



Mejora de la eficiencia y digitalización del agua subterránea

Simón José Pulido Leboeuf Agbar. Director de Transición Hidrológica Digital

Entrega Premios Manantial 2022.
Club del Agua Subterránea
Escuela Técnica Superior de
Ingenieros de Minas y Energía,
Madrid, 01/12/2022

Mejora de la eficiencia y digitalización del agua subterránea

1. La red Dinapsis
2. Dinapsis for Water Resources
3. Servicios y proyectos innovadores
4. La oportunidad de la recuperación, transformación y resiliencia



La red Dinapsis



DINAPSIS

Tu aliado
frente a los retos
medioambientales
del siglo XXI

Un reto común:

Impulsar soluciones colaborativas para hacer frente a los desafíos del cambio climático



UNA POBLACIÓN MUNDIAL CRECIENTE

Se calcula que en **2050** la población será de **9.700** millones de habitantes y el **60%** vivirán en grandes ciudades. Esta creciente urbanización afectará a la calidad de vida de las personas.



MAYOR DEMANDA DE RECURSOS

La demanda energética aumentará un **50%**, y la necesidad mundial de agua superará en un **50%** las cantidades disponibles en **2050**



CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Se calcula que cada año 7 millones de personas mueren a causa de la contaminación atmosférica urbana



ESTRÉS HÍDRICO

En **2050**, más del 40% de la población mundial vivirá en áreas de estrés hídrico. España es uno de los países más afectados

Dinapsis es...

Un Hub operativo

Una suite
de servicios
digitales

Un lugar para
la cocreación
y las alianzas

Un Hub operativo

Una suite de servicios digitales

Un lugar para la cocreación y las alianzas

Un Hub operativo

que permite la operación integrada de los servicios de agua y salud ambiental del territorio.

Gestión sostenible

del agua, el medio ambiente y la salud ambiental

Acceso a la digitalización

para todos los municipios independientemente de su tamaño

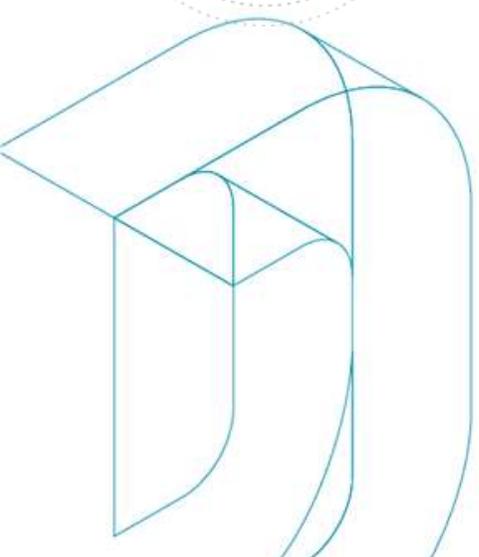
Transparencia y proximidad

con la ciudadanía

Respuesta ágil

a las necesidades de nuestros clientes

Una suite de servicios digitales



24/7

Gestión en tiempo real



Ciberseguridad y continuidad en la operación

UX

Facilidad de uso de los servicios



2.000.000

contadores de telelectura instalados



15

Tera (10^{12}) bytes generados cada día

Un espacio para la cocreación y las alianzas entre las administraciones públicas, empresas, universidades, centros tecnológicos, startups.



Un hub operativo



Una suite de servicios digitales



Un espacio para la cocreación y las alianzas

RED DE INNOVACIÓN

— con expertos de diversos ámbitos y geografías

DINAPSIS DIGITAL PAPER

— compartir conocimiento y buenas prácticas

HACKATHONS SOBRE IOT

— con universidades y estudiantes

DINAPSIS OPEN CHALLENGE

— pruebas, validación, escalado y comercialización de tecnologías innovadoras

Nuestros servicios digitales



Servicios digitales para la transformación **del ciclo del agua**

Servicios digitales para facilitar la **transición ecológica** de los municipios



Servicios digitales para impulsar la **economía circular** en el binomio **industria-ciudad**



Servicios digitales para la transformación del ciclo del agua



Experiencia cliente
y procesos
comerciales



Operación inteligente de redes
de abastecimiento y
saneamiento. Visión 360°



Medición
inteligente



Gestión avanzada de
activos y trabajos en
campo



Operación avanzada de
plantas: Ruta hacia las
ecofactorías



**Gestión Integral de
Recursos Hídricos**



Gestión logística
integral

Servicios digitales para facilitar la transición ecológica de los municipios



Vigilancia epidemiológica urbana



Salud ambiental y movilidad urbana



Agenda urbana e indicadores de ciudad



Turismo sostenible



Gestión de crisis climáticas y resiliencia urbana



Gestión de espacios verdes y biodiversidad



Descarbonización



Servicios digitales para impulsar la economía circular en el binomio industria-ciudad



—
Operación avanzada de plantas de tratamiento de agua industrial



—
Gestión sostenible de los recursos hídricos en la industria

Dinapsis con visión local

Dinapsis permite escalar y adaptar las soluciones digitales a las necesidades reales de cada territorio, facilitando así una óptima gestión de los recursos.

**Islas Canarias:
Gran Canaria y Tenerife**
Agua desalada y turismo sostenible





Dinapsis for Water Resources

Suite de Servicios Digitales

Dinapsis for Water Resources

Información Hidrológica

Agregación y ventanilla única de acceso de la información existente, predicción hidrometeorológica, incorporación de información de peligrosidad y puntos críticos



Balance de Recursos

Inventario y caracterización de la demanda (UDUs, UDAs) y disponibilidad existente en el territorio



Plan Hidrológico

Permite visualizar y geolocalizar la información incluida en los planes hidrológicos incluidos en la zona de estudio.



Eventos Extremos: Sequía/Escasez

Permite visualizar la información de los eventos de escasez o sequía y comparar la situación actual respecto a lo establecido en los Planes Especiales de Sequía de la autoridad hidrográfica competente.

