

ESTRATEGIA SMART GREEN WATER PARA FOMENTAR LA DIGITALIZACIÓN DEL RIEGO AGRÍCOLA EN EL TERRITORIO SUDOE (SUROESTE DE FRANCIA Y PENÍNSULA IBÉRICA)



Abril de 2026

ÍNDICE

1. MOTIVACIÓN DE LA ESTRATEGIA SMART GREEN WATER.....	5
2. METODOLOGÍA EMPLEADA	7
3. DEFINICIÓN DE DIGITALIZACIÓN DEL REGADÍO.....	9
4. DIAGNÓSTICO PREVIO.....	12
4.1. Diagnóstico territorial.....	12
4.1.1. Francia.....	12
4.1.2. España	13
4.1.3. Portugal.....	15
4.2. Estudio de soluciones para la agricultura de regadío.....	16
4.2.1. Niveles de tecnificación en la digitalización del riego.....	16
4.2.2. Soluciones digitales para el regadío.....	17
5. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE FACTORES PARA LA DIGITALIZACIÓN DEL REGADÍO	22
5.1. Análisis PESTEL	22
5.2. Análisis DAFO.....	24
5.2.1. Debilidades.....	24
5.2.2. Amenazas	25
5.2.3. Fortalezas	26
5.2.4. Oportunidades	26
6. RUTA Y ESCENARIOS PARA LA DIGITALIZACIÓN DEL REGADÍO	28
6.1. Estrategia de digitalización según escenarios	28
6.2. Etapas de la digitalización del regadío.....	30
6.2.1. Promoción de la digitalización de la agricultura de regadío	30
6.2.2. Proyecto de digitalización	32
6.2.3. Digitalización o gestión <i>datadriven</i> del agua	35
6.3. Ejemplos de casos de éxito y aprendizaje	36
6.3.1. Caso de éxito. La zona regable del Baix Ter (Cataluña)	36
6.3.2. Caso de éxito. Proyecto A3P (Anticipación, Planificación y Gestión de la extracción de agua para la agricultura), en la región de Nueva Aquitania, Francia.	37
6.3.3. Caso de éxito. Intervención para la Eficiencia del Agua (IEA) en Portugal.....	37
6.3.4. Caso de aprendizaje. La digitalización produce datos 24/7	38
7. PLANES DE ACCIÓN	39
7.1. Fase 1. Actualizar el diagnóstico territorial	39
7.2. Fase 2. Definición de actuaciones por objetivos	39
7.3. Fase 3: Seguimiento y evaluación de los resultados	42
7.3.1. Sistema de seguimiento	42
7.3.2. Indicadores clave.....	42
7.3.3. Evaluación de resultados.....	44
8. LA ESTRATEGIA RIS3 PARA LA DISEMINACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS	45
9. EQUIPO REDACTOR	47
10. MATERIAL CONSULTADO	48
11. ANEJOS A LA ESTRATEGIA.....	50
11.1. Anejo I. Antecedentes	50
11.2. Anejo II. Proyectos Interreg Sudoe relacionados con el agua	50
11.3. Anejo III. Actualización de las superficie Regable y Regada, según el Eurostat (26/09/2025).	51
11.4. Anejo IV. Adaptación y Actualización de los temarios.....	52
11.5. Anejo V. Cuadro de Indicadores de Innovación Regional de EU (2025)	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Futuro estrés hídrico de referencia (competencia por los recursos hídricos) en el arco mediterráneo hasta 2050 según el escenario (SSP3 RCP7.0). Atlas de riesgo hídrico de acueductos. Fuente: Instituto de Recursos Mundiales (2024) [4] (Figura de la Estrategia de reutilización del agua regenerada).	5
Figura 2. Socios del Proyecto Smart Green Water.	7
Figura 3. Asociados del Proyecto Smart Green Water.	8
Figura 4. Distribución de las superficies de regadío en Francia (2020). Fuente: Agreste – Recensement agricole 2020.	12
Figura 5. Superficie de regadío y comarcas agrarias, 2023. Fuente: Observatorio de la sostenibilidad del regadío.	13
Figura 6. Distribución de la Superficie de riego y los diferentes sistemas de riego a nivel parcela. Elaboración propia a partir de datos de ESYRCE (Encuesta sobre Superficie y Rendimientos de cultivos. Análisis de los Regadíos en España del año 2022).	14
Figura 7. Variabilidad del Regadío en España, Slide compartida por Ignasi Servià en la Presentación en La digitalización del Regadío en España, en un escenario de crisis climática Murcia (27/1/2025).	15
Figura 8. Superficie agraria útil en Portugal. Fuente: INE, I.P.	15
Figura 9. Factores por considerar en un análisis PESTEL. Fuente: Web PESTELAnalysis.com.	22
Figura 10. Factores de Análisis DAFO para la digitalización del regadío en el territorio Sudoe.	24
Figura 11. Diferentes escenarios en la Ruta para la digitalización de regadíos.	29
Figura 12. Distribución de las ayudas de las 2 convocatorias del PERTE de regadíos por CCAA, y su relación con la superficie regable por CCAA. Fuente: Elaboración propia.	33
Figura 13. Distribución de las ayudas de la Segunda Convocatoria del PERTE de Digitalización del Regadío (Resolución Provisional 17/10/2025). Fuente: Elaboración propia.	34
Figura 14. Síntesis gráfica de cinco puntos característicos de la zona regable de la zona del Baix Ter.	37
Figura 15. Categorización de los socios y asociados del proyecto Smart Green Water.	45
Figura 16. Cuadro de indicadores de innovación regional del territorio Sudoe para el año 2025.	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fecha de la realización de la videoconferencia (VC) y de la recepción de información de los asociados del proyecto Smart Green Water. Se han realizado gestiones con todos los asociados.	8
Tabla 2. Identificación de Barreras y Drivers (impulsores) para la digitalización de la agricultura de regadío en el territorio Sudoe, según la metodología PESTEL.	23
Tabla 3. Escenarios en la ruta de la digitalización del regadío (Fuente: Elaboración propia).....	29
Tabla 4. Listado de factores que pueden influir en la fase de promoción de la digitalización de la agricultura de regadío en función de la tipología de regantes.....	30
Tabla 5. Elementos a tener en cuenta para la elaboración del diagnóstico ...	Erreur ! Signet non défini.
Tabla 6. Estructura de definición de objetivos para categorizar las diferentes actuaciones, adaptado del III Plan de Acción de Digitalización (2024-2026) del MAPA.....	40
Tabla 11. Serie histórica de la Superficie Regable y Regada de los diferentes países del territorio Sudoe (Eurostat 26/09/2025).....	51
Tabla 12. Serie histórica de la Superficie Regable y Regada de los diferentes países del territorio Sudoe (Eurostat 26/09/2025) (continuación)	52

1. MOTIVACIÓN DE LA ESTRATEGIA SMART GREEN WATER

Smart Green Water es un proyecto financiado por el programa europeo **Interreg Sudoe** que cubre la Península Ibérica y el suroeste de Francia. El objetivo principal de este proyecto constituido por 9 socios y que discurre entre los años 2024 y 2026, es acelerar la digitalización del regadío para favorecer el ahorro de agua en dicho territorio. Para ello, Smart Green Water lleva a cabo una serie de **acciones piloto** centradas en la formación, la sensibilización y la transferencia de soluciones innovadoras. Además de ello, se propone una **Estrategia transnacional** que promueva el desarrollo, la implementación y la difusión de soluciones integradas para satisfacer las necesidades de una agricultura sostenible, inteligente y digital, en aplicación de las prioridades regionales de las Estrategias de Especialización Inteligente en Investigación et Innovación (RIS3).

La **Estrategia Smart Green Water** surge como respuesta a un reto crítico y creciente para el territorio Sudoe: el **impacto del cambio climático** en forma de **sequías cada vez más intensas y frecuentes en la agricultura** (véase Figura 1).

El cambio climático está intensificando la variabilidad de los fenómenos hidrometeorológicos, provocando no solo un aumento en la frecuencia e intensidad de las sequías, sino también episodios más recurrentes de precipitaciones extremas e inundaciones, así como cambios bruscos de temperatura. A largo plazo, se observa una tendencia hacia una mayor incidencia y severidad de las sequías, lo que altera los patrones de precipitación y reduce la disponibilidad de agua, al tiempo que incrementa las necesidades hídricas de los cultivos. Estos factores, unidos a incrementos de demanda o nuevos usuarios de agua, está generando que el agua sea un recurso escaso, con una importante presión sobre los sistemas de regadío, uno de los más dependientes del recurso hídrico.

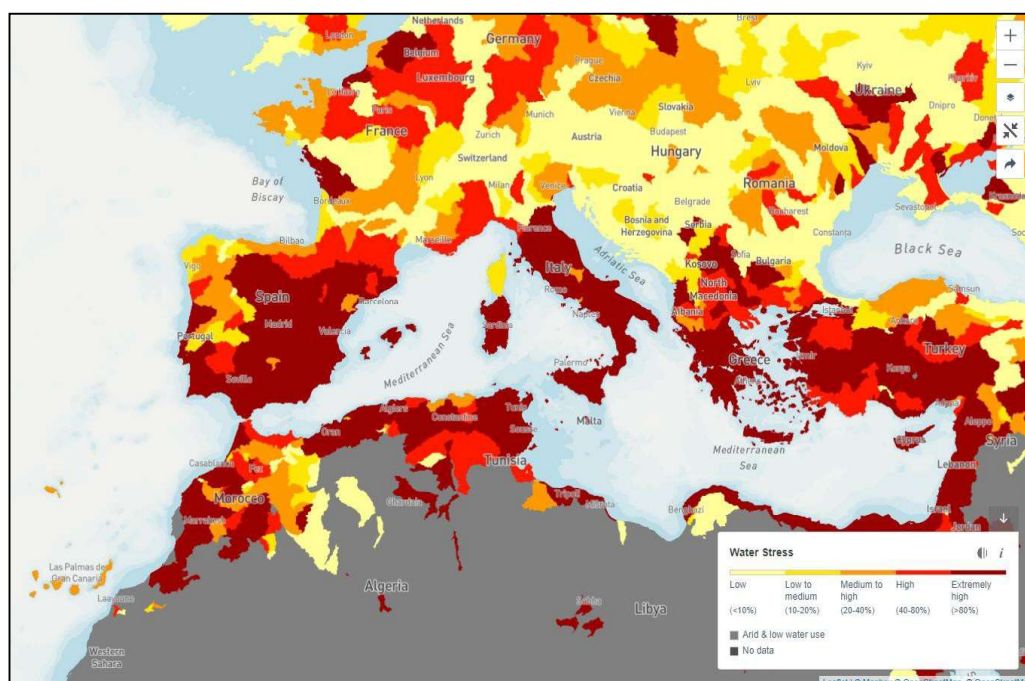


Figura 1. Futuro estrés hídrico de referencia (competencia por los recursos hídricos) en el arco mediterráneo hasta 2050 según el escenario (SSP3 RCP7.0). Atlas de riesgo hídrico de acueductos. Fuente: Instituto de Recursos Mundiales (2024) [4] (Figura de la Estrategia de reutilización del agua regenerada).

Además, se está registrando un aumento de la demanda de agua en otros sectores. En el ámbito urbano, el **crecimiento de la población y de determinadas actividades industriales** en áreas concretas del territorio Sudoe está incrementando la **competencia por el recurso**. A ello se suman nuevos usos emergentes del agua, como la producción de hidrógeno verde o la refrigeración de centros de datos (Datacenter), que introducen nuevas tensiones en los balances hídricos regionales.

Ante este contexto, se hace imprescindible avanzar hacia un **uso más eficiente y sostenible del agua**, especialmente en la agricultura. Entre los factores clave que permiten mejorar la eficiencia hídrica destacan la **modernización de los regadíos** y, de manera creciente, la **digitalización de los sistemas de gestión del agua** mediante herramientas tecnológicas avanzadas.

En este marco, la **Estrategia Smart Green Water** se concibe como un documento de referencia para **inspirar y orientar a las Administraciones Públicas del territorio Sudoe** en la incorporación de la digitalización del regadío agrícola dentro de sus políticas y estrategias de adaptación al cambio climático. La Estrategia persigue, además, mejorar la resiliencia del sector agrícola, fomentar la colaboración interregional aprovechando las experiencias existentes en España, Portugal y el sur de Francia, y fortalecer el tejido socioeconómico rural a través de la innovación, la formación y el acceso a soluciones digitales útiles y aplicables.

2. METODOLOGÍA EMPLEADA

Para la elaboración de este documento, se ha consultado el diagnóstico territorial que se redactó para el Prototipo de la Estrategia transnacional Smart Green Water (véase el punto 11.1 Anejo I. Antecedentes), se han llevado a cabo entrevistas a los diferentes socios y asociados del proyecto (véase Figura 2), y se ha hecho uso de la experiencia en digitalización del regadío del equipo redactor (punto 9.EQUIPO REDACTOR).



Figura 2. Socios del Proyecto Smart Green Water.

Por otra parte, se han consultado los entregables que se han realizado en el proyecto durante estos últimos meses y se han realizado entrevistas a los 16 asociados del proyecto (véanse Figura 3 y Tabla 1 para más información).



Figura 3. Asociados del Proyecto Smart Green Water.

Se han realizado hasta tres gestiones de contacto para intentar obtener un retorno de calidad de todos los asociados.

Tabla 1. Fecha de la realización de la videoconferencia (VC) y de la recepción de información de los asociados del proyecto Smart Green Water. Se han realizado gestiones con todos los asociados.

Entidad	País	VC	Documento
Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España (FENACORE)	España	13/06/2025	-
Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.	Portugal	13/06/2025	-
Asociación Catalana para la Innovación y la Internacionalización del Sector del Agua, Catalan Water Partnership	España	17/06/2025	-
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación - Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales	España	18/06/2025	-
Aigües del Segarra Garrigues S.A.	España	19/06/2025	-
Associació d'Iniciatives Rurals de Catalunya (ARCA)	España	23/06/2025	-
Instituto imdea Agua	España	23/06/2025	23/06/2025
Associació Leader de Ponent	España	07/07/2025	-
Pole Aquavalley	France	-	10/06/2025
Agrupación Europea de Cooperación Territorial Galicia Norte de Portugal	España	-	20/06/2025
Agence de Développement Economique d'Occitanie AD'OCC	France	-	24/06/2025
Associació per al Desenvolupament Rural Integral de la zona Nord-Oriental de Catalunya (ADRINOC)	España	-	-
Dirección General de Innovación Govern de les Illes Balears	España	-	-
Fundació Girona Regió del Coneixement	España	-	-
Diputació de Lleida	España	-	-
Entidad Pública Empresarial Augas de Galicia	España	-	-

Fuente: Elaboración propia.

3. DEFINICIÓN DE DIGITALIZACIÓN DEL REGADÍO

La **digitalización del regadío** consiste en utilizar las tecnologías digitales disponibles (sensores y activos digitales) para recoger, procesar y analizar datos temporales y espaciales que ayuden a la toma de decisiones para mejorar la gestión del binomio agua y energía, teniendo en cuenta la variabilidad de recurso agua y del continuo suelo-planta-atmosfera. Estas herramientas deben mejorar y optimizar la eficiencia en el uso de recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y/o la sostenibilidad de la producción agrícola.

La Asociación Internacional de Agricultura de Precisión (ispag.org) define: “La agricultura de precisión es una estrategia de gestión que recoge, procesa y analiza datos temporales, espaciales e individuales y los combina con otras informaciones para respaldar las decisiones de manejo de acuerdo con la variabilidad estimada, y así mejorar la eficiencia en el uso de recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción agrícola”. Se considera que la digitalización del regadío solo es una parte de la agricultura de precisión, pero tiene varias características en común con esta. En la definición se plantean una serie de características que se deben recordar al hablar de digitalización del regadío:

- ✓ **Recoger, procesar y analizar diferentes tipos de datos.** La digitalización empieza con la producción y recolección del dato de manera continua en el espacio-tiempo. Se debe sacar valor a todos los datos producidos, y no limitarse a datos básicos (dos datos por campaña de riego, por ejemplo).
- ✓ **Gestionar la variabilidad.** Tanto del recurso agua, como del continuo suelo/planta/atmosfera.
- ✓ **Pasar de la generación del dato al conocimiento:**
 - Los **Datos** son únicamente cifras sin contexto.
 - La **Información** es un dato con contexto.
 - El **Conocimiento** es la conexión de información con una intención.
- ✓ Los **datos de calidad** ayudan a tomar **mejores decisiones**. En un símil con la Agricultura de precisión se debe avanzar en las 3 etapas.
 - Generación del Dato (medición con sensores)
 - Definición de la prescripción.
 - Aplicación de la prescripción.
- ✓ Se busca **mejorar y optimizar el uso del recurso, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad** de la producción agrícola, así como la reducción de costes.
- ✓ Impulsar **la modernización de regadíos** para sustituir los riegos tradicionales por riegos a presión, con facilidades para la digitalización, para mejorar la gestión del riego y hacer un uso más eficiente del agua.

Estimar los beneficios económicos de la digitalización es un ejercicio que exige en primer lugar conocer cuál es el coste del agua en los diferentes territorios, y sobre todo cuales son las producciones/calidades obtenidas de los diferentes cultivos. Cultivos de alto valor añadido tienen una mayor capacidad de digitalización, este es el ejemplo de la uva para vinificación.

