# Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la gestión integral del regadío

J.F.Ortega Álvarez*
J.M.Tarjuelo Martín-Benito*
C.Neumeister Peguero*

## Introducción

El regadío consume más del 80% del agua, llegando a más del 90% en zonas semiáridas como Castilla-La Mancha. Este hecho, unido a los condicionantes legales (Directiva Marco del Agua –2000/60/CE), ambientales, sociales, económicos, etc., obliga a realizar una adecuada gestión de los recursos hídricos para conseguir un uso sostenible de los mismos.

Las nuevas tecnologías han introducido en el mundo del riego enfoques que hace unos años se consideraban impensables. Los programas informáticos de gestión de regadíos y de redes de riego, la mejora en la regulación y control de las estaciones de bombeo, etc., así como disponer de la información en el tiempo real de los cultivos existentes en las zonas de actuación, son algunas de las cuestiones que las nuevas tecnologías han contribuido a desarrollar.

La teledetección y los sistemas de información geográfica son herramientas de gran interés para la planificación y gestión del regadío, permitiendo realizar un seguimiento de la superficie regada, la distribución de cultivos y estimar el consumo de agua en las zonas regables (Martín de Santa Olalla et al., 2003).

Una adecuada gestión de los recursos hídricos debe considerar, al menos, los siguientes aspectos estructurados en diversas etapas:

- En primer lugar es preciso evaluar tanto la oferta como la demanda en el entorno de aplicación. Este aspecto debe estar en continua revisión y renovación, adecuándose a los condicionantes propios de cada momento y a las exigencias de los diferentes usos.
- Un segundo paso es el de asignar el recurso, total o parcialmente a unos usos y usuarios concretos durante un tiempo determinado, así como prever un sistema de reservas adecuado a la planificación del recurso.
- La asignación del recurso conlleva unas condiciones de uso que es preciso controlar, ya que, al menos en el caso español, se trata de un bien de dominio público, o citando la propia Directiva Marco del Agua (2000/60/CE): "El agua no es un bien comercial como los demás, sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal". Cuando el agua es escasa o existen problemas de calidad debidos a su uso, este control se convierte en un elemento decisivo en el proceso de gestión.



En este esquema de gestión es preciso evaluar, asignar y controlar todos los usos del recurso, pero adquiere gran protagonismo el regadío al ser el que más volumen consume y con una mayor amplitud y dispersión territorial. Por ello, en todas las fases del proceso de gestión descrito, es necesario el manejo de gran cantidad de información y su referenciación espacial y temporal.

Por otra parte, una buena gestión debe cumplir algunos requisitos (Batchelor, 1999):

- Que se conciba de un modo integral, contemplando la existencia y caracte-

*Centro Regional de Estudios del Agua (CREA). Universidad de Castilla-La Mancha

rísticas de los restantes recursos naturales existentes en la zona, como es el suelo, el clima etc.

• Que sea sostenible y equitativa, tanto ambiental como económica o socialmente, de forma que el uso actual pueda mantenerse en el tiempo sin comprometer el disfrute de las generaciones futuras.

• Que sea eficiente, obteniendo el mayor provecho por unidad de recurso empleado.

• Que integre e involucre a la mayor parte de los agentes afectados (Aragonés et al., 1996). Este aspecto cuenta con experiencias positivas y también con importantes fracasos (Campbell, 1994; Blackmore, 1994).

Para contribuir a esta buena gestión de los recursos hídricos es preciso poner a punto una metodología que permita integrar en un Sistema de Información Geográfica (SIG) información procedente de diferentes orígenes, en función de las competencias propias de cada agente implicado. Este SIG será la herramienta básica de gestión en la que se incorporarán las diferentes actuaciones sobre el regadío y el uso del agua (p.e., mejora y modernización de regadíos).

En Castilla-La Mancha el proceso de creación de un inventario de regadíos, caracterizados, georeferenciados, etc., que contribuya una sólida base para la gestión es especialmente complejo debido, principalmente, a lo siguiente:

• La gran amplitud territorial de la región, con casi 8 Mha, y de la superficie regable,que aunque es reducida (11,2% de la Superficie Agraria Útil), porcentualmente mucho menor que las de las CCAA limítrofes, supone más de 450.000 ha distribuidas por todo el territorio regional, aportando el 40% de la producción final agraria de la Región, lo que demuestra su gran importancia económica y social.

• Los ámbitos de planificación son diversos, ya que Castilla-La Mancha es cabecera de cuatro grandes cuencas (Tajo, Guadiana, Júcar y Segura), además de participar de otras (Guadalquivir, Ebro y Duero). La problemática en cada uno de estos ámbitos es diferente, aún cuando en la mayoría de ellos se encuentre caracterizada por la escasez de recursos hídricos, dos sistemas hidrogeológicos del Alto Guadiana (04.04 y 04.06) se encuentran declarados sobreexplotados.

• Más del 60% de los regadíos de Castilla-La Mancha se abastecen de recursos subterráneos, lo cual dificulta todos los procesos de gestión descritos, y muy especialmente su inventario y caracterización.