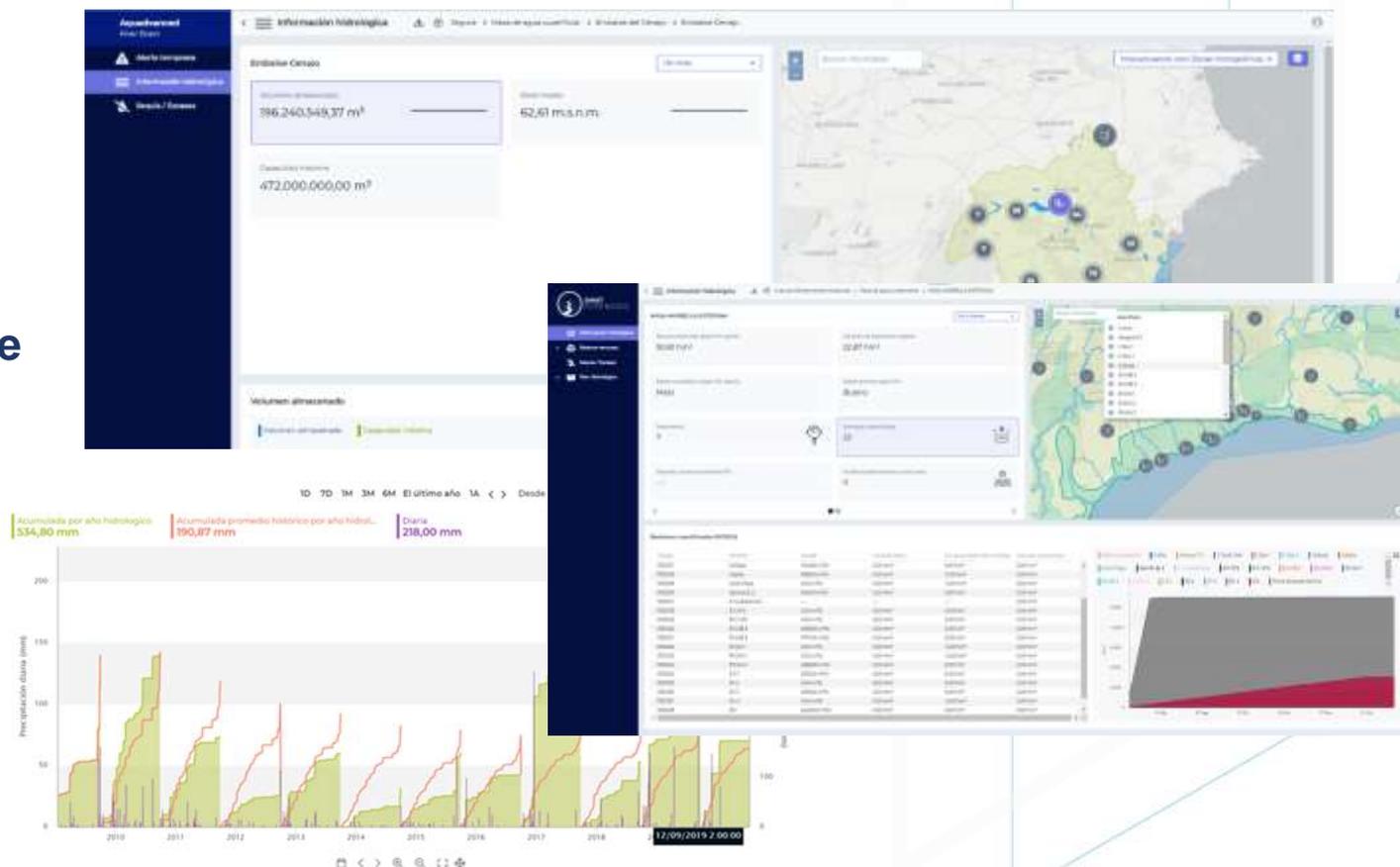


Dinapsis for Water Resources

Módulo de Información Hidrológica

Este módulo recopila y agrega toda la información acerca de la zona de estudio. La información procede de diversas fuentes de datos, y sirve de base para algunos de los demás módulos. La información puede contener, según los requisitos a cubrir:

- ✓ Datos y predicciones pluviométricas
- ✓ Caudales circulantes
- ✓ Caracterización de embalses
- ✓ Evolución piezométrica en las masas de agua subterránea
- ✓ Extracciones en captaciones de agua superficial y subterránea
- ✓ Caracterización de la calidad físico-química en las masas de agua

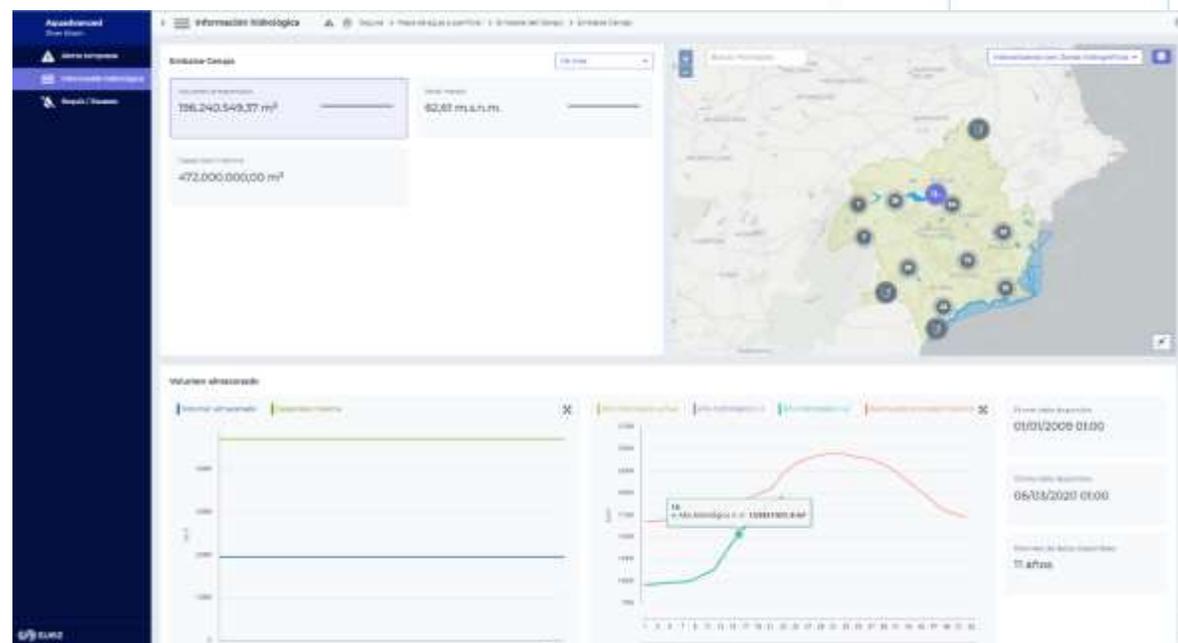


Dinapsis for Water Resources

Módulo de Balance de Recursos

Este módulo recopila y agrega toda la información acerca de la zona de estudio. La información procede de diversas fuentes de datos, y sirve de base para algunos de los demás módulos. La información puede contener, según los requisitos a cubrir:

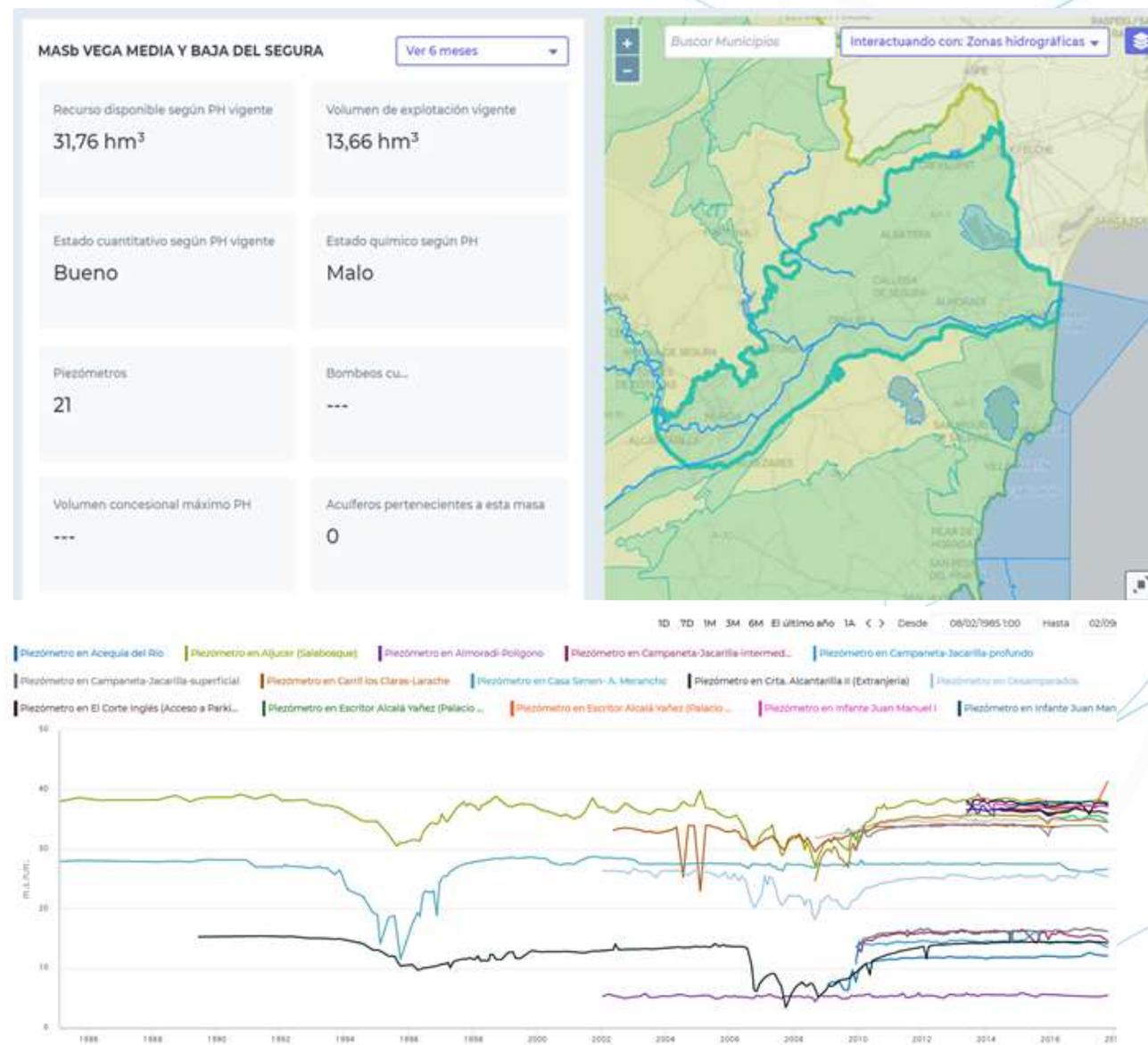
- ✓ Datos y predicciones pluviométricas
- ✓ Caudales circulantes
- ✓ Caracterización de embalses
- ✓ Evolución piezométrica en las masas de agua subterránea
- ✓ Caracterización de la calidad físico-química en las masas de agua



Dinapsis for Water Resources

Módulo de Plan Hidrológico

- Este módulo facilita la comprensión de los documentos de la Planificación Hidrológica en vigor, por la **georreferenciación**, destacando las **interrelaciones existentes**.
- Sirve de apoyo para el seguimiento del estado de las masas de agua (superficiales y **subterráneas**)
- Aporta datos clave para el seguimiento de los **programas de medidas**, como su grado de ejecución y su efectividad para el logro de los objetivos medioambientales
- En definitiva, aporta una referencia al plan hidrológico **siempre actualizado**



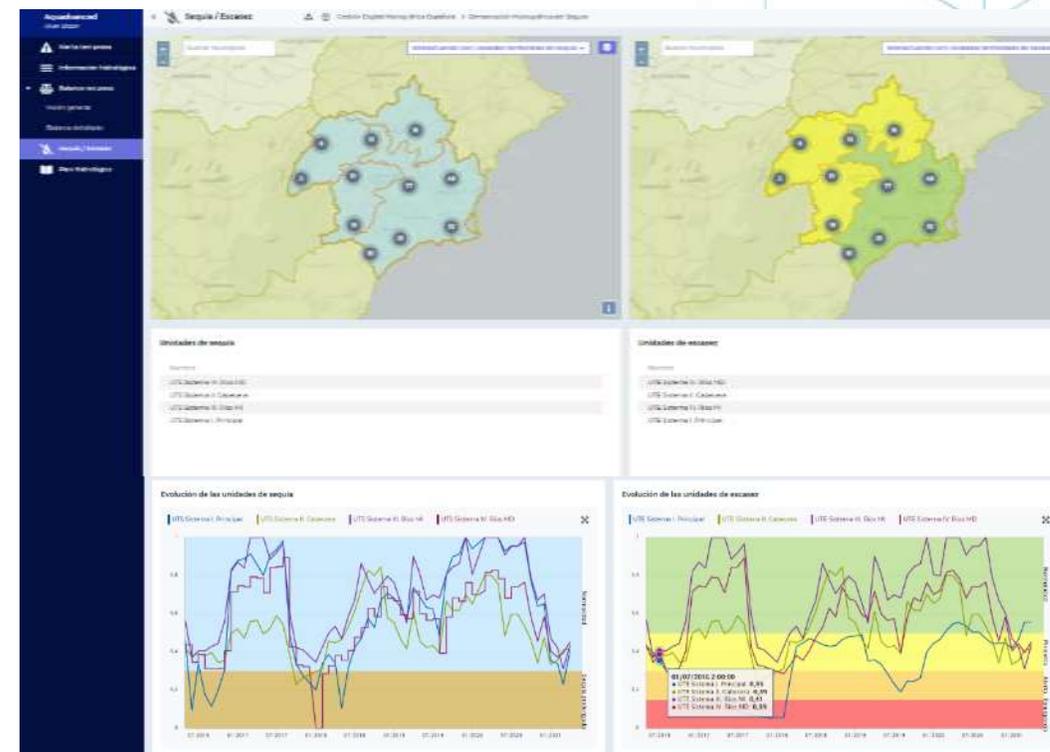
Dinapsis for Water Resources

Módulo de Sequía / Escasez

Este módulo permite visualizar la información de los eventos de escasez o sequía en la zona de estudio, permitiendo conocer y comparar la situación actual respecto a lo establecido en los Planes Especiales de Sequía de la autoridad hidrográfica competente.