La gestión del agua en la agricultura se organiza en tres niveles:

1. **Organismo de cuenca**, donde se realizan comisiones de desembalse y la gestión de las diferentes masas de agua.
2. **Colectiva de Comunidades de Usuarios** (CR: Comunidades de Regantes; o CUAS: Comunidades de Usuarios de Aguas Subterráneas). En los grandes sistemas regables de España existen Comunidades Generales, y también Colectividades o Comunidades de Base. En Francia, existen Asociaciones de Regantes (Ley de 1901) y Entidades Únicas de Gestión Colectiva (OUGC). En Portugal, existen las asociaciones de regantes o beneficiarios de derechos públicos.
3. **Explotación individual**. A este nivel se aplican todas las estrategias de definición de dotaciones de riego.

Existen diferentes inputs en la agricultura de regadío (energía, fertilizantes, fitosanitarios, herbicidas, semillas, carburante, etc.). De estos solo se tendrá en cuenta aquellos que tengan una relación directa con las prácticas de riego, como por ejemplo la energía que se utiliza para los bombeos o la fertirrigación que se aplica normalmente a través de los sistemas de riego.

Tal y como se ha recogido en el documento de [caracterización de herramientas digitales de apoyo al riego](#) del proyecto Smart Green Water, existe una multitud de herramientas para facilitar la digitalización y la toma de decisiones en el riego orientados al sector agrario del territorio Sudoe. Estas herramientas digitales (tecnologías disponibles, acciones de mejora, etc.) se pueden clasificar, según la propuesta de este trabajo, en las siguientes categorías:

1. **Visualizar/compartir información asociada a la gestión de las masas de agua**. Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (SAIH) de Organismos de Cuenca con información de reservas de masas de agua, aforo en ríos, datos meteorológicos, sistemas regables, datos de calidad del agua, etc.
2. **Gestionar Comunidades de Usuarios**. La gestión colectiva del agua en la agricultura se debe fundamentar en una gestión transparente y precisa del recurso. Para esto es importante tener actualizados los comuneros, el parcelario, las entradas/salidas y expedientes, las asambleas, Infraestructuras, Cupos de riego, monitorización de infraestructuras y calidad del agua de riego, etc.
3. **Diseñar/optimizar/monitorizar redes de riego**. Mediante GIS, BIM, EPANET, Sigopram, telecontrol, telemedida, SCADA, caudalímetros, contadores, sensores de presión, sondas de nivel, compuertas para regulación dinámica en canales, piezómetros, etc. El objetivo fundamental es profundizar en el conocimiento real de la contabilidad del agua y el funcionamiento de la red de riego.
4. **Monitorizar la calidad del agua de riego**. Cada vez existe una mayor superficie de regadío con recursos de agua no convencional (agua regenerada o agua desalada), que se recomienda su seguimiento en tiempo real tal (RD 1085/2024 de reutilización del agua).
5. **Monitorizar con sensores del continuo suelo – planta – atmosfera**: Estaciones meteorológicas, sondas de contenido de agua y potencial, sensores de planta.
6. **Monitorizar con sensores remotos del continuo Suelo-Planta-Atmósfera**: Teledetección a partir de imágenes de satélite, aeronaves tripuladas o drones para el seguimiento de la variabilidad de diferentes índices de vegetación o contenidos de humedad.
7. **Utilizar plataformas digitales** que ofrecen herramientas adaptadas a cada cultivo para optimizar las necesidades de agua y realizar el seguimiento del ciclo de cultivo.

8. **Definir gemelos digitales y sistemas de ayuda a la toma de decisión:** modelos virtuales que simulan y optimizan el riego a partir de información de diferentes tipos de sensores.
9. **Optimizar la gestión energética asociada al regadío,** así como los diferentes inputs con relación directa con el riego, por ejemplo, la fertirrigación.
10. **Monitorizar indicadores para el seguimiento de la sostenibilidad ambiental del regadío:** Control de retornos (cantidad y calidad del agua), estimación de la huella hídrica o de carbono, etc.
11. **Crear catálogos de proveedores de servicios** (software, hardware) relacionados con la digitalización de redes de riego y/o sistemas de riego en parcela.

4. DIAGNÓSTICO PREVIO

4.1. Diagnóstico territorial

Entre los meses de marzo y septiembre del año 2024, el consorcio Smart Green Water realizó un [diagnóstico territorial sobre la agricultura en el Sudoeste de Europa](#) en el que participaron diferentes socios del proyecto elaborando un resumen por país: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) para España, Agri Sud-Ouest Innovation para Francia y Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio para Portugal. En total, se entrevistaron 82 personas en Francia, España y Portugal.

En el apartado de anejos se presenta la evolución de la superficie regable de los países del territorio Sudoe según publicación del Eurostat de 26 de septiembre de 2025.

Las conclusiones que se pueden extraer de este diagnóstico territorial son las siguientes:

4.1.1. Francia

El diagnóstico territorial en Francia revela que las extracciones de agua para la actividad agrícola alcanzan aproximadamente 3.300-3.400 hm³/año, representando el 11% de las extracciones totales de agua dulce en Francia (incluidas centrales nucleares). Si se considera el agua realmente consumida (no devuelta), la agricultura representa entre el 58% y el 62% del consumo total en Francia. La superficie agrícola utilizada (SAU) está mayormente ocupada por cultivos de secano, aunque el riego se ha normalizado especialmente en el cultivo de la vid en el sur del país.

Las regiones de Occitania y Nueva Aquitania son las más destacadas en cuanto al regadío francés, representando casi el 30% de la superficie agrícola utilizada y beneficiándose de condiciones climáticas que favorecen la diversidad agrícola, con una menor producción de maíz y un mayor uso de cultivos de alto valor como frutas, hortalizas o viñedos. A pesar de ello, se tiene una fuerte dependencia de las redes de riego colectivas y dificultades para gestionar el agua en episodios de sequía.

La evolución de las condiciones climáticas, con un aumento en los episodios de sequía, ha llevado a un incremento del 23% en la superficie regable entre 2010 y 2020 (2,8 millones de hectáreas), indicando un interés creciente en la modernización. Sin embargo, es necesario adaptar las prácticas agrícolas y los itinerarios técnicos para optimizar el uso del agua y reducir la pérdida de nutrientes, cruciales para la sostenibilidad ambiental. La situación varía considerablemente según el tipo de cultivo, lo que requiere un enfoque personalizado en la implementación de tecnologías digitales.

Las regiones del suroeste de Francia cuentan con una amplia gama de actores especializados en riego (Inrae, Institut Agro, UMR Eau, IFV, ARVALIS, CTIFL, Fruition Science, ITK, CACG, otros...) que han lide-

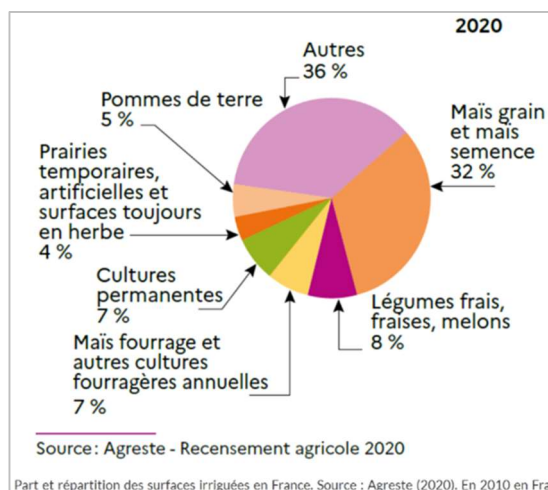


Figura 4. Distribución de las superficies de regadío en Francia (2020). Fuente: Agreste – Recensement agricole 2020.

rado diversos proyectos de innovación, como el IRRI-ALT'EAU, que reutiliza aguas residuales tratadas para el riego de viñedos, y el proyecto Tai-Oc (CACG), que promueve la transición agroecológica y el riego en la región de Occitania.

4.1.2. España

En España, el diagnóstico destaca la importancia del regadío en la agricultura. En datos compartidos desde el Ministerio de Agricultura, la superficie de regadío representa un 22 % de la superficie cultivada, pero acumula un 71% del valor de la producción nacional.

Los cultivos de regadío constituyen una porción significativa del total de tierras cultivadas (véase Figura 5), con infraestructuras de riego bien desarrolladas en varias regiones: Andalucía, Aragón, Murcia, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana, Extremadura y Cataluña. Las encuestas realizadas en el marco del proyecto indican que las herramientas digitales están siendo cada vez más utilizadas en la gestión del agua en la agricultura, aunque su adopción varía entre comunidades de regantes, agricultores y asesores de riego.

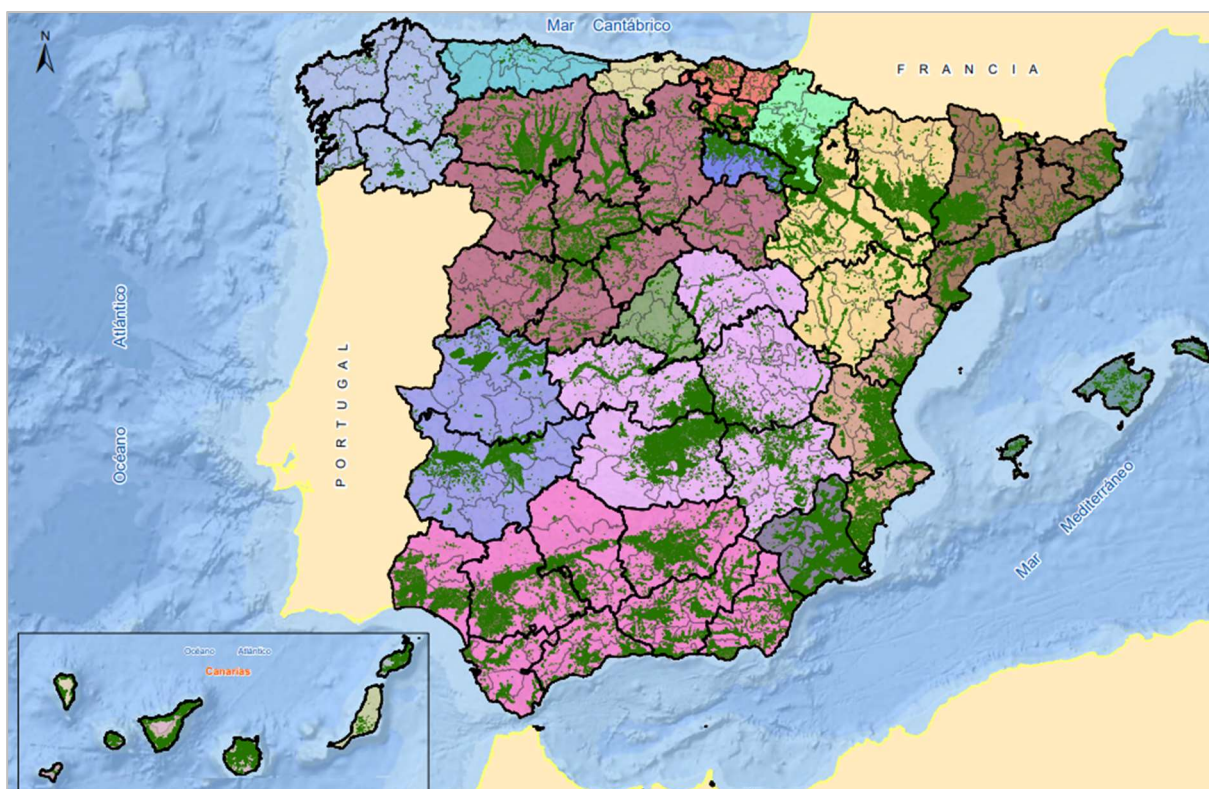


Figura 5. Superficie de regadío y comarcas agrarias, 2023. Fuente: Observatorio de la sostenibilidad del regadío.

Las inversiones en modernización de regadíos actualmente son notables en España, con una inversión de 2.500 M€ hasta 2027 y con un enfoque hacia sistemas de riego más eficientes y la automatización/digitalización del riego. El uso de tecnologías como sensores de humedad del suelo, drones para la monitorización de cultivos y plataformas de gestión de datos está en aumento, facilitando un manejo más preciso y eficiente del agua. Se mencionan proyectos clave como el Observatorio del Agua y la

plataforma NABIA, que integran datos sobre el estado ecológico, químico y cuantitativo de las masas de agua continentales.

La variabilidad climática es un desafío significativo que afecta a la disponibilidad de agua para el riego. En respuesta a ello, se han implementado políticas y regulaciones para mejorar la eficiencia del uso del agua, entre las que destacan la transposición de la Directiva Marco del Agua, los Planes Hidrológicos de Cuenca, el Plan Nacional de Regadíos o el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. En el ámbito de la gobernanza, se refuerza el papel de las Comunidades de Regantes y otras comunidades de usuarios como actores clave en la gestión colectiva del recurso hídrico.

En la Figura 6 se comparte la superficie regable en España por provincias, y su distribución por sistemas de riego a nivel parcela. Como se puede comprobar existe una tendencia de sistemas de riego localizados en sur de la península, mientras que en el norte hay mayor presencia de riego por aspersión/pívots, y existe superficie pendiente de modernizar.

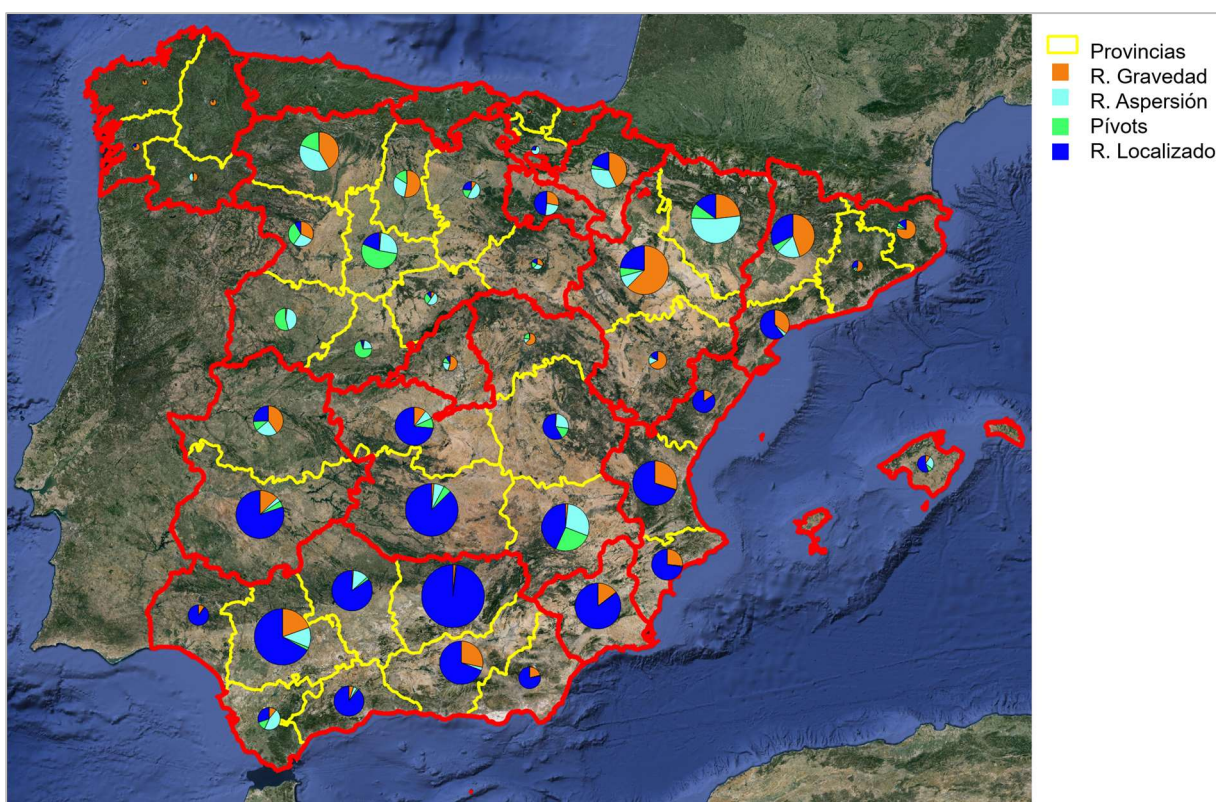


Figura 6. Distribución de la Superficie de riego y los diferentes sistemas de riego a nivel parcela. Elaboración propia a partir de datos de ESYRCE (Encuesta sobre Superficie y Rendimientos de cultivos. Análisis de los Regadíos en España del año 2022).

En la Figura 7 se comparte una imagen que sintetiza la gran variabilidad del regadío en España. La variabilidad de cultivos es debida a la variabilidad de las dotaciones y al coste del agua. También existe una importante variabilidad en las entidades que gestionan el agua. Todas estas variables condicionan la digitalización del regadío, tanto a nivel de Comunidades de usuarios como a nivel de explotación.