• Las actuaciones de mejora y modernización de regadíos por parte de la Administración Regional están siendo muy intensas, y es urgente disponer de esta herramienta de gestión.

Cabe destacarse el desarrollo paralelo, desde la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y la Universidad Regional, del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR), puesto en marcha en junio de 1999, ante la gran importancia de plantear estrategias orientadas hacia la sostenibilidad de los sistemas agrícolas de producción regadío (Ortega et al., 2003).

El objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema que permita a la Administración Regional disponer de una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para la gestión eficiente de los recursos hídricos, de acuerdo con la situación actual y las perspectivas futuras de los regadíos de la región.

Las actuaciones concretas se centran en un análisis previo de diagnóstico y evaluación de la situación actual de las zonas regables. En una segunda fase y con aquellas zonas regables en donde exista mayor interés (p.e., regadíos colectivos de iniciativa pública), el sistema permitirá el desarrollo de un plan de evaluación y seguimiento del funcionamiento de las instalaciones de riego y de los recursos hídricos disponibles mediante un análisis de las redes de distribución de agua, etc. de acuerdo a los objetivos de las actuaciones de mejora y consolidación de regadíos.

## Metodología

La información que se pretende integrar en el SIG es:

• Información cartográfica digital que incluye dos niveles: a) identificación de las zonas regables, desarrollado para todos los regadíos de la Región, y b) en los regadíos donde este perfectamente definido (p.e., regadíos de iniciativa pública y otros regadíos colectivos), especificar las características precisas para la identificación de cada una de las parcelas que los integran. Esta información la puede proporcionar el Catastro Rústico Digitalizado (CRD), incluyendo en las bases de datos la información alfanumérica, que ser gestionada por la Administración Regional.

• Caracterización climática regional.

• Información edafológica de las principales zonas regables, como un elemento principal de manejo del riego.



Figura 1. Imagen de verano de un regadío tradicional en Lezuza (Albacete)

- Información procedente de mapas de clasificación de cultivos obtenidos de vistas de campo, encuestas e imágenes aéreas y de teledetección.
- Información referente a los consumos de agua de los cultivos, integrando las actuaciones del SIAR.
- Otra información de interés en función de los objetivos específicos de la Administración Regional (p.e., expedientes de mejora y modernización).

### Recogida y contrastación de la información

Se ha trabajado con todas las fuentes posibles de información, tanto las procedentes de las Administraciones competentes en materia de planificación hidrológica y regadíos, como de los usuarios del agua. Entre las principales fuentes de información utilizadas destacan:

- Plan Nacional de Regadíos (PNR), trabajando con los diferentes documentos técnicos disponibles (PNR, 1997; PNR, 2001).
- Plan Hidrológico Nacional (PHN) en sus diferentes documentos técnicos (PHN, 2000).
- Planes Hidrológicos de Cuenca que afectan a Castilla-La Mancha.
- Encuestas a las Comunidades de Regantes (CCRR) y, en general, comunidades de usuarios.
- Análisis de imágenes aéreas de las principales zonas con superficie regada en la región (**Figura 1**), siendo clave la fecha de las imágenes disponibles para el análisis de la cubierta. En la Figura 1 se pueden apreciar parcialmente el regadío tradicional de la vega de Lezuza (Albacete), próximo al núcleo urbano, identificándose el perímetro regado, con diferencias en el grado de cobertura e índice de vegetación de las parcelas.

Siempre que ha sido posible se ha recurrido a fuentes oficiales de las Administraciones u organismos competentes en la gestión del dominio hidráulico, complementándolos y contrastándolos con otros datos disponibles (CCRR, Comunidad Autónoma, etc.) y con imágenes aéreas (**Figura 1**).

Tabla 1. **Principal información disponible integrada en el SIG de inventario y caracterización de los regadíos de Castilla- La Mancha**

| Tipo | Variables | Descripción |
|---|---|---|
| **Localización** | Administrativa | Término, comarca, provincia… |
| | Hidrográfica | Cuencas, ríos… |
| **Información General** | Superficie regada | Superficie de riego efectivo. |
| | Superficie regable | Superficie susceptible de ser regada |
| | Superficie abandonada | Superficie regable abandonada |
| | Superficie CCRR | S. Regada gestionada por CCRR |
| | S. Regantes Individuales | S. Regada gestionada de forma autónoma |
| | Tipo de declaración | Vía administrativa |
| **Origen del agua** | Origen del agua | Superficial, subterránea, residual |
| | Calidad del agua | Buena, regular, mala |
| | Coste del agua | Fijos y variables |
| | Regulación | Infraestructuras |
| **Tipo** | **Variables** | **Descripción** |
| **Sistema de riego** | Sistema de riego y uniformidad | Aspersión, localizado, superficie |
| | Organización | A turnos, demanda |
| | Dotación | Suficiente, insuficiente |
| **Red de riego** | Red de distribución | Tuberías, tipos de manejo, etc… |
| | Conservación | Buena, regular, mala |
| | Antigüedad | Edad de la red |
| **Cultivos** | Grupos | Tipos de cultivos |
| | Productividad | Rendimientos medios |
| **Consumo** | Necesidades hídricas | Necesidades en función del cultivo |
| | Consumo bruto | Volumen por unidad de superficie |
| **Socioeconomía** | Distribución de la explotación | Tamaño medio de la explotación |
| | Régimen de tenencia | Arrendada, en propiedad… |

