

## EL SIG ESPACIO SiAR, UNA HERRAMIENTA DEL MAPA A DISPOSICIÓN DEL REGADÍO ESPAÑOL PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DEL AGUA GRACIAS A LAS IMÁGENES SATÉLITE

Bravo Rubio, R. (1) (P), Escobedo López, C. (2) y Cilleros Fuentetaja, I. (3)

<sup>1</sup> Directora técnica del SiAR. Subdirección General de Regadíos e Infraestructuras Rurales. Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Calle Gran Vía de San Francisco, nº 4-6. 28003. Madrid. Correo electrónico de contacto: [rbravo@mapa.es](mailto:rbravo@mapa.es)

<sup>2</sup> Jefa de Servicio de Información Geográfica. S.G. de Regadíos e Infraestructuras Rurales. D.G. de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal. MAPA.

<sup>3</sup> Responsable de Actuaciones y Proyectos de Ingeniería y Edificación. Gerencia de Ingeniería y Edificación. Grupo Tragsa – SEPI

### Resumen

El Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR), tiene como misión la optimización del uso de agua en el regadío, promoviendo su sostenibilidad económica, social y medioambiental, mediante el asesoramiento a los regantes, facilitándoles información agroclimática relevante y estimaciones de riego. La Subdirección General de Regadíos e Infraestructuras Rurales ha desarrollado el proyecto ESPACIO SiAR, una herramienta webSIG que se integra los datos procedentes de las estaciones SiAR, ubicadas en las principales zonas regables, con las secuencias temporales de los satélites Landsat 8 y Sentinel 2A y 2B. Su objetivo principal es el de realizar un seguimiento mediante teledetección de los cultivos que permita determinar con la mayor precisión posible las necesidades hídricas de los cultivos, para emplear el agua necesaria en el momento preciso. La información obtenida se pone a disposición de forma gratuita y abierta, mediante el visor ESPACIO SiAR en la página web [www.espaciosiar.es](http://www.espaciosiar.es), para un amplio abanico de usuarios potenciales, como son los regantes individuales, gestores de comunidades de regantes, servicios de asesoramiento y la propia administración para la planificación de los recursos hídricos a corto, medio y largo plazo.

### 1- Introducción

El presente trabajo se enmarca en el ámbito de la difusión del sistema de información geográfica webSIG gratuito ESPACIO SiAR, creado por la Subdirección General de Regadío e Infraestructuras Rurales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con el que puede contar el regante para mejorar la eficiencia hídrica y energética, gracias a la información suministrada por el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío, SiAR, y las imágenes de los satélites Landsat 8 y Sentinel 2A y 2B. Se accede a través de la página web [www.espaciosiar.es](http://www.espaciosiar.es) y no requiere la descarga ni instalación de ningún software para su uso, ya que todas las funcionalidades las suministra el propio ESPACIO SiAR.

### 2- El Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR)

La determinación de las necesidades hídricas de los cultivos con la mayor precisión posible es clave para el regadío, con el objetivo de emplear el agua necesaria en el

momento preciso, lo que llevará a un ahorro de agua y energía, y por otra parte, a la obtención de un rendimiento óptimo de los cultivos.

A ello contribuye el SiAR, que es una red creada en el año 1998, a cual está compuesta por más de 450 estaciones agroclimáticas ubicadas en las zonas regables más representativas, cubriendo el 91% de la superficie de regadío española, siendo 361 de ellas propiedad del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Además, en la red se encuentran integradas un total de 103 estaciones de algunas comunidades autónomas que conforman el SiAR. En la figura se muestra la ubicación de las estaciones del SiAR del MAPA, representadas en color azul, y de las comunidades autónomas, en color verde.



**Figura 1.** Mapa de ubicaciones estaciones SiAR.

Existen en la actualidad diversos canales a través de los que se suministra la información generada por el SiAR de manera gratuita, como la página web [www.siar.es](http://www.siar.es) y la aplicación para dispositivos móviles y tabletas *SiAR app*, a los que viene a sumarse *ESPACIO SiAR*, que se ha puesto a disposición del público recientemente para dar respuesta a la necesidad de emplear herramientas digitales en el sector agrario que permitan sacar provecho de los avances tecnológicos.

## 2- Fundamentos

La determinación de necesidades hídricas en el regadío español mediante herramientas basadas en la red SiAR, teledetección y SIG, tienen como objeto contribuir a responder a la demanda de la sociedad y de las instituciones públicas de mejorar eficiencia del uso del agua, potenciando el papel clave que tiene la red SiAR en la mejora de dicha eficiencia.