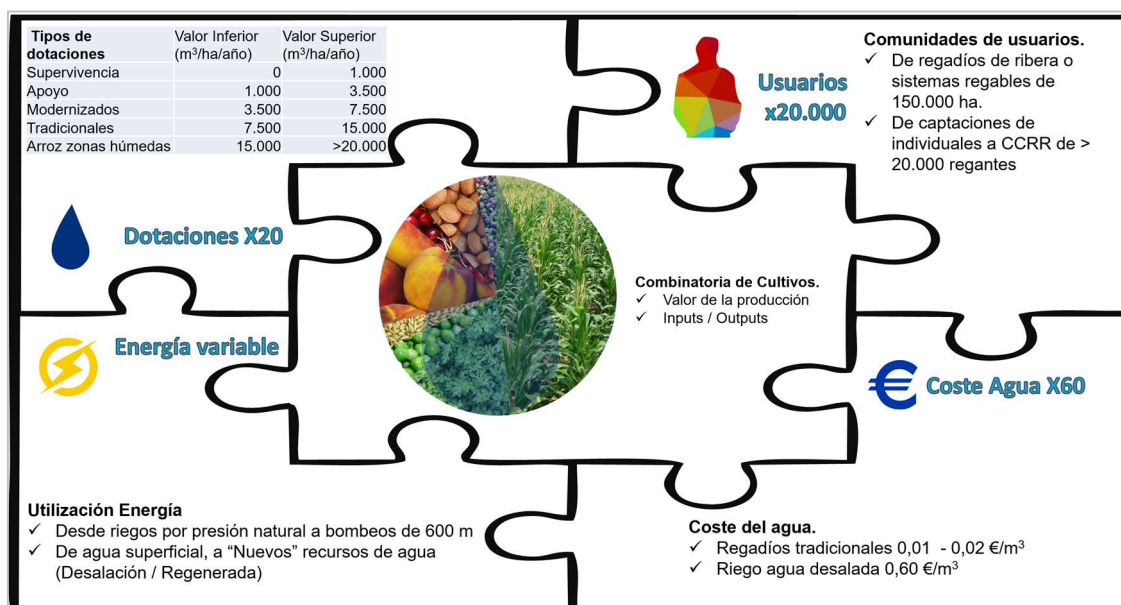


Figura 7. Variabilidad del Regadío en España, Slide compartida por Ignasi Servià en la Presentación en La digitalización del Regadío en España, en un escenario de crisis climática Murcia (27/1/2025).

4.1.3. Portugal

El diagnóstico en Portugal se enfoca en la región del Alentejo (véase Figura 8), donde los cultivos principales incluyen olivos, almendros, viñedos y cereales. La superficie agrícola irrigada es de aproximadamente 218.821 hectáreas, representando el 10% del total agrícola. La región enfrenta desafíos debido a la variabilidad de la precipitación, lo que afecta la disponibilidad de agua para riego.

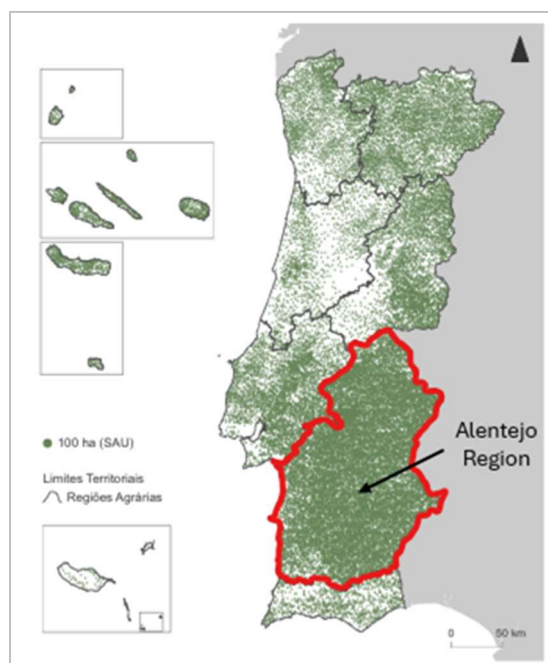


Figura 8. Superficie agraria útil en Portugal.
Fuente: INE, I.P.

La región del Alentejo abarca un tercio del territorio del país y en ella se concentra aproximadamente el 37% de la superficie regable de Portugal. Los cultivos permanentes, que constituyen el 65% de la superficie regable en Alentejo, incluyen el olivar, los frutos de cáscara y la viña, mientras que los cultivos temporales son principalmente cereales y prados. Muchas explotaciones agrícolas utilizan múltiples plataformas digitales que no se comunican eficazmente entre sí, cosa que se traduce en datos fragmentados y prácticas de gestión ineficaces.

El diagnóstico menciona que en Portugal ha habido proyectos alrededor del regadío de precisión y el desarrollo de tecnologías de precisión en sistemas de aplicación variables (VRI), como el [proyecto HubIS "Open innovation Hub for Irrigation Systems in Mediterranean agriculture \(2020-2023\)](#), el [SmartAgriHubs FIE 22 – Suporting to irrigation decisions using](#)

[usable IT tolos \(2019-2021\)](#). Además, destaca la colaboración entre entidades públicas y asociaciones agrícolas para proporcionar asesoramiento técnico y apoyar la integración de plataformas digitales que optimizan el uso del agua.

En definitiva, los diagnósticos territoriales previos en Francia, España y Portugal revelan una gran heterogeneidad en la gestión del riego agrícola, con desafíos y oportunidades específicas en cada país y en cada comunidad de usuarios. Francia se enfrenta a la necesidad de modernizar sus prácticas agrícolas en respuesta a la creciente variabilidad climática, mientras que España está avanzando en la modernización y en la adopción de tecnologías digitales para mejorar la eficiencia del riego. Portugal, por su parte, debe superar la fragmentación de datos y mejorar la comunicación entre las plataformas digitales utilizadas en la agricultura.

La implementación de tecnologías inteligentes y la cooperación transnacional son fundamentales para fomentar una gestión del riego más eficiente y sostenible en todo el territorio Sudoe. La Estrategia debe ser flexible y adaptarse a las condiciones específicas de cada región, promoviendo la innovación y la digitalización en el sector agrícola.

4.2. Estudio de soluciones para la agricultura de regadío

En este apartado se ofrece una visión estructurada de las principales soluciones digitales aplicadas al regadío agrícola, incluyendo los distintos niveles de tecnificación en la digitalización del riego y una tipología de tecnologías disponibles en el mercado. Se describen los sistemas de automatización, monitorización y gestión del riego, así como los sensores remotos y de campo y las plataformas de predicción y apoyo a la decisión, con el objetivo de caracterizar el estado actual de la digitalización del regadío y su potencial para mejorar la eficiencia en el uso del agua y la sostenibilidad del sector agrícola.

4.2.1. Niveles de tecnificación en la digitalización del riego

A continuación, se describen los distintos niveles de tecnificación en la digitalización del riego agrícola. Se pone de relieve la importancia de una gestión del riego basada en datos para supervisar y optimizar el funcionamiento de las instalaciones. El uso de tecnologías digitales y de telecomunicaciones permite gestionar el riego de forma remota, mejorar la interacción con el usuario y facilitar una toma de decisiones apoyada en información objetiva.

- **Nivel 1: Programación del riego:** La programación del riego consiste en la automatización del calendario y dosis de riego. Los programadores de riego permiten a los agricultores gestionar el inicio y fin de cada evento de riego, ajustando la cantidad de agua y fertilizantes aplicados a los cultivos. Estos dispositivos electrónicos pueden ser manejados manualmente o de forma remota mediante plataformas online o aplicaciones móviles, lo que facilita una mejor interacción con el usuario y una gestión basada en datos.
- **Nivel 2: Monitorización:** La monitorización del sistema de riego se enfoca en supervisar el buen funcionamiento de la instalación, detectando averías y ajustando la programación de riego según las condiciones meteorológicas y el desarrollo del cultivo. Utiliza sensores instalados en campo que suelen estar conectados a plataformas online, facilitando el acceso, visualización, descarga y procesamiento de datos por el usuario.

- **Nivel 3: Riego de precisión:** El riego de precisión integra la información de los sistemas de monitorización y el conocimiento del sistema suelo-planta-atmósfera para aplicar la cantidad de agua estrictamente necesaria. Este nivel reduce los flujos de retorno de agua por escorrentía y percolación, mejorando la eficiencia del riego. Permite una aplicación precisa de agua, adaptándose a las necesidades del cultivo en cada etapa.
- **Nivel 4: Sistemas de riego inteligente:** Los sistemas de riego inteligente analizan automáticamente la información de diversos sensores para decidir cuándo y cuánto regar. Incorporan modelos predictivos basados en registros históricos, adaptándose a condiciones ambientales y otros factores como los energéticos. Estos sistemas ayudan a los agricultores a usar eficientemente los recursos hídricos, asegurando una aplicación óptima del agua a lo largo de la campaña de riego, e incluso haciendo simulaciones mediante gemelos digitales de diferentes escenarios para optimizar tanto el uso de recursos como la producción.

4.2.2. Soluciones digitales para el regadío

Actualmente existen una multitud de empresas que ofrecen soluciones digitales orientadas al riego agrícola. Una herramienta destacada para localizar las empresas basadas en España es [Digimapa](#), un buscador disponible en la plataforma Tierra del Ministerio de Agricultura. Esta herramienta permite identificar empresas *agrotech* especializadas en tecnologías de riego, facilitando el acceso a información detallada sobre productos y servicios disponibles en el mercado. Es especialmente útil para profesionales del sector agrario que buscan implementar soluciones innovadoras y eficientes en sus explotaciones. De origen francés pero con vocación transnacional, destaca la plataforma participativa [Wiki Agri Tech](#) que recoge casi 2.000 soluciones digitales para la agricultura en general y está disponible en varios idiomas.

En cuanto a las soluciones digitales existentes para el riego en agricultura, se pueden dividir en cuatro bloques: Sistemas de riego automatizado, Sensores lejanos o remotos, Sensores cercanos y Sistemas de gestión y predicción del riego.

A. Sistemas de riego automatizado

Los sistemas de riego automatizados constituyen una solución tecnológica avanzada que integra dispositivos electrónicos y sensores para gestionar de forma eficiente la distribución de agua y fertilizantes en explotaciones agrícolas. Estos sistemas permiten una administración precisa de los recursos hídricos, favoreciendo la sostenibilidad y la productividad mediante la aplicación de principios de agricultura de precisión.

El componente central de estos sistemas es el **programador de riego**, un dispositivo electrónico que regula el funcionamiento de los elementos hidráulicos del cabezal de riego. Este cabezal está compuesto por válvulas, bombas, depósitos de fertilizantes y dosificadores, todos ellos coordinados por el programador. Su función principal es ejecutar los planes de riego y fertirrigación definidos por el agricultor, activando los distintos mecanismos en los momentos programados y en las cantidades requeridas.

La sofisticación del programador puede variar en función del tipo de cultivo, el tamaño de la explotación y el grado de tecnificación del sistema. En explotaciones con riego presurizado, este dispositivo resulta indispensable para garantizar una distribución homogénea del agua y los nutrientes. Los usua-

rios configuran parámetros como el horario de inicio del riego, su duración y la dosis de fertilizante a aplicar, ajustando estos valores a lo largo de la campaña en función de las condiciones climáticas y el estado fenológico del cultivo.

Una característica destacada de estos sistemas es su capacidad de respuesta autónoma ante datos proporcionados por sensores locales. Estos sensores pueden medir variables como el nivel de líquido en los tanques, el pH y la conductividad eléctrica de la solución nutritiva, así como la humedad del suelo en diferentes profundidades. Esta información permite al programador adaptar el riego en tiempo real, optimizando el uso de agua y fertilizantes y evitando situaciones de estrés hídrico o exceso de fertilización.

Muchos de los programadores existentes hoy en día están equipados con conectividad a Internet, lo que facilita su integración en plataformas digitales de gestión agronómica. A través de aplicaciones web, los agricultores pueden interactuar con el sistema de forma remota, modificar la programación, recibir alertas y consultar datos históricos. Esta interoperabilidad con sistemas de análisis más complejos permite tomar decisiones estratégicas basadas en datos, como ajustar el riego según modelos climáticos o recomendaciones agronómicas (véase más información en el apartado D. Sistemas de gestión y predicción de riego).

B. Sensores lejanos o remotos

El uso de sensores remotos en agricultura ha revolucionado la forma en que se monitorean los cultivos y se gestionan los recursos hídricos. Estas tecnologías permiten obtener información detallada y continua sobre el estado del suelo, la vegetación y las condiciones ambientales, facilitando decisiones más precisas en la planificación del riego.

- **Imágenes satelitales:**

Las imágenes obtenidas por satélite emplean distintas bandas del espectro electromagnético para capturar datos sobre variables clave como la humedad del suelo, el vigor de los cultivos, el uso del agua y otros factores ambientales. Esta tecnología es especialmente útil para supervisar grandes superficies agrícolas de manera periódica, permitiendo detectar patrones espaciales que no son evidentes a simple vista.

Gracias a estas imágenes, es posible identificar diferencias en la humedad entre distintas zonas de una misma parcela, lo que ayuda a detectar ineficiencias en los sistemas de riego, como una distribución desigual del agua. Esta información permite ajustar los esquemas de riego para lograr una cobertura más homogénea y eficiente. Un ejemplo destacado de esta aplicación es el uso del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), que permite evaluar el estado de la vegetación y detectar signos de estrés hídrico antes de que se manifiesten visualmente en las plantas. Este tipo de análisis es fundamental para anticiparse a problemas agronómicos y actuar de forma preventiva.

- **Imágenes de dron:**

Los drones equipados con sensores especializados, como cámaras térmicas o dispositivos de infrarrojo cercano (NIR), ofrecen una visión detallada y de alta resolución sobre el estado hídrico y fisiológico de los cultivos. Estos equipos pueden sobrevolar parcelas agrícolas y generar mapas precisos que muestran variaciones en la humedad del suelo, temperatura de la superficie y otros indicadores relevantes para la salud y manejo del cultivo.

Una ventaja significativa de los drones es su capacidad para realizar vuelos programados en momentos específicos del ciclo de cultivo, lo que permite comparar datos a lo largo del tiempo y detectar tendencias. En sistemas más avanzados, los datos recopilados por los drones se integran directamente con plataformas de gestión agronómica y sistemas de riego automatizado. Esta integración permite activar el riego de forma automática en aquellas zonas donde se detecta un déficit hídrico, optimizando el uso del agua y mejorando la eficiencia operativa.

La combinación de imágenes satelitales y datos obtenidos por drones proporciona una visión multiescalar del estado de los cultivos, desde el nivel regional hasta el nivel parcela, lo que permite una gestión más precisa y adaptativa del riego. Estas tecnologías, al estar conectadas con sistemas inteligentes, contribuyen a una agricultura más sostenible, eficiente y resiliente frente a condiciones climáticas cambiantes.

C. Sensores cercanos

Los sensores cercanos son herramientas clave en la agricultura de precisión, ya que permiten obtener información directa y localizada sobre el estado hídrico de las plantas, el suelo y el entorno. Se clasifican en tres grandes grupos: sensores de planta, sensores de suelo y sensores ambientales. Además, existen sensores específicos para monitorizar el funcionamiento del sistema de riego y la calidad del agua utilizada.

- **Sensores de planta:**

Estos dispositivos están diseñados para medir parámetros fisiológicos directamente relacionados con el estado hídrico de los cultivos. Su uso permite ajustar el riego en función de las necesidades reales de las plantas.

- **Sensores de flujo de savia:** Miden la variación térmica en el xilema, lo que permite estimar la tasa de transpiración de la planta en tiempo casi real. Aunque su aplicación comercial es limitada, son ampliamente utilizados en investigación para entender el comportamiento hídrico de distintos cultivos.
- **Sensores de turgencia de hoja:** Evalúan la presión generada por el jugo celular en la pared celular de la hoja, lo que permite determinar el estado hídrico del árbol. Estos sensores pueden diferenciar entre tres estados: hidratación óptima, estrés hídrico leve y estrés severo, facilitando decisiones de riego más precisas.
- **Sensores de temperatura de planta:** Analizan la diferencia térmica entre la hoja y el aire circundante, un indicador directo del nivel de hidratación foliar. Esta información es útil para detectar respuestas de la planta ante condiciones de estrés, tanto biótico como abiótico.
- **Registro continuo del potencial hídrico del tallo mediante microtensiómetros:** Instalados en el tronco de cultivos leñosos, permiten registrar de forma continua el potencial hídrico del tallo. Esta medición en tiempo real ofrece una visión detallada del estado hídrico de la planta, útil para ajustar el riego con precisión.

- **Sensores de suelo:**

Estos sensores proporcionan datos sobre la disponibilidad de agua en el suelo, su salinidad y temperatura, fundamentales para definir estrategias de riego y fertirrigación.

- **Sensores de contenido de humedad:** Miden el volumen de agua presente en el suelo. Los más comunes son las sondas dieléctricas, que incluyen tecnologías capacitivas, TDR (Reflectometría en el Dominio del Tiempo) y FDR (Reflectometría en el Dominio de la Frecuencia). Estos sensores permiten calcular el déficit hídrico y ajustar la dosis de riego en función de la evolución del contenido de humedad.
- **Sensores de potencial matricial:** Determinan la fuerza con la que el agua está retenida en el suelo, lo que ayuda a establecer el momento óptimo para el riego. Se utilizan tensiómetros, sensores resistivos y capacitivos en materiales porosos, especialmente en cultivos hortícolas y leñosos. Estos dispositivos ofrecen una lectura precisa del estado hídrico del suelo, incluso en estrategias de riego deficitario controlado.
- **Sensores resistivos y capacitivos en material poroso:** Aplican el principio de variación de la resistencia eléctrica en función de la humedad del suelo. Son adecuados para cultivos leñosos y permiten alcanzar niveles de potencial hídrico de hasta -230 kPa, lo que los hace útiles en prácticas de riego ajustadas a condiciones de estrés hídrico.
- **Sensores de conductividad eléctrica del suelo:** Proporcionan información sobre la salinidad y el contenido de nutrientes, lo que permite ajustar tanto el riego como la fertirrigación. Su diseño robusto y resistencia a condiciones adversas garantizan una larga vida útil y fiabilidad en campo.

- **Sensores de ambiente:**

Estos sensores recopilan datos sobre las condiciones climáticas y otros factores externos que influyen en la gestión del riego. Están equipados con sistemas de comunicación inalámbrica que permiten enviar información en tiempo real a plataformas de gestión o dispositivos móviles.

