



smagua
2025

JORNADA TÉCNICA

Modernización y gestión de los sistemas de regadío frente a la sequía

Fecha: 4 marzo 2025

SMAGUA 2025 – Zaragoza



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



EL PERTE digital del regadío y la gestión del agua en situaciones de escasez

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

Emilio Camacho Poyato
Catedrático de Ingeniería Hidráulica
Universidad de Córdoba

4 de marzo de 2025



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión
del agua

smagua
2025

Prioridades de la UE en el ámbito agrícola



- La lucha contra el **cambio climático** con el objetivo de ser el primer continente climáticamente neutro (Green Deal)
- Una **Europa para la era digital**, que empodere a las personas e impulse las tecnologías.



¿En qué consiste la verdadera transformación digital?



- En conseguir la mejor información de manera que se puedan tomar las **mejores decisiones** posibles.
- La digitalización del sector conduce hacia una **mejora de la productividad**
- **Mayor resiliencia**
- **Aumento de la sostenibilidad**
- **Mayor competitividad**



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

smagua
2025





UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión
del agua

smagua
2025



¿A qué desafíos debe hacer frente el regadío?

- 1 Recursos hídricos escasos**
(Clima, cambio climático)
- 2 Gran dependencia de energía**
(Precios muy altos, mercados volátiles)

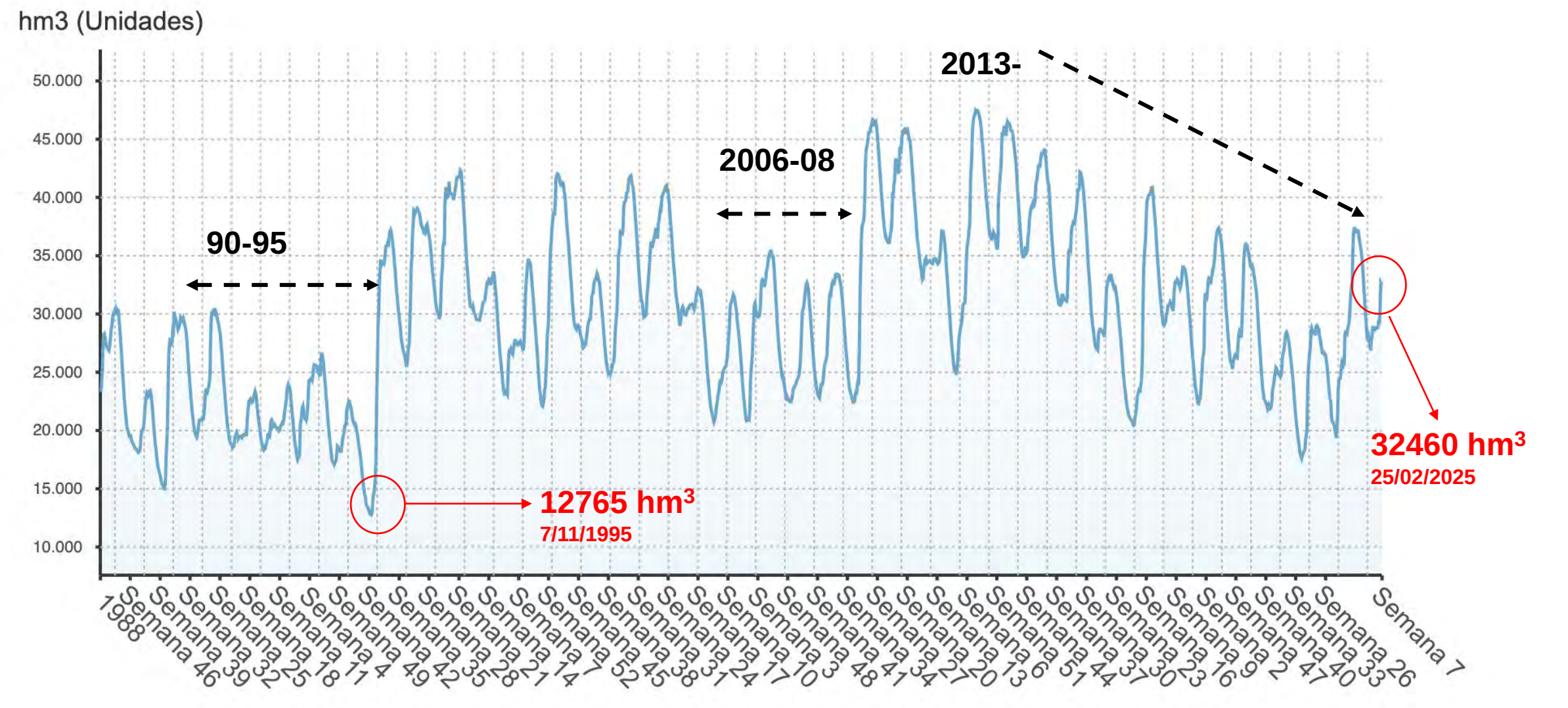
Tecnologías de
mayor relevancia
para el sector



Agricultura



Agua embalsada en España desde 1988-2025 (capacidad 56069 hm³)

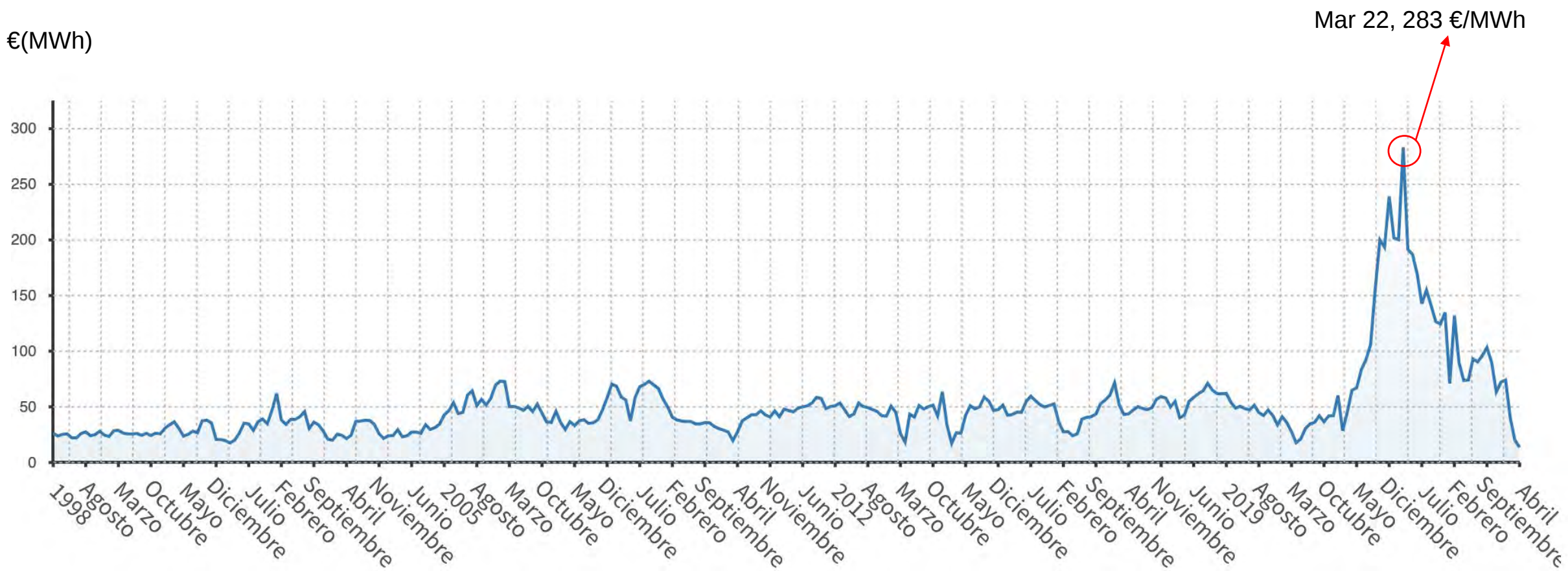




2 Energía

Evolución del precio de la energía eléctrica en periodos comparables (1998-2024)

€(MWh)





¿Cómo podemos actuar?



- **Mejorar la gestión del agua.** A través de la transformación digital
- **Reducir la dependencia energética:**
 - *Ahorro de energía.*
 - *Uso de energías renovables.*