El conocimiento continuo durante la campaña de riego del coeficiente basal de cultivo  $K_{cb}$  permite monitorizar la transpiración del mismo y, en consecuencia, ajustar las dosis de riego realizando un uso más eficiente del agua y de la energía. Sin embargo, su determinación experimental en campo requiere un costoso seguimiento, que consume recursos temporales, humanos y económicos. Por ello, lo más habitual ha sido recurrir a valores tabulados según cultivo, como los ofrecidos por FAO, para poder determinar el valor más aproximado en el momento concreto de consulta.

La obtención de imágenes del producto  $K_{cb}$  se basa en su relación lineal con el índice de vegetación NDVI (Normalized Differenced Vegetation Index) determinado por teledetección. Este índice se obtiene mediante la combinación algebraica de las

reflectividades en el rojo y el infrarrojo cercano. Su correcta aplicación requiere de una previa corrección atmosférica de las reflectividades para poder ofrecer así valores de NDVI en superficie, escogiéndose una normalización absoluta de las imágenes NDVI en el techo de la atmósfera generadas previamente. Así pues, a través de la relación lineal del  $K_{cb}$  con el NDVI, somos capaces de generar un valor de  $K_{cb}$  por cada pixel de la imagen NDVI, construyendo una evolución temporal que describe la evolución de la cubierta de estudio, lo que se muestra en el visor ESPACIO SiAR (ver figura 2).

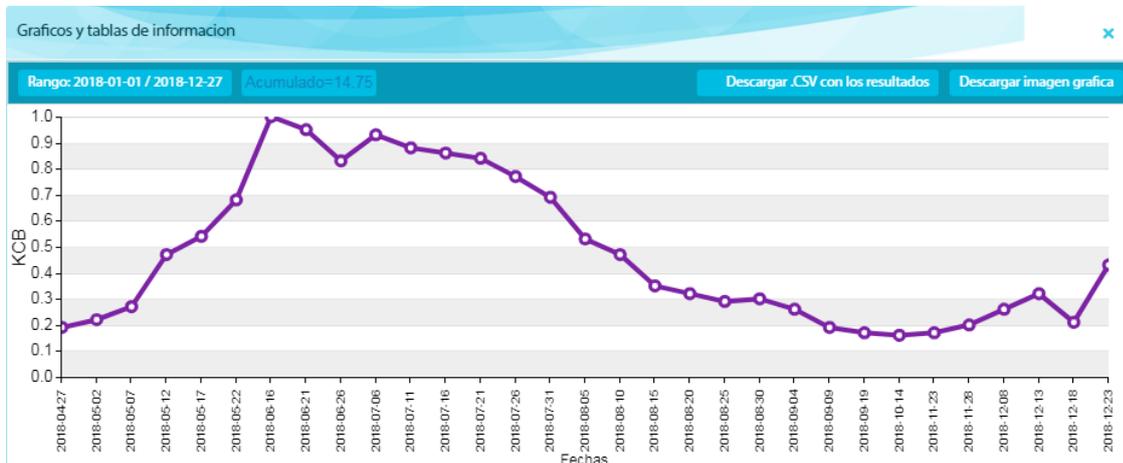


Figura 2. Evolución del  $K_{cb}$  en un cultivo de verano

Gracias a la obtención del valor de  $K_{cb}$  y de la evapotranspiración de referencia que nos suministran las estaciones del SiAR, se puede determinar la evapotranspiración del cultivo y realizar un balance hídrico mediante la metodología descrita en FAO-56, que permita la obtención de las necesidades hídricas de los cultivos.

### 3- Descripción del SIG ESPACIO SiAR

ESPACIO SiAR es un visor geográfico webSIG que permite mostrar toda la información de manera espacial y alfanumérica, permitiendo realizar consultas dinámicas sobre las distintas capas cargadas para un seguimiento del regadío casi en tiempo real.