Entre los sistemas más utilizados se encuentran:

- **SIAR** ([Sistema de Información Agroclimática para el Regadío](#)): Red de estaciones meteorológicas que proporciona datos climáticos relevantes para la programación del riego.
- **SAGRA** ([Sistema Agrometeorológico para la Gestión del Riego en Alentejo](#)): Plataforma portuguesa que ofrece información agrometeorológica para optimizar el uso del agua en cultivos.
- **XEMA** ([Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas de Cataluña](#)): Red de estaciones meteorológicas automatizadas que aportan información sobre variables meteorológicas que permiten conocer la situación meteorológica en tiempo real.

Estos sistemas permiten realizar ajustes dinámicos en la programación del riego en función de variables como temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento y precipitación.

- **Sensores para la monitorización del sistema de riego:**

Además de los sensores que evalúan el estado de la planta y el suelo, existen dispositivos que permiten controlar el funcionamiento hidráulico del sistema de riego, asegurando su eficiencia y calidad.

- **Caudalímetros:** Miden el volumen de agua que circula por la red de riego. Pueden ser electromagnéticos, ultrasónicos o mecánicos con emisores de pulsos. Su uso permite detectar fugas, verificar el cumplimiento de las dosis programadas y optimizar el consumo de agua.
- **Sensores de presión:** Registran la presión del agua en distintos puntos de la instalación hidráulica. Esta información es esencial para evaluar la distribución del agua, detectar obs-

trucciones o pérdidas de carga, averías en la instalación, y garantizar un funcionamiento uniforme del sistema.

- **Sensores de calidad del agua de riego:**

Estos sensores tienen como objetivo determinar si el agua utilizada es adecuada para el cultivo, especialmente en lo que respecta a su salinidad. La medición de la conductividad eléctrica del agua permite evaluar su composición iónica y prevenir problemas de toxicidad o acumulación de sales en el suelo, que pueden afectar negativamente al desarrollo de las plantas.

D. Sistemas de gestión y predicción del riego.

Las soluciones digitales aplicadas al riego agrícola han evolucionado hacia sistemas integrados que combinan datos en tiempo real, modelos predictivos y plataformas de gestión para optimizar el uso del agua. El **software de gestión de riego** es una herramienta clave en este ecosistema, ya que permite centralizar y analizar información proveniente de sensores, estaciones meteorológicas, imágenes remotas y bases de datos agronómicas, facilitando la toma de decisiones técnicas y estratégicas.

Este tipo de software permite a los agricultores gestionar sus sistemas de riego de forma remota, desde cualquier dispositivo conectado, accediendo a paneles de control intuitivos que muestran el estado hídrico de los cultivos, el funcionamiento de los equipos hidráulicos, y las previsiones meteorológicas. Gracias a esta conectividad, es posible realizar ajustes inmediatos en la programación del riego, responder a eventos climáticos inesperados, y aplicar estrategias de fertirrigación más precisas.

Una de las funcionalidades más avanzadas de estos sistemas es la capacidad predictiva, que se basa en modelos agronómicos y meteorológicos para anticipar las necesidades hídricas futuras de los cultivos. Estos modelos consideran variables como la evapotranspiración, el tipo de suelo, la fase fenológica del cultivo y las previsiones de lluvia, permitiendo planificar el riego con varios días de antelación. Esta planificación proactiva no solo mejora la eficiencia del uso del agua, sino que también reduce el riesgo de estrés hídrico y mejora la calidad de la producción.

Además, el software puede integrarse con sensores de campo (sondas de humedad, tensiómetros, caudalímetros o estaciones climáticas) para generar alertas automáticas en caso de anomalías, como baja presión en la red, exceso de salinidad o déficit hídrico. Esta capacidad de monitoreo continuo permite una gestión más dinámica y adaptativa, ajustando el riego en función de las condiciones reales del entorno y favoreciendo el uso más eficiente del agua.

5. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE FACTORES PARA LA DIGITALIZACIÓN DEL REGADÍO

Como paso necesario para el desarrollo de la Estrategia para la digitalización del regadío, se ha realizado un análisis del estado actual de los factores (barreras e impulsores) que pueden intervenir en la implantación de esta estrategia. Para ello, este análisis se ha basado en datos procedentes de bibliografía y webs existentes, el conocimiento técnico de los autores y la encuestas y aportaciones realizadas por los socios y asociados del proyecto Smart Green Water

Teniendo en cuenta esto, se han utilizado dos metodologías que son de uso común en numerosos estudios y proyectos: **Análisis PESTEL**¹ y **Análisis DAFO**² (FODA o SWAT).

5.1. Análisis PESTEL

La digitalización del regadío no se produce en un vacío, sino que está profundamente influida por el entorno en el que se desarrolla. Para comprender mejor estos condicionantes externos, se recurre al análisis PESTEL, una herramienta estratégica que **permite examinar los factores Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ambientales y Legales** (véase Figura 9); que pueden afectar directa o indirectamente a la implementación de soluciones digitales en el sector del regadío.

Este análisis ayuda a identificar riesgos, anticipar barreras y detectar oportunidades que pueden condicionar la viabilidad, escalabilidad y sostenibilidad de la estrategia de digitalización. Por ejemplo, el apoyo institucional a través de fondos europeos como los proyectos del PERTE (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica), representa una oportunidad clave en el plano político y económico; mientras que la brecha digital en zonas rurales plantea desafíos sociales que deben abordarse para garantizar una transición digital inclusiva, y que van en sintonía con los objetivos de la última reforma de la PAC 2023-2027, como es el fortalecimiento del tejido socioeconómico en las zonas rurales.

P		Político	Los factores políticos son el gobierno, y las políticas comerciales y fiscales, los problemas políticos generales, los cambios en el liderazgo, la regulación y las tendencias políticas
E		Económico	Los factores económicos pueden incluir la inflación, los tipos de interés, los tipos de cambio, el crecimiento económico y el desempleo
S		Social	Los factores sociales son fuerzas culturales y patrones en la sociedad. Pueden incluir el estilo de vida, la distribución por edades y el comportamiento del consumidor
T		Tecnológico	Los factores tecnológicos pueden incluir avances y desarrollos tecnológicos, innovación y avances científicos
E		Ambiental	Los factores ambientales pueden incluir el cambio climático, las regulaciones ambientales, las políticas de gestión de residuos y cuestiones ambientales del consumidor.
L		Legal	Los factores legales pueden incluir leyes laborales y de consumo, regulaciones de importación/exportación, y políticas y directrices de salud y seguridad.

Figura 9. Factores por considerar en un análisis PESTEL. Fuente: Web PESTELAnalysis.com.

¹ Lee y Jepson, 2020; Fernandes y Cunha Marques, 2023.

² Mainali et al., 2011; Michailidis et al., 2015; Mesa-Perez et al., 2020; Starkl et al., 2013; Nagara et al., 2015.

En la Tabla 2 se sintetizan cuales con las principales Barreras y Drivers (impulsores) de la digitalización de la agricultura de regadío en el territorio Sudoe, según la metodología PESTEL.

Tabla 2. Identificación de Barreras y Drivers (impulsores) para la digitalización de la agricultura de regadío en el territorio Sudoe, según la metodología PESTEL.

Aspecto	Barreras	Drivers (Impulsores)
Político	- Desigualdad territorial. - Descoordinación entre administraciones y legislaciones (UE-países) - Discontinuidad en políticas públicas. - Inestabilidad política.	- Apoyo institucional decidido y prioritario. - Aplicación de estrategias territoriales.
Económico	- Falta de ayuda a la digitalización a nivel de parcela, en especial agricultores no profesionales - Coste operacional (sensores, comunicaciones, plataformas, etc.). - Rentabilidad de algunos cultivos a digitalizar. - Dependencia de subvenciones. - Competencia internacional. - Volatilidad de precios agrícolas.	- Líneas de ayuda disponibles a organismos de cuenca y Comunidades de regantes. - Reducción de costes operativos mediante eficiencia hídrica y energética. - Incentivos económicos ligados a la sostenibilidad del regadío.
Social	- Falta de relevo generacional en el sector primario. - Falta de formación de técnicos y regantes. Brecha digital. - Rechazo a la reducción de ahorro de agua para el regadío y transparencia en el uso del agua (reticencia al cambio).	- Mejora de las condiciones de trabajo para atraer el talento joven. - Reconocimiento social de utilizar tecnología para un uso eficiente del agua. - Formación y capacitación digital.
Tecnológico	- Ausencia de tecnificación interdisciplinar - Falta de infraestructuras previas. - Desconocimiento de posibilidades tecnológicas de las diferentes herramientas digitales. - Sucesivos cambios tecnológicos. Obsolescencia rápida. - Dificultad en calcular el retorno de la inversión en digitalización en función del coste del agua y los cultivo, para diferentes zonas. - Mayor fiscalización del servicio que se traduce en determinado rechazo. - Falta de interoperabilidad entre plataformas y herramientas. - Problemas de ciberseguridad. - Escasa conectividad en zonas rurales.	- Existencia de tecnologías innovadoras y maduras. - Monitorización espaciotemporal combinando diferentes tipos de sensores. Monitorización en tiempo real. - Casos piloto exitosos. - Plataformas de gestión de datos interoperables
Medio Ambiental	- Negación de la escasez del agua. - Falta de concienciación sobre el cambio climático.	- Incremento de la frecuencia/intensidad de episodios de sequía como vector de concienciación. - Demanda creciente de agricultura sostenible. - Reducción del impacto ambiental a través de soluciones digitales.

Tabla 2. Identificación de Barreras y Drivers (impulsores) para la digitalización de la agricultura de regadío en el territorio Sudoe, según la metodología PESTEL. (continuación)

Legal	• Plazos y Auditorías a superar. • Débil participación de las partes interesadas en la elaboración de la ley o de los proyectos piloto • Normativas complejas que dificultan la innovación. • Desajuste entre legislación y nuevas tecnologías. • Falta de claridad en la regulación y gobernanza de datos.	• Normativas UE y líneas de ayuda condicionadas a contabilidad del agua, tarifas binómicas, sostenibilidad y digitalización. • Sellos de calidad. • Avances en trazabilidad y estandarización. • Adaptación progresiva del marco legal a la innovación. • Cumplimiento del RGPD (datos recopilados por los sensores). • Contratos proveedores (mantenimiento, actualización software).
-------	---	---

5.2. Análisis DAFO

El DAFO es un análisis que se fundamenta en identificar factores en una matriz de doble entrada para identificar los factores internos/externos, negativos/positivos. En este caso se trata de **identificar Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades** (véase Figura 10) relacionadas con la digitalización del regadío en el territorio Sudoe. Este análisis sirve de base para definir líneas estratégicas y actuaciones prioritarias.

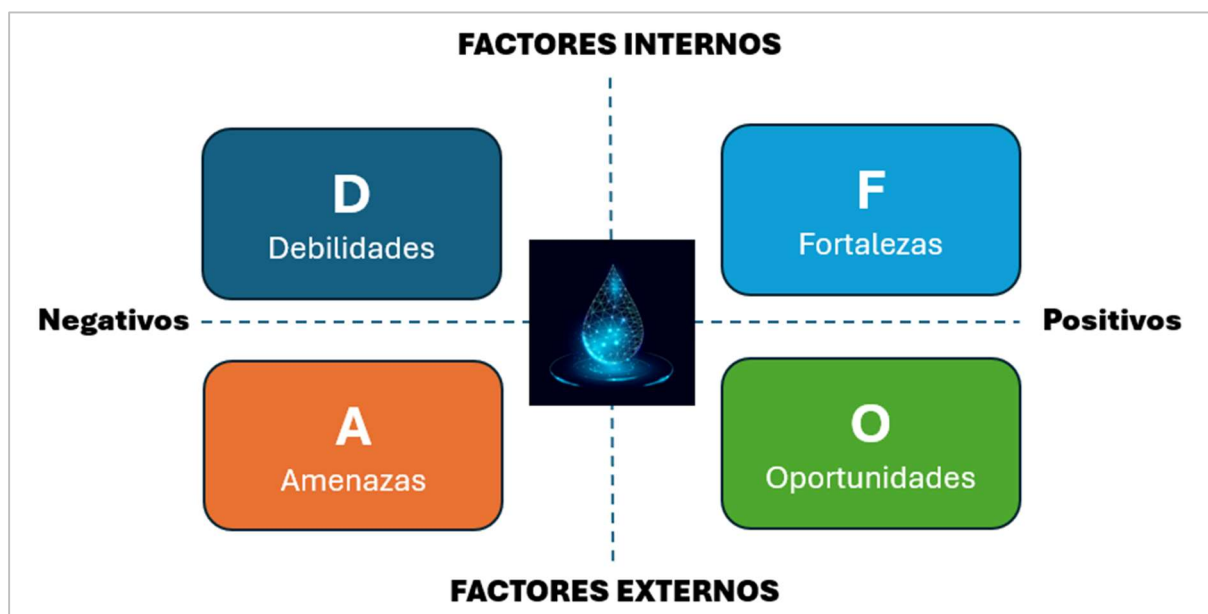


Figura 10. Factores de Análisis DAFO para la digitalización del regadío en el territorio Sudoe.

5.2.1. Debilidades

Las debilidades identificadas en el sector del regadío reflejan barreras estructurales, culturales y tecnológicas que dificultan la adopción de soluciones digitales. La baja capacitación tecnológica entre los regantes, especialmente en pequeñas explotaciones, y la escasez de servicios técnicos de acompaña-

miento limitan el avance hacia una gestión más eficiente del agua. Además, factores como la falta de interoperabilidad entre plataformas digitales y la escasa sensibilización sobre la gobernanza del agua evidencian una necesidad urgente de transformación.

1. Falta de tecnificación multidisciplinar en las Comunidades de Regantes.
2. Baja capacitación tecnológica de los regantes, en especial de las pequeñas explotaciones o explotaciones de cultivos sin valor añadido.
3. Escasez de servicios técnicos de acompañamiento.
4. Conectividad digital desigual en zonas rurales.
5. Coste de instalación y mantenimiento de las soluciones digitales. Gran dependencia de subvenciones públicas.
6. Desigualdad territorial en infraestructuras del regadío y de las comunicaciones.
7. Falta de conocimiento del coste del agua, que puede presentar grandes diferencias en caso de existir (importantes bombeos, uso de agua regenerada o desalada).
8. Reticencias culturales al cambio (dificultad de relevo generacional en las juntas directivas o a incorporar talento femenino).
9. Brecha generacional y tecnológica. Baja adopción por parte del sector agrario tradicional.
10. Falta de interoperabilidad entre plataformas digitales (estandarización tecnológica).
11. Limitado conocimiento del retorno de inversión (ROI), este depende del coste del agua, la tipología de cultivos y las herramientas digitalización que se quieran incorporar. En determinadas zonas se ha destacado que la falta de rentabilidad condiciona la sostenibilidad económica, el relevo general y la adopción de soluciones digitales.
12. Poca sensibilización sobre la gobernanza participativa del agua.
13. En los proyectos piloto con frecuencia existe un desequilibrio entre las entidades que deben ser usuarias de las tecnologías y las entidades que promueven el uso de dicha tecnología. Para avanzar en innovación los usuarios finales deben participar con mayor frecuencia.

5.2.2. Amenazas

La digitalización del regadío se enfrenta a riesgos derivados de factores económicos, climáticos y normativos que pueden comprometer su desarrollo. La rápida obsolescencia tecnológica y la proliferación de soluciones no coordinadas generan incertidumbre en la toma de decisiones. Además, la exclusión digital de explotaciones sin formación ni conectividad agrava las desigualdades existentes, dificultando una transición equitativa hacia modelos más sostenibles.

1. Precio de los productos agrarios, especialmente los *commodities* que se negocian en mercados financieros, y en las que normalmente no hay un valor añadido. Los precios de los productos agrarios deben permitir que la agricultura sea sostenible (económica, social y medio ambiental). Salvo excepciones, en general, las empresas agrarias de producción no están capitalizadas para acometer este tipo de inversiones, que no les permitirán producir más, sino producir de forma más sostenible.
2. Que el cambio climático condicione la producción agraria (disponibilidad de agua y otros eventos extremos). Cuando existen episodios de sequía en algunas zonas se incrementa la demanda

de regadío para salvar las producciones, si existen reservas de agua. En otras zonas también se ha observado el efecto contrario.

3. Inestabilidad política o económica. Incertidumbres sobre las ayudas a la digitalización post-Next Generation a los 3 niveles de gestión del agua (administración, Comunidades de usuarios y explotaciones individuales). La digitalización de la agricultura de regadío se debe entender como una rueda de grandes dimensiones, que ha costado de empezar a moverse, y que ahora no debería pararse. Es fundamental que exista una continuidad, tanto de las líneas de ayuda como del proyecto Smart Green Water.
4. Saturación de soluciones no coordinadas.
5. Ciberseguridad y protección de datos. Vulnerabilidad de los sistemas conectados.
6. Rápida obsolescencia tecnológica.
7. Desinformación, falsas expectativas o proyectos que actualmente no están operativos.
8. Tensiones entre innovación y normativa.
9. Exclusión digital de explotaciones sin conectividad.
10. Aceptabilidad social: reticencia de los operadores a aceptar el cambio.
11. Variabilidad regulatoria: evolución de los estándares para el agua y los datos.

5.2.3. Fortalezas

El proceso de digitalización del regadío en el territorio Sudoe se apoya en una base institucional y técnica consolidada, que facilita su implementación y escalabilidad. La existencia de tecnologías maduras y redes activas de investigación permite avanzar con mayor seguridad hacia modelos más sostenibles y eficientes. Además, el enfoque integral que involucra a distintos actores refuerza la gobernanza y la capacidad de transferencia de conocimiento.