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

smagua
2025



Redes de
comunicación

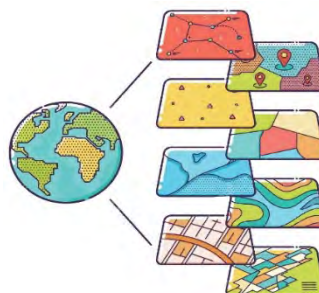


Almacenamiento en
la nube

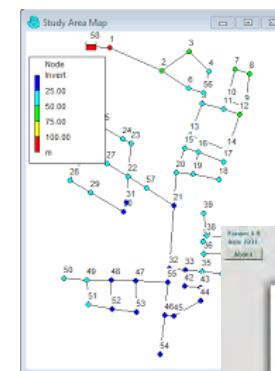


Sensorización
de bajo coste

**Digitalización
de la
agricultura**



Sistema de información
geográfica



Modelos





UNIVERSIDAD
DE CÓRDOBA

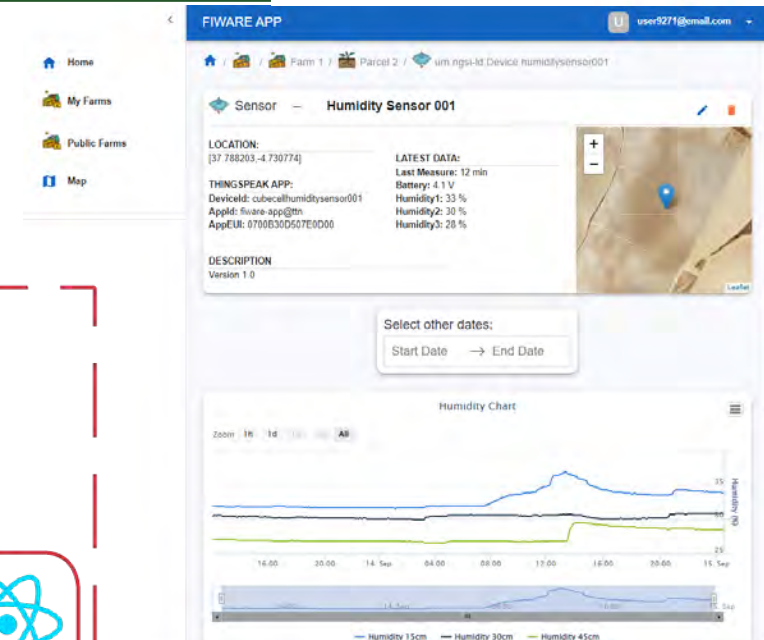
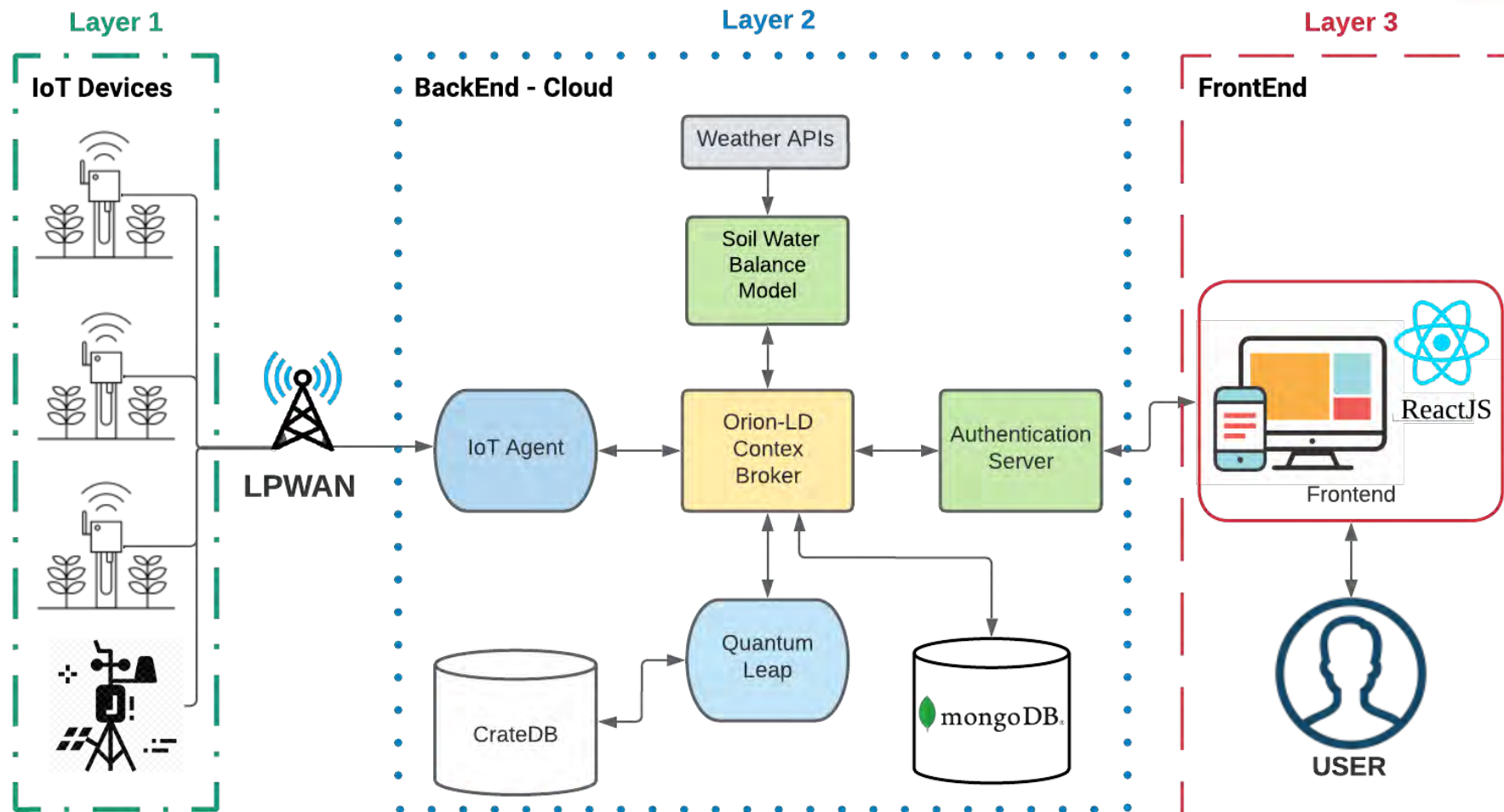


EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

smagua
2025

PLATAFORMA





UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

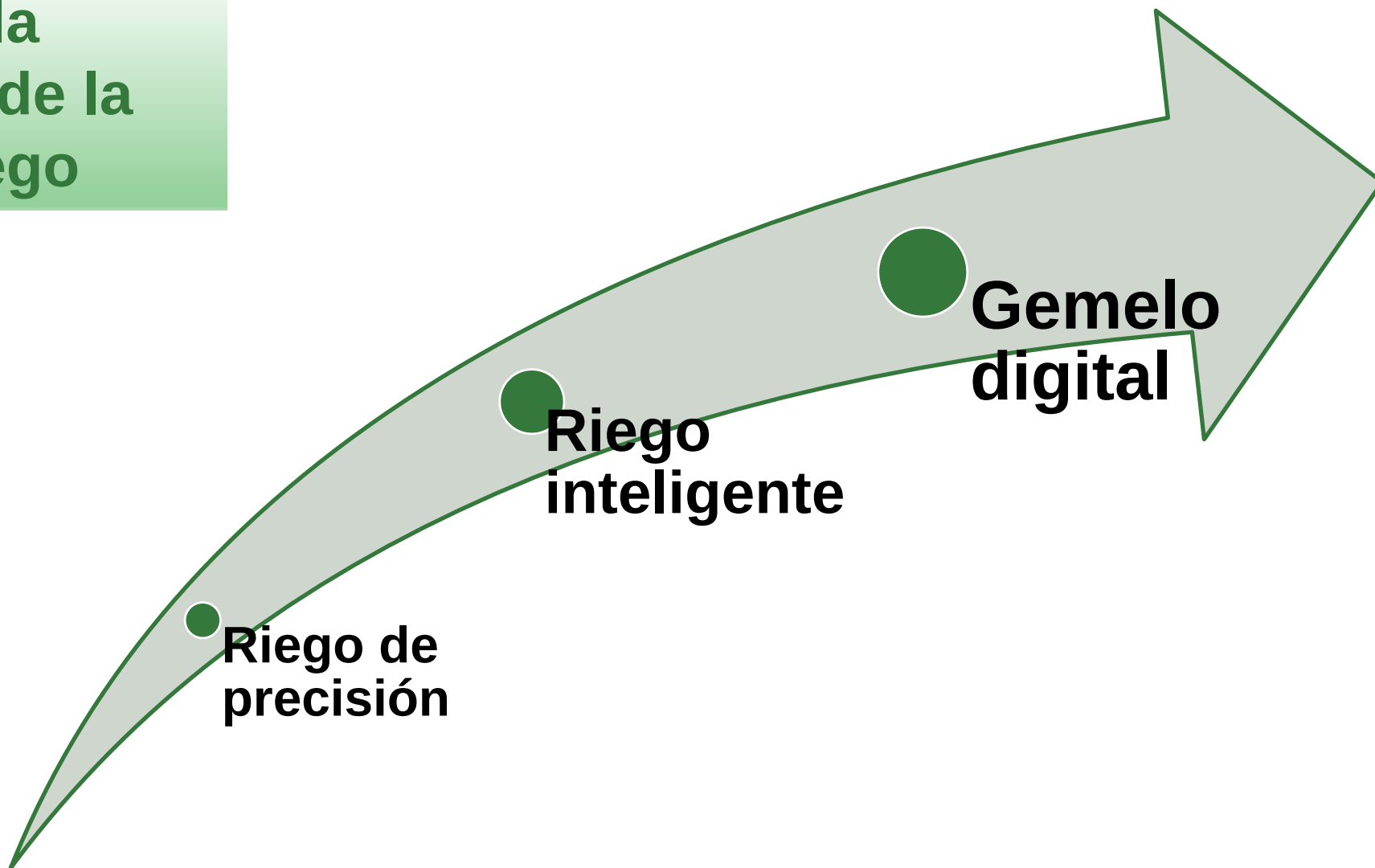


EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión
del agua

smagua
2025

Evolución en la digitalización de la gestión del riego





UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

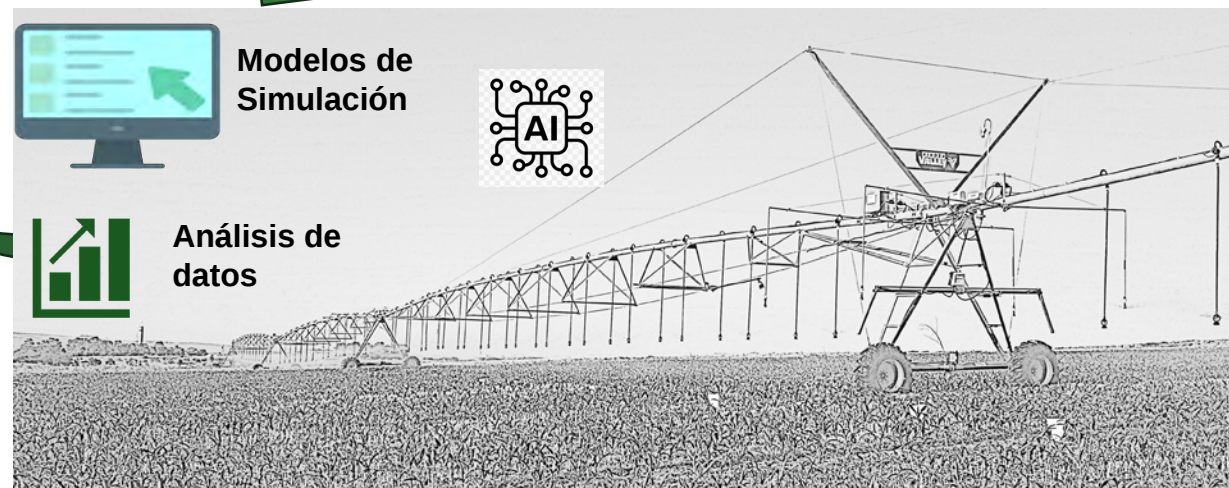
smagua
2025

Realidad física



¿Qué es un gemelo digital?

Modelo digital





Aplicaciones del gemelo

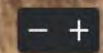
- **Simulación de escenarios:**
 - Reducción de la dotación
 - Variación de las condiciones de funcionamiento de la instalación de riego
 - Cambio de las condiciones meteorológicas
 -
- **Comparación de procedimientos de cálculo**
- **Análisis estadístico de datos**

