe a continuación.

- Escenario 01, "Infraestructura". Aquamundam proporciona soporte a la gestión de infraestructuras; es decir, de la topología de las redes de distribución de agua, saneamiento y los procesos asociados. En relación a la topología, permite no sólo conocer aspectos relacionados con la ubicación y geometría de los distintos elementos,



sino también con sus características como, entre otras, los materiales o su estado de conservación; además, el sistema facilita la actualización de este tipo de información a través de funcionalidades destinadas a la importación masiva de elementos que emplean ficheros geo-JSON (Geographical JavaScript Open Notation), que encapsulan en un único fichero tanto la información geométrica como la alfanumérica.

- Escenario 02, "Modelizado". Aquamundam está orientado a facilitar la unicidad de datos y a facilitar sinergias y habilitar la comunicación entre la in-

formación asociada a las infraestructuras con la vinculada al análisis matemático del comportamiento de redes de distribución de agua potable y/o saneamiento. Para ello, Aquamundam cuenta con funcionalidades que permiten la comunicación bidireccional con herramientas de modelizado. Esta funcionalidad facilita los procesos de toma de decisión; por un lado, al transformar información técnica en información visual (basada, por ejemplo, en códigos de colores para identificar puntos críticos) y, por otro, al poder compartir fácilmente los resultados del modelizado a través de un navegador web.

- Escenario 03, "Servicio". En este caso, Aquamundam facilita a los usuarios la posibilidad de controlar aspectos complementarios, pero relevantes, relacionados con los servicios asociados al ciclo del agua; concretamente, la identificación y seguimiento de incidencias, la definición, planificación y realización de labores de mantenimiento o la estimación y seguimiento de los costes de explotación, son algunos de ellos.
- Escenario 04, "Monitorización". Para este escenario, Aquamundam dispone de un robusto y versátil motor IoT que facilita la monitorización y contribuye a mejorar el control del funcionamiento de las infraestructuras de saneamiento y agua potable; es decir, tanto de los procesos de potabilización y depuración, como de las propias redes de distribución de agua potable y saneamiento. Se trata, por tanto, de un módulo diseñado para aprovechar las oportunidades del denominado Internet de las Cosas (Internet of Things, o IoT), cuyas características técnicas son descritas en la última sección de este artículo.

Tabla 1. Aquamundam: Respuesta a las Necesidades de los Municipios

AQUAMUNDAM	
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	
NECESIDAD	SOPORTE - AQUAMUNDAM
<ul style="list-style-type: none"> • Topología no digitalizada • Topología digitalizada en entornos CAD 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestor de Infraestructuras • Importación/Exportación Masiva
<ul style="list-style-type: none"> • Información Operativa No digitalizada o no centralizada 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento • Incidencias • Costes
<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento y Control de Infraestructuras 	<ul style="list-style-type: none"> • IoT
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de capacidad y puntos críticos de redes 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión bi-direccional software modelizado
<ul style="list-style-type: none"> • Toma de Decisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • KPIs

- Escenario 05. "Misceláneo". Gracias a las funcionalidades expuestas anteriormente, Aquamundam permite hacer frente a situaciones en las que el nivel de digitalización es heterogéneo, soportando distintas velocidades de implantación; es decir, puede dar cobertura a ayuntamientos que tienen digitalizada completamente la red de saneamiento, pero modelizada sólo parcialmente y, simultáneamente, cuenta con un parque de sensores de caudal y presión de sus redes de distribución de agua potable; ante una situación como esta, Aquamundam

cuenta con la posibilidad de activar las funcionalidades necesarias para cada ayuntamiento y tipo de usuarios.

Complementariamente, Aquamundam cuenta, en todos sus módulos funcionales, con un conjunto de consultas, informes, gráficos e indicadores que facilitan la toma de decisiones por parte de los responsables o los actores implicados; es importante hacer hincapié en las "partes interesadas" pues Aquamundam tiene en cuenta las implicaciones asociadas a la gestión y gobernanza responsable del