1. Compromiso de las administraciones con la digitalización como herramienta para mejorar la sostenibilidad de la producción agrícola y la eficiencia del agua de riego.
2. Experiencia en modernización de regadíos y gestión del agua, y disponibilidad de infraestructuras colectivas de riego y digitales básicas.
3. Enfoque integral (administraciones, comunidades de regantes, regantes individuales).
4. Existencia de tecnologías maduras y casos piloto ya implementados.
5. Redes activas de investigación y colaboración transnacional.
6. Alineación con la estrategia de territorios inteligentes RIS3.
7. Capacidad de transferencia de conocimiento.
8. Enfoque basado en datos (datacéntrico).
9. Optimización del uso de recursos
10. Optimización del tiempo: Ahorro de tiempo por automatización de tareas.
11. Trazabilidad y cumplimiento normativo.

5.2.4. Oportunidades

El contexto actual ofrece un entorno favorable para impulsar la digitalización del regadío como motor de transformación estructural. La accesibilidad creciente de las tecnologías y el desarrollo de indicado-

res ambientales permiten avanzar hacia modelos agrícolas más sostenibles e innovadores. Además, la digitalización puede fortalecer la gobernanza del agua y fomentar el desarrollo rural, aprovechando sinergias con otros sectores y el potencial de replicabilidad en distintos territorios.

1. Fondos europeos específicos para digitalización agrícola (PERTE Next Generation, Interreg Sudoe, FEADER...).
2. Cambio climático como catalizador de una agricultura eficiente con los inputs productivos (agua, energía, fertilizantes, etc.)
3. Desarrollo rural sostenible.
4. La digitalización como palanca para mejorar la gobernanza del Agua (captar líderes que promuevan el cambio).
5. Internacionalización e integración en redes de innovación con cooperación entre diferentes países.
6. Avances tecnológicos accesibles.
7. Incremento de la demanda de alimentos sostenibles.
8. Aplicaciones móviles y plataformas accesibles.
9. Desarrollo de indicadores e incentivos ambientales, como los créditos de Carbono o de agua.
10. Sinergias con otros sectores (energía, Big Data, formación).
11. Potencial de replicabilidad en otros territorios.
12. Equilibrio entre los participantes del ámbito tecnológico y los beneficiarios de estas tecnologías en proyectos de cooperación o jornadas tecnológicas.

6. RUTA Y ESCENARIOS PARA LA DIGITALIZACIÓN DEL REGADÍO

6.1. Estrategia de digitalización según escenarios

Las comunidades de usuarios de agua de riego (comunidades de regantes o comunidades de usuarios de aguas subterráneas), así como las explotaciones a título individual, presentan una gran heterogeneidad en diferentes variables que afectan a su estrategia en la digitalización. Así, existe una importante variabilidad en elementos como:

- **Dotación de agua.** De regadíos con dotaciones de riego de apoyo de bombeos importantes de 1.000 m³/ha al año a comunidades de regantes en la desembocadura de ríos, asociados a riegos con una dotación de riego de 20.000 m³/ha al año.
- **Dimensión y tecnificación de la Comunidad de regantes / explotaciones.** Existen comunidades de regantes de pocos comuneros, pero también Comunidades Generales que llegan a más de 100.000 ha. A nivel de explotación el rango va de pequeñas explotaciones, con cierta frecuencia sin relevo generacional garantizado, a sociedades con importantes superficies. La tecnificación en cada uno de estos casos es diferente.
- **Infraestructura de riego.** El porcentaje de superficie de riego tradicional a nivel español está por debajo del 20%. En determinados territorios puede haber un déficit de infraestructuras de riego que condicione el desarrollo de la digitalización tanto a nivel CR como a nivel explotación.
- **Combinatoria de cultivos.** La dosis de riego, pero en especial el coste del agua, condiciona la combinatoria de cultivos de una determinada explotación, y por agregación una comunidad de regantes. La rentabilidad de los diferentes cultivos condiciona de manera muy directa la digitalización que se puede realizar a nivel de finca.
- **Recurrencia de episodios de sequía.** En 2023 y 2024 se registró una importante sequía que afectó de manera general toda la Península Ibérica y Occitania. En la zona del levante, existe un déficit hídrico estructural que se repite con cierta frecuencia. La existencia de estos episodios marca el grado de sensibilización a la optimización del recurso agua.
- **Coste del agua.** La principal diferencia se centra en si la tarifa depende de la superficie de la parcela (alfarda o término fijo), o si además depende del uso de agua que se realiza (término variable). Normalmente las primeras se asocian a regadíos tradicionales, mientras que las tarifas binómicas normalmente se incorporan cuando llega la presurización de la red de riego y existen costes de bombeo. El coste de agua puede fluctuar desde valores de 0,01-0,02 €/m³ a valores de 0,30-0,60 €/m³ para bombeos importantes o recursos de agua no convencionales.
- **Recursos de agua no convencionales.** En algunos territorios con un importante déficit hídrico, cada vez tienen más importancia los recursos de agua no convencionales (agua regenerada o agua desalada). El agua de esta procedencia presenta unos costes muy superiores al agua de origen superficial, por lo que es de gran importancia ser eficiente en el uso del recurso.

Caracterizar todas estas variables debe ayudar a definir cuál es el escenario de partida en el que se encuentra cada comunidad de regantes. Existe una importante heterogeneidad en las comunidades de regantes, por lo que cada territorio debe plantearse objetivos estratégicos para cada uno de los escenarios.

La combinación de todas estas variables podría representar una gran cantidad de escenarios, pero se han sintetizado en cuatro. El grado de caracterización de estos escenarios, así como cuales son los retos que se deben alcanzar en cada uno de los escenarios se deberán definir de manera precisa al redactar los Planes de Acción de cada región.

En la Tabla 3 y Figura 11 se presentan cuatro posibles escenarios, y cuáles deben ser los principales retos para la digitalización del regadío.

Tabla 3. Escenarios en la ruta de la digitalización del regadío (Fuente: Elaboración propia)

Escenario	Comunidad de usuarios (agua colectiva)	Explotación (regante individual)	Principales retos digitalización regadío
0	Regadío tradicional Tarifa de riego por unidad de superficie.	Cultivos <i>commodities</i> Explotaciones sin relevo generacional.	- Liderar para provocar cambio. - Incrementar tecnificación. - Optimizar y garantizar relevo de las explotaciones. - Recursos económicos para acometer obras regadío y telecomunicaciones.
1	Modernización de regadío tradicional Entrada de tarifas de riego binómica.	Intensificación de cultivos <i>commodities</i> (dobles cultivos).	- Garantizar plazos obras modernización. - Acompañamiento técnico a CR y explotaciones. - A nivel CR optimizar coste del agua/energía. - A nivel explotación optimizar sectores de riego y dosis de riego.
2	Digitalización del regadío modernizado Entrada del dato. Tarifa de riego binómica.	Intensificación inputs de la explotación (cultivos fruta dulce, seca, hortícolas, etc.). Explotaciones tecnificadas.	- Disponer de información para la óptima redacción y ejecución del proyecto. - Ayuda para el proyecto. - Acompañamiento digital a CR y explotaciones. - Sensibilización gestión eficiente de los recursos (Sostenibilidad económica y ambiental).
3	Regadío modernizado y digitalizado Explotación del dato Tarifas de riego binómicas, a menudo con precios elevados por agua desalada o agua regenerada.	Cultivos alto valor añadido. Explotaciones muy tecnificadas.	- Sacar valor al dato (24/7). - Mejorar eficiencia, sostenibilidad, transparencia.



Figura 11. Diferentes escenarios en la Ruta para la digitalización de regadíos.

6.2. Etapas de la digitalización del regadío

Para la digitalización de una comunidad de regantes o incluso una determinada explotación se consideran tres grandes etapas que se deben ir superando de manera sucesiva. A menudo se habla de la pirámide de Maslow aplicada a los proyectos de digitalización de la gestión del agua, y se explica que **no se debe pasar de etapa hasta tener consolidada la anterior**. Esto, es especialmente importante cuando se quiere saltar de la primera a la segunda etapa.

Estas 3 etapas son:

1. Promoción de la digitalización de la agricultura de regadío.
2. Proyecto de digitalización.
3. Digitalización o gestión *datadriven* del agua.

6.2.1. Promoción de la digitalización de la agricultura de regadío

En esta fase se deben alinear la mayor cantidad de características que favorecen la digitalización del regadío, reduciendo el impacto de las posibles barreras o amenazas. Estos factores, tanto internos como externos, deben ayudar a la digitalización. En la siguiente tabla (Tabla 4) se presenta los factores y como afectan tanto a nivel de comunidad de regantes como a nivel de explotaciones particulares.

Tabla 4. Listado de factores que pueden influir en la fase de promoción de la digitalización de la agricultura de regadío en función de la tipología de regantes.

Elementos para la promoción de la digitalización	Comunidades de Regantes (CCRR)	Explotaciones individuales
1. Líderes que comuniquen para motivar cambio.	Juntas directivas	Responsables de explotación y propietarios
2. Modificaciones legislativas que promuevan el cambio	Subvenciones condicionadas a la contabilidad del agua o al uso de tarifas binómicas en comunidades de usuarios.	Modificaciones que afectan específicamente a las explotaciones. Más relacionadas con las certificaciones o los sellos de buena gestión del agua.
3. Técnicos con una formación interdisciplinar	Técnicos propios o soluciones para disponer de técnicos interdisciplinarios (Compartir talento con CCRR o Gestoras)	Técnicos propios de explotaciones o asesores.
4. Relevo generacional y retención del talento	Garantizar el talento en zonas rurales.	Explotaciones tecnificadas son más competitivas y sostenibles.
5. Jornadas demostrativas sobre la tecnología digital disponible	Realización de jornadas para otras CCRR y regantes propios	Asistencia a jornadas demostrativas
6. Conocimiento de las características de las diferentes herramientas tecnológicas	Formación técnica sobre sensores y telegestión, plataformas de gestión o en modelos predictivos.	Acceso a formación práctica sobre herramientas digitales adaptadas a la escala de la explotación.

Tabla 4. Listado de factores que pueden influir en la fase de promoción de la digitalización de la agricultura de regadío en función de la tipología de regantes. (continuación)

7. Información digitalizada y estructurada	Infraestructura Hidráulica de la Comunidad y conocer su variabilidad (comunicaciones, cultivos, suelos, explotaciones, etc.)	Variabilidad de la intra/interparcela para poder localizar correctamente los sensores y adaptar las dosis de riego.
8. Concienciación de la necesidad de mejorar la eficiencia en el uso del agua	Campañas de sensibilización y benchmarking entre comunidades de regantes.	Incentivos económicos esperables y demostraciones de ahorro mediante la digitalización.
9. Ejecución de Infraestructuras del ciclo del agua y de telecomunicaciones previas al desarrollo del proyecto	Infraestructura de regadío. Comunicaciones de ámbito territorial amplio (NB-IOT, GPRS)	Correcta sectorización. El regadío de precisión empieza en el diseño de la instalación de riego. Comunicaciones de ámbito territorial más reducido (Lorawan o NB-IOT, GPRS, Satélite)
10. Líneas de ayuda o financiación	Ayuda para CCRR.	Ayuda para Explotaciones.

Fuente: Elaboración propia.

A nivel de ejemplo, en lo relativo al punto 3 de la tabla anterior, la tecnificación interdisciplinar que se necesita en la digitalización del regadío es complicada encontrarla en comunidades de regantes pequeñas. Para mejorar esta solución en comunidades de regantes se plantean diferentes propuestas para que existan equipos técnicos multidisciplinares, la propuesta dependerá de las características de cada uno de los territorios.

- **Equipos interdisciplinares de digitalización de las Comunidades Generales (CG)** que ayuden a la digitalización de las diferentes comunidades de base. Tiene más sentido tener un equipo multidisciplinar en las CG que generar un equipo interdisciplinar para cada una de las comunidades de base.
- **Agrupación de diferentes comunidades de regantes de un territorio** para que compartan recursos, aprovechando economías de escala. Esta agrupación puede ser para comunidades de base de una misma comunidad general, o como comunidades de regantes de un mismo ámbito territorial. Se pueden agrupar en torno a comunidades de usuarios, federaciones de comunidades de regantes,
- **Aprovechar el Know-How de empresas de servicios de gestión integral de comunidades de regantes** (Modelo público en León o modelo privado en otras demarcaciones). Estas empresas disponen de especialistas para cada una de las tecnologías existentes que pueden participar de manera integral o parcial en determinados proyectos.

Es importante la adaptación y actualización constante de los temarios de formación de los ingenieros agrónomos para adaptar el conocimiento actual a los perfiles profesionales en favor de la digitalización de la agricultura de regadío. A título de ejemplo, en punto 11.4 “Anejo IV. Adaptación y Actualización de los temarios” se incluye información de dos programas de estudio existentes en este campo.

6.2.2. Proyecto de digitalización

Para definir un buen proyecto de digitalización se debe completar la fase anterior de promoción de la digitalización del regadío. Si se realiza directamente un proyecto de modernización, en el que también se incluye la digitalización, la primera fase continúa siendo la promoción de la digitalización. Si fallan algunos de los puntos identificados como Debilidades/Amenazas en el DAFO (no hay líderes responsables de juntas de gobierno o técnicos que avalen el proyecto de digitalización, la gente no valora lo que aporta la digitalización, no hay líneas de ayuda, etc.) no tendrá sentido avanzar en el proyecto de digitalización porque se podrá realizar la obra, se generan datos, pero no se genera valor a partir de los datos generados y al poco tiempo corre el riesgo de abandonar.

Las tres fases principales son la redacción del proyecto de digitalización, la licitación o solicitud de las ofertas, y la ejecución del proyecto. A menudo diferentes entidades realizan **Planes Estratégicos**, en los que se detalla la estrategia de digitalización de cada entidad.

En la redacción del proyecto se deben definir qué características técnicas deben tener los sensores para resolver los principales problemas de la comunidad de regantes, cual es la tecnología de comunicaciones que se va a utilizar, y que activos o plataformas digitales se van a utilizar para visualizar y analizar los datos. **La definición del proyecto de digitalización debe atender a criterios técnicos**, en algunas Comunidades de Regantes, se han observado que decisiones de la Junta o de la Asamblea no están alienadas con los criterios de dichos técnicos.

- **Sensórica.** Definir las características técnicas del sensor (marca/modelo, localización, resolución temporal, etc..) que se debe ajustar a las necesidades de cada caso concreto. Esto aplica tanto a los sensores próximos como a los sensores utilizados en teledetección. Para identificar posibles fugas de agua puede ser de interés una imagen de dron de alta resolución, mientras que para el seguimiento del cultivo se ajusta mucho mejor la teledetección mediante satélite porque van realizando pasadas de manera periódica. El conocimiento de la CR o la explotación debe permitir localizar los sensores en los puntos más representativos del territorio.
- **Almacenamiento y Comunicaciones.** Una vez generado el dato, este se debe almacenar hasta su posterior comunicación con el servidor. Definir correctamente la frecuencia de comunicación tiene importancia, porque esto afecta directamente a la duración de las baterías, especialmente importante en el caso de los contadores.

Es posible que una zona regable o explotación ya disponga de cobertura de una determinada red móvil, pero es posible que en alguna se deba aportar esta cobertura o si existe cobertura que se quiera garantizar comunicaciones redundantes, especialmente en gestión de infraestructuras críticas.

- **Software o Plataforma para visualizar/gestionar los datos.** Se debe definir que plataforma nos ayuda a visualizar y gestionar los datos que han llegado al servidor. En explotaciones más técnicas se puede realizar la prescripción autónoma de las dosis de riego, combinando la información de diferentes tipos de sensores, para poder facilitar a los programadores de riego prescripciones actualizadas diariamente.

El desarrollo de los proyectos de digitalización de regadío debe tener en cuenta que por diferentes factores existe una menor velocidad de avance (no existe la información digitalizada, existe un Gap en

habilidades digitales y/o técnicas, existen campañas de riego, etc..) que en proyectos de digitalización de otros sectores.

Los proyectos se deben redactar, licitar y ejecutar. Es importante que durante todo el proceso de proyecto se garantice el T (Tiempo), C (Coste) y la Q (Calidad).

Financiación

En España, los **Proyectos del PERTE** (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica) del Ciclo del Agua, tanto Urbana como de Agua para Regadío, han concedido importantes ayudas para digitalización procedentes de fondos Next-Generation. El PERTE de regadío se estructura en siete soluciones digitales, que combinan activos digitales con sensores, con la condición de que **las soluciones digitales se mantengan por un mínimo de 5 años**. Garantizar la formación interdisciplinar ayudará a que se utilicen de manera permanente las soluciones digitales.

En la Figura 12 se representa la distribución de las ayudas de las 2 convocatorias del PERTE de regadío de las Comunidades Autónomas de España con mayor superficie regable. Se puede comprobar como entre la primera y la segunda convocatoria se ha registrado un incremento generalizado de las ayudas. Una vez se ha conseguido motivar al sector primario, en la gestión colectiva del agua, se debería analizar como plantear nuevas convocatorias de ayudas similares.

