



DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA DE BAJO COSTE Y CÓDIGO ABIERTO PARA SISTEMAS DE RIEGO DE PRECISIÓN

Francisco Puig¹, Juan Antonio Rodríguez Díaz¹, María Auxiliadora Soriano¹, Emilio Camacho Poyato¹

¹ Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba, Campus Rabanales, 14014 Córdoba, España

RESUMEN

El cambio climático, unido al incremento de la demanda de agua en la agricultura y otros sectores, está produciendo que el balance entre el agua requerida y el agua disponible se encuentre en niveles cada vez más críticos. Por esta razón, el uso de sistemas de riego de precisión, basados en sensores que envían datos en tiempo real, acompañados de estrategias que permitan optimizar la productividad del agua, se están convirtiendo en algo indispensable en la agricultura.

En este trabajo se ha desarrollado un sistema IoT (Internet de las cosas) de bajo coste y de código abierto. Este sistema está diseñado para poder integrarse fácilmente con otras plataformas y admite una gran variedad de sensores comerciales. La plataforma tiene la capacidad de emplear estrategias de riego de precisión que se calculan automáticamente mediante el uso de datos climáticos y la información proporcionada por los sensores.

Asimismo, se ha desarrollado un nodo de comunicación que es compatible con varios sistemas de comunicación y sensores comerciales. Esto permite que el sistema sea más versátil y adaptable a diferentes entornos

Palabras clave

Plataformas IoT, agricultura de precisión, modelo de riego,

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día el uso eficiente del agua y la energía es fundamental. El riego de precisión se ha vuelto crucial en la agricultura de precisión, ya que ayuda a maximizar la productividad y minimizar la pérdida de recursos. En este sentido, el internet de las cosas (IoT) emerge como una elección natural para aplicaciones de riego de precisión [1]. Su importancia y uso está creciendo de manera exponencial en los últimos años en el sector agrícola, donde el uso óptimo de los recursos y la sostenibilidad ambiental son cada día más importantes.

A pesar del aumento en el número de plataformas IoT para la agricultura, estas suelen ser sistemas cerrados que solo permiten la conexión de algunos sensores y ofrecen información limitada sobre las necesidades de la planta. Además, se limitan a mostrar los valores de forma gráfica y no brindan información adicional. Esto reduce su capacidad para utilizarse de manera efectiva en la toma de decisiones en la agricultura.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

En este trabajo se ha desarrollado un sistema IoT de bajo coste y abierto, que facilita la integración con otras plataformas y es compatible con cualquier tipo de sensor. La plataforma integra un modelo de riego que calcula el balance hídrico del suelo y las dimensiones del bulbo húmedo para determinar la mejor estrategia de riego para los sistemas de riego por goteo. Además, se ha desarrollado un nodo de comunicación, compatible con varios sistemas de comunicación y sensores comerciales.

2. METODOLOGÍA

La arquitectura del sistema IoT se compone de tres capas interconectadas mediante una interfaz de programación de aplicaciones (API) (Figura 1). Estas capas son la capa de sensores IoT, la capa de procesamiento y la capa de aplicación