Especialistas en Control del Ciclo Integral del Agua

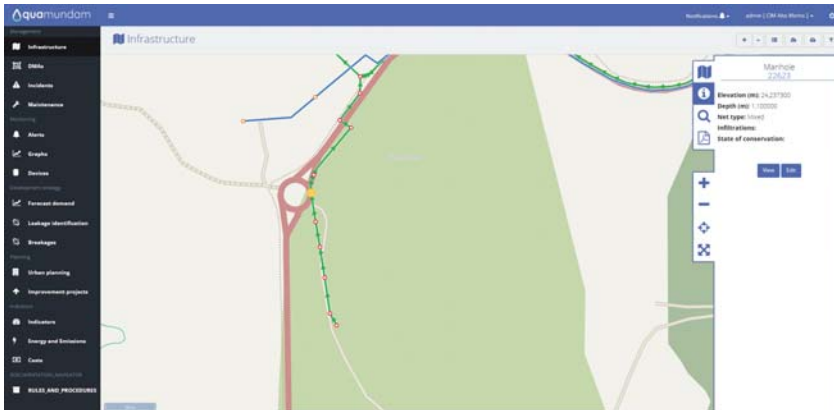
INGENIERÍA Y CONTROL REMOTO, S.A.

Polígono Juncaril
Calle Baza, parcela 207
(Edificio ICR)
18220 Albolote - Granada

Teléfono: 958430005
email: icr@icr-sa.com
www.icr-sa.com

ICR

Celebrando 25 años de experiencia



Pipe ID (ID)	Elevation (m) (E)	Depth (m) (D)	Net Pipe (m) (N)	Infiltrations (m) (I)	Location (L)	State (S)	Inspection Date (D)
22405	96	1,8	987%	✓	ROAD	Regular	11/07/2018
22406	95	1,1	987%	✓			
22407	95	1,8	987%	✓			
22408	94	1,1	987%	✓			
22409	91,994	1,1	987%	✓			
22410	91,899	1,8	987%	✓			
22411	91	1,8	987%	✓			
22412	90	1,8	987%	✓			
22413	87,889	1,1	987%	✓			
22414	86,889	1,1	987%	✓			

la necesidad de integrar información de distinta naturaleza:

- La suministrada por sensores tecnológicamente avanzados (smart sensors) con capacidades que van desde la minimización del consumo energético, versatilidad en las comunicaciones o la capacidad de procesar e incluso analizar la información antes de su envío, como es el caso del caudalímetro inteligente incluido en la Imagen 1.
- La que está disponible en sistemas scadas de monitorización y/o control de procesos
- La que está disponible en otras fuentes externas al propio proceso, como datos climáticos, geográficos (usos del suelo) a los que se puede acceder, por ejemplo, a través de servicios WMS (Web Map Service) o WFS (Web Feature Service).

Desde el punto de vista técnico, el motor IoT de Aquamundam responde al diagrama de bloques de la Imagen 2.

Desde el punto de vista vinculado al almacenamiento de los datos el motor IoT facilita el alojamiento de los datos tanto en entornos estructurados (SQL), más tradicionales, como en entornos no estructurado (NoSQL); esta característica facilita el almacenamiento no sólo de información numérica, si-

agua; con esta premisa, su diseño modular está pensado para permitir distintos privilegios de acceso tanto a los responsables del servicio como a terceras partes (stakeholders).

IOT EN AQUAMUNDAM

Como se ha comentado anteriormente, algunos ayuntamientos disponen de un parque de sensores o fuentes de datos con información sobre variables de los distintos procesos del ciclo del agua o tienen definida una estrategia o un plan de actuación en este ámbito; es decir, con datos de procesos de potabilización, depuradoras, estaciones de bombeo o de las propias redes de distribución o de agua potable o de saneamiento.

En este contexto, el objetivo de Aquamundam es el de aglutinar en un

único sistema información de diversas fuentes para poder así tratarlo, bien con técnicas estadísticas tradicionales o con técnicas de análisis avanzado y/o inteligencia artificial; en este dominio el proyecto se enfrenta, por tanto, a



Imagen 1.- Instalación del caudalímetro inteligente Wetnet. (Cortesía de BRE Elettronica S.r.l., Italia)

no también imágenes, vídeos o capas de información geográfica; esta arquitectura permite, además, hacer frente al tratamiento de grandes series históricas de datos facilitados por decenas o cientos de miles de sensores desplegados, por ejemplo, en redes de distribución de agua potable (caudalímetros, analizadores de redes, contadores inteligentes) que son, cada vez, más frecuentes tanto en ciudades europeas como en ciertas áreas del sudeste asiático y América del Norte.