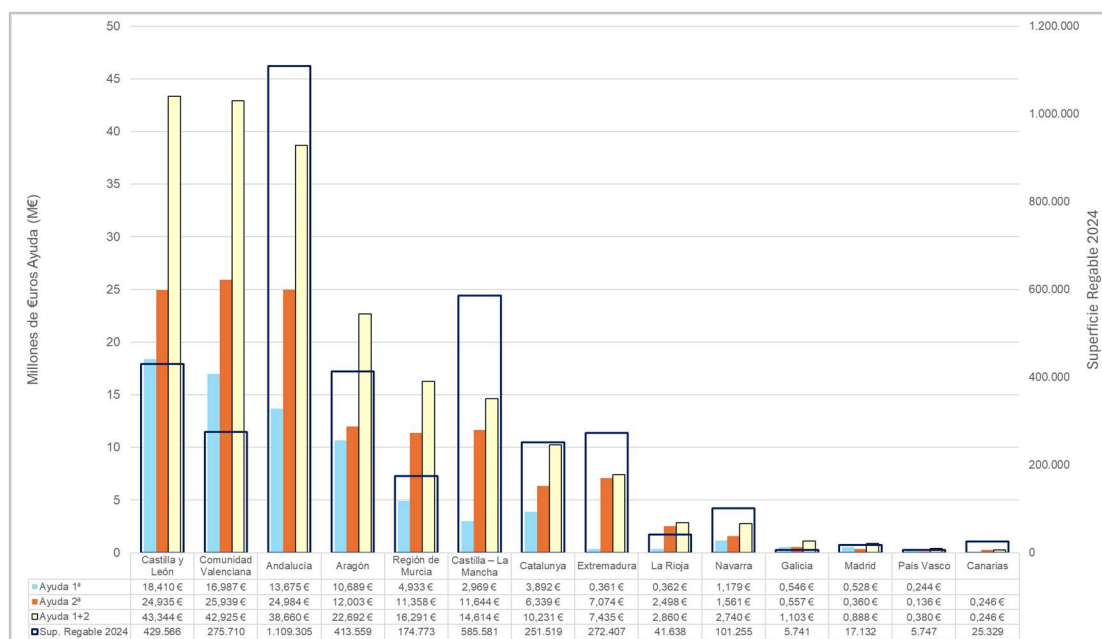


Figura 12. Distribución de las ayudas de las 2 convocatorias del PERTE de regadíos por CCAA, y su relación con la superficie regable por CCAA. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 13, se representa la distribución de los 100 M€ de ayudas de la segunda convocatoria del PERTE de Digitalización del Regadío por provincias (según los datos de la resolución provisional publicada el 17 de octubre de 2025). Se puede observar, que encabezan la lista de beneficiarias las comunidades de regantes de la región de Murcia, con un total de 8,76 M€ de ayuda, seguido de las provincias

de León (7 M€), Alicante (6,42 M€), Huesca (5,61 M€) o Toledo (5,57 M€). La comunidad autónoma de Cataluña ha sido beneficiaria de una ayuda de 4,87 M€.

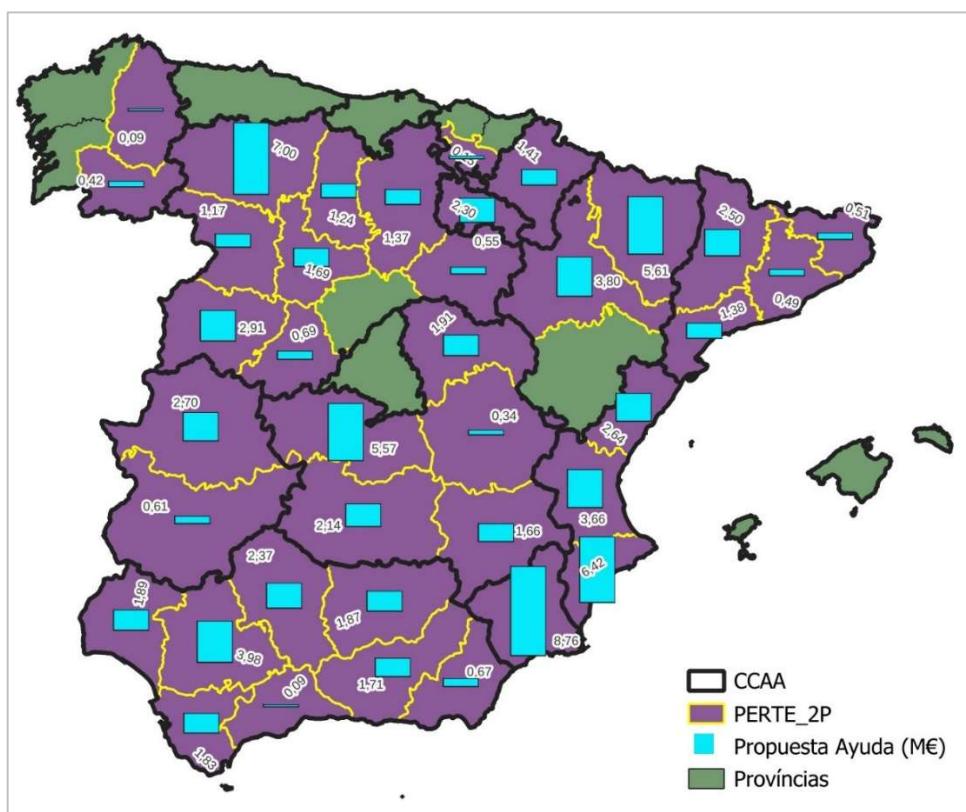


Figura 13. Distribución de las ayudas de la Segunda Convocatoria del PERTE de Digitalización del Regadío (Resolución Provisional 17/10/2025). Fuente: Elaboración propia.

Además del correcto funcionamiento es importante que se tenga muy presente la ciberseguridad aplicada tanto a comunidades de regantes como a explotaciones. El ENS (Esquema Nacional de Seguridad) en España se aplica a todo el sector público, así como los proveedores que colaboran con la administración. Se debe proteger los datos de carácter personal, y de manera muy especial las infraestructuras críticas relacionadas con el uso del agua. Hay que recordar que algunas comunidades de regantes realizan abastecimientos urbanos a través de sus infraestructuras.

En el caso de Francia, existen también ayudas para la digitalización del regadío (vías FranceAgriMer, PAC a través de las Organizaciones de Productores, FEADER regional, Francia 2030, etc.) que cubren la implementación de equipos tecnológicos como sensores o sondas, software de control u otro tipo de soluciones digitales innovadores. Estas ayudas, cubren entre el 30 y el 70% del presupuesto del proyecto, según el programa y el tipo de beneficiario.

En Portugal, la digitalización agrícola ha sido impulsada a través del **Programa de Desenvolvimento Rural 2020**, especialmente mediante ayudas a la modernización de explotaciones que han financiado tecnologías como agricultura de precisión (VRT, GPS), sensores y sistemas de monitorización, software de gestión agrícola y herramientas de teledetección como drones. Estas inversiones han podido beneficiarse de incrementos en la intensidad de la ayuda cuando demostraban mejoras en eficiencia. Con

la transición al nuevo **Plano Estratégico da Política Agrícola Común**, la digitalización se refuerza como objetivo transversal, apoyando la adquisición de equipos y soluciones digitales con niveles de ayuda que pueden alcanzar hasta el 80% y límites elevados por proyecto. Además, se complementa con instrumentos específicos como los vales para startups agrotecnológicas financiados por el **Plano de Recuperação e Resiliência** y las agendas de innovación (como Terra Futura), que fomentan la transformación digital del sector agrícola mediante la colaboración entre empresas y centros de investigación.

6.2.3. Digitalización o gestión *datadriven* del agua

Una vez ha finalizado el proyecto de digitalización e iniciada la fase de explotación, se empiezan a generar datos de una manera continua. Se debe garantizar un correcto mantenimiento de los sensores para que estos produzcan datos de calidad, que los datos producidos sean correctos, y que exista una correcta explotación de los datos para tomar las mejores decisiones o aplicar las prescripciones y que se ejecuten las mismas.

El desarrollo del proyecto, así como el coste de mantenimiento de los sensores y las comunicaciones, tienen un coste que debe compensar el hecho de disponer en continuo de datos en diferentes localizaciones. Tener 2 datos por campaña o disponer de un dato horario, son 2 maneras de trabajar totalmente diferentes. Se dice que la transformación digital, es un 80 % transformación y un 20% digital. En todo proceso de digitalización se debe tener muy presente **la gestión del cambio en las personas**.

Algunas recomendaciones sobre la etapa de la explotación de los datos:

- Es necesaria formación a los técnicos y acompañamiento a los agricultores de las herramientas digitales, y también de temas relacionados con la agricultura de regadío.
- Se toman decisiones basadas en datos. Se debe garantizar que los sensores produzcan datos de calidad y sean representativos de la variable que están monitorizando.
- La digitalización no es un fin en sí mismo, sino un medio para conseguir una mejora continua de los procesos. El objetivo no es producir datos, sino que estos permitan tomar las mejores decisiones para ser más eficientes en el uso de los diferentes recursos (agua, energía, fertilizantes, productos fitosanitarios). Es importante identificar indicadores que permitan monitorizar variables en cuadros de mando.
- Capacidad de combinar los datos propios con otros datos abiertos o datos de espacios de datos. Debemos pasar del dato a la información, y de esta al conocimiento.
 - Cada vez las administraciones comparten más datos abiertos y de mejor calidad de cada una de las campañas de riego.
 - El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) en España está promoviendo la digitalización del ciclo del agua y el uso de espacios abiertos.
- La explotación de los datos debe mejorar la transparencia relacionada con la gestión del agua.

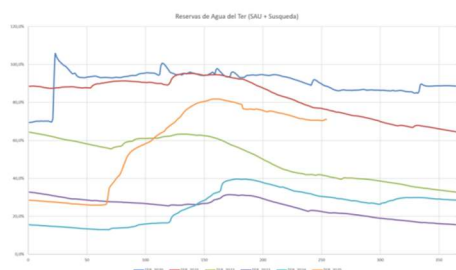
6.3. Ejemplos de casos de éxito y aprendizaje

6.3.1. Caso de éxito. La zona regable del Baix Ter (Cataluña)

La zona del Baix Ter reúne una serie de características (véase Figura 14) que hace que sea un caso de éxito para compartir en otras zonas que se quieren transformar para mejorar la gestión del agua mediante su digitalización.

- **Episodio reciente de déficit hídrico.** La cuenca del Ter registró en 2023 y 2024 la sequía más importante del último siglo en Cataluña, que condicionó de manera muy importante ambas campañas de riego. Mientras otros años, durante el verano las reservas de los embalses de la cuenca del Ter estaban por encima del 80%, estos 2 años se estaba por debajo del 40%. A esta situación se puede llegar debido al cambio climático, pero también a cambios en los usos del suelo (más volumen de bosque, por lo que se reduce las aportaciones), aumento de la población equivalente, ya sea permanente (residencial) u ocasional (turística) o nuevas demandas (centros de datos, hidrógeno, usos recreativos, etc.). Registrar algún episodio de sequía extrema debería ayudar a concienciar el sector de que el agua puede ser un recurso cada vez más escaso.
- **Ejecución de las obras de modernización.** Dentro del Plan de Modernización de regadíos del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, que actualmente está ejecutando la SEIASA, existe un centenar proyectos por toda España. Es imprescindible que la Asamblea General de las Comunidades decidan tirar adelante el proyecto de modernización, mediante líderes que motiven el cambio. Después del episodio de sequía se llevado a cabo las modernizaciones de las Comunidades de Regantes de la Presa de Colomers y del Molí de Pals.
- **PERTE Conjunto de la Junta Central de usuarios del Baix Ter.** Esta Junta Central de Usuarios agrupa, entre otros usuarios, a las cuatro comunidades de regantes del Baix Ter, las cuales se presentaron de manera agrupada a la primera convocatoria del PERTE, siendo una de las memorias mejor valoradas. Uno de los retos que se deben superar es la tecnificación multidisciplinar. Que las 4 CR hayan ido juntas, aprovechando economías de escala ha sido, ha permitido que estas CR hayan podido acceder a las ayudas a la digitalización.
- **Modernización y Digitalización diferencial según el cultivo.** En estas comunidades de regantes se observan 2 tipologías de cultivos claramente diferenciadas. Existen parcelas de la denominación geográfica protegida “Manzana de Girona” con sistemas de riego en parcela modernizados y digitalizados, mientras que los cultivos extensivos de alfalfa o maíz presentan sistemas de riego tradicionales. Es uno de los ejemplos más claros de como la rentabilidad de los cultivos, condiciona el grado de modernización y digitalización a nivel de parcela.
- **Mas Badia, Centro de Investigación del Baix Ter ligado a la mejora de la gestión del agua.** Para que exista innovación, es de gran ayuda que los agricultores puedan ver los proyectos piloto en parcelas y situaciones que conocen, y que exista esta proximidad entre los agricultores y los investigadores de los proyectos piloto. En esta zona existe el centro Mas Badia donde se ha trabajado el piloto del Gemelo Digital para el riego de la manzana. Este es uno de los ocho ejemplos que el IRTA quiere incorporar en los Agrolabs Digitales.

El MAPA ejecuta obras por valor de 43,3 millones de euros para ahorrar agua en regadíos de Girona



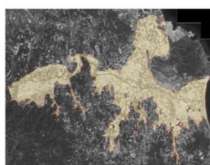
Sequía Registrada 2023-2024 (CC + C Usos suelo)



- Las comunidades de regantes de Presa de Colomers y del Rec del Molí de Palí contarán con un sistema digitalizado de riego para mejorar la eficiencia hídrica.
- Las actuaciones beneficiarán a 1.274 familias que cultivan 3.492 hectáreas.

Modernización CCRR

MEMORIA TÉCNICA PARA LA CONCURRENCIA COMPETITIVA PARA LAS AYUDAS PERTE DE DIGITALIZACIÓN DEL CICLO DEL AGUA. ORDEN TED/918/2023. JUNTA CENTRAL D'USUARIS D'AIGÜES DEL BAIX TER (JCUABT)



PERTE conjunto 4 CCRR (Tecnificación)



Digitalización diferencial (Valor cultivo)



Centro de investigación IRTA

Figura 14. Síntesis gráfica de cinco puntos característicos de la zona regable de la zona del Baix Ter.

6.3.2. Caso de éxito. Proyecto A3P (Anticipación, Planificación y Gestión de la extracción de agua para la agricultura), en la región de Nueva Aquitania, Francia.

El objetivo de este proyecto fue adaptar los sistemas agrícolas de regadío de zonas piloto, ubicadas en las regiones *Pays de la Loire* y Nueva Aquitania, al cambio climático mediante un servicio digital de apoyo a la toma de decisiones. Para ello, se utilizó modelización agronómica e hidrológica, el uso de inteligencia artificial e imágenes satelitales. Con esto, se consigue anticipar los cambios en los recursos hídricos y ajustar las estrategias colectivas de riego en tiempo real.

El impacto esperado en este proyecto se divide en tres puntos clave:

- La optimización de las extracciones de agua.
- La reducción de los conflictos por el uso del agua.
- La mejora de la sostenibilidad de los sistemas de regadío.

Presupuesto: 4,5 millones de euros a 5 años (Francia 2030, gestionado por Bpifrance).

6.3.3. Caso de éxito. Intervención para la Eficiencia del Agua (IEA) en Portugal

En Portugal, se creó una medida agroambiental en el marco del Plan de Desarrollo Rural (2015-2022) y el Plan Estratégico de la PAC (2023-2027) para apoyar e incentivar el uso eficiente del agua en el riego de cultivos.

En resumen, mediante esta medida agroambiental, se otorgaba un apoyo económico anual, derivado de la aplicación sucesiva de niveles de superficie, clase de regante y grupos de cultivos de regadío, con el compromiso del agricultor de cumplir ciertos requisitos, a saber: el uso de medidores, la elaboración

de programas de riego, el uso de sensores para monitorear el estado hídrico del suelo y de las plantas, imágenes NDVI y auditorías de los sistemas de riego.

Los regantes que se acogieron a este compromiso redujeron la asignación de riego por cultivo en un mínimo del 7,5 % con respecto a la situación de referencia definida en las tablas de asignación de riego de la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural (DGADR).

Este conjunto de requisitos fomentó la digitalización de las actividades de gestión del riego de cultivos, con el objetivo principal de lograr beneficios ambientales directos mediante una mejor gestión de los recursos hídricos, permitiendo ahorros efectivos en el consumo de agua de riego al aumentar la eficiencia del riego, promoviendo el uso del agua para reutilización (ApR) como fuente de agua alternativa, contribuyendo a mejorar la calidad del agua a través de una gestión más racional de los fertilizantes y aumentando la resiliencia de los sistemas agrícolas a la escasez de agua y al cambio climático.

6.3.4. Caso de aprendizaje. La digitalización produce datos 24/7

Se ha querido compartir algún caso de éxito, pero también un caso de aprendizaje que permita avanzar para no repetir errores en diferentes zonas regables.

Se ha observado en algunas comunidades de regantes que, aun estando modernizadas y digitalizadas con posibilidad de disponer de datos horarios/diarios, solo consultan con una foto del contador las lecturas de inicio y final de campaña para saber el volumen a facturar.

Una de las principales ventajas de la digitalización es que el conjunto de sensores, están produciendo datos 24/7. Esto nos permite disponer de información para ajustar las dosis de riego, optimizar los periodos de riego, identificar fugas de agua, etc.

La condición necesaria para que se puedan tirar adelante los proyectos de digitalización y sacar valor a los datos, es que tanto las Comunidades de Regantes como las explotaciones, **tengan una tecnificación adecuada a cada una de sus necesidades**.

7. PLANES DE ACCIÓN

Inspirados por la Estrategia Smart Green Water, las regiones que impulsen la digitalización de sus sistemas de regadío deberán definir y desplegar planes de acción específicos. Estos planes deben adaptarse a las características y necesidades de cada territorio, y estructurarse en un proceso progresivo en tres fases: la actualización del diagnóstico territorial en primer lugar, la definición de actuaciones en función de los objetivos estratégicos en segundo lugar y el seguimiento y evaluación de los resultados en tercer lugar.