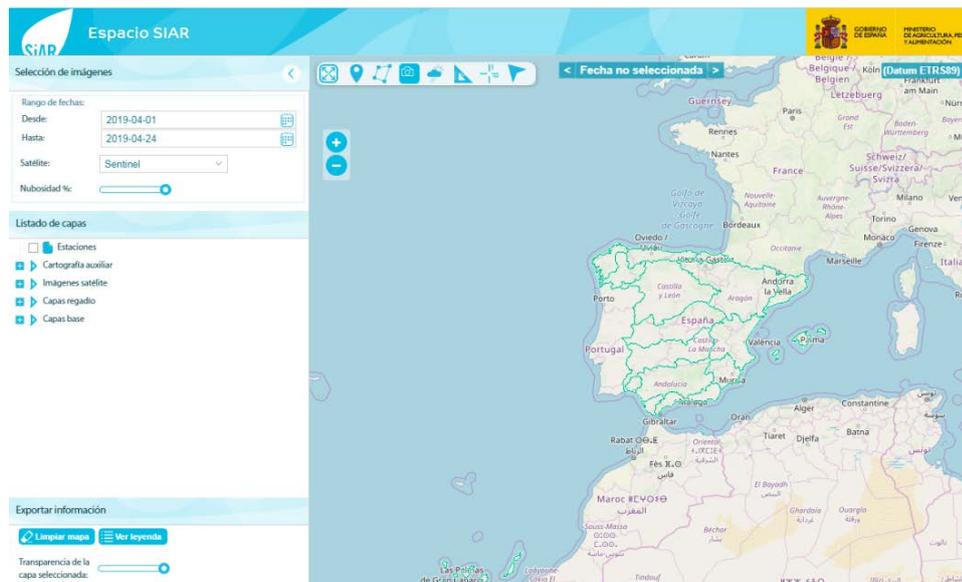


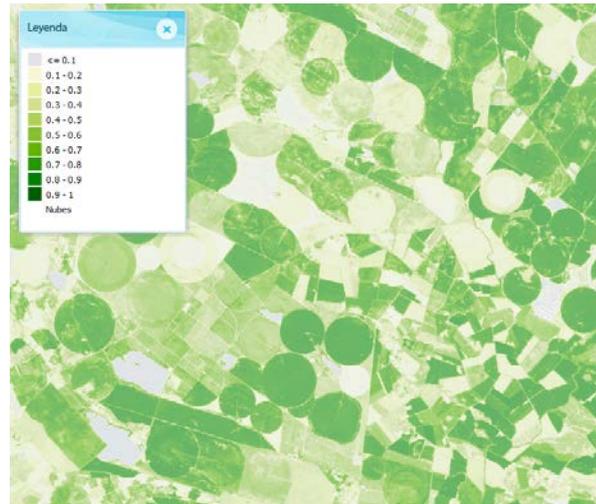
Figura 3. Visor ESPACIO SiAR

Las capas consultables del visor ESPACIO SiAR son las siguientes:

### Imágenes de satélite:

Alimentan el visor de manera continua, estas son la serie temporal de imágenes en composición RGB y sus productos derivados: el índice de vegetación normalizado NDVI y el coeficiente de cultivo basal  $K_{cb}$ .

La secuencia temporal de imágenes de satélite permite realizar la monitorización de los cultivos dentro de España, permitiendo ver la evolución de la actividad fotosintética de su cubierta vegetal a lo largo del tiempo, a través de las imágenes correspondientes y los valores numéricos de las series temporales de NDVI y  $K_{cb}$  en forma de gráficos.



**Figura 4.** Imagen NDVI

Capas de regadío: productos generados a partir del procesamiento de las series temporales de imágenes y datos agroclimáticos, mapas de cultivos en regadío, de variables agroclimáticas y de las componentes del balance de agua en el suelo para el cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos.



**Figura 5.** Mapa de cultivos en regadío

**Estaciones SiAR:** en el visor ESPACIO SiAR se muestra la red completa de estaciones agroclimáticas que forman parte del SiAR del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, mostrándose una ficha con su ubicación, características y últimos datos registrados por la estación (en la figura 6 se muestra el ejemplo de la ficha de la estación del SiAR ubicada en la finca experimental del CENTER, situada en San Fernando de Henares, Madrid).



**Figura 6.** Estación M01: CENTER Finca Experimental

**Capas base y cartografía auxiliar:** capas geográficas que facilitan la localización y visualización del resto de capas consultables. Entre estas capas podemos destacar las ortofotos provenientes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), junto con la fecha de realización de la ortofoto y la visualización del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) del Fondo Español de Garantía Agraria, FEGA.

#### 4- Herramientas de ESPACIO SiAR

El webSIG ESPACIO SiAR cuenta con distintas herramientas que facilitan la visualización de las capas consultables y ofrece información de utilidad para los usuarios. En la figura 7 se muestra la barra de herramientas del visor.