Se recopila y analiza la siguiente información:

- Caudales circulantes
- Caudales ecológicos
 - En situación ordinaria
 - En situación de sequía





Servicios y Proyectos Innovadores

- Modelos numéricos - Aquifer Supervision
- Matrix - Recarga con agua regenerada
- Gotham - Gobernanza co-responsable
- SIAGES

Aquifer Supervision

Uso sostenible de las aguas subterráneas

¿Cómo podemos llevar a cabo un **USO** sostenible de las **aguas** subterráneas?



1º Conocimiento – observación

(redes control, inventarios, meteorología, etc.)



2º Análisis – estudio

(conceptualización, balances hídricos, flujo, etc.)



3º Gestión y planificación futura

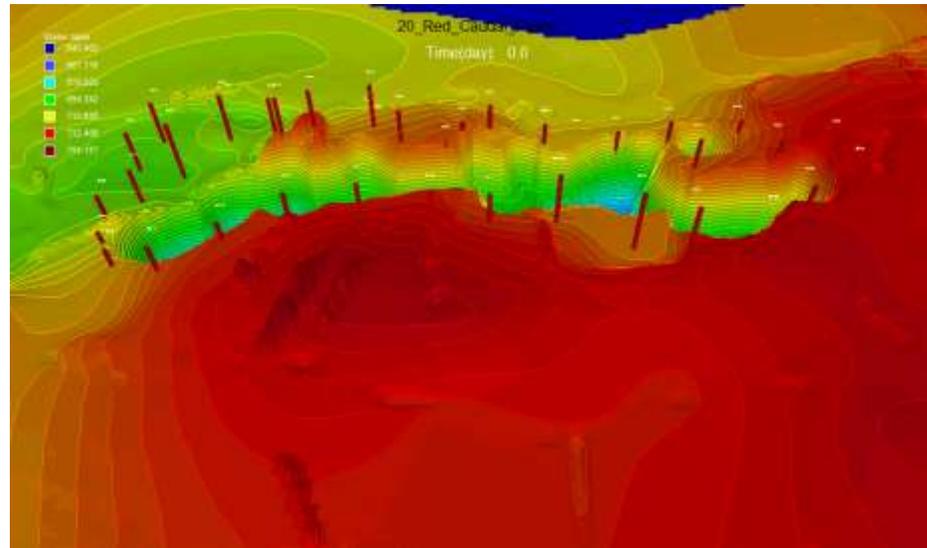
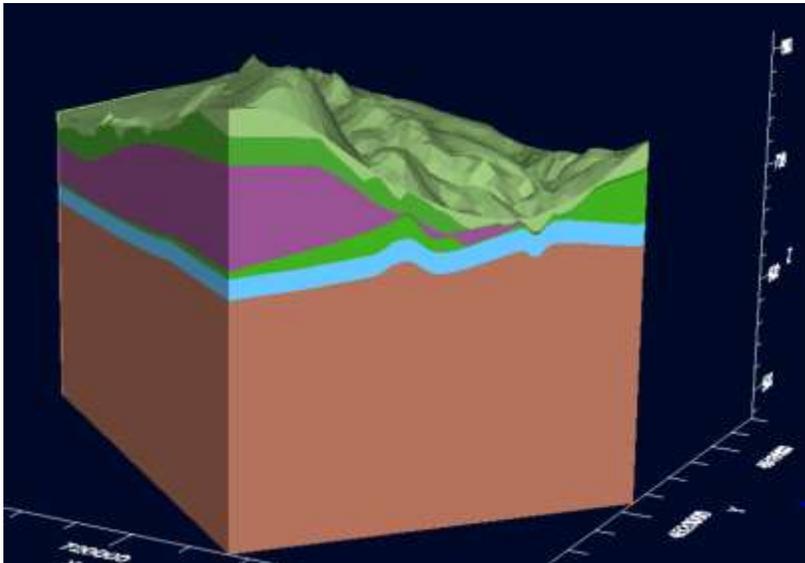
(gestión de recursos basado en observación y análisis; uso de herramientas fiables; transparencia del conocimiento)

Aquifer Supervision

Uso sostenible de las aguas subterráneas

Gestión y planificación: Uso de modelos numéricos

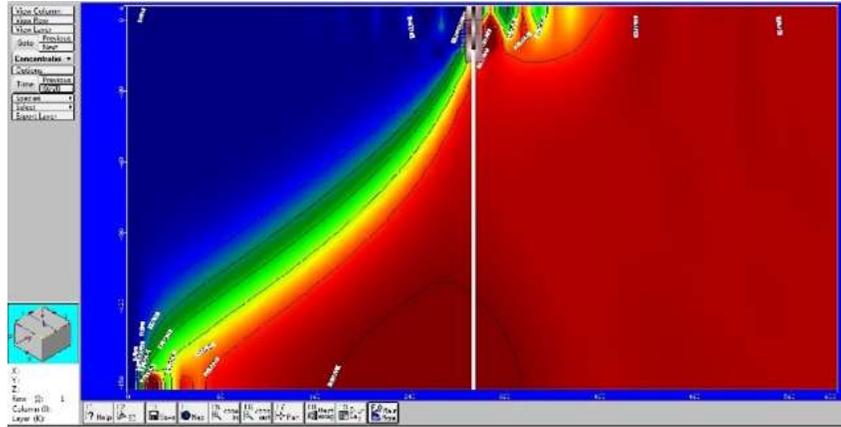
1. **Reproducir** en condiciones controladas los **fenómenos** que se producen en la **naturaleza** (basado en conocimiento y observación previa)
2. **Herramienta de ayuda** a la toma de **decisiones**
3. Reproducir **situaciones futuras** basadas en hipótesis o **escenarios** planteados