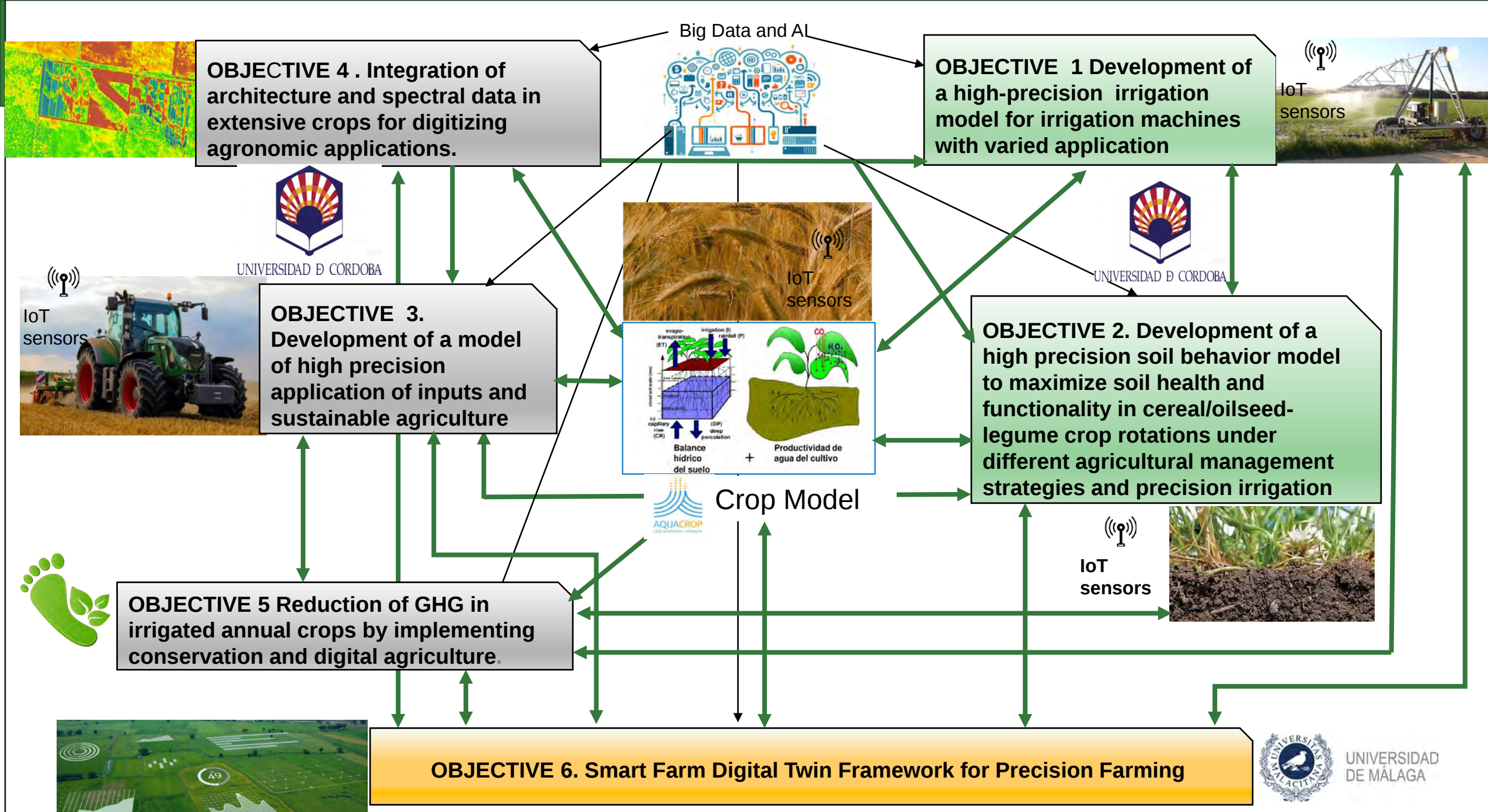
Capas

- NDVI
- Biomasa
- Emisiones

Aplicación de los Gemelos Digitales a Explotaciones agrícolas de Regadío más sostenibles (GEDIER)

(TED2021-130167B-C31)







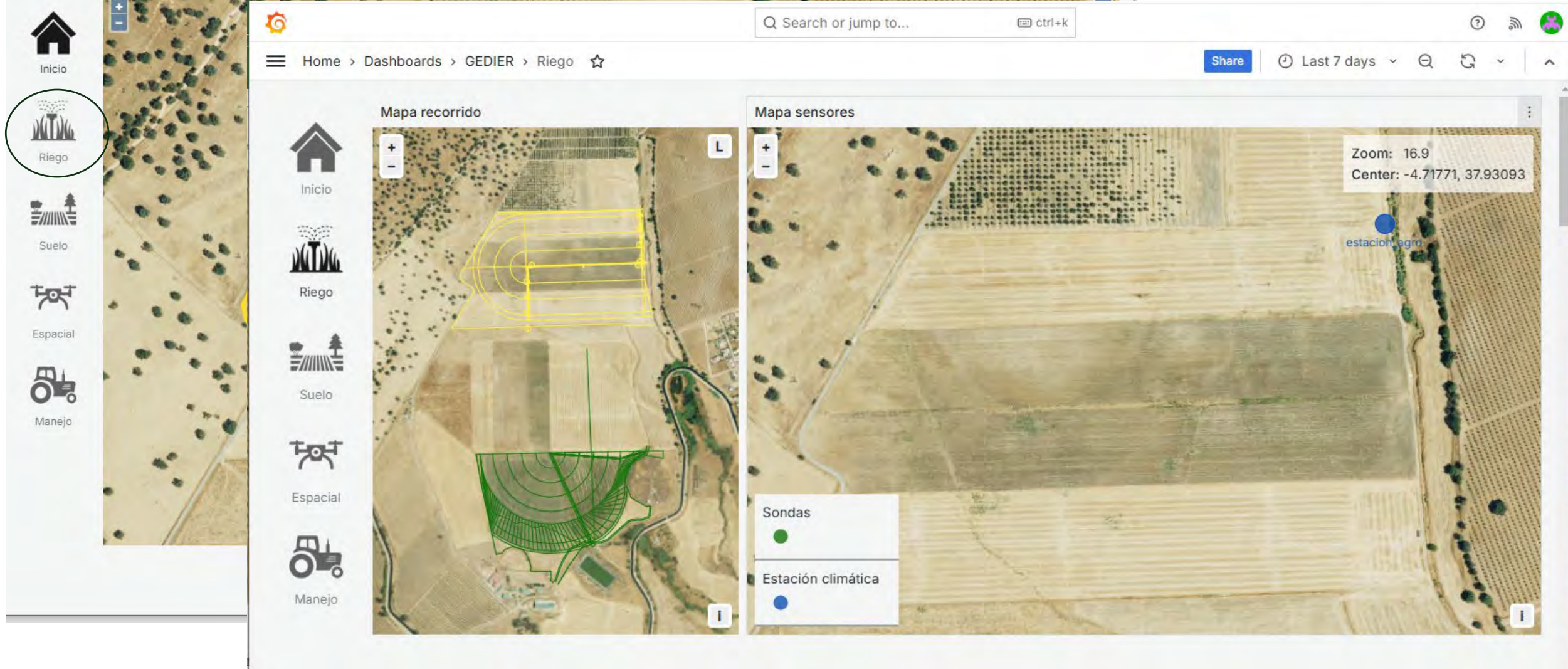
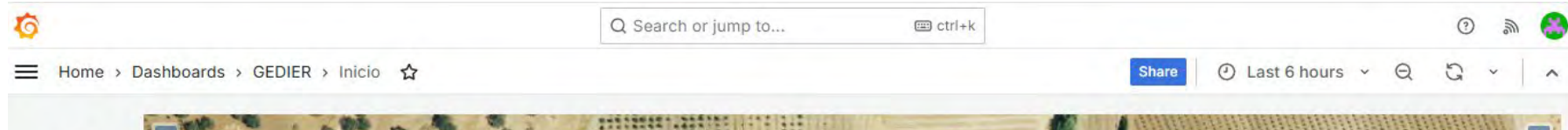
UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