7.1. Fase 1. Actualizar el diagnóstico territorial

Una vez definida la estrategia de digitalización Smart Green Water de manera general para todo el territorio Sudoe se debe actualizar/ampliar/concretar el diagnóstico territorial para una determinada región.

Tabla 5. Elementos a tener en cuenta para la elaboración del diagnóstico

PRINCIPALES INFORMACIONES A RECOPILAR
Estado del regadío (tipos de cultivos irrigados, sistemas de regadío, infraestructura, peso económico...)
Grado de difusión de soluciones tecnológicas en el regadío
Cartografía de actores públicos y privados implicados en la gobernanza del agua y de la agricultura
Preconizaciones de la RIS3 en materia de agricultura y agua
Conjunto de estrategias y planes sectoriales con influencia en el regadío a nivel regional, nacional, europeo...
Dispositivos de ayuda para la transformación del regadío
Proyectos o iniciativas existentes para la digitalización del regadío

Se debe identificar cuál es la intensidad de cada una de las barreras y drivers (impulsores) definidos a partir de los análisis DAFO y PESTEL, para el caso particular de cada región donde se pretenda definir un Plan de Acción.

Una vez identificados los déficits y puntos fuertes en materia de digitalización del regadío, se deben valorar y priorizar **los objetivos generales y particulares** de trabajo para impulsar la digitalización del regadío.

Se deben definir para cada territorio cuales son los indicadores que deben permitir monitorizar la evolución de la digitalización del regadío. Los indicadores deben definirse de manera que permitan interpretar el grado de ejecución del objetivo que se prevé y que sean fáciles de recopilar, cuantificables a lo largo del tiempo y objetivos.

7.2. Fase 2. Definición de actuaciones por objetivos

Una vez definidos y priorizados los **objetivos generales y particulares** para la promoción de la digitalización del regadío, se deberán definir las **actuaciones** concretas necesarias para alcanzar dichos obje-

tivos. La experiencia en la digitalización del ciclo del agua muestra que **este proceso debe abordarse de manera progresiva, priorizando las fases de promoción y preparación antes de la implementación de proyectos de digitalización (ver capítulo 6.2).**

Estas actuaciones deberán adaptarse a las características y necesidades específicas de cada región del territorio Sudoe y permitir la implementación progresiva de la Estrategia Smart Green Water a escala regional.

Las actuaciones para cada uno de los objetivos se deben priorizar, presupuestar, distribuir geográficamente en función de cada uno de los territorios. Para cada actuación se deberá completar la siguiente información:

- Descripción de la información.
- Medidas que desarrolla.
- Tipo de actuación.
- Gobernanza. Entidad competente y entidades implicadas.
- Presupuesto previsto por anualidades del periodo de ejecución.
- Financiación.
- Período de ejecución.

Valorar qué aporta la digitalización a la agricultura de regadío de cada zona debe ayudar a priorizar actuaciones. Como criterio general se debe empezar por aquellas comunidades de usuarios que tengan un mayor coste del agua, ya sea por los bombeos necesarios o porque realizan un tratamiento previo. También es importante localizarlo en zonas donde existan cultivos de mayor valor añadido (cultivos hortícolas, frutícolas, uva para producción de vino de calidad, etc.).

En temas de transformación digital, más que los aspectos tecnológicos, los temas más importantes son los relacionados con las personas, principalmente desde dos puntos de vista, su predisposición al cambio y su formación interdisciplinar.

En la siguiente tabla (Tabla 5) se presentan los principales objetivos de la Estrategia para fomentar las competencias digitales en la gestión de riego agrícola en el territorio Sudoe. Se han adaptado los objetivos definidos en el III Plan de Acción de digitalización (2024-2026) del Ministerio de Agricultura español, a las necesidades propias de la agricultura de regadío.

Tabla 5. Estructura de definición de objetivos para categorizar las diferentes actuaciones, adaptado del III Plan de Acción de Digitalización (2024-2026) del MAPA.

01. Gestión del cambio (Transformación).	1. Concienciar de la necesidad de un uso eficiente del agua.
	2. Compartir beneficios de la digitalización.
	3. Favorecer el Liderazgo para promover el cambio y la comunicación.
	4. Introducir cambios legislativos y modificaciones en las órdenes de ayudas
02. Observatorio de la digitalización del regadío.	1. Inventario de necesidades de Infraestructuras de regadío y telecomunicaciones.
	2. Ampliar el conocimiento del sector para identificar mejores iniciativas: Precio del agua, tarifas binómicas, intensificación de cultivos, parcelación, etc...
	3. Realizar la evolución de la digitalización mediante el seguimiento de indicadores cuantitativos/cualitativos.
	1. Formación interdisciplinar y captación de talento.

03. Reducir la brecha digital.	2. Centros de Investigación y proyectos piloto en las zonas de riego.
	3. Jornadas de transferencia sobre tecnología.
	4. Mejora de la conectividad.
	5. Comunicación multicanal.
04. Desarrollo de proyectos de digitalización.	1. Disponer de la información digitalizada y actualizada.
	2. Dar a conocer las soluciones digitales.
	3. Asesoramiento en el proyecto de transformación digital.
	4. Recursos para la digitalización para la administración, CCRR y explotaciones.
05. Fomentar el uso de datos en la agricultura de regadío. Digitalización	1. Acompañamiento para obtener valor de los datos.
	2. Interoperabilidad.
	3. Calidad y Cantidad de Datos Abiertos.
	4. Espacios de datos.
	5. Garantizar la Ciberseguridad.

A la hora de definir las acciones de proyectos piloto, se deben priorizar las que tienen más impacto, ya sea por la comunicación de la comunidad hacia sus comuneros como desde la comunidad hacia el conjunto de la sociedad.

En determinados territorios existe una importante GAP entre el nivel tecnológico de los proyectos de investigación y las prácticas habituales de administraciones, comunidades de usuarios o explotaciones individuales. Uno de los principales retos es como promover el cambio para reducir este GAP y pasar de la investigación a la innovación.

Los departamentos de agricultura de los diferentes territorios tienen datos abiertos relacionados con el sector. Se publican muchos datos, pero debemos analizar que variable tienen una relación directa para el seguimiento de la modernización del regadío, y específicamente su digitalización.

En el Plan de Acción se deberá abordar como la ejecución de programas formativos para distintos perfiles de usuarios relacionados con la gestión del agua en la agricultura, desde la administración y las comunidades de usuarios, hasta los responsables de las explotaciones individuales. En el apartado de anejos de este documento se presenta los temarios de formación adaptado a las necesidades de la agricultura de regadío.

Un reto de las comunidades de usuarios es como poder disponer de este talento interdisciplinar en zonas rurales, con un coste que sea asumible por dichas entidades.

A nivel de regante individual también se debe garantizar esta formación/acompañamiento para que elijan los sensores/plataformas que más se adaptan a sus necesidades, y pasen de disponer de datos, a tener información para tener las mejores decisiones.

Se debe garantizar el correcto mantenimiento, tanto de los activos digitales, como los sensores que están proporcionando los datos.

7.3. Fase 3: Seguimiento y evaluación de los resultados

El seguimiento y la evaluación garantizan que el Plan de Acción para la digitalización del regadío avance de forma eficaz y alineada con los objetivos estratégicos y particulares. Este proceso permite medir progresos, detectar desviaciones y ajustar las actuaciones según las necesidades reales de cada territorio.

7.3.1. Sistema de seguimiento

El sistema de **seguimiento de los resultados del Plan de Acción** debe basarse en:

1. Indicadores específicos, definidos en la fase de diagnóstico. Los indicadores deben ser medibles, comparables en el tiempo, fáciles de obtener e interpretables.
2. Recopilación periódica de datos procedentes de administraciones, comunidades de regantes y sistemas digitales, etc.
3. Revisiones periódicas de los datos e indicadores para detectar desviaciones, dificultades para alcanzar los objetivos previstos, etc.
4. Evaluar la consecución de los objetivos definidos y orientar la toma de decisiones (proponer correcciones y adaptaciones de las acciones propuestas).

7.3.2. Indicadores clave

A continuación, se hace una propuesta de posibles **indicadores clave para el seguimiento de un Plan de Acción** para la digitalización del regadío en una región concreta. La propuesta se realiza en términos generales por lo que cada región tendrá que valorarlos y validarlos con el fin que, a partir de la información disponible y las posibilidades de recogida de datos, resulten indicadores eficaces para el seguimiento del Plan de Acción.

Así pues, a título orientativo, se relacionan distintos indicadores clave agrupados en categorías:

1. Gestión del cambio y gobernanza

- % de comunidades de regantes con planes de digitalización aprobados
- Número de líderes o referentes formados en gestión del cambio
- Número de normativas o modificaciones legislativas aprobadas que favorecen la digitalización
- Grado de aceptación del cambio (encuestas cualitativas anuales)
- Número de campañas de comunicación realizadas sobre eficiencia y digitalización

2. Formación y reducción de la brecha digital

- Número de técnicos formados en competencias digitales aplicadas al regadío
- % de personal técnico con formación interdisciplinar acreditada
- Número de jornadas demostrativas realizadas y número de asistentes
- Número de centros de investigación o pilotos activos en el territorio
- % de explotaciones que han recibido acompañamiento técnico en la adopción de tecnologías

3. Digitalización de infraestructuras y datos

- % de superficie regable con sistemas de telegestión operativos
- Número de sensores instalados y en funcionamiento (humedad, caudal, presión, clima...)
- % de comunidades de regantes con información digitalizada y actualizada
- % de explotaciones que utilizan plataformas digitales de gestión del riego
- Volumen de datos generados y almacenados (GB/año)
- % de datos interoperables entre administraciones, comunidades y explotaciones

4. Conectividad y sistemas de comunicación

- Cobertura GPRS, NB-IoT y 5G en superficie regable (%)
- Número de incidencias de conectividad registradas por trimestre
- % de sensores conectados en tiempo real
- Tiempo medio de transmisión de datos desde campo a plataforma

5. Eficiencia hídrica y energética

- Reducción del consumo de agua por hectárea (m^3/ha)
- Reducción del consumo energético asociado al riego (kWh/ha)
- % de explotaciones que aplican riego basado en datos
- Incremento del uso de agua regenerada o desalada (%)
- % de comunidades que aplican tarifas binómicas o inteligentes

6. Impacto económico y productivo

- Reducción del coste del agua para el usuario final ($\text{€}/\text{m}^3$)
- Incremento del valor añadido de los cultivos en zonas digitalizadas
- Retorno de la inversión (ROI) de los proyectos piloto
- % de explotaciones que reportan mejoras en productividad gracias a la digitalización

7. Adopción tecnológica y madurez digital

- Índice de madurez digital del regadío (escala 1–5)
- % de comunidades de regantes que utilizan plataformas interoperables
- % de explotaciones que integran datos de sensores en la toma de decisiones
- Número de soluciones digitales validadas y adoptadas en el territorio

8. Mantenimiento y sostenibilidad del sistema

- % de sensores operativos respecto al total instalado
- Tiempo medio de resolución de incidencias técnicas
- Número de actualizaciones o renovaciones de activos digitales por año
- % de presupuesto ejecutado en mantenimiento preventivo

9. Observatorio de la digitalización del regadío

- Número de indicadores actualizados anualmente
- Número de informes publicados por el observatorio
- Número de *datasets* abiertos disponibles
- % de datos validados y auditados

7.3.3. Evaluación de resultados

El procedimiento de seguimiento y evaluación de los indicadores del Plan de Acción debe ser regular. En función de la capacidad de generación y recolección de datos se debe definir la periodicidad de las tareas de seguimiento del Plan de Acción que pueden materializarse en:

- i. El seguimiento operativo (trimestral/semestral): actualización de indicadores, control de ejecución y mantenimiento de activos digitales.
- ii. Seguimiento estratégico (anual): evaluación global del Plan, revisión de objetivos y publicación de un informe anual.
- iii. Evaluación final: análisis del impacto real del Plan al final del período programado y recomendaciones para futuros ciclos.

8. LA ESTRATEGIA RIS3 PARA LA DISEMINACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

Para expandir el uso de nuevas tecnologías, en un principio se propuso hacerlo mediante sistemas de innovación de 3 hélices: en un primer lugar, la Universidad, quien se encarga de la investigación básica; en un segundo lugar, la Empresa, quien produce bienes y servicios para su montaje y desarrollo; y en tercer lugar, la Administración Pública, quien se encarga de la regulación, normativa, financiación o coordinación-planificación estratégica, entre otros. Posteriormente, se ha incorporado una cuarta hélice que incorpora a la Sociedad: ciudadanos como usuarios finales y beneficiarios, canales de comunicación, concienciación, educación, transparencia, etc.

Por otro lado, si tenemos en cuenta que las comunidades de regantes son organismos adscritos a los Organismos de Cuenca, podrían ser consideradas como una de las 3 hélices iniciales. Lo realmente importante es que la digitalización del regadío se haga teniendo en cuenta las comunidades de regantes y explotaciones individuales, porque ellos son los usuarios finales de la tecnología. Los regantes suponen un pequeño porcentaje de la sociedad y se concentran en zonas rurales, por lo que es muy importante analizar mediante qué canales de comunicación debemos llegar a estos ciudadanos.

También, es de gran importancia definir en cada territorio cuáles son los principales canales de comunicación, creadores de contenido o personas de referencia para comunicar lo que aporta la digitalización del uso del agua en la agricultura. Se deben celebrar jornadas y compartir artículos técnicos, pero sobre todo artículos de difusión que permitan pasar de la investigación a la innovación.

En los proyectos de cooperación y en las jornadas, como se comentó en el análisis DAFO, debe existir un equilibrio entre los participantes del ámbito tecnológico y los beneficiarios de estas tecnologías.

Los que promueven la digitalización

Los usuarios de la digitalización



Figura 15. Categorización de los socios y asociados del proyecto Smart Green Water.

La **Estrategia RIS3** (Estrategia Regional de Investigación e Innovación para una Especialización Inteligente) es un marco de planificación regional orientado a impulsar el desarrollo económico y la competitividad a través de la investigación, la innovación y el emprendimiento, integrando a los agentes del ecosistema regional bajo el enfoque de la cuádruple hélice (administraciones públicas, empresas, academia y sociedad). El origen de estos documentos estratégicos a escala regional se encuentra en la Unión Europea, que busca que las inversiones en investigación e innovación financiadas con fondos comunitarios sean coherentes y maximicen el impacto en el desarrollo económico y social de los territorios.

Las estrategias RIS3 son diseñadas e implementadas por los gobiernos regionales, que definen prioridades de especialización inteligente y retos estratégicos del territorio. Entre estos retos, la mejora de la eficiencia en el uso del agua, la transición ecológica y la digitalización de sectores productivos suelen ocupar un papel destacado.

En este contexto, los territorios del espacio Sudoe podrán adaptar y alinear sus Planes de Acción para la digitalización del regadío con sus respectivas estrategias RIS3, de manera que las actuaciones propuestas se integren en las prioridades regionales de innovación, especialización inteligente y desarrollo sostenible, favoreciendo además la cooperación interregional y la movilización de los principales agentes del sector (administración, universidad, centros de investigación y empresas del sector).

Se considera de interés estratégico que los pilotos desarrollados en este proyecto, u otros relacionados con la digitalización del regadío, sirvan para que lo puedan ver en parcelas próximas los usuarios finales de los regadíos de cada una de las regiones.

9. EQUIPO REDACTOR

El presente documento ha sido elaborado por dos ingenieros agrónomos, ambos con una sólida formación técnica y una trayectoria profesional vinculada al estudio, desarrollo, modernización y digitalización del sector del regadío agrario. La combinación de sus perfiles aporta una visión integral y complementaria, que enriquece el análisis y las propuestas contenidas en este documento.

Ignasi Servià Goixart, cuenta con una amplia experiencia en el ámbito del regadío, habiendo participado durante años en proyectos de transformación y mejora de infraestructuras hidráulicas de Cataluña, así como en iniciativas de digitalización orientadas a optimizar la gestión del agua y los recursos agrarios. Su conocimiento profundo del sector, tanto desde el punto de vista técnico como institucional, ha sido clave para contextualizar adecuadamente los retos actuales y las oportunidades de innovación.

Fernando López Mariño, aporta una perspectiva más orientada a la consultoría estratégica, con experiencia en el diseño e implementación de soluciones tecnológicas aplicadas al sector agrícola. Su participación ha permitido incorporar enfoques alineados con las tendencias actuales en transformación digital.

La redacción del presente documento se ha realizado bajo la dirección técnica de **Ricard Poch Massegú**, técnico de la Dirección General de Regadíos y Espacios Agrarios del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya. Los socios y miembros asociados del proyecto Smart Green Water (capítulo 2) también han colaborado durante distintas etapas en la elaboración de la Estrategia SGW, aportando sus conocimientos temáticos y territoriales.

La colaboración entre diversos técnicos del sector del regadío ha garantizado un enfoque riguroso, equilibrado y orientado a resultados, con el objetivo de ofrecer un documento útil para la toma de decisiones y la planificación de futuras actuaciones en el ámbito del regadío.

10. MATERIAL CONSULTADO

- Estrategia RIS3.