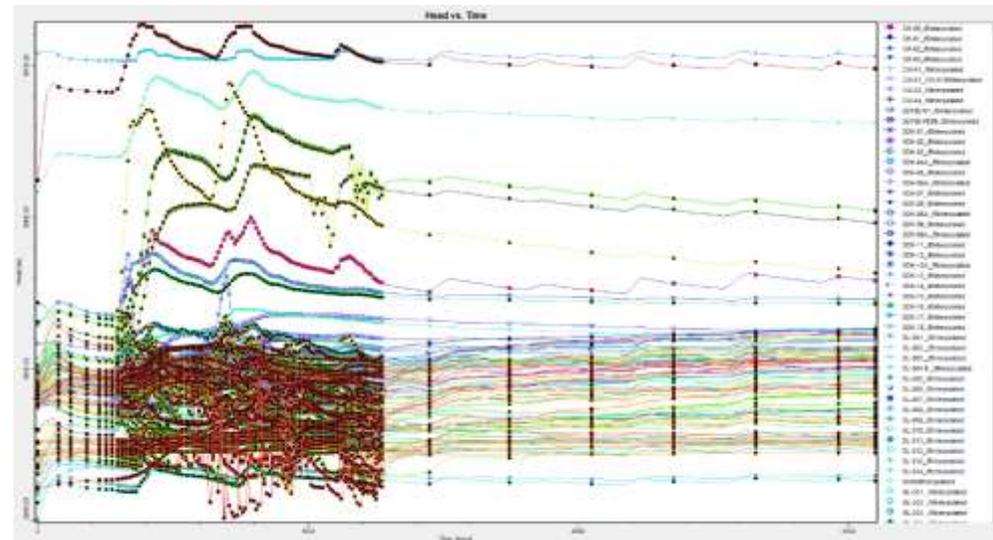
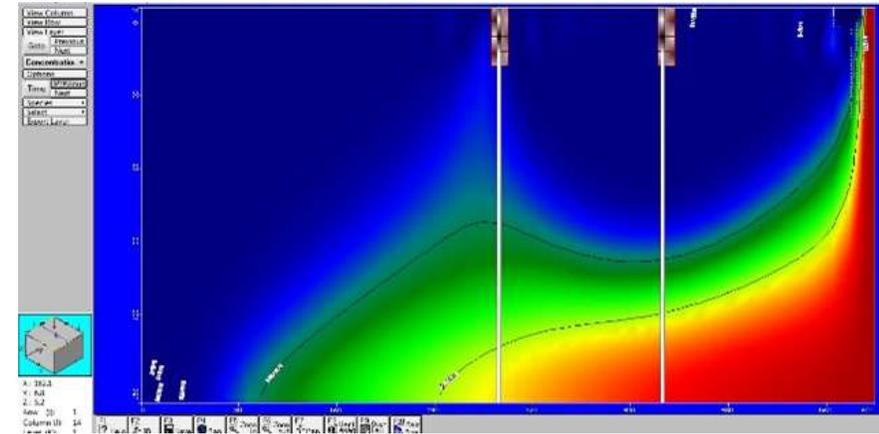
Aquifer Supervision

Uso sostenible de las aguas subterráneas

Simulación situación actual



Simulación escenario futuro

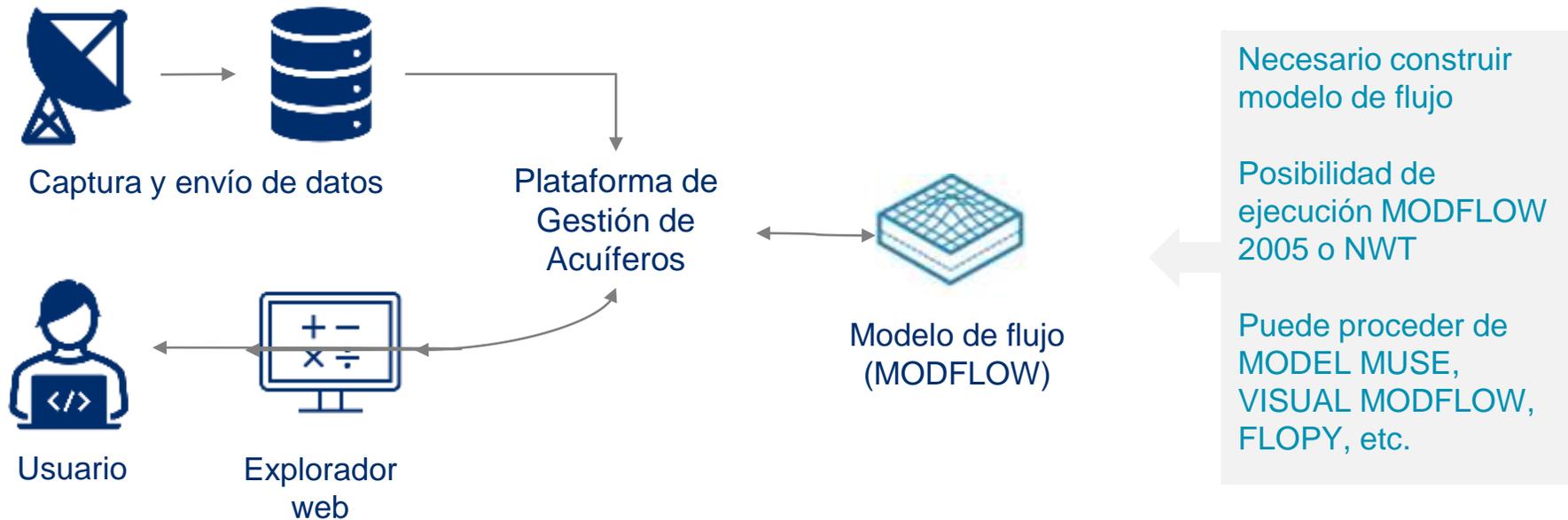


Aquifer Supervision

Plataforma web para gestión de acuíferos

Objetivo

Herramienta para ayuda a la toma de decisiones poniendo al alcance un **usuario no experto** en modelos numéricos de aguas subterráneas



Desarrollo de la plataforma

Aplicación web con últimas tecnologías (.Net Core para la API, Angular y Python para la parte web)

Posibilidad de selección motor de cálculo

Ejecuciones se realizan mediante

Aquífer Supervision

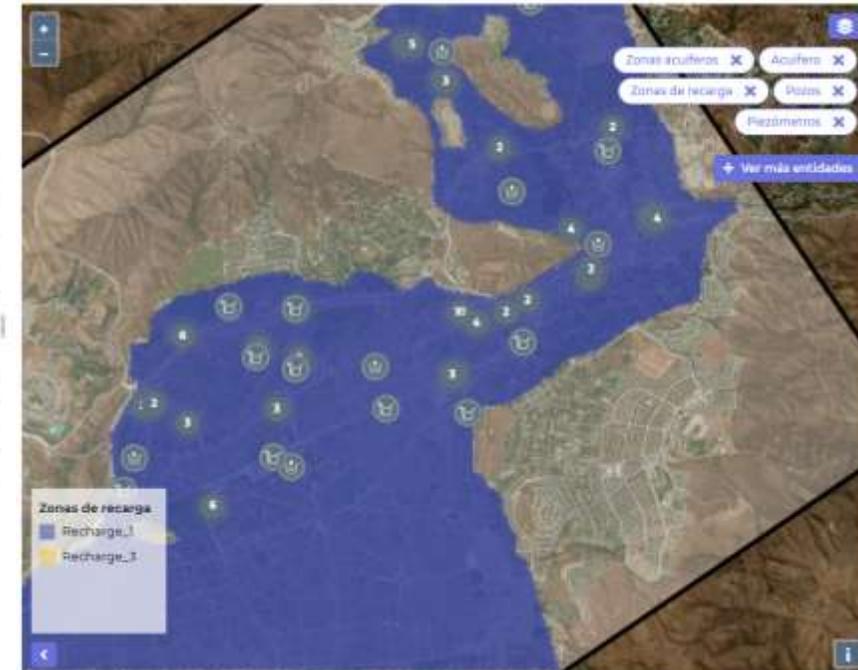
Plataforma web para gestión de acuíferos
Funcionalidades