smagua
2025





UNIVERSIDAD
D
CÓRDOBA



AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

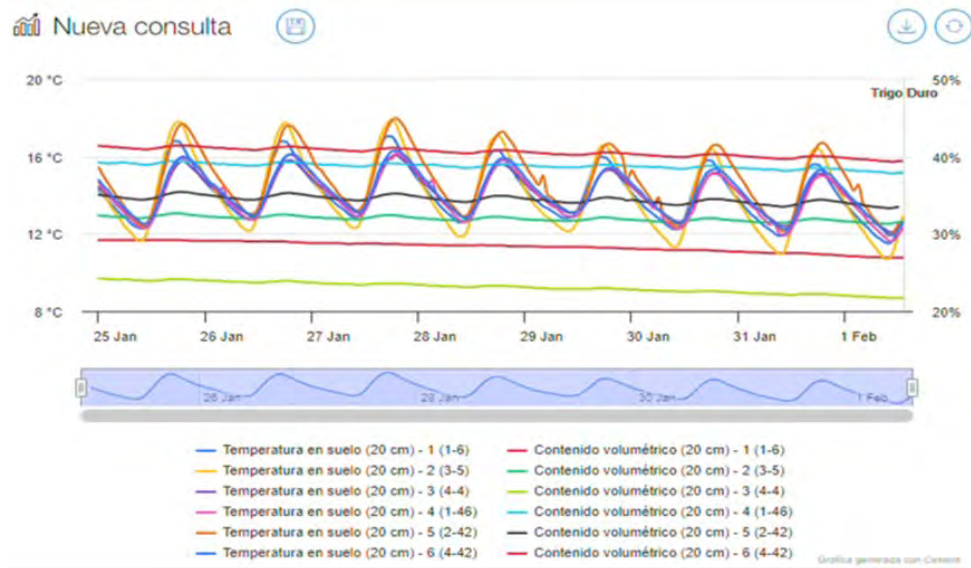
smagua
2025

Sensores de humedad del suelo

Teros 11



Plataforma de visualización



Aquacheck





UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

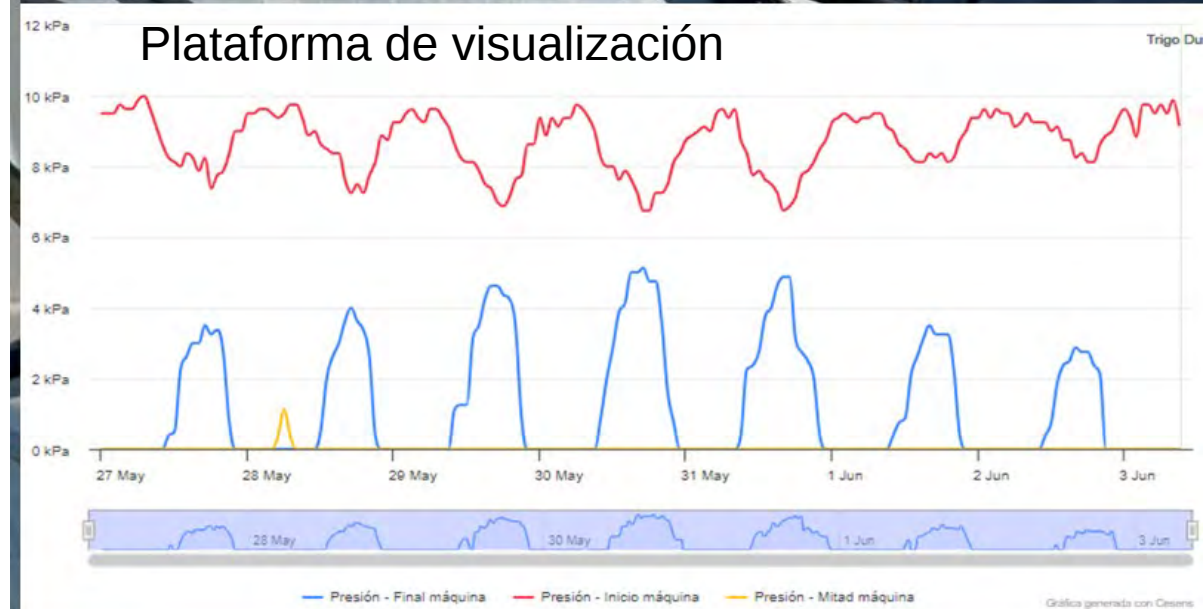
smagua
2025

Sensores de presión
en la máquina de
riego

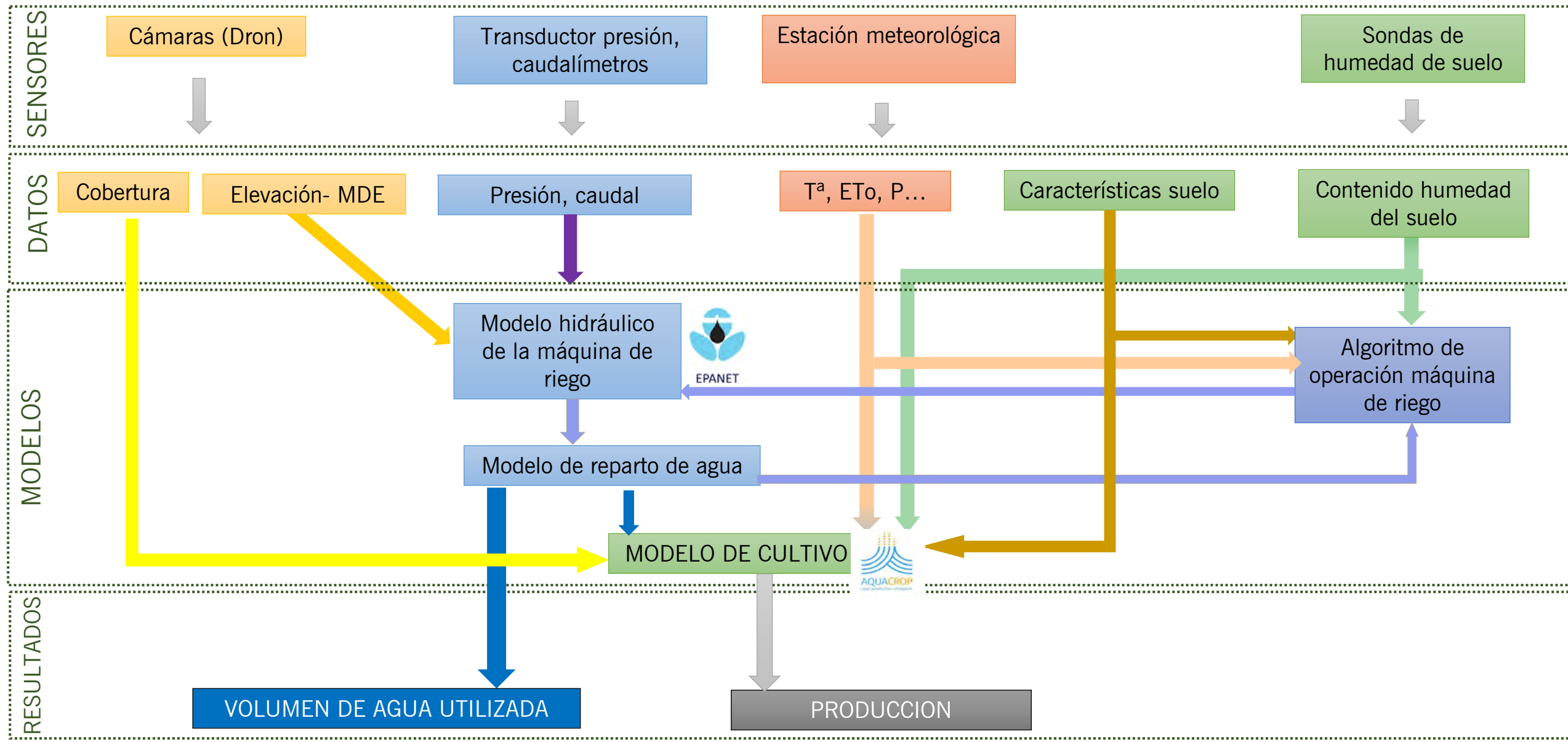
Estación
agroclimática



Plataforma de visualización



Componentes del gemelo riego-cultivo





UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



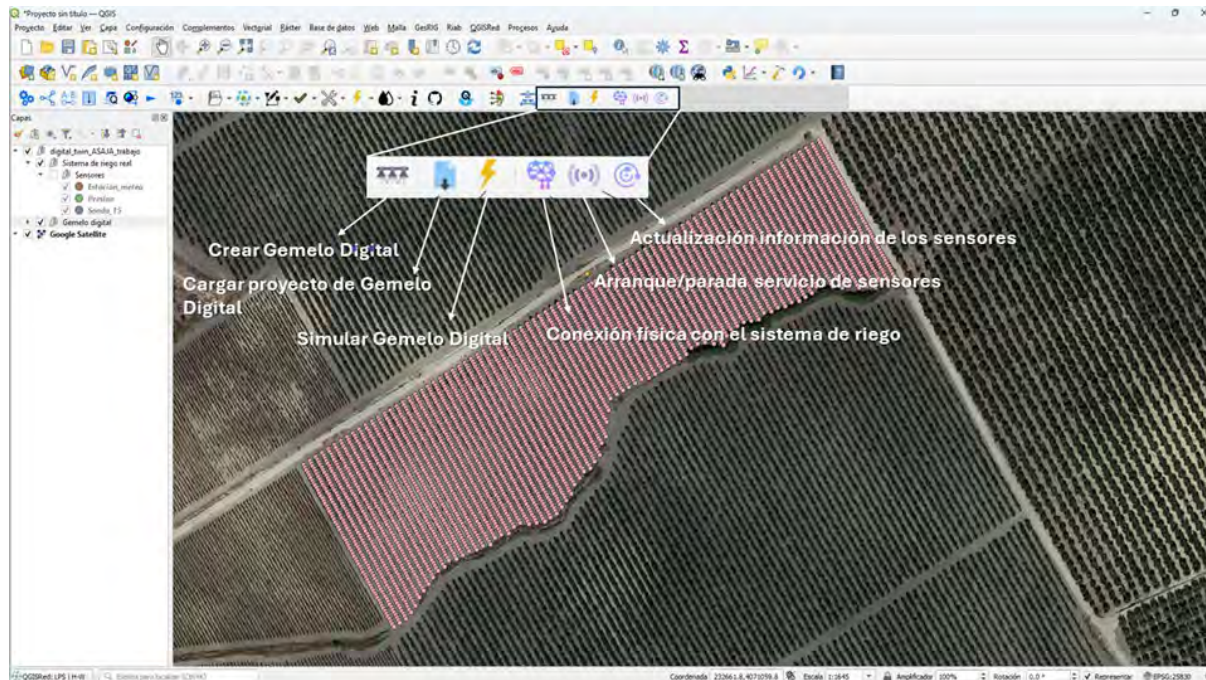
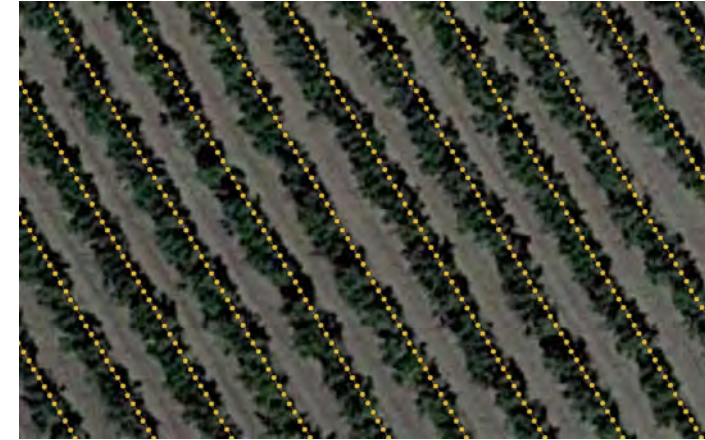
EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión
del agua

smagua
2025

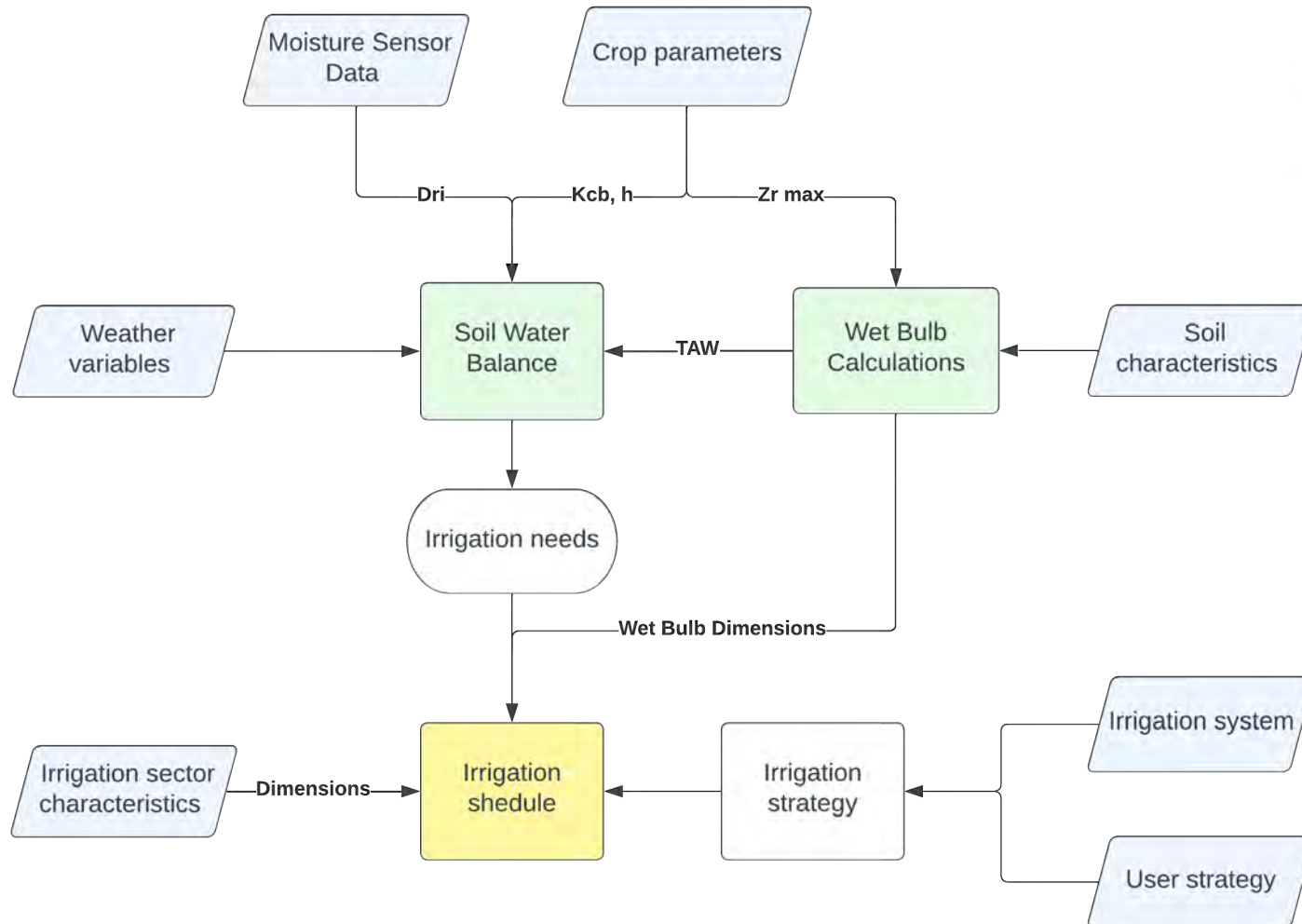
Gemelo Digital en olivar superintensivo (Proyecto ASAJA- Cádiz)

