

# Efectos causados por los regadíos en la disponibilidad de recursos hídricos para el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel

A. Vela, M. F. Mejuto, S. Castaño y A. Calera

*mfmejuto@idr-ab.uclm.es*

*Sección de Teledetección y S.I.G.. Instituto de Desarrollo Regional.*

*Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario 02071-Albacete*

## RESUMEN

Durante las dos últimas décadas el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel ha sufrido graves impactos causados por la disminución de las aportaciones de recursos hídricos del acuífero 04.04 "Mancha Occidental". En este trabajo se presentan las conclusiones obtenidas acerca de la relación entre la evolución temporal de la superficie en regadío y la disponibilidad de recursos hídricos para el humedal manchego de Las Tablas de Daimiel. La base de este estudio ha sido la integración en un Sistema de Información Geográfica de datos obtenidos a partir de imágenes Landsat5-TM y de otros datos hidrológicos.

**PALABRAS CLAVE:** Landsat5-TM, clasificación supervisada, humedales.

## ABSTRACT

During the last two decades the National Park of Las Tablas de Daimiel has suffered serious impacts due to the decrease of water supply from the aquifer system 04.04 "Mancha Occidental". In this paper conclusions about the relationship between the temporal evolution of irrigated surface and the availability of water resources for the wetland of Las Tablas de Daimiel are presented. The base of this study has been the integration on a Geographic Information System of Landsat5-TM data and other hydrological data.

**KEY WORDS:** Landsat5-TM, supervised classification, wetlands.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas a los que se ha de enfrentar la administración hidráulica es la compatibilidad entre las actividades socioeconómicas y la protección del medio ambiente. La protección de los humedales, áreas muy sensibles y frecuentemente de gran valor medioambiental, debe de ser uno de los aspectos prioritarios en la gestión de una cuenca.

Una gran mayoría de los humedales continentales está caracterizada por tener los niveles freáticos muy cercanos a la superficie del terreno. Por esta razón, los descensos generalizados del nivel freático suelen causar cambios importantes en su funcionamiento hidrológico (Llamas, 1991). Esto hace que la causa más importante de reducción de zonas húmedas en regiones semiáridas como España y Portugal es la escasez de suministro de aguas subterráneas, en muchos casos debido a la explotación intensiva para fines agrícolas.

En este trabajo se presentan las conclusiones obtenidas sobre las relaciones entre regadíos y régimen hidrológico en el entorno del Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel por medio de la integración en un Sistema de Información Geográfica (SIG) de datos procedentes del análisis de imágenes Landsat5-TM con datos hidrológicos.

## OBJETIVOS

Las metodologías y resultados que se presentan son parte del Proyecto ASTIMwR (Application of Space Techniques to the Integrated Management of a River Basin Water Resources, ENV 4-CT96-0366). Este proyecto ha desarrollado un software en un entorno "amigable" que incorpora capacidades de SIG y de gestión de Base de Datos alfanumérica, dirigido a la gestión de recursos hídricos a escala de cuenca. Dentro de este software se ha desarrollado un módulo específico para la monitorización de humedales.

Uno de los humedales seleccionado como área piloto para el desarrollo de la metodología ha sido Las Tablas de Daimiel. El objetivo en esta zona era conocer las relaciones entre los elementos que



Figura 1. Esquema simplificado de los elementos que influyen en la disponibilidad de recursos hídricos para Las Tablas de Daimiel.

determinan la disponibilidad de recursos hídricos en este tipo de medios (Figura 1). La metodología utilizada combina las capas de información claves para determinar la disponibilidad de recursos hídricos en humedales continentales (Castaño et al, 1999).

## AREA PILOTO: PARQUE NACIONAL DE LAS TABLAS DE