1. Visualización de datos y mapas

- Series de piezometría
- Caudales de pozos
- Ubicación de elementos en el acuífero (GIS)

Resultados con los siguientes formatos:

- Gráficos *HighChart* con datos comparables e interactivos.
- Tablas con datos procesados y calculados.
- Mapas Openlayer multicapa georreferenciadas



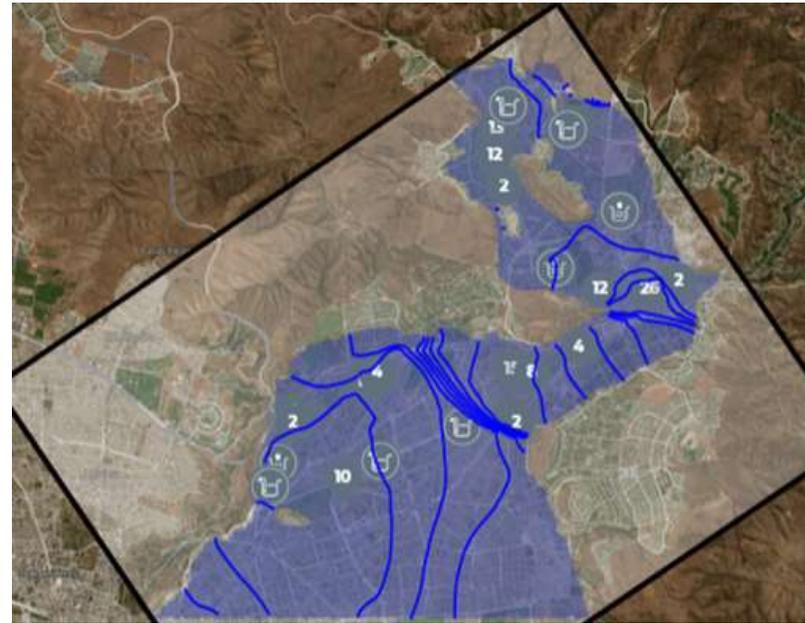
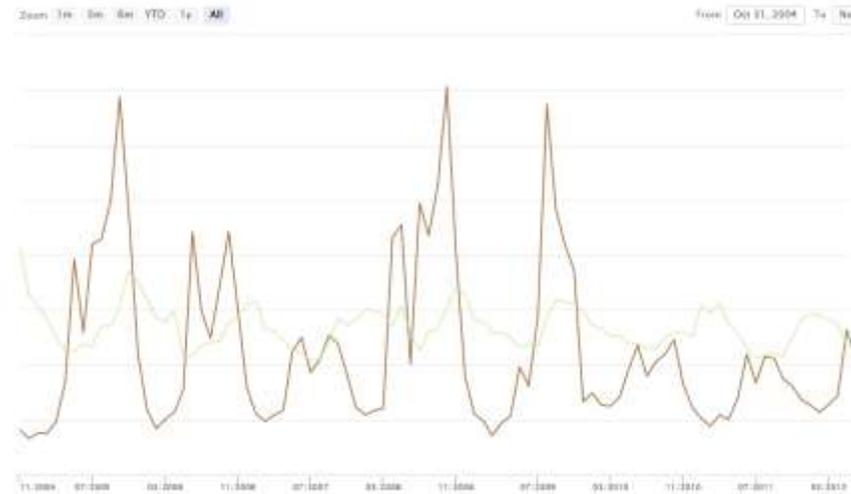
Aquifer Supervision

Plataforma web para gestión de acuíferos
Funcionalidades

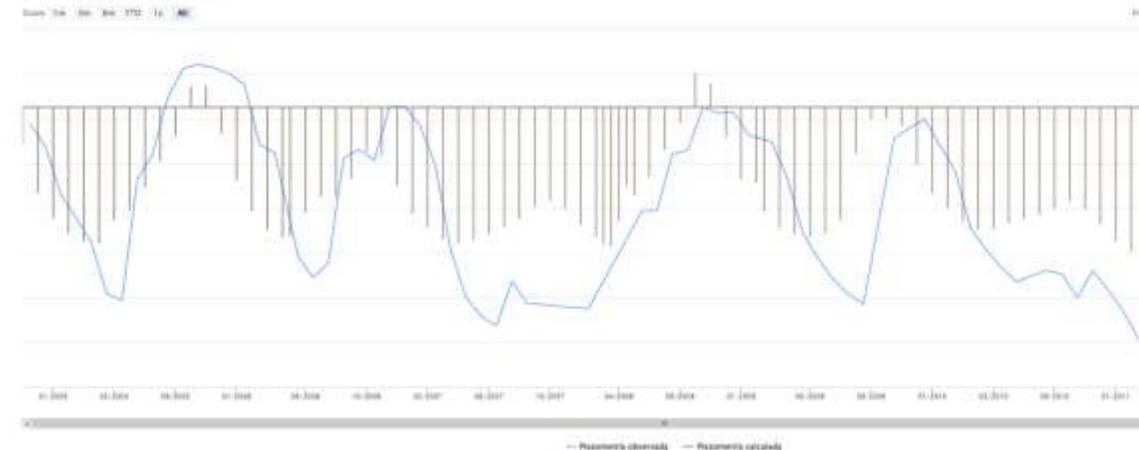
2. Visualización de resultados (Modelo original)

- Series de piezometría calculada (vs observada)
- Balance hídrico global o por zonas (series temporales y gráficos)
- Mapa de piezometría para cada periodo simulado y para cada capa acuífera

Salidas totales vs entradas totales



Piezometría observada vs calculada



Aquífer Supervision

Plataforma web para gestión de acuíferos
Funcionalidades

3. Simulación de escenarios futuros

- Series de piezometría y mapas de isopiezas esperados
- Balance hídrico del acuífero y/o zonas
- Afección a ríos, manantiales, terceros, relaciones con otros acuíferos, etc.

Las ejecuciones se realizan mediante un sistema de cola donde se supervisa si una simulación ha finalizado para continuar con la siguiente

Nombre del acuífero
Vega Media

[+ Crear escenario](#)

Nombre	Motor	Modflow	Fecha	Estado	Acciones
Evento sequía extremo					
Epoca húmeda 20 años					
Incremento explotación 20%			15/09/2022 12:51:29	COMPLETED CONVERGENT	
Escenario sostenible			06/09/2022 17:47:38	COMPLETED CONVERGENT	
Original			04/08/2022 14:04:02	COMPLETED CONVERGENT	

Configuración del escenario

[← Volver](#)

Motor: Modflow

Selección motor:

- MODFLOW 2005
- MODFLOW NWT

Pozos

* Para los pozos de bombes, los valores de caudal han de ser negativos, mientras que para los pozos de recarga, positivos.