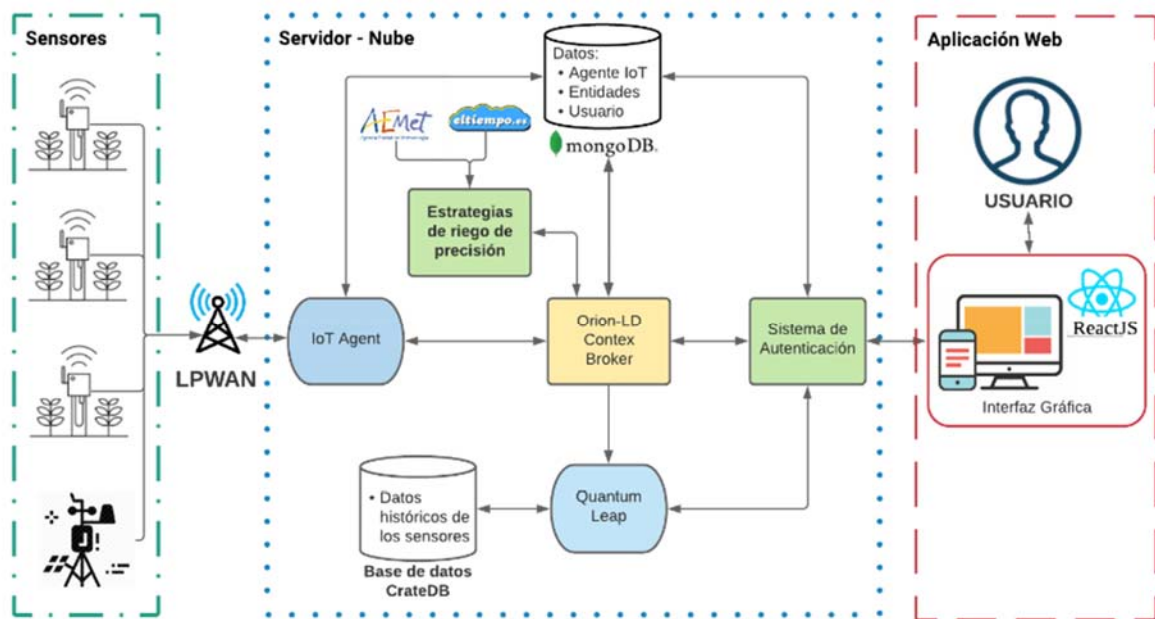


Figure 1 Arquitectura plataforma IoT

2.1 CAPA 1 (SENSORES IOT)

La primera capa está formada por unos dispositivos de toma de datos, inteligentes y eficientes energéticamente, que se han desarrollado con el objetivo de ser compatibles con una gran variedad de sistemas de comunicación y sensores comerciales. Los dispositivos cuentan con una batería tipo 18650 de ion-litio recargable de 2600 mAh y 3.7 V que se alimenta de un panel solar de 250 mA (Figura 2).

Los dispositivos se programan con el software de código abierto Arduino, que puede ampliarse con los lenguajes de programación C y C++.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes



Figura 2 Dispositivo IoT

2.2 CAPA 2 (PROCESAMIENTO)

La capa de procesamiento es la capa intermedia del sistema. Su función es procesar, analizar y transformar los datos en información útil. En esta capa, se aplican técnicas de análisis de datos, aprendizaje automático y otras técnicas de procesamiento de señales para extraer patrones y tendencias significativas de los datos.

El servidor que se encuentra en esta capa se basa en FIWARE, un *framework* de desarrollo de plataformas IoT, de código abierto, que se basa en una arquitectura de microservicios. Las ventajas de utilizar FIWARE es que los desarrolladores de software pueden explotar un conjunto consolidado de soluciones de código abierto destinadas a tratar problemas específicos de IoT [2].

El componente principal en la segunda capa es el bróker de contexto llamado Orion-LD, el cual usa las APIs de NGSI-LD (Next Generation Service Interfaces – Linked Data) [3]. Todos los demás microservicios se conectan a este a través de su API y cada uno de ellos realiza una función determinada. El microservicio IoT Agent se encarga de controlar y enviar al bróker de contexto los datos de los sensores. QuantumLeap es otro microservicio que tiene como objetivo almacenar los valores de los sensores de forma persistente en una base de datos llamada CrateDB. El sistema de autenticación es un servicio que permite la interacción segura con el usuario y se conecta con la base de datos MongoDB para almacenar toda la información

La API NGSI-LD dispone de dos mecanismos para conectar los servicios y componentes que forman parte del *backend*: las suscripciones y los registros. Mediante las suscripciones, los servicios externos son notificados de los cambios que se producen en los datos de contexto. Por su parte, los registros conectan los servicios con el *broker*, de modo que le pueden enviar información de contexto

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

2.2.1 BALANCE DE AGUA EN EL SUELO

Para calcular las necesidades hídricas, el algoritmo de riego realiza un balance de agua en el suelo a partir del cual va a obtener las necesidades de riego del cultivo (Figura 3). Para ello utiliza la metodología propuesta por FAO [4]. El algoritmo hace uso de los valores de los sensores, las características de la explotación, las características del sistema de riego, los datos climáticos y el tipo de estrategia utilizada. Los datos climáticos los obtiene conectándose a la API de la AEMET y a la página web elTiempo.es y los demás valores los obtiene conectándose al bróker Orion-LD. El algoritmo da como resultado una predicción semanal del tiempo del riego para aplicar la estrategia seleccionada