En general, para las grandes zonas de riego, y especialmente, en el caso de regadíos colectivos de iniciativa pública, la coincidencia entre las diferentes fuentes ha sido importante. Sin embargo, en pequeños regadíos y en los de carácter privado, las diferencias entre las fuentes son significativas, especialmente en algunas zonas concretas como la cabecera del Guadiana donde los problemas de ordenación de los recursos son muy graves.

En cualquier caso, con la mejor información disponible procedente de fuentes oficiales competentes al respecto y apoyado por las encuestas y datos facilitados por los usuarios, se ha integrado en los sistemas de bases de datos del SIG, al menos, la que se presenta en la **Tabla 1.**

### Sistema de Información Geográfico: diseño y *software* de gestión

Para el tratamiento de la información se utiliza como soporte informático el programa comercial ArcGIS™, por su capacidad para visualizar, explorar, consultar y analizar datos de forma espacial, así como para la obtención de salidas gráficas fácilmente, en forma de mapas, con la única ayuda de un ordenador de sobremesa. Su gran compatibilidad hace que los datos incluidos en distintos tipo de bases de datos (XML, SQL, COM, Access, etc.) se puedan relacionar entre sí. A su vez, se utilizan las nuevas herramientas incluidas en ArcGIS, interrelacionando las bases de datos, "geodatabases", con su capacidad para poder programar en Visual Basic.

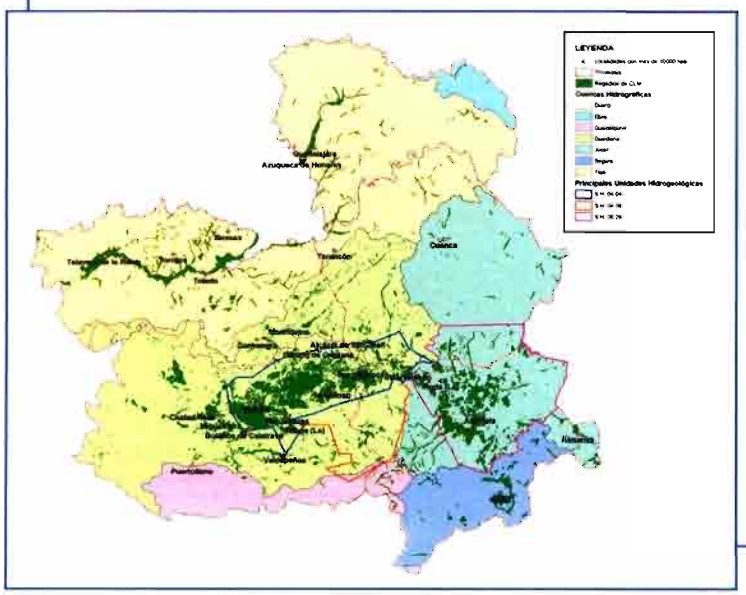
En la realización de la herramienta Inventario y Caracterización de los Regadíos de Castilla-La Mancha se utilizan los tres conjuntos de herramientas que nos ofrece ArcGIS. Se ha utilizado ArcMap, para visualizar, relacionar y analizar los distintos tipos de datos y convertirlos en forma gráfica, en mapas. ArcCatalog ha ayudado a organizar y admi-




**Figura 2. Módulo de gestión informática del SIG: Inventario y Caracterización de los Regadíos de Castilla-La Mancha**

nistrar todos esos datos e incluir los metadatos para una rápida visión de todo el conjunto. Como motor de programación se maneja Visual Basic, ya que ArcGis es compatible y posee utilidades que han ayudado a desarrollar una herramienta más acorde con las necesidades inmediatas de la Administración Regional (**Figura 2**), aunque sin limitar la funcionalidad futura de ArcGis, por otra parte compatible con los sistemas de datos generalmente usados por el resto de las Administraciones.

**Figura 3. Distribución espacial del regadío de Castilla-La Mancha. Ámbitos de planificación y Sistemas Hidrogeológicos sobreexplotados (04.04 y 04.06) o en riesgo de estarlo (08.29)**




La capacidad funcional del módulo de gestión desarrollada (**Figura 2**) es poder realizar una consulta rápida y precisa de la información necesaria para la gestión de las Comunidades de Regantes y de la Administración Regional, destacando, entre otras, la realización de consultas, tanto de forma gráfica como en formato alfanumérico de todas las características de las CCRR, las diversas zonas Regables o las parcelas incluidas en el sistema. Además, se podrán obtener informes impresos de todas las variables que caracterizan una zona de riego (**Tabla 1**).