[+ Subir pozos](#) [⬇ Descargar pozos](#)

Nombre
1163
1166
2026
2065
2066
2115
2116
2117
2120
2126

Zonas de recargas

[+ Subir recargas](#) [⬇ Descargar recargas](#)

Nombre	Acciones
Recarga_3	
Recarga_2	
Recarga_1	

Aquífer Supervision

Plataforma web para gestión de acuíferos
Valor añadido

Uso sostenible de recursos

A través del conocimiento del balance hídrico del acuífero (balance oferta-demanda) por zonas

Sistema de alertas de nivel y calidad

Alerta en caso de valores anómalos predefinidos

Reglas de explotación

Establecimiento de reglas de operación entre batería de sondeos en función de su evolución

Evolución del acuífero y proyección futura

Conocimiento del estado del acuífero y simulación numérica de escenarios futuros (sequías, años húmedos, etc.)

Uso Compartido

Usuarios
Administración
Grupos de interés

Presupuesto: 1.675.312€ - %EC Co-financiado (55%)

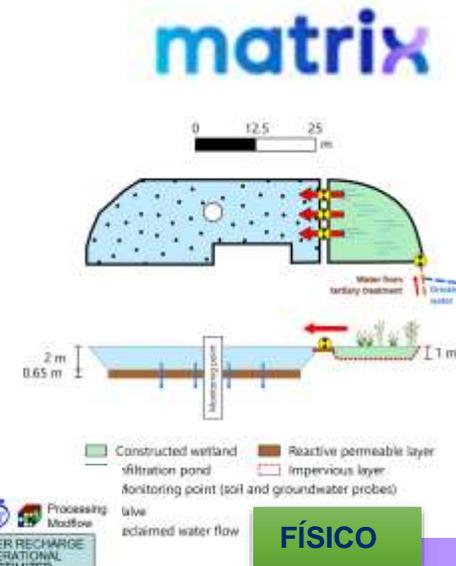
Programa LIFE20 ENV

Duración: octubre 2021 – septiembre 2024

Localización: EDAR La Víbora (Marbella, Málaga)

Demostrar la viabilidad técnica, medioambiental y sanitaria de la recarga gestionada de acuíferos (MAR) con agua regenerada mediante la combinación de tres aspectos:

- **Físico:** Validando una solución técnica basada en la combinación de Humedal artificial + balsa de infiltración con capa reactiva permeable + red de monitoreo y control.
- **Digital:** Integrando un Sistema de Soporte a la Decisión (DSS) para la gestión del riesgo asociado a este tipo de recarga.
- **Gobernanza:** Definiendo directrices que contribuyan a estandarizar este sistema de recarga bajo un marco legal o regulatorio a nivel nacional y europeo.



Coordinador

CETAQUA
ANDALUCÍA

Socios

ACOSOL

CETAQUA
BARCELONA

CEHYUMA
CENTRO DE HIDROLOGÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Impacto LIFE MATRIX

- Recargar 50.000m³/año de agua regenerada:
 - Reducción del consumo energético en un 99% (223.050 kWh/año).
 - Reducción de gases de efecto invernadero 99% (89,22 t/año).
- Incremento de la recarga de acuíferos en la zona piloto 15% (50.000 m³/año).
- Reducción del índice de explotación (WEI+) 13%.
- Reducción de sustancias potencialmente peligrosas 50% (4,75 kg/año).

matrix

Modelo de negocio LIFE MATRIX

- Venta de la Solución Matrix completa (infraestructura + DSS)
- Venta de módulos específicos de la DSS

After LIFE

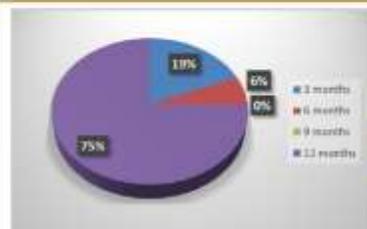
- Continuidad del piloto en la EDAR La Víbora
- Replicación de la solución MATRIX en otros sites de la costa andaluza con estrés hídrico.
- Llegar a 5 clientes Premiun y 25 clientes estándar (retorno económico esperado de 2.2 M€)
- Aplicación en otros sectores donde MAR es una alternativa viable (agricultura, minería, entre otros)



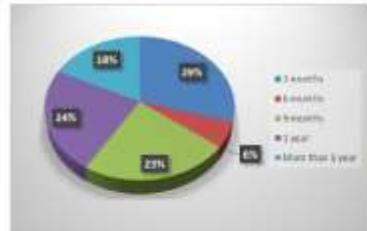
PRIMA GOTHAM

PRIMA GOTHAM: Governance tool for sustainable water resources allocation in the Mediterranean through stakeholder's collaboration. Towards a paradigm shift in groundwater management by end-users

Resultados Workshop Almería (22/07/2021)



¿En qué horizonte temporal estaría más interesado a la hora de predecir la evolución del nivel piezométrico?



¿Con qué anticipación necesitas conocer una posible declaración de sequía para adaptar las necesidades de tus cultivos?



- Jornada de co-creación #2: Eno-Feb 2022
- Jornada de co-creación #3: 4º trimestre 2022



Start date: Mar/2020
End date: Feb/2023

Total Budget: 1.6 M€

Funding programme:



Partners:



Expected results

- 1) Participative and collaborative approach focused on water user needs (*user engagement strategies*)
- 2) Data Analytics tool to simulate “what-if” water scenarios
- 3) **Machine Learning algorithms:** hydro-meteorological time series and remote sensing repositories (groundwater availability assessment and agriculture water demand estimation)
- 4) Specific module for assessing the feasibility of **Managed Aquifer Recharge** strategies based on multicriteria analysis
- 5) Use of **Blockchain technology** for optimising Water Right Exchange at farmer and Irrigation District scales



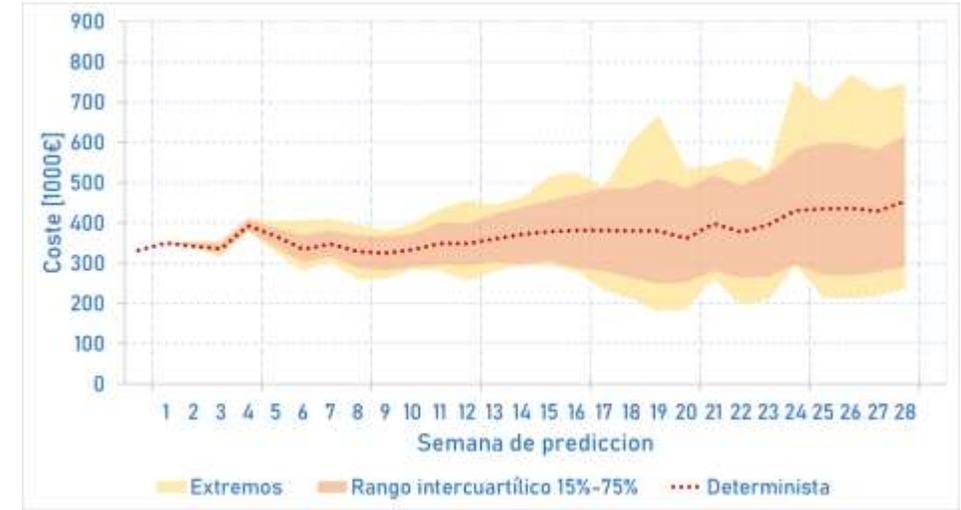
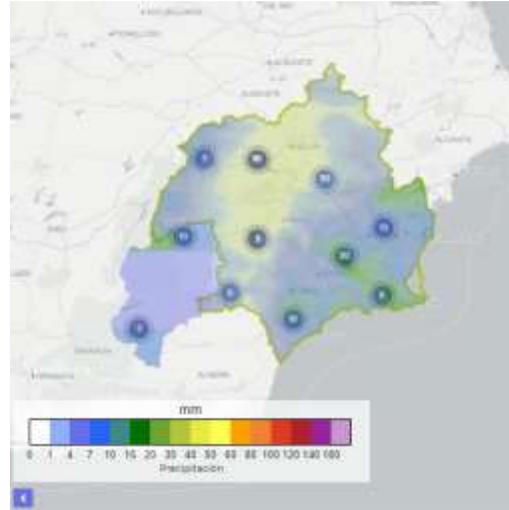
Unión Europea