El motor IoT de Aquamundam cuenta, por tanto, con un núcleo o core compuesto por controladores, servicios y modelos de gestión de almacenamiento y acceso a datos que pueden estar almacenados en entornos estructurados (SQL) o no estructurados (NoSQL); adicionalmente, este núcleo permite la posibilidad de trabajar en entornos alojados en la nube; complementariamente, dispone de conectores bidireccionales con herramientas de cálculo avanzados como R o Matlab, lo que facilita el desarrollo de funcionalidades basadas, entre otros, en técnicas de inteligencia artificial.

La capacidad y versatilidad para recopilar información del motor IoT está basada en una colección de servicios REST (Representation State Transfer) sobre mensajes JSON (JavaScript Open Notation), que permiten la conexión con los distintos dispositivos existentes en las instalaciones de tratamiento de agua en las redes de distribución (Scadas, PLCs, data loggers, sensores y otros), a través de la incorporación de protocolos CoaP (Constrained Application Protocol), MQTT (Message Queue Telemetry Transport) y SWE (Sensor Web Enable).

Por último, el motor IoT incorpora la posibilidad de conectarse a servicios abiertos tipo WMS (Web Map Service) o WFS (Web Feature Service) u otras fuentes open data.

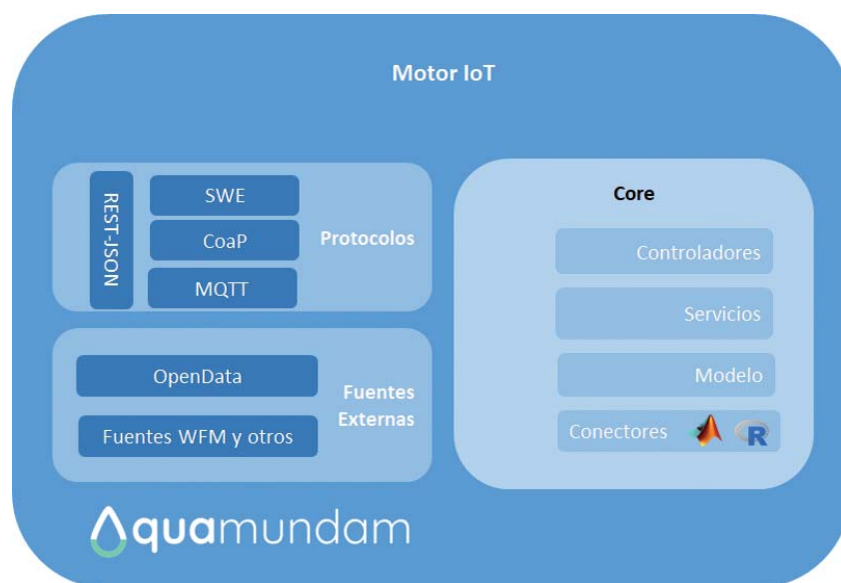


Imagen 2.- Diagrama de Bloques del Motor IoT del Sistema de Información Aquamundam

AQUAMUNDAM VALOR AÑADIDO

El esfuerzo llevado a cabo en Aquamundam está orientado, en definitiva, a mejorar la gestión del ciclo integral del agua poniendo a disposición de Diputaciones, pequeños y medianos municipios y gestores público privados de agua potable y saneamiento un sistema de información que les ofrece el siguiente valor añadido:

- Soporte a distintos procesos de toma de decisión relacionados con la gestión y gobernanza del ciclo del agua como son la decisión de abordar inversiones en función del estado de conservación de las infraestructuras, el número y/o tipología de incidencias o de los puntos críticos de las redes de distribución, entre otros.
- Acceso compartido y personalizado a información sobre el ciclo del agua a través de navegadores web (en función del rol de cada usuario y organización).
- Disponibilidad de información técnica y operativa sobre el ciclo del agua

en un mismo sistema de información (infraestructuras, planificación y estado de mantenimiento y conservación o costes, entre otros).

- Versatilidad, robustez y capacidad IoT, que permite capturar, procesar y analizar pequeños y grandes y heterogéneos volúmenes de información desde sensores, scadas y otras fuentes de datos, gracias a una arquitectura que soporta almacenamiento en bases de datos SQL y NoSQL.

Información Adicional

En la dirección www.aquamundam.eu se encuentra información detallada acerca del proyecto y sus actividades.