- [Estrategias de Especialización Inteligente de España 2021-2027.](#)
- [Estrategia de Innovación de Andalucía 2020. RIS3 Andalucía.](#)
- [Estrategia de Investigación e Innovación para la gestión inteligente de Extremadura 2021-2027.](#)
- [Estrategia de investigación para una especialización inteligente \(RIS3\) de Castilla y León \(2021-2027\).](#)
- [Estrategia de Especialización inteligente de Castilla – La Mancha. 2021-2027.](#)
- [Estrategia para la especialización inteligente de Catalunya 2030.](#)
- [Estrategia Regional de innovación para una innovación Illes Balears. RIS-3. Illes Balears 2021-2027.](#)
- [Cross-Border Smart Specialisation Strategy of The Galicia-Northern Portugal Euro-region. RIS3T. 2021-2027.](#)
- [Estrategia S3 Aragón. 2021-2027.](#)
- [Estrategia de especialización inteligente de Navarra. Actualización 2021-2027](#)
- [Estrategia de Especialización inteligente de la Comunidad Valenciana. S3-CV 2021-2027.](#)
- [Estrategia de especialización inteligente S3. 2021-2027. Madrid.](#)
- [Estrategia de investigación e innovación para la especialización inteligente y Sostenible de la Región de Murcia 2021-2027.](#)
- [Estrategia de Especialización inteligente \(S3\) de la Rioja 2021-2027.](#)
- [Estrategia de Especialización inteligente de Canarias. RIS 3 ampliada.](#)
- [Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación Euskadi 2030.](#)
- [Regional Innovation Scoreboard 2023. European Commission.](#)

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- Observatorio de la Sostenibilidad del Regadío. [Superficie de regadío y Comarcas agrarias. Mapa general.](#) 2023.
- Observatorio para la digitalización del Sector Agroalimentario. [Análisis del estado de la actualización del sector agroalimentario español.](#) Convenio MAPA-Grupo Cooperativo Cajamar. Mayo 2023.
- Observatorio para la digitalización del Sector Agroalimentario. [Análisis del estado de la actualización del sector agroalimentario español.](#) Convenio MAPA-Grupo Cooperativo Cajamar. Junio 2024.
- Observatorio para la digitalización del Sector Agroalimentario. Artículo. [La transformación digital en la agricultura española.](#) Diciembre 2024.
- Observatorio para la digitalización del Sector Agroalimentario. Sector Agrifood Tech. [Tecnologías, productos y servicios para la transformación digital del sector agroalimentario español.](#) Diciembre 2023.
- Observatorio para la digitalización del Sector Agroalimentario. [Análisis de necesidades y oportunidades asociadas a la digitalización del sector agroalimentario español.](#) Diciembre 2023.

- Observatorio para la digitalización del Sector Agroalimentario. [Diagnóstico y análisis de la situación de partida](#). Abril 2022.
- [Estrategia de digitalización](#). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- [I Plan de Acción 2019-2020](#). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- [Memoria de seguimiento y evaluación del I Plan de Acción 2019-2020](#) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- [II Plan de acción 2021-2023](#) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- [Memoria de seguimiento y evaluación del II Plan de Acción 2021-2023](#) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- [III Plan de acción 2024-2026](#) Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- **Ministerio de Transición ecológica y reto demográfica**
 - Orden [TED/918/2023](#), de 21 de julio, bases reguladoras de la concesión de ayudas por concurrencia competitiva para la elaboración de proyectos de digitalización de comunidades de usuarios de agua para regadío en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PERTE digitalización del ciclo del agua), y se aprueba la convocatoria del año 2023
 - Orden [TED/1148/2024](#), de 18 de octubre, bases reguladoras de la concesión de ayudas por concurrencia competitiva para la elaboración de proyectos de digitalización de comunidades de usuarios de agua para regadío en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PERTE digitalización del ciclo del agua), y se aprueba la convocatoria del año 2023; y por la que se aprueba la segunda convocatoria de subvenciones (2024).
- **Proyectos Sudoe.**
 - I-ReWater: Gestión sostenible de los recursos hídricos en la agricultura de regadío en el espacio Sudoe. E 1.4.1. Analysis of Strategies/Policies for the Use of Reclaimed Water - Sudoe Technical Report April 2025.
 - [Smart Green Water. Resumen de las necesidades de los agricultores en materia de gestión digitalizada del agua. E 1.2.1.](#)
 - [Smart Green Water. Difusión de soluciones innovadoras y desarrollo de capacidades para el riego inteligente. E 1.2.2.](#)
 - Smart Green Water. Plan de Comunicación de proyecto. E 1.6.1.
 - [Smart Green Water. Página Web de proyecto. E 1.6.2.](#)
 - [Smart Green Water. Vídeo de presentación del proyecto SGW. E 1.6.4.](#)
 - Smart Green Water. Newsletter del proyecto SGW. E 1.6.5.
 - [Smart Green Water. Recomendaciones a los usuarios \(regantes y comunidades de regantes\). E 2.5.3](#)
 - [Smart Green Water. Recomendaciones a los creadores de soluciones y proveedores de servicios relacionados con la digitalización del agua en el regadío. E 2.5.4](#)
- **Otros.**
 - [Web PESTLE Analysys](#)

11. ANEJOS A LA ESTRATEGIA

11.1. Anejo I. Antecedentes

- El 24 de octubre de 2024 el gabinete técnico del Departamento d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat de Catalunya adjudicó a NTT DATA el Expediente AG-2024-1609, Asistencia técnica per a l'elaboració del prototip de l'estratègia transnacional Smart Green Water per a fomentar les competències digitals en la gestió del reg agrícola al territori Sudoe (sud-oest de França i Península Ibèrica), en el marc del projecte Interreg-Sudoe "Smart Green Water: difusió de solucions innovadores i desenvolupament de capacitats per a la irrigació intel·ligent" (s1/1.4/f0080), cofinançat pel Fons Europeu de Desenvolupament Regional (Feder), y fecha final de ejecución el 31 de diciembre de 2024.
- Posteriormente, en abril de 2025, el gabinete técnico del Departamento d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació de la Generalitat adjudicó a NTT DATA el Expediente AG-2025-29 "Servei de suport tècnic al personal del DARPA per a l'elaboració de l'Estratègia transnacional Smart Green Water i d'un pla d'acció 2025-2030 per a la implementació a Catalunya d'aquesta estratègia en el marc del projecte INTERREG-Sudoe "Smart Green Water: Difusió de solucions innovadores i desenvolupament de capacitats per a la irrigació intel·ligent".

11.2. Anejo II. Proyectos Interreg Sudoe relacionados con el agua

El programa de cooperación Interreg Sudoe está ejecutando simultáneamente para este periodo 10 proyectos relacionados con el agua. La estrategia de los diferentes proyectos relacionados con el agua debe estar orientada en una misma dirección. Se ha compartido dicha información en un post iagua.

- <https://www.iagua.es/blogs/ignasi-servia-goixart/10-34-proyectos-cooperacion-activos-interreg-Sudoe-son-agua>
 - **ALERT-PFAS:** Estrategia transnacional para detectar y prevenir la contaminación por PFAS.
 - **AQUAPRED:** Sistema de control y prevención de contaminantes en aguas de minero-medicinales mediante IA.
 - **GestEAUr:** GEstión Sostenible y digiTalizada dEl AgUa en entornos Rurales del espacio Sudoe.
 - **I-ReWater:** Gestión sostenible de los recursos hídricos en la agricultura de regadío en el espacio Sudoe.
 - **Phos4Cycle:** Monitorización de fosfatos en actividades agroganaderas para el uso sostenible del suelo y el agua.
 - **RURAL TRANSITION LABS Rural Transition Labs:** Enfoque innovador y sistémico de la adaptación al cambio climático.
 - **SMART GREEN WATER:** Diffusion of Innovative Solutions & Capacity Building for Smart Irrigation.
 - **SOLLAGUA:** Soluciones basadas en la naturaleza (SBN) y 'living labs' para la reutilización rural del agua

- **TARGET:** TerritoriAl stRateGy for watEr scarciTy
- **ThermEcoWat:** Fortalecer la resiliencia de los ecosistemas vinculados con las aguas termales

También se han realizado 3 posts en la web de iagua para ayudar a difundir, entre los agentes del sector del regadío y su transformación digital, diferentes ideas del proyecto Smart Green Water con el objetivo de que rellenaran una encuesta sobre soluciones digitales.

- Presentación de socios y asociados del proyectos SGW.
 - <https://www.iagua.es/blogs/ignasi-servia-goixart/proyecto-smart-green-water-y-otras-relaciones-internacionales-gestion>
- Estudio de caracterización de las herramientas digitales de soporte al regadío, con el objetivo de incrementar la participación de la encuesta.
 - <https://www.iagua.es/blogs/ignasi-servia-goixart/sgw-botella-mar-digitalizacion-agricultura-regadio>

11.3. Anejo III. Actualización de las superficie Regable y Regada, según el Eurostat (26/09/2025)

A fecha 26 de septiembre de 2025, el Eurostat ha publicado las superficie regable y regada de los diferentes países. En la siguiente tabla se presenta a nivel de los 3 países de la zona Sudoe.

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ef_fsi_irri/default/table?lang=en

Algunas conclusiones de la tabla.

- A nivel de superficie regable, no se dispone de datos para Francia, y en el caso de España se registra una pérdida de superficie regable de 175.050 ha.
- A nivel de superficie realmente regada, no se dispone de datos para Francia, y en el caso de España se registra una pérdida de superficie regada en 2023 respecto a 2016 de 335.250 ha, mientras que Portugal registra un incremento de 111.240 ha regadas.
- La proporción de superficie regada respecto el regable presenta valores entre el 85 y 90%, mientras que en el caso de Francia el realmente regada en los 2 últimos años con datos en valores próximos al 50%.

Tabla 6. Serie histórica de la Superficie Regable y Regada de los diferentes países del territorio Sudoe (Eurostat 26/09/2025).

TIME	2005	2007	2010	2013	2016	2020	2023
Irrigable utilised agricultural area							
European Union - 27 countries (from 2020)	14.980.680	14.702.960	15.345.590	15.175.550	16.159.870		
Spain	3.765.130	3.671.340	3.617.920	3.542.780	3.597.080	3.689.050	3.514.000
France	2.706.480	2.670.340	2.341.200	2.811.440	2.690.690	2.881.700	
Portugal	616.970	583.740	540.880	551.760	548.250	614.120	637.340

Tabla 7. Serie histórica de la Superficie Regable y Regada de los diferentes países del territorio Sudoe
(Eurostat 26/09/2025) (continuación)

TIME	2005	2007	2010	2013	2016	2020	2023
Irrigated utilised agricultural area							
European Union - 27 countries (from 2020)		10.215.720	10.030.130	10.184.080	10.130.450		
Spain	3.364.530	3.266.330	3.045.220	2.898.970	3.074.570		2.739.320
France	1.696.370	1.511.730	1.583.610	1.423.640	1.366.510		
Portugal	453.540	421.520	466.330	477.160	474.110		585.350

TIME	2005	2007	2010	2013	2016	2020	2023
% Irrigated vs Irrigable							
European Union - 27 countries (from 2020)		68%	68%	66%	67%		
Spain	89%	89%	84%	82%	85%		78%
France	63%	57%	68%	51%	51%		
Portugal	74%	72%	86%	86%	86%		92%

11.4. Anejo IV. Adaptación y Actualización de los temarios

Es importante la adaptación y actualización constante de los temarios de los ingenieros Agrónomos y resto de titulado relacionadas con la digitalización de la agricultura de regadío. A modo de ejemplo se comparten la distribución de temarios de 2 formaciones relacionadas.

- La Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales; ha realizado en 2025 el V Curso Internacional en Diseño Gestión e innovación en regadío. Los bloques que contempla esta formación son.
 - Bloque 1. Agronomía del riego. (Necesidades de agua y fundamentos de fertirrigación)
 - Bloque 2. Fundamentos de hidrología e hidráulica.
 - Bloque 3. Diseño y Proyectos de sistemas de riego.
 - Bloque 4. Ingeniería del riego. Distribución de redes y balsas.
 - Bloque 5. Innovación en el regadío (Optimización energética, Sistemas de automatización y telecontrol. Teledetección. Riego con recursos no convencionales).
 - Bloque 6. Evaluación ambiental de proyectos de regadío, estudios de seguridad y salud y nuevas tecnologías (Drones, BigData, BIM).
- La Universidad de Córdoba realiza un Máster en Transformación Digital del Sector Agroalimentario y Forestal (<https://digitalagri.es/>) Con la siguiente distribución de materias.
 - Materia 1. Conceptos, técnicas y herramientas para el análisis de datos (I)
 - Materia 2. Conceptos, técnicas y herramientas para el análisis de datos (II)
 - Materia 3. Arquitectura Big Data y Computación en la Nube
 - Materia 4. Análisis de Big Data y Supercomputación.
 - Materia 5. Sistemas IoT y Plataformas de datos
 - Materia 6. Estrategias de sensorización remota.
 - Materia 7. Estrategias de sensorización próxima.
 - Materia 8. Agricultura de Precisión.
 - Materia 9. Inteligencia Artificial aplicada a series temporales

- Materia 10. Trazabilidad y sistemas de apoyo a la decisión en la cadena agroalimentaria
- Materia 11. Prácticas académicas externas.
- Materia 12. Trabajo Fin de Máster.

En el caso de explotaciones individuales también se ha identificado que debe haber un acompañamiento a los responsables técnicos de dichas explotaciones. En más de una entrevista ha salido que se deberían recuperar los servicios de extensión agraria que acompañan técnicamente.

11.5. Anejo V. Cuadro de Indicadores de Innovación Regional de EU (2025)

La Unión Europea dispone de un [Cuadro de Indicadores de Innovación Regional](#) ofrece una evaluación comparativa del rendimiento en investigación e innovación de los Estados miembros de la UE y otros países europeos a nivel regional entre 2018 y 2025. El cuadro de indicadores tiene como objetivo ayudar a los responsables políticos a evaluar las fortalezas y debilidades relativas de sus sistemas de innovación regionales o nacionales e identificar los retos que deben abordar. Todas las puntuaciones del RIS están indexadas al rendimiento de la UE en 2018.

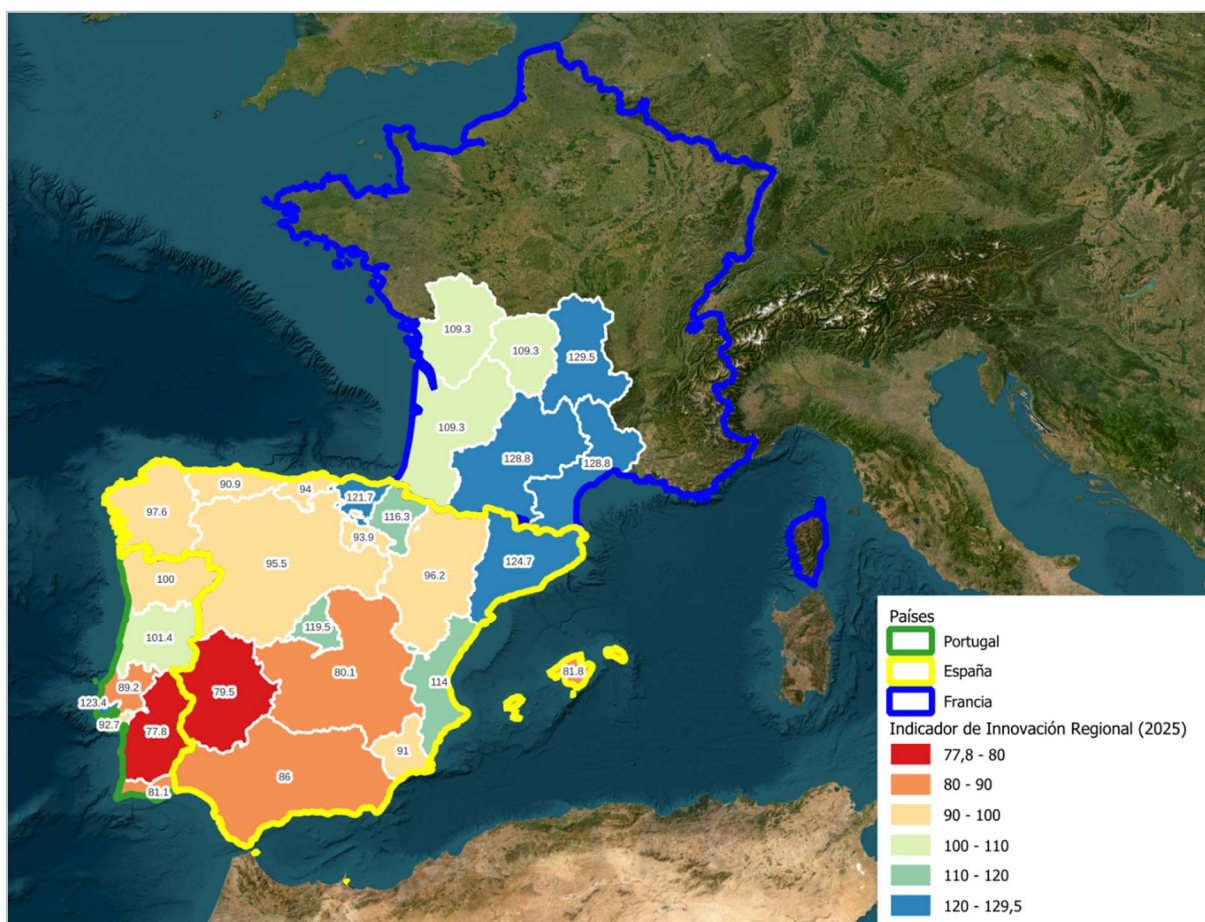


Figura 16. Cuadro de indicadores de innovación regional del territorio Sudoe para el año 2025.

Estos indicadores de innovación regional hacen referencia al conjunto de los diferentes sectores económicos, que a menudo presentan diferencias importantes respecto a la innovación que se realiza en la digitalización de regadío.