@CDTIoficial

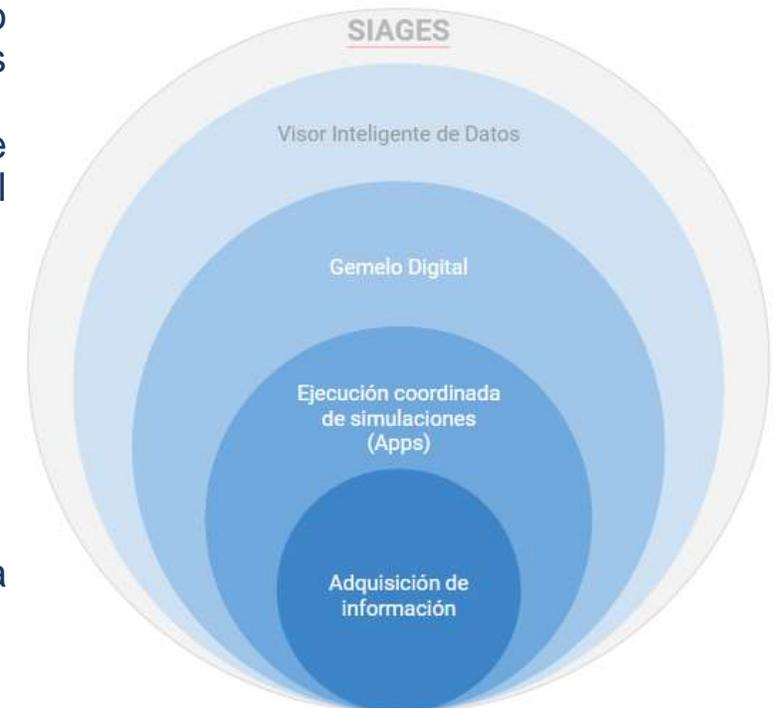
SIAGES

Hacia la integración de Dinapsis Water Resources con modelos y diversas fuentes de datos para el apoyo en la toma de decisiones de gestión



SIAGES se concibe como un innovador Sistema Integrado de Ayuda a la Decisión en la gestión de los recursos hídricos de un sistema de explotación.

- Se basa en la incorporación y procesamiento ágil de toda la información relevante en la gestión integral del recurso hídrico,
- Emplea herramientas de
 - simulación y optimización avanzadas basadas en robustas herramientas altamente contrastadas,
 - combinadas con otras nuevas creadas para este proyecto,
 - así como elementos de Inteligencia Artificial (IA),
- convirtiéndolo en una herramienta de apoyo a la toma de decisión en tiempo real no existente hasta ahora.



4

**La oportunidad de
la recuperación,
transformación y
resiliencia**

Contribuyendo con propuestas para la oportunidad transformadora de los Next Generation

705 M€
9.400

GALICIA

- Transformación digital 12 M€
- Resiliencia hídrica 247 M€
- Protección de las masas de agua 43 M€

- Transformación digital y mejora de la eficiencia en el servicio de abastecimiento 244 M€
- Resiliencia hídrica y preservación de ecosistemas 556 M€
- Reducción del impacto ambiental mediante Energías Renovables 29 M€
- Resiliencia urbana mediante la ampliación de la cobertura de agua potable 121 M€

CANARIAS

950 M€
12.635

648 M€
8.625

COSTA DEL SOL OCCIDENTAL

- Resiliencia hídrica 168 M€
- Reutilización de aguas 250 M€
- Drenaje Sostenible 19 M€
- Eficiencia de los usos del agua, la energía y generación de renovables 91 M€
- Digitalización 120 M€

648 M€
8.625

REGIÓN DE MURCIA

- Resiliencia hídrica y preservación del ecosistema del río segura (I)* 164 M€
- Resiliencia hídrica y preservación del ecosistema del río segura (II) 401 M€
- Actuaciones de Interés para la recuperación ambiental del ecosistema del mar menor 140 M€

1.329 M€
17.716

AREA METROPOLITANA DE BARCELONA

- Regeneración 194 M€
- Recursos locales 551 M€
- Desalinización 358 M€
- Economía circular 169 M€
- Agua digital 51 M€
- Agua innovadora 5 M€
- Agua social 1 M€

181 M€
2.426

VEGA BAJA DEL SEGURA

- Restauración ambiental e hidráulica de los cauces naturales 35 M€
- Suds y zonas verdes: parques inundables y balsas laminación 15 M€
- Islas Polder, aprovechamiento de la red tradicional de drenaje 30 M€
- Despliegue de redes separativas de pluviales 100 M€
- Sistema digital de alerta temprana ante inundaciones 2 M€

Ejemplo: el proyecto para que ésta sea la última sequía de Barcelona

ACTUAL



Recursos no locales 34%
Superficial: Ter 34%

Recursos Locales 66%

Eje Llobregat: 57%

- Superficial: Llobregat 44% (en sequía activación recursos agua regenerada)
- Acuífero: 13%

Eje Besós: 1%

Mar: 8%

- ITAM Baix Llobregat 8%

FUTURO



Recursos no Locales 18%
Superficial: Ter 18%

Recursos Locales 82%

Eje Llobregat: 65%

- Superficial: Llobregat 52% (10% regeneradas)
- Acuífero: 13%

Eje Besós: 10%

- Superficial: Besós 5% (5% regenerada)
- Acuífero: 5%

Mar: 7%

- ITAM Baix Llobregat 4%
- ITAM Tordera i Foix: 3%



Transición ecológica impulsada por la transformación digital

Promovemos un entorno resiliente que favorece la regeneración económica y social y fomenta un desarrollo respetuoso con el medio ambiente, adaptado al cambio climático, y que posibilitará una mayor vertebración del territorio