### Explotación del SIG: Transferencia y agentes implicados

Una vez desarrollada la herramienta, de cara a su operatividad y utilidad de acuerdo con los objetivos perseguidos, debe asegurarse su actualización. En este sentido es muy importante la participación de las CCRR, de modo que no sólo utilicen la información necesaria del SIG que se les transfiera sino que, además, colaboren en su actualización. Paralelamente, las diferentes Administraciones implicadas en la gestión de los recursos hídricos deberían encontrar un punto común sobre la situación de los regadíos, mejorando las diferencias entre las diferentes fuentes y disponiendo de un sistema común sobre el que tomar decisiones.

Las líneas de explotación de este inventario y caracterización de los regadíos de Castilla-La Mancha, con la integración de la mayoría de los agentes implicados, deben ser múltiples, destacando:

- Control y seguimiento de las superficies regadas en Castilla-La Mancha y de sus principales características (dotación, fuente de agua, sistema de riego, actuaciones de mejora, etc.), convirtiéndose en un sistema de ayuda a la toma de decisiones.
- Integración de parte de la información del inventario en el SIAR, así como de información procedente de éste sobre la caracterización de los regadíos. Aspectos como la zonificación climática, la distribución de los diferentes tipos de suelos (con especial incidencia en aquellos que presenten alguna problemática –salinidad, encharcamiento, etc.-), la tarifación del agua, entre otros, deben ser conocidos para mejorar las recomendaciones del SIAR.
- Planes de vigilancia ambiental, en los que se analice el efecto sobre el medio de las actuaciones y manejo de los regadíos de la Región, de modo que sirva de elemento para minimizar su impacto ambiental y contribuir a la sostenibilidad de los usos agrarios del agua. Para poder realizar adecuadamente esta tarea es necesario disponer y poder analizar espacialmente, entre otras, la información sobre las características de los regadíos, de su evolución y de su manejo.

## Resultados

### Superficie regada

La superficie regable total de Castilla-La Mancha es de 455.000 ha, repartidas entre las cinco provincias que la integran y los diferentes ámbitos hidrográficos de planificación (**Figura 3**), definiendo un complejo escenario. Las provincias con mayor superficie regada son Ciudad Real, con más de 175.000 ha legales, afectando a 80 municipios, y Albacete con unas 135.000 ha repartidas entre 76 municipios (**Tabla 2**). Por su parte, es en la cuenca del Guadiana donde se registra más del 50%

del regadío de Castilla-La Mancha (**Figura 3**), en la que los problemas de sobreexplotación, en el ámbito del Guadiana I, son dramáticos.

### Caracterización de los regadíos

En la caracterización de los regadíos se ha atendido, en una primera fase, a una serie de indicadores básicos (climáticos, sociales, económicos, técnicos, etc.). De ellos se destacan algunos especialmente relevantes y diferenciadores de los regadíos castellano-manchegos. Por ejemplo, el origen del agua es fundamentalmente subterráneo, el 65% de los regadíos aproximadamente se abastece de recursos subterráneos (**Figura 4**), contrariamente a lo que sucede en la mayoría de los regadíos. Los aportes de agua transvasada con despreciables y anecdóticos, correspondientes a algunas pequeñas actuaciones puntuales. La explotación de los recursos subterráneos condiciona aspectos esenciales, como un mayor coste del agua, dificultad de control, etc., que condiciona el regadío de grandes zonas colectivas (el 65% de la superficie de riego total) o privadas.

La situación de demanda creciente y la explotación, y en algunos casos sobreexplotación (p.e., SH 04.04, 04.06) del agua subterránea ha originado graves problemas de dotación de los regadíos. El 60% de la superficie regable de Castilla-La Mancha se puede clasificar como infradotada (PNR, 1997 y 2001). Tan solo el 36% de la superficie tiene un nivel de dotación adecuado y los regadíos sobredotados tienen un carácter meramente puntual (**Figura 5**).

Dentro de estas grandes líneas para la caracterización de los regadíos de la Región, deben citarse los sistemas de riego instalados (**Figura 6**). El sistema mayoritario es la aspersión, habiéndose registrado un descenso progresivo y continuado de la extensión regada por superficie, normalmente asociada a regadíos tradicionales, que se sitúa en valores inferiores al 30% del área regable total (**Figura 6**). Paralelamente, se ha producido un incremento de la superficie de riego localizado, goteo principalmente, unida a cultivos leñosos y hortícolas, que ya está próxima al 20%. Así, parece evidente el gran esfuerzo que se ha realizado para disponer de sistemas de riego tecnificados que permitan un uso eficiente del agua. Estos sistemas de riego

Tabla 2. **Análisis provincial de los principales regadíos inventariados**

| Provincia | Superficie (ha) | Municipios con riego | Zonas regables | Comunidades de regantes (CCRR) |
|---|---|---|---|---|
| **Albacete** | 135000 | 76 | 3 | 28 |
| **Ciudad Real** | 175000 | 80 | 9 | 9 |
| **Cuenca** | 45000 | 111 | 6 | 26 |
| **Guadalajara** | 15000 | 94 | 4 | 40 |
| **Toledo** | 85000 | 141 | 12 | 24 |
| **Castilla-La Mancha** | **455000** | **502** | **34** | **127** |