Parcela piloto en CR Guadalcanín Superficie= 4.2 ha



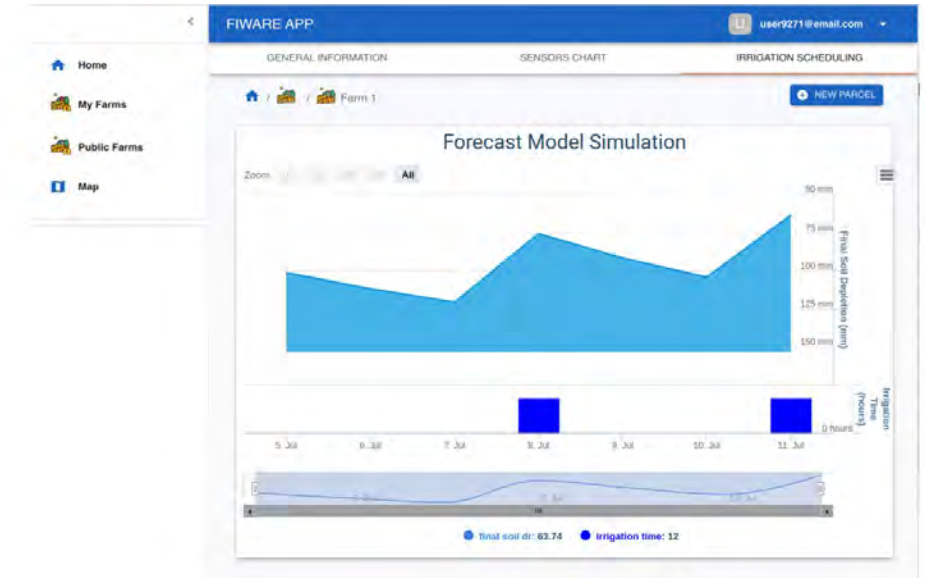
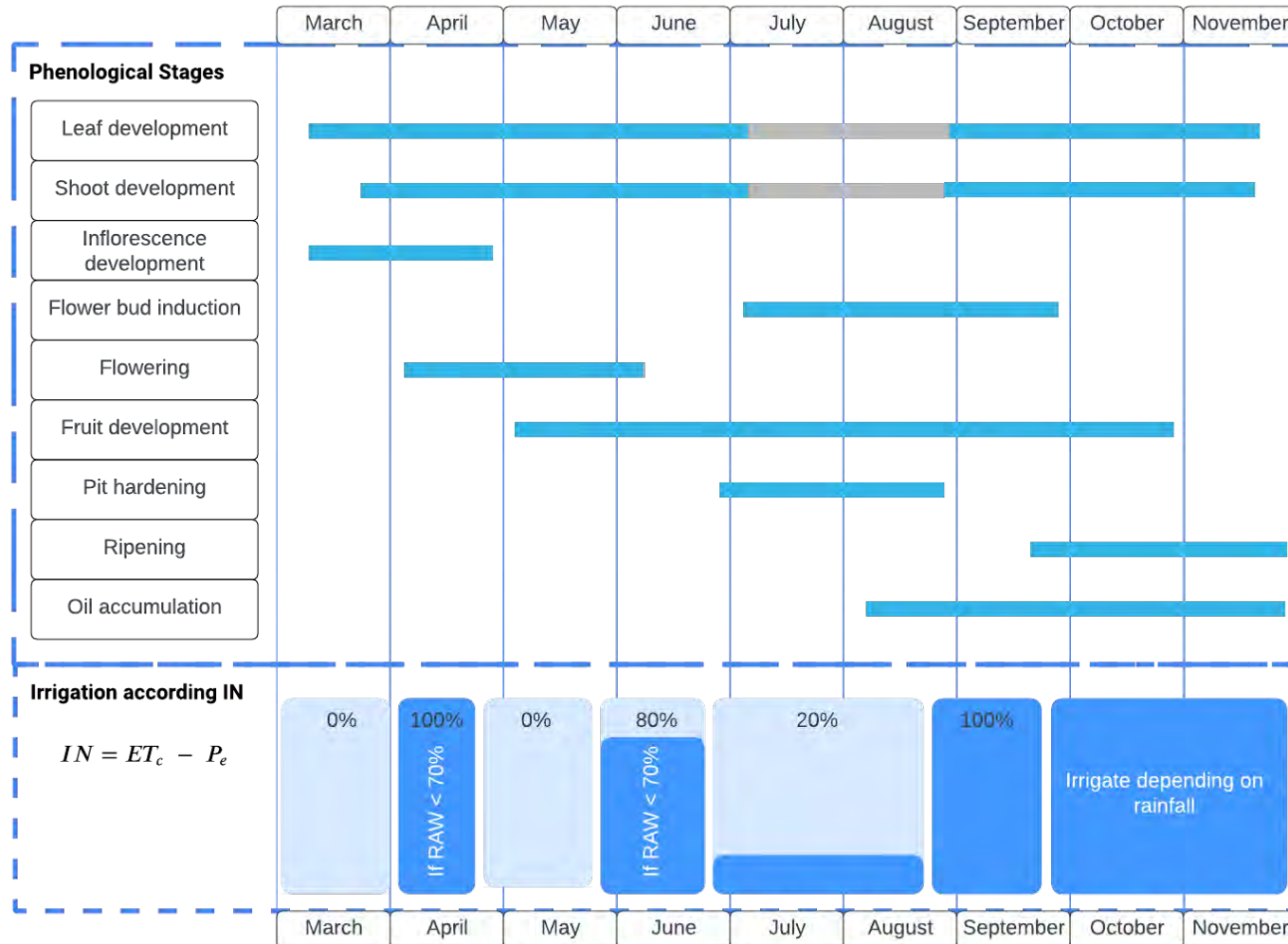


NECESIDADES DEL CULTIVO





RECOMENDACIONES DE RIEGO





UNIVERSIDAD
DE CORDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

smagua
2025

Apps

Mis aplicaciones

Tienda

Juegos

Familiares

Selección de nuestros expertos

Cuenta

Métodos de pago

Mis suscripciones

Canjear

Comprar tarjeta regalo

Mi lista de deseos

Mi actividad de Play

Guía para padres

Categorías

Inicio

Más populares

Novedades

Reutivar APP

Rafael González Perea Productividad

1 PEGI 3

Esta aplicación es compatible con todos tus dispositivos.

Puedes compartir este contenido con tu familia. [Más información sobre la colección familiar](#)

Añadir a la lista de deseos

Instalar

Calendario de riego

Registro de Fertilización

Gráficos de Riego

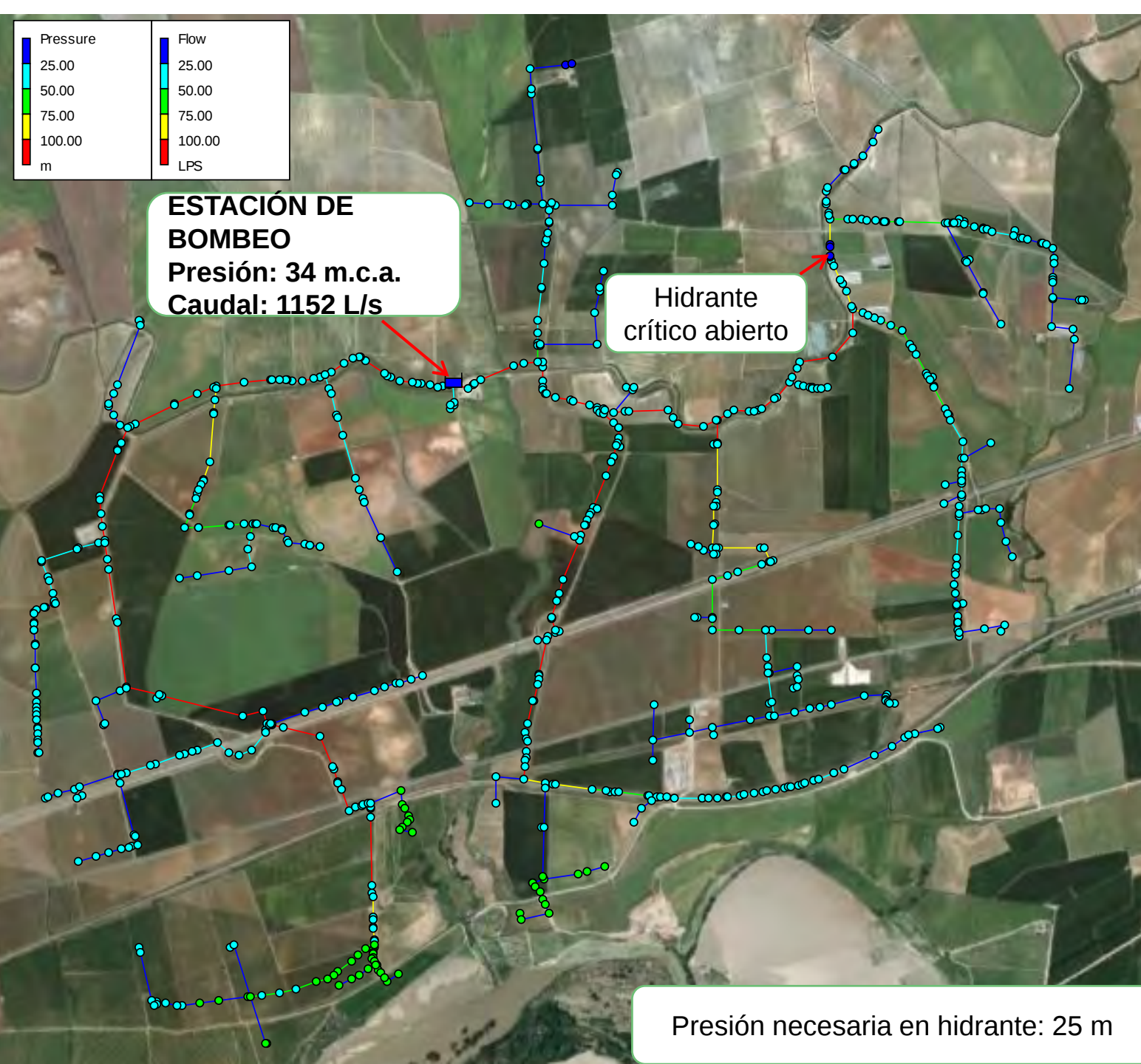
Esta aplicación permite realizar una programación de fertirriego óptima para el cultivo del olivar regado con aguas regeneradas. La v1.0.Beta de REUTIVAR-App, desarrollada por la Universidad de Córdoba, es una aplicación de libre difusión en versión de prueba.