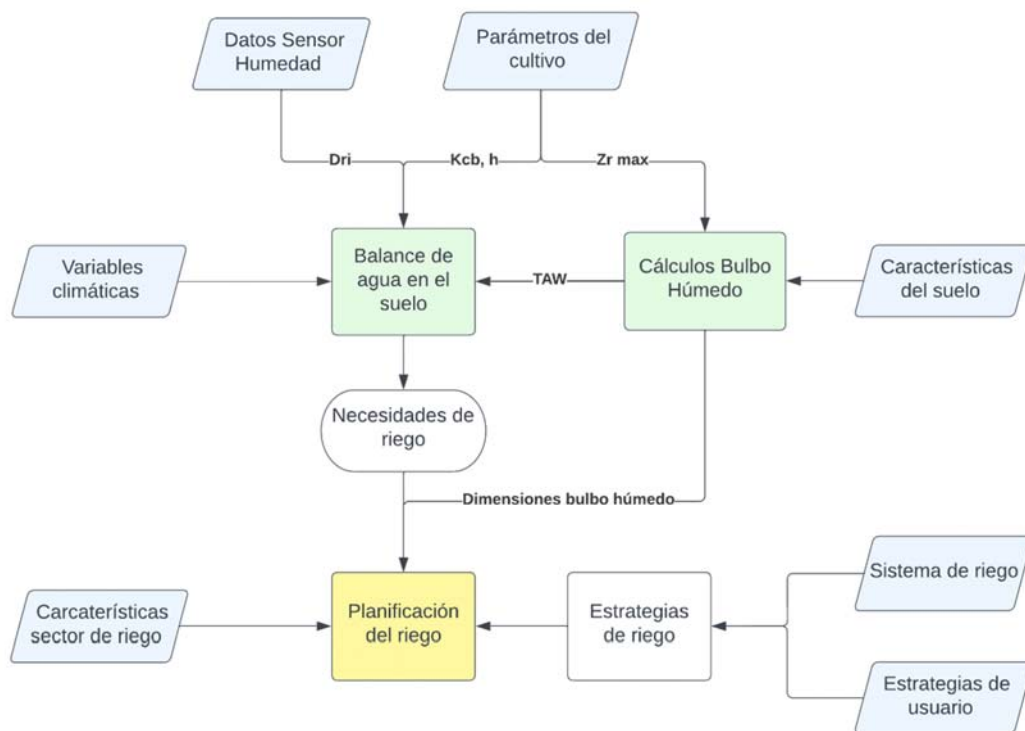


Figura 3 Esquema general del modelo de riego propuesto.

Para mejorar las predicciones del balance de agua en riegos localizados se han desarrollado una serie de ecuaciones para calcular las dimensiones del bulbo húmedo del suelo con el fin de ofrecer recomendaciones más precisas sobre las horas que debe estar en funcionamiento el sistema de riego. Estas ecuaciones se basan en el modelo propuesto por Schwartzman and Zur [5], para obtener las dimensiones totales del bulbo, y en la ecuación de van Genuchten [6] utilizada para obtener el agua total disponible en el suelo

2.3 CAPA 3 (APLICACIÓN)

La capa de aplicación es la capa superior del sistema. Esta capa utiliza los datos procesados y analizados por la capa de procesamiento para ofrecer servicios y aplicaciones al usuario final. Por ejemplo, puede mostrar información sobre los sensores en tiempo real o proporcionar recomendaciones de riego para la toma de decisiones.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

Esta capa interactúa con la segunda utilizando la API NGS-LD a través del protocolo HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Para su desarrollo se ha utilizado la librería de código libre ReactJS (<https://reactjs.org>).

3. RESULTADOS

Durante la campaña de riego del año 2021, se llevó a cabo una prueba en campo de la plataforma IoT desarrollada en una plantación de olivar superintensivo ubicada en Córdoba. La explotación cuenta con dos sectores de 22 y 28 hectáreas, respectivamente, y un marco de plantación de 6x1,7 m y 5x1,75 m en cada uno

Se dispuso de dos nodos de comunicación para la prueba, uno por cada sector de la plantación. Cada nodo contó con tres sensores de humedad ubicados a profundidades de 15, 30 y 45 cm, además de un sensor de potencial hídrico a 30 cm. Debido a que la explotación se encontraba en una zona remota y se utilizaron pocos dispositivos, se decidió emplear la conectividad SigFox

Los datos capturados por los sensores proporcionaron información detallada sobre el comportamiento del suelo durante las distintas aplicaciones de riego, mientras que el algoritmo de riego proporcionó recomendaciones sobre la cantidad óptima de agua a aplicar en cada caso. (Figura 4).



Figura 4 Gráficas sensores y riego en la aplicación web

4. CONCLUSIONES

En este estudio se ha presentado un sistema IoT abierto que permite la conexión entre diversas plataformas y calcula diversas estrategias de riego de precisión. El sistema utiliza la metodología propuesta por la FAO para estimar la variación de la humedad en el suelo durante los próximos 7 días, basándose en datos proporcionados por sensores de humedad y en pronósticos meteorológicos.

La plataforma ha sido diseñada para que sea escalable, permitiendo su conexión con otras plataformas FIWARE, compatibilidad con diversos tipos de sensores y facilitando al agricultor la aplicación de estrategias de riego.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado dentro de la Unidad de Excelencia María de Maeztu (DAUCO)

REFERENCIAS

- [1] Carlos Kamienski, Juha-Pekka Soinen, Markus Taumberger, Ramide Dantas, Attilio Toscano, Tullio Salmon Cinotti, Rodrigo Filev Maia and André Torre Neto, (2019), Smart Water Management Platform: IoT-Based Precision Irrigation for Agriculture, *Sensors* 2019, 19, 276

- [2] F. Viola, F. Antoniazzi, C. Aguzzi, C. Kamienski, and L. Roffia (2019) , Mapping the NGS-LD context model on top of a SPARQL event pro-cessing architecture: Implementation guidelines, in *Proc. 24th Conf. Open Innov. Assoc. (FRUCT)*, pp. 493–501.

- [3] José Manuel Cantera, Martin Bauer, Guilles Privat, Wenbin Li, David Fernandez, Mike Fisher. S. G. C. Information, “ETSI GS CIM 009 V1.1.1 (2019-01), Context Information Management (CIM); NGS-LD API,” tech. rep., ETSI Management (ISG-CIM), 2019.

- [4] Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. In *Estudio FAO Riego y Drenaje. (Vol. 56)*.

- [5] Schwartzman, M.; Zur, B. Emitter Spacing and Geometry of Wetted Soil Volume. *J. Irrig. Drain. Eng.* 1986, 112, 242–253.

- [6] van Genuchten, M.T. A Closed-Form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1980, 44, 892–898.