Figura 4. **Origen del agua en los regadíos de Castilla-La Mancha**

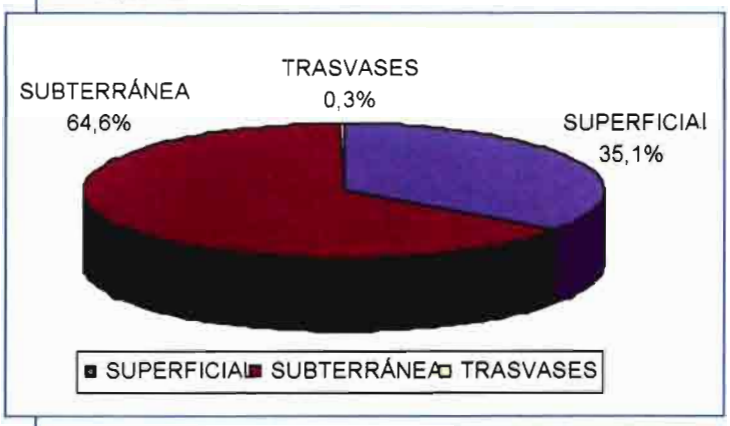



Figura 5. **Dotación de agua en los regadíos de Castilla-La Mancha**

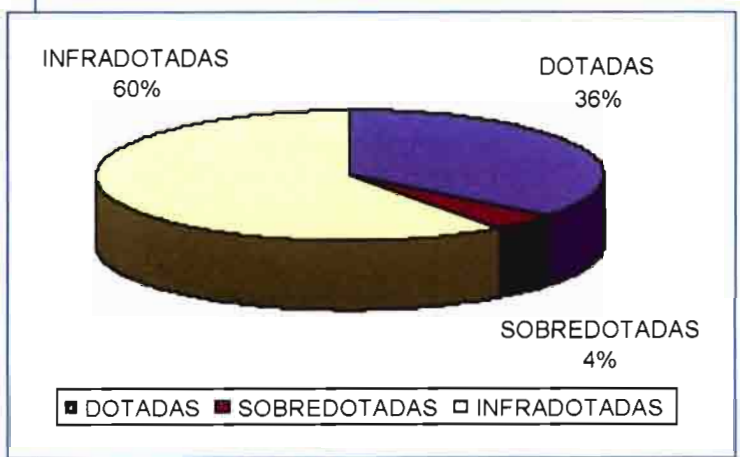



Figura 6. **Sistemas de riego en los regadíos de Castilla-La Mancha**

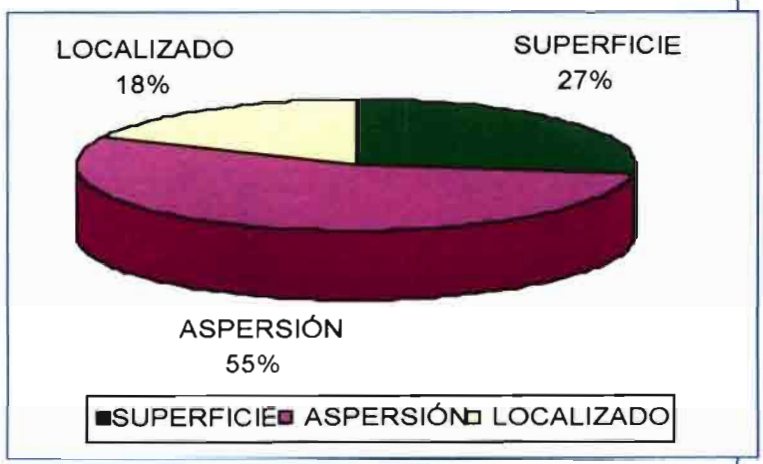
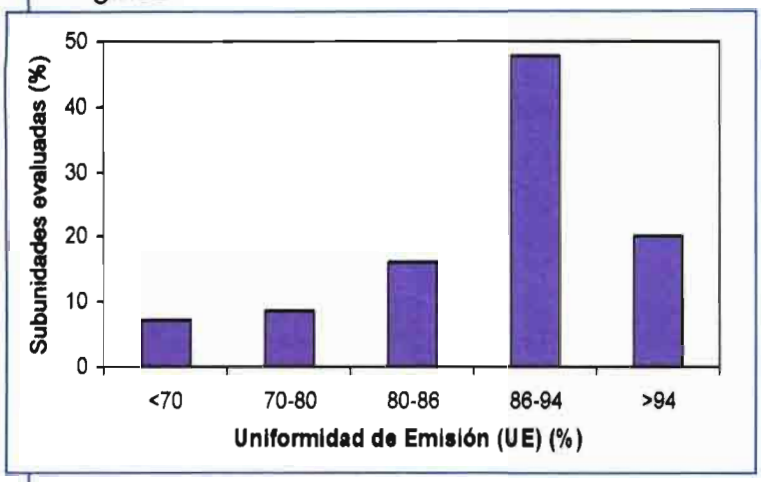


**Figura 7.** Resultados de evaluaciones de riego por goteo




deben ser evaluados y caracterizados desde el punto de vista de su calidad de riego, incidiendo en este aspecto otras iniciativas concurrentes como el SIAR.