Una versión completa del manual de la aplicación se puede descargar de forma gratuita en la [siguiente dirección](#)

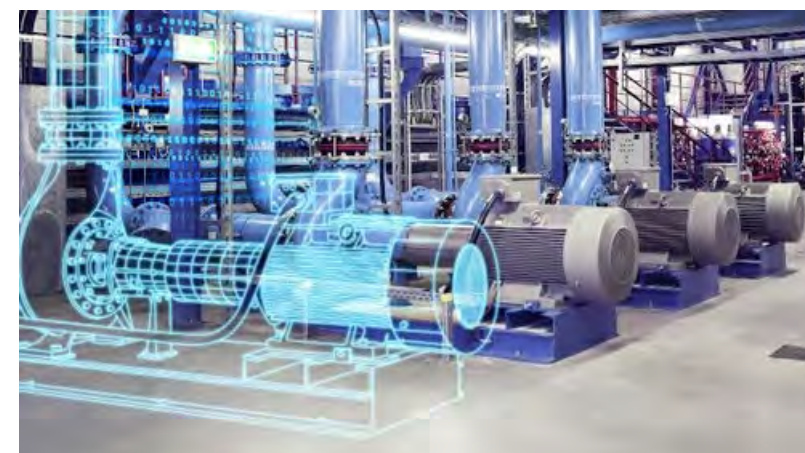


Localización de las parcelas piloto





Gemelo Digital estación de bombeo en la Comunidad de Regantes Bembézar MD

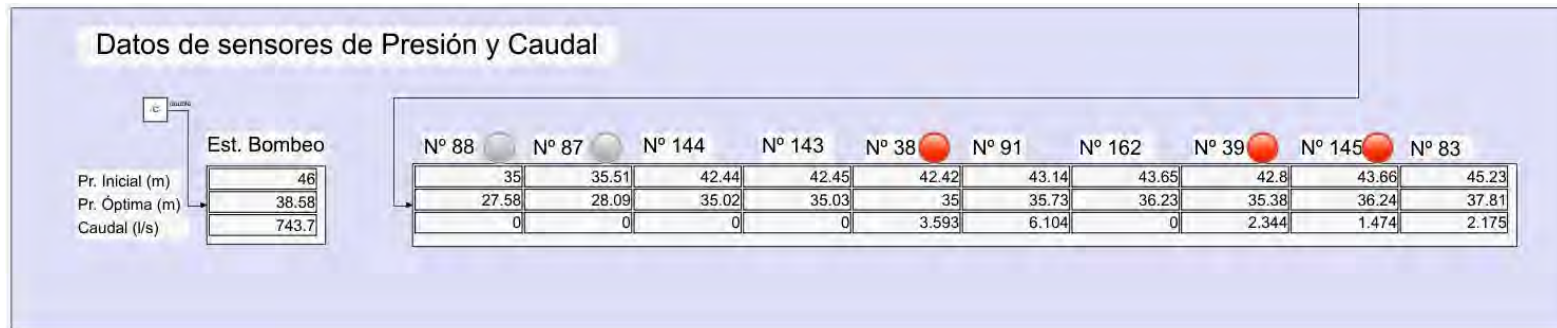




Funcionamiento actual de la Estación de Bombeo
Consigna fija de Presión: 46 m

**Potencia total necesaria:
Activación de 3 Bombas 439,76 kW**

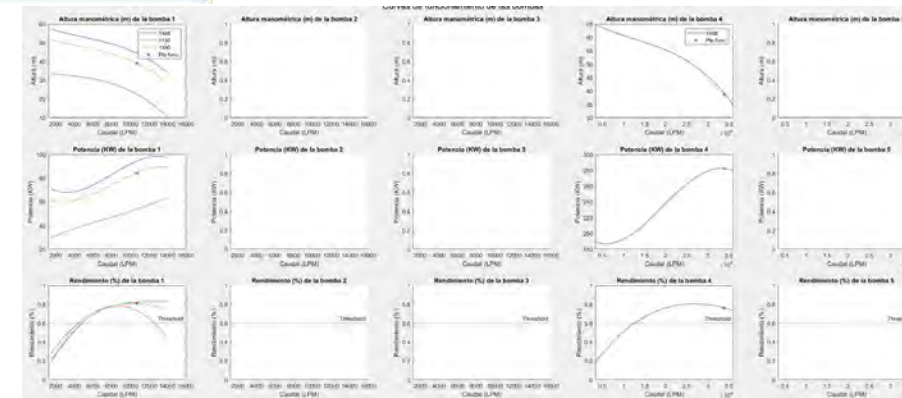
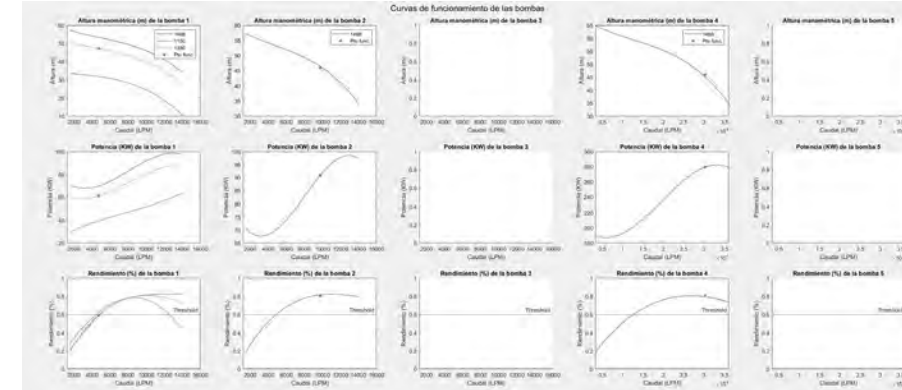
Escenario real tomado en época de riego:



TRANSMISIÓN DE
PÁRAMETROS DE PRESIÓN Y
CAUDAL
!!!EN TIEMPO REAL !!!

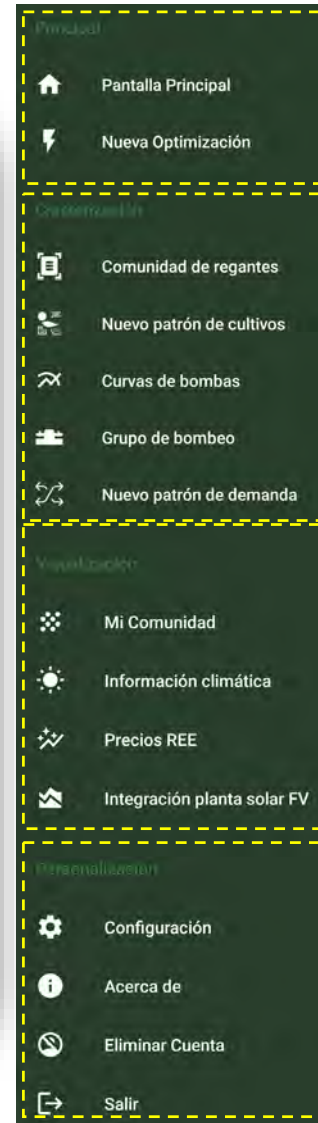
Optimización energética:
Consigna variable función de apertura de hidrantes críticos

**Potencia total necesaria:
Activación de 2 Bombas 376,55 kW → - 18 %**





GESCORE-ENERGÍA APP



→ Principal

→ Caracterización

→ Visualización

→ Personalización





UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA

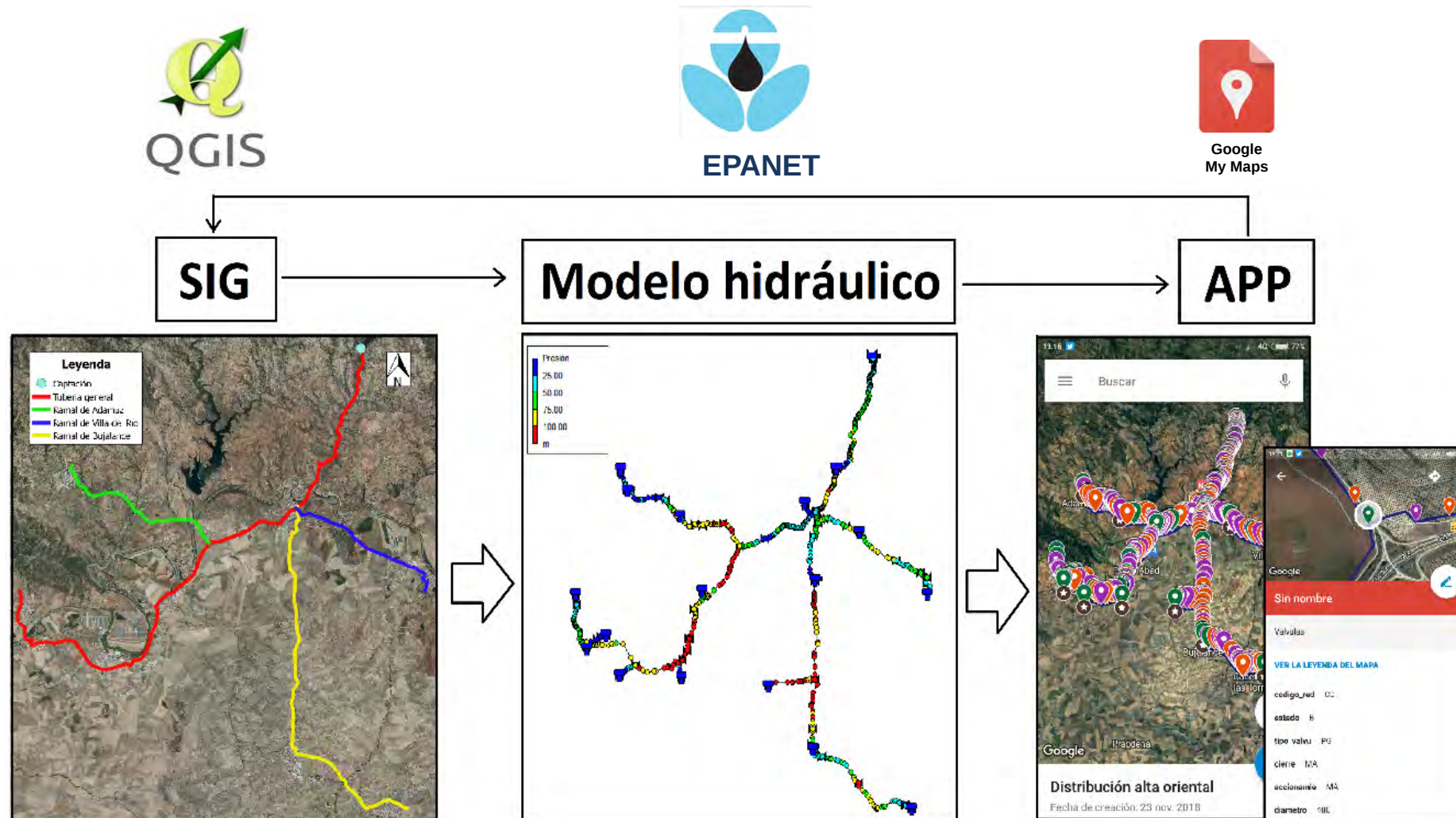


EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

smagua
2025

Modelización de redes de agua y gestión en tiempo real (Emproacsa)





UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

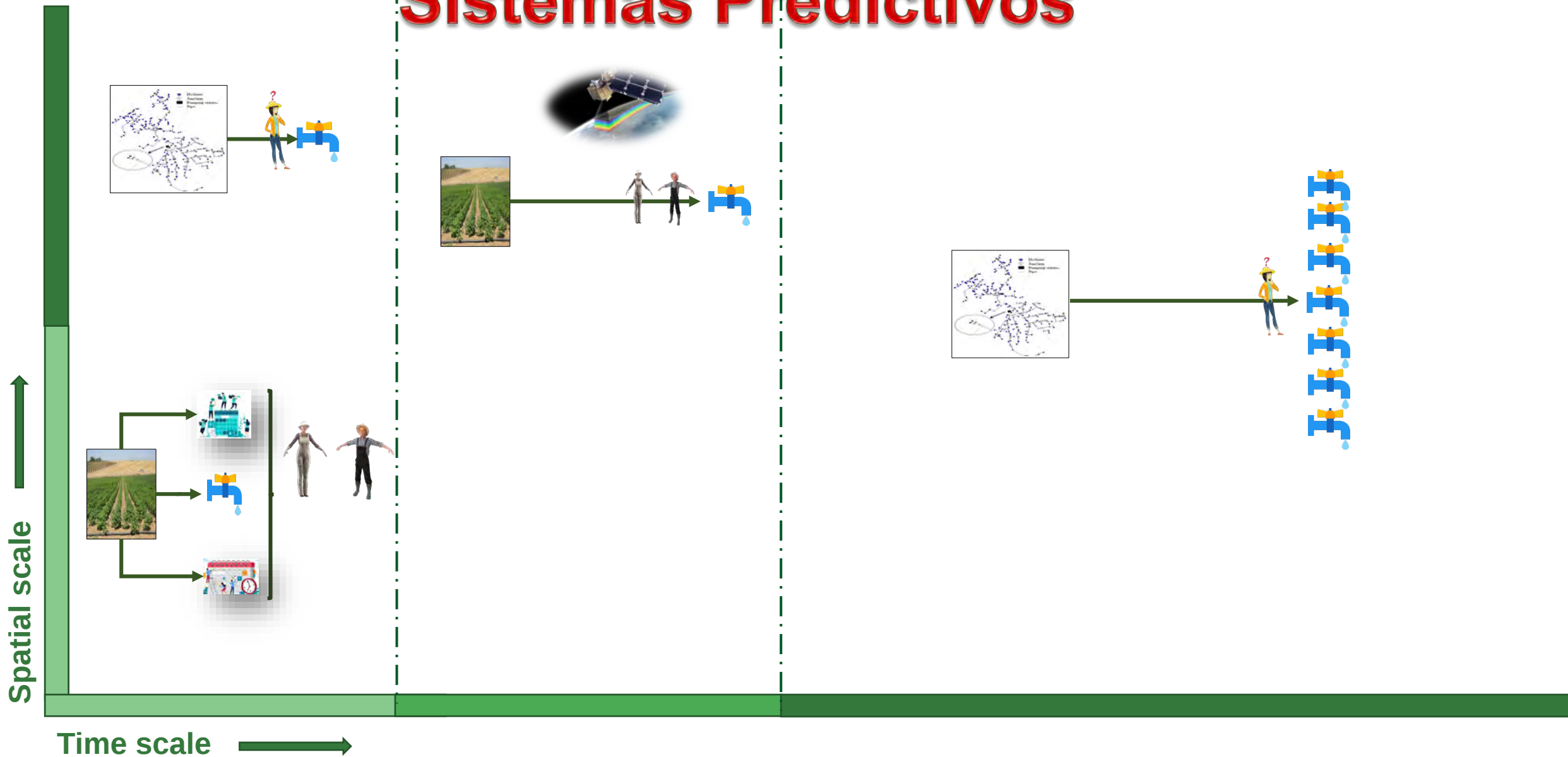


EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión
del agua

smagua
2025

Sistemas Predictivos





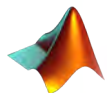
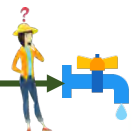
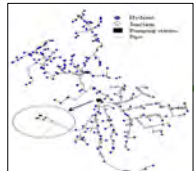
UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



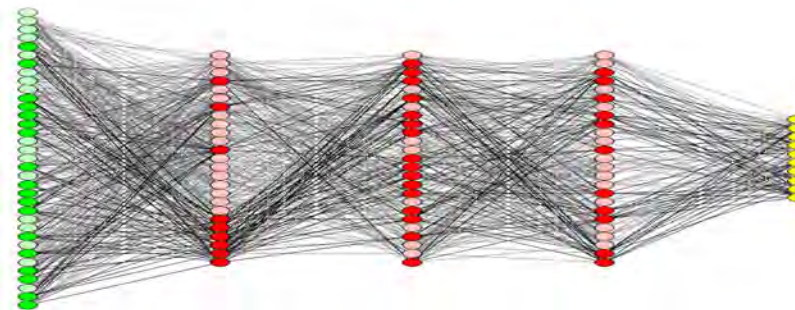
EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

smagua
2025



GENETIC ALGORITHM



Inputs

Demanda de agua del día anterior

Demanda de agua de dos días anteriores

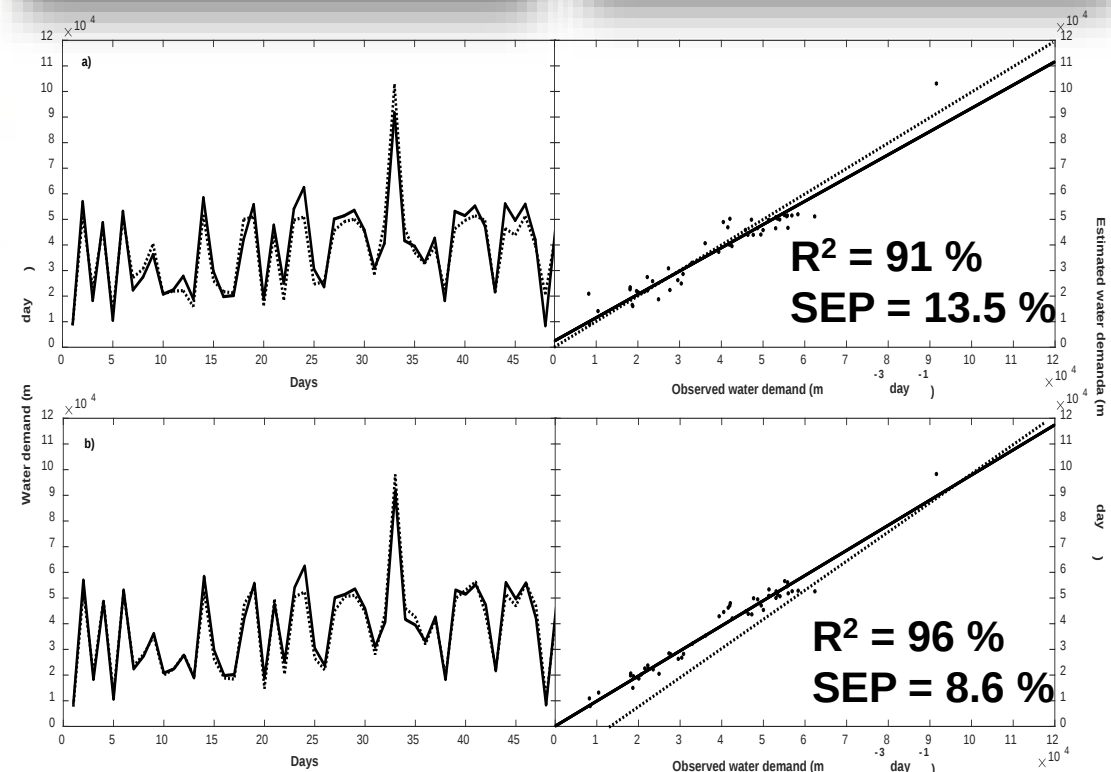
Temperatura media del día a predecir

Radiación solar del día a predecir

Radiación solar del día anterior

ETo del día a predecir

ETo del día anterior





UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



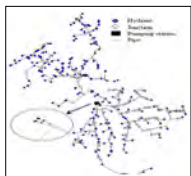
AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

smagua
2025



Inputs

Volumen de riego a aplicar (m^3).

Temperatura media ($^{\circ}\text{C}$).

Radiación solar (W/m^2)

ETo(mm)

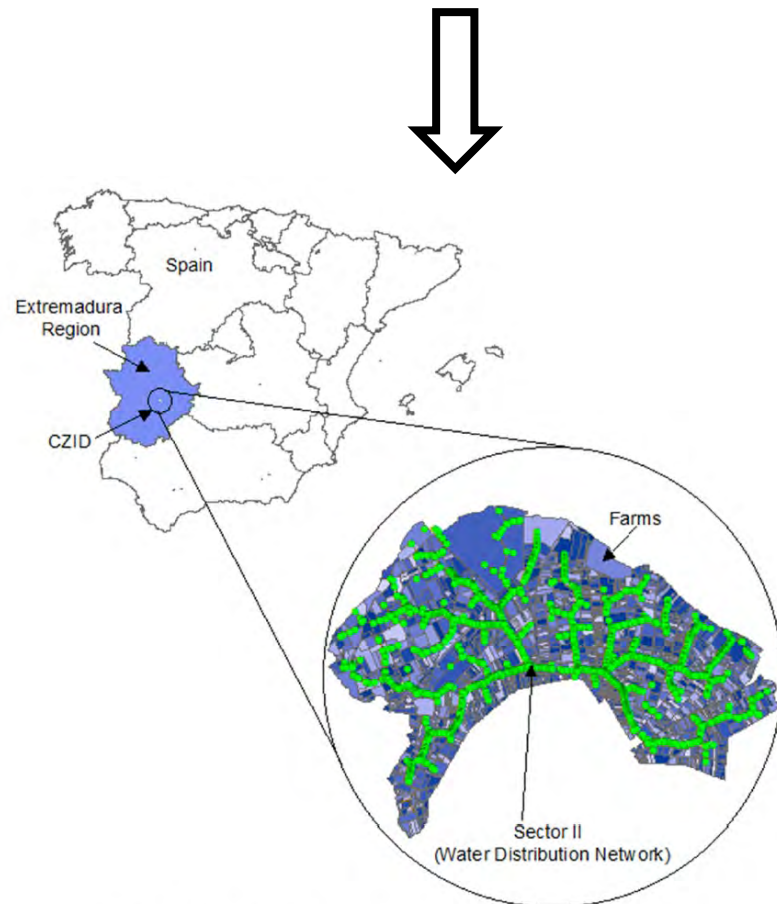
7 days



New memory-based hybrid model for middle-term water demand forecasting in irrigated areas

R. González Perea^{a,*}, I. Fernández García^b, E. Camacho Poyato^a, J.A. Rodríguez Díaz^a

^a Department of Agronomy (Unit of Excellence María de Maeztu), University of Córdoba, Campus Rabanales, Edif. da Vinci, 14071 Córdoba, Spain
^b Dept. of Electrical Engineering and Automatic, University of Córdoba, Campus Rabanales, Edif. da Vinci, 14071 Córdoba, Spain