**Figura 7.** Barra de herramientas de ESPACIO SiAR

Dentro de las herramientas podemos destacar las siguientes:

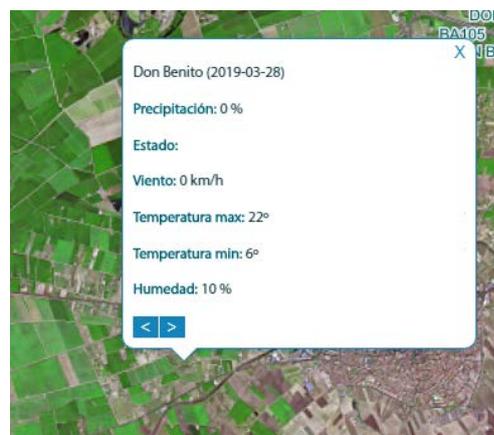
**Herramientas de localización:** facilitan la localización de parcelas y puntos sobre el mapa, disponiendo de distintas herramientas de zoom, búsqueda por coordenadas y búsqueda guiada progresiva.

**Generación de gráficas:** se puede realizar una representación gráfica de las capas consultadas, bien de uno o varios puntos en concreto seleccionados y de uno o varios polígonos, permitiendo realizar un seguimiento temporal de la variable consultada (ver figura 8). Estas gráficas pueden descargarse tanto en formato de imagen como en formato numérico, pudiendo generarse varias gráficas al mismo tiempo.



**Figura 8.** Gráfica necesidades de riego

**Predicción meteorológica:** con el fin de ayudar en la toma de decisiones por parte del agricultor, se pone a disposición de los usuarios la predicción meteorológica a cinco días proporcionada por la AEMET, para el municipio seleccionado (ver figura 9).



**Figura 9.** Predicción meteorológica

**Herramienta de medida:** herramienta de medición de distancia y superficie.

**Navegación temporal entre capas:** la consulta temporal de las distintas capas e imágenes, permite ver la evolución de las cubiertas vegetales, para ello el visor ofrece distintas formas de poder navegar temporalmente entre ellas. La visualización temporal podrá realizarse bien mediante un selector de fechas a través de flechas, que mostrará todas las imágenes dentro del rango de fechas dado o bien a través de la gráfica, seleccionando el punto – fecha en la gráfica que se quiera consultar.

Se ha desarrollado un manual de usuario de ESPACIO SiAR, disponible en la propia página web [www.espaciosiar.es](http://www.espaciosiar.es) (ver figura 10), que recoge toda la información necesaria para que los usuarios aprovechen el gran potencial del visor y puedan descargarse toda la información que necesiten para, posteriormente, integrarla en sus propios sistemas de información geográfica, si es que así lo precisan.



Figura 10. Portal [www.espaciosiar.es](http://www.espaciosiar.es)

## 5- Conclusiones

El SiAR lleva desde su creación, hace ya más de veinte años, ocupando un papel destacado en lo que se refiere a la optimización del uso del agua y de la energía que se realiza en el regadío español y ha incorporado en los últimos años tecnologías punteras como SiAR app y el empleo de la teledetección, para poner a disposición de los regantes y de la sociedad en su conjunto de manera gratuita herramientas que permiten la mejora de la sostenibilidad.

El estudio continuado de las secuencias temporales de Kcb ofrecidas por ESPACIO SiAR, junto con los datos suministrados por el SiAR en tiempo real, permite realizar mejores programaciones de riego al contar con valores directos de Kcb sobre las parcelas, que se traduce en una mejora en la eficiencia del uso del agua y de la energía, además de permitir una planificación adecuada de los recursos hídricos por parte de los gestores del agua, al contar con información espacialmente agregada de la situación y evolución de los cultivos en regadío sobre grandes áreas.

ESPACIO SiAR es una herramienta de gran utilidad para la digitalización del regadío español, tanto en el ámbito de la planificación como en el de la gestión diaria, tanto a nivel institucional como privado, en varias escalas de trabajo.

## 6-Bibliografía

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje nº 56. Roma: FAO. <http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm>

Bravo Rubio, R. (2016). El Sistema de Información Agroclimática para el Regadío: la aplicación móvil como forma de proporcionar la información relevante para el regante. XXXIV Congreso Nacional de Riegos (pp. 137-147). E.T.S. de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Sevilla: Sevilla. <http://dx.doi.org/10.21151/CNRiegos.2016.A17>

Bravo Rubio, R. (2018). SiAR app, la aplicación del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío del MAPAMA: principales elementos y valoración de sus dos años de uso en el regadío español. XXXVI Congreso Nacional de Riegos (pp. 74-84). Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias: Madrid. <http://dx.doi.org/10.25028/CNRiegos.2018.A09>