Desde el inicio de la actividad del SIAR (1999), se han realizado, prácticamente, 1000 evaluaciones de sistemas de riego distribuidos en las principales zonas regables de Castilla-La Mancha.

En la **Figura 7** se presentan la Uniformidad de Emisión (UE) en riego por goteo, resultado de la evaluación de más de 650 instalaciones. La UE media de más del 75% de los sistemas evaluados es superior al 86%. No obstante, algunas instalaciones deberían mejorar, existiendo diferencias de UE asociadas a diferentes cultivos y cultura del riego (Ortega et al., 2003).

La **Figura 8** muestra los resultados medios obtenidos para sistemas de riego por aspersión. En el caso de cobertura total enterrada, en base a más de 200 evaluaciones, el 40% de las instalaciones tienen un Coeficiente de Uniformidad de Christiansen (CU) superior al 85%, aunque hay un 40% que deben mejorar su CU, ya que es inferior al 80% (**Figura 8a**). La **Figura 8b** recoge el valor del Coeficiente de Uniformidad de Hermann y Hein ($CU_h$) para equipos pivote, habiéndose evaluado más de 100 máquinas; el 35% de ellas con valores de $CU_h$ del 85-90% y más del 70% registran un $CU_h$ superior al 80%. En general, se puede decir que las instalaciones de aspersión presentan valores de uniformidad adecuados que permiten una aplicación eficiente del agua. No obstante existen algunas instalaciones que pueden mejorarse, la mayoría de ellos con actuaciones poco importantes (presión adecuada de trabajo, mantenimiento, etc.). Para estos sistemas de riego, análogamente a lo que sucedía en el caso del goteo, también existen diferencias significativas entre zonas regables, en función de la tradición del riego, la disponibilidad de agua o la rentabilidad de los cultivos.

## Otros resultados de interés para un manejo eficiente del riego

Algunos aspectos abordados en este inventario y caracterización de regadíos son importantes para conseguir un manejo eficiente del riego y, por tanto, para la actividad del Servicio de Asesoramiento de Riegos (SIAR), entre ellos destaca la zonificación climática, como complemento a la red de 43 estaciones agrometerológicas automatizadas, la distribución regional de suelos o las características de las instalaciones de riego.

En base a 164 estaciones disponibles (termopluviométricas y completas), se ha elaborado un análisis espacial de la distribución de la precipitación y, en un primer nivel, de la evapotranspiración de referencia (ETo) estimada por el método de Blaney-Criddle (de Juan et al., 2002). En la **Tabla 3** se detallan los valores mensuales medios, para la estación de riegos, de la precipitación y la ETo en Castilla-La Mancha. Independientemente de su distribución espacial destacan valores anuales medios de ETo elevados (1135,4 mm) y precipitaciones medias inferiores a 500 mm (498,0 mm).

La **Figura 9** muestra la distribución de isolíneas obtenidas para analizar la distribución espacial de las variables anuales estudiadas, precipitación (**Figura 9a**) y ETo (**Figura 9b**). Las diferencias regionales son elevadas, con valores de precipitación anual inferior a 400 mm en gran parte del territorio de Castilla-La Mancha, destacando las zonas donde se concentra la mayor superficie de regadío (**Figura 9a**). Análogamente sucede con el análisis espacial de la ETo (**Figura 9b**).

Los mapas de isolíneas obtenidos para la ETo y la precipitación ponen en evidencia macro-regiones cartografiables (**Figura 9**). Estos mapas han permitido estudiar interrelaciones entre características climáticas que el análisis estadístico clásico difícilmente hubiera detectado. Aunque puedan depender del método de estimación de la ETo, los mapas de isolíneas permiten subdividir la geografía de Castilla-La Mancha atendiendo a diversas características climáticas relacionadas con el balance hidrológico. Así, se ha podido comprobar como las áreas del centro, como el valle del Tajo,

**Figura 8.** Resultados de evaluaciones de riego por aspersión: a) cobertura total enterrada, y b) equipos pivote

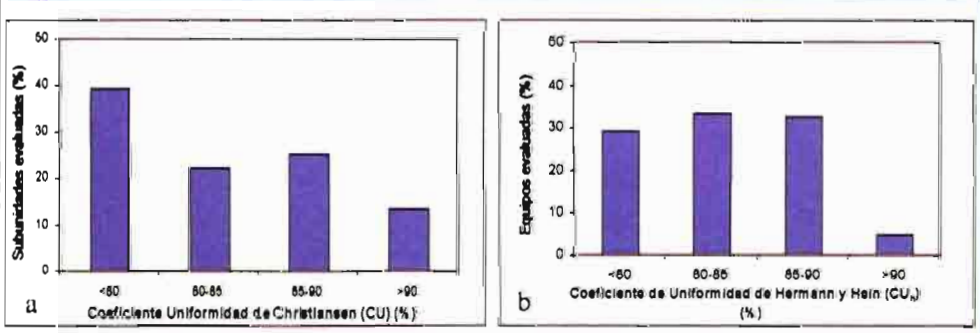


Tabla 3. Variación temporal de la precipitación acumulada y la evapotranspiración de referencia diaria durante la estación de riegos en Castilla-La Mancha