Predicción de la demanda de agua a escala semanal en una CR

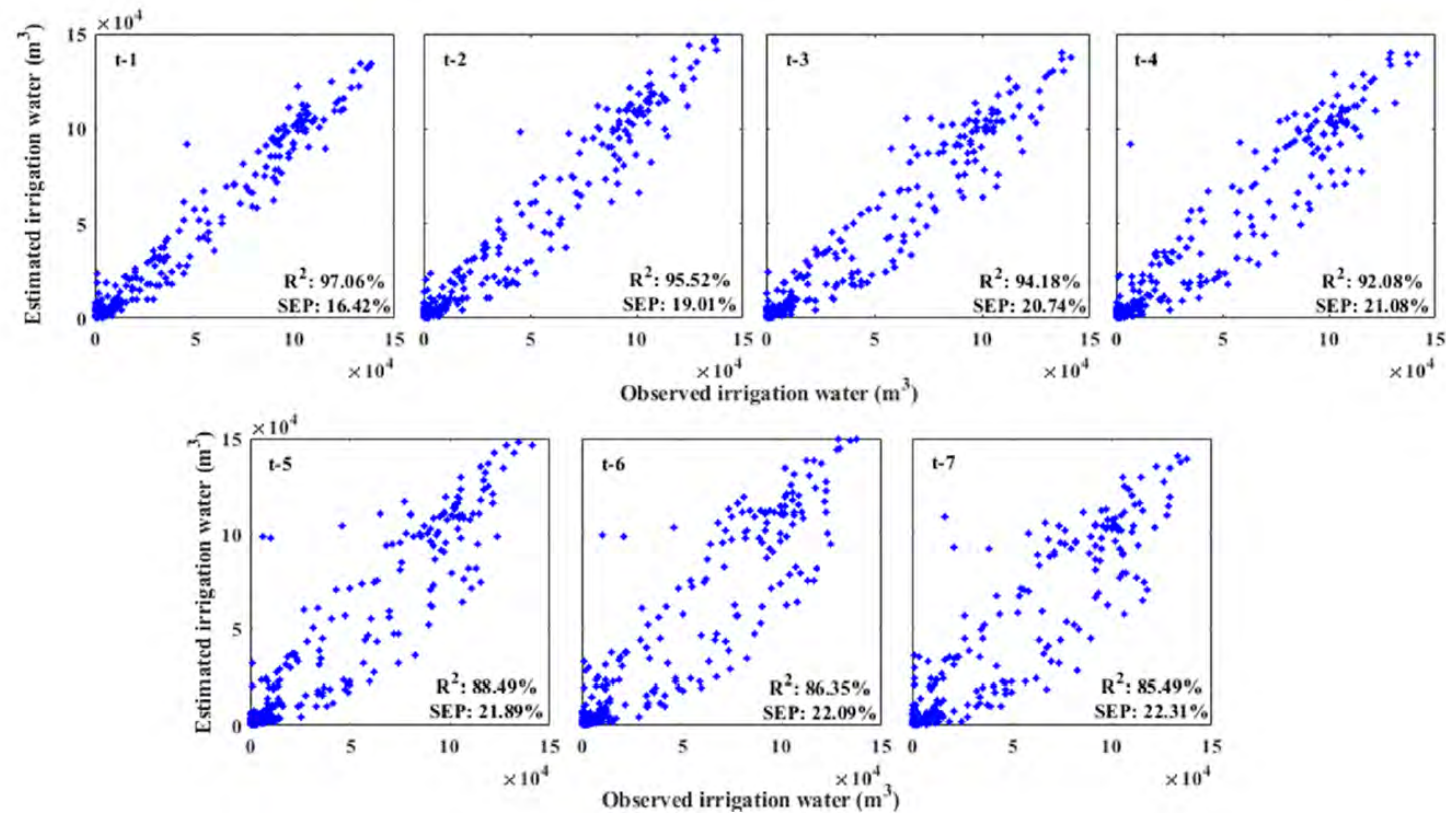
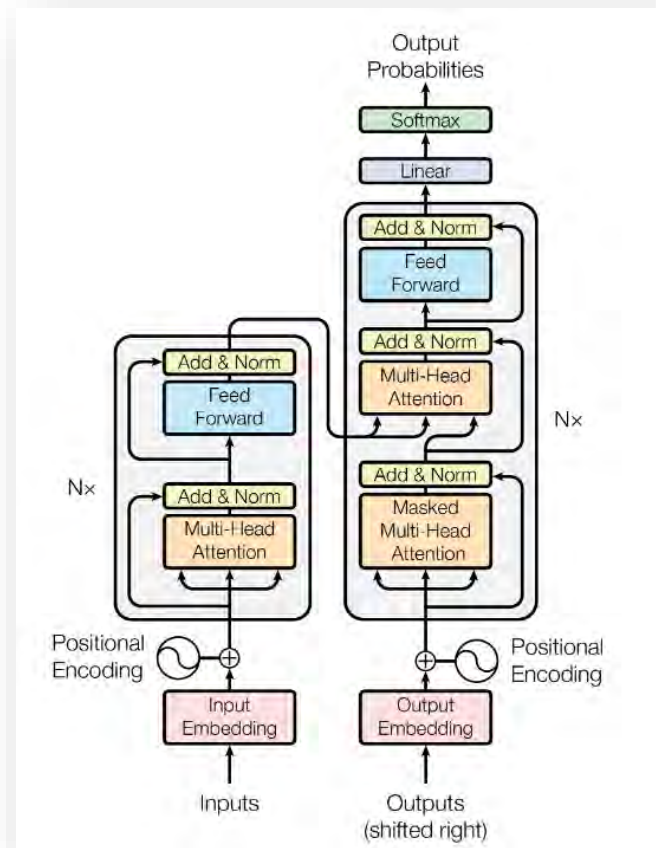


Fig. 9. Scatterplots between observed and estimated irrigation water demand for seven days ahead (t-1, ..., t-7) by the optimal hybrid model for the test dataset.

Fig. 1. Location of Sector II of the Canal del Zújar Irrigation District (CZID).

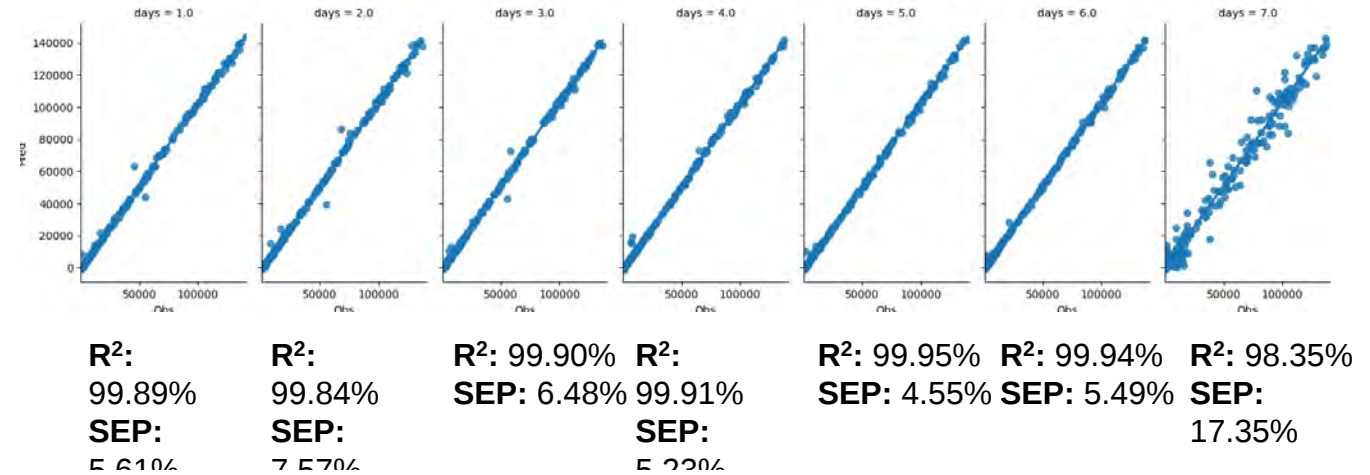


TRANSFORMER



ATTENTION

Total params: +2.0M; layer: 8; heads: 8; d_model: +200



Computers and Electronics in Agriculture 218 (2024) 108723



Computers and Electronics in Agriculture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/compag



Attention is all water need: Multistep time series irrigation water demand forecasting in irrigation districts

R. González Perea^{*}, E. Camacho Poyato, J.A. Rodríguez Díaz

Department of Agronomy (Unit of Excellence María de Maeztu), University of Córdoba, Campus Rabanales, Edif. da Vinci, 14071 Córdoba, Spain



Proyecto DIG-IRRIGATION

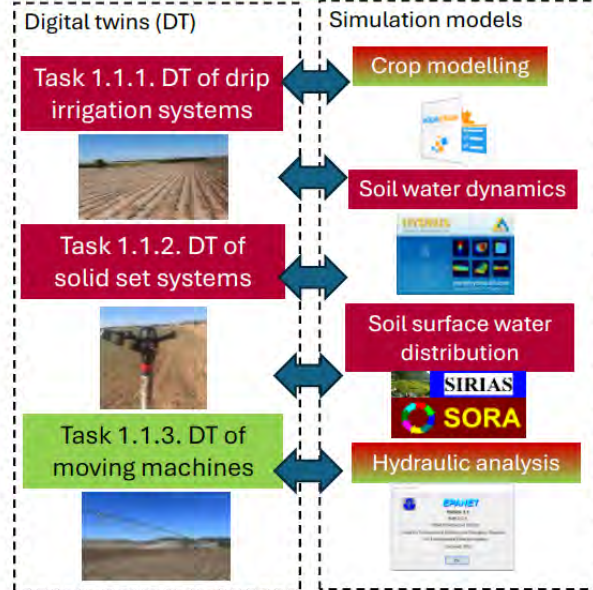


Multi-actor approach Dig-irrigation as a lighthouse for digitalization of irrigation

Generation of 4 living labs

Objective 1. Generation of holistic digital twins of irrigation systems and integrated near-real-time crop monitoring

Subobjective 1.1. Generation of holistic digital twins (DT) of drip and solid set irrigation system, and irrigation machines



Subobjective 1.2. Near-real time crop monitoring for precise modelling



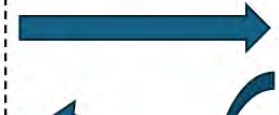
Task 1.2.1. Estimation of Canopy Cover with nanosatellite PLATERO

Task 1.2.1. Integration of CC in crop models

Task 1.1.3. Soil characterization

Task 1.1.4. Validation process

- Soil characterization
- Remote Sensing data
- Hydraulic parameters
- Crop parameters



Transference to the irrigation sector

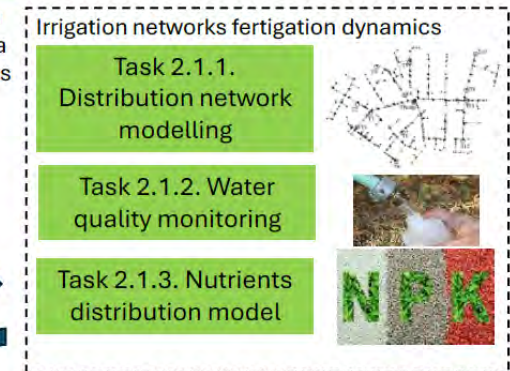
Task 1.1.5. Transference tool for DT

Task 2.1.4. Transference tool for fertigation systems



Objective 2. Collective fertigation simulation. From the irrigation network to the dripper.

Subobjective 2.1. Model for the prediction of macronutrient distribution in pressurized irrigation water distribution networks (FERTINET).



Subobjective 2.2. Modelling fertilizers distribution for in-plot irrigation systems under a collective fertigation event



* The colors of the boxes are related with the Research team (red UCLM and green UCO). Mixed colors are collaborative tasks.



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



EXCELENCIA
MARÍA
DE MAEZTU
2020 - 2024

La Inteligencia Artificial aplicada a la gestión del agua

smagua
2025

Proyecto DIGAGRO



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Episodios de sequía
en Andalucía



Inteligencia Artificial y
deep learning para la
detección de anomalías y
predicción de consumo de
agua



Gemelos digitales de las
comunidades de regantes



Mejora en la
gestión de la
sequía

DIGAGRO



What-if para estudiar políticas
y la evolución de la sequía



Mensajes a recordar



- Necesidad de mejorar la **gestión del agua y la eficiencia energética**
- La era digital y la **transformación digital** nos ofrece grandes posibilidades en el regadío
- Los **sistemas predictivos** de demanda de agua son ya una realidad que debe aprovecharse por los gestores del agua



UNIVERSIDAD
DE
CÓRDOBA



AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

GRACIAS!!!!



Campus de Rabanales – Edificio da Vinci– Ctra. Madrid, km 396 – 14071 – Córdoba
957 218 513 – ecamacho@uco.es