| Mes | Precipitación | | | | Evapotranspiración de referencia (ETo) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Media (mm) | Varianza ($mm^2$) | SD (mm) | CV (%) | Media (mm/d) | Varianza ($mm^2$) | SD (mm/d) | CV (%) |
| Marzo | 39,23 | 329,34 | 18,15 | 46,26 | 2,00 | 0,09 | 0,30 | 15,16 |
| Abril | 52,82 | 182,39 | 13,51 | 25,57 | 2,72 | 0,12 | 0,35 | 12,71 |
| Mayo | 50,69 | 227,58 | 15,09 | 29,76 | 3,95 | 0,18 | 0,43 | 10,76 |
| Junio | 36,77 | 190,82 | 13,81 | 38,08 | 5,85 | 0,26 | 0,51 | 8,70 |
| Julio | 13,50 | 78,10 | 8,84 | 65,47 | 7,10 | 0,22 | 0,47 | 6,67 |
| Agosto | 14,79 | 89,4 | 9,46 | 63,95 | 6,31 | 0,20 | 0,45 | 7,18 |
| Septiembre | 32,26 | 124,02 | 11,14 | 34,52 | 4,18 | 0,11 | 0,33 | 7,82 |
| Octubre | 49,95 | 191,80 | 13,85 | 27,72 | 2,29 | 0,17 | 0,41 | 17,88 |
| Anual | 498,00 | 21800,43 | 147,65 | 29,65 | 1135,38* | 11789,89 | 108,58 | 9,56 |

SD: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; *: ETo anual, mm

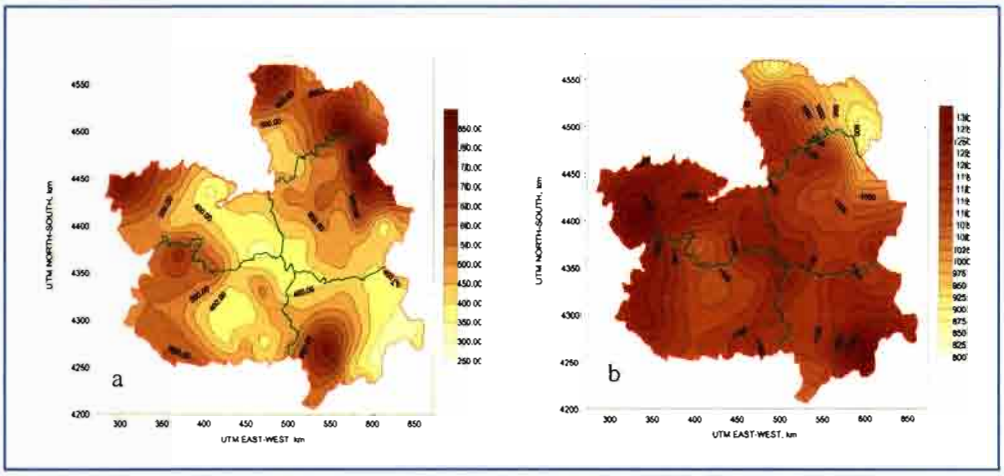
el valle del Guadiana y La Mancha, junto con el extremo del SE de Albacete y la Comarca de Talavera, tienen los valores más elevados de déficit hídrico.

La **Figura 10** recoge, a modo de ejemplo, el mapa de suelos de la provincia de Albacete desarrollado en base a cartografía a escala 1:200000, detallada por medio de la recogida de información local en las zonas regables. Sobre este mapa de suelos se ha incluido el término municipal de Hellín, en la cuenca del Segura, destacando una de sus CCRR, en concreto la de Rincón del Moro, con una superficie de unas 700 ha. En un detalle del mismo se muestra el plano parcelario de esta zona regable de iniciativa pública en base al CRD (**Figura 10**). Mediante el trabajo y análisis conjunto de toda la información disponible en el SIG se puede obtener información inmediata sobre la parcela de cada zona regable: localización, datos catastrales alfanuméricos, características climáticas del entorno, tipos de suelo, ayudas y subvenciones recibidas, etc., de modo que su seguimiento y la gestión del regadío se ve apoyado por herramienta de ayuda a la toma de decisiones.

## Conclusiones

- Es imprescindible poder disponer de herramientas que, partiendo de un inventario georeferenciado y caracterizado de regadíos, permitan ayudar a la toma de decisiones sobre el manejo y la gestión de la demanda agraria de agua, de las infraestructuras de riego, etc.
- Existen diferencias importantes, en función de las fuentes disponibles, en el inventariado y delimitación de las zonas regables. No obstante, estas diferencias son mínimas en los regadíos colectivos de iniciativa pública.
- Gran parte de los regadíos de Castilla-La Mancha se localizan en zonas con graves problemas de escasez de agua, como el Alto Guadiana y la cuenca del Júcar en Albacete (SH 08.29), siendo destacable su infradotación. Además, el 65% de los regadíos de la Región utilizan recursos subterráneos.
- Los sistemas de riego, en general, presentan valores de uniformidad que permiten, con un adecuado manejo, una elevada eficiencia del uso del agua. Sin embargo, en algunas zonas concretas, principalmente donde el agua es más abundante y a un menor coste, sería necesario mejorar los sistemas de riego.
- Es fundamental plantear la transferencia de toda la información posible a los usuarios (CCRR), tanto para su actualización conjunta con las Administraciones competentes como para la propia gestión de estos. En este sentido, parece imprescindible continuar los esfuerzos para la consecución de un inventario claro y actualizado de los regadíos como punto común de gestión y toma de decisiones.

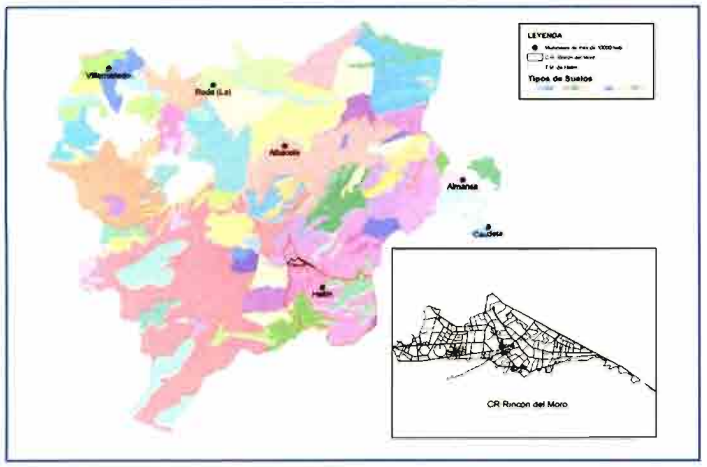
Figura 9. Distribución espacial de la precipitación (a) y de la ETo (b) en Castilla-La Mancha.




## Agradecimientos

Los trabajos del inventario y caracterización de los regadíos de Castilla-La Mancha se están llevando a cabo dentro del Convenio de Colaboración suscrito entre la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y la Universidad de Castilla-La Mancha.

Figura 10. Mapa de suelos de la provincia de Albacete e integración hasta nivel de plano parcelario (CRD) de la CR Rincón del Moro




## Bibliografía


Aragonés, J.M., Codina, J., Llamas, M.R., 1996. Importancia de las Comunidades de Usuarios de Aguas Subterráneas (CUAS). Revista de Obras Públicas 3355, 77-78.

Batchelor, C., 1999. Improving water use efficiency as part of integrated catchments management. Agric. Water Manag., 40, 249-263.

Blackmore, D.J., 1994. Integrated catchments management. The Murray–Darling Basin Experience. Water Down Under Conf. Adelaide, Australia, Vol I: 1-7.

Campbell, A., 1994. Landcare: Communities shaping the land and the future. Allen and Unwin, Sydney, Australia.

De Juan J.A., Ortega J.F., Tarjuelo J.M., Montero F. 2002. Aplicación de la geoestadística a la distribución espacial de la evapotranspiración de referencia y la precipitación en Castilla-La Mancha. ITEA 98, 11-32.

Martín de Santa Olalla F., Calera A., Domínguez A. 2003. Monitoring irrigation water use by combining Irrigation Advisory Service, and remotely sensed data with a geographic information system. Agric. Water Manag. 61, 111-124.

Ortega J.F., de Juan J.A., Álvarez N., Tarjuelo J.M. 2003. Water management: Irrigation Advisory Service (SIAR) in Castilla-La Mancha (Spain). EnviroWater 2003. 6th Inter Regional Conference on Environment and Water: Land and Water Use Planning and management. 3-5 septiembre, Albacete, España.

PHN. 2000. Plan Hidrológico Nacional. Análisis de los sistemas hidráulicos. MMA, Madrid, España.

PNR (Plan Nacional de Regadíos). 1997. Estudio de caracterización y tipificación de los regadíos existentes en la Comunidad Autónoma de Castilla-la Mancha. MAPYA, Madrid, España.

PNR. 2001. Plan Nacional de Regadíos. Horizonte 2008. MAPYA, Madrid, España.



Saleplas COVERLINE



Tecnología

Calidad

Innovación

Servicio



Saleplas sistemas de riego irrigation systems

diseñamos soluciones

Ctra. Toledo Alcazar, km 64 • 45710 Madridejos (Toledo) SPAIN • Tel.: +34 925 46 14 09 • Fax: +34 925 46 15 38 • Email: saleplas@saleplas.es • http://www.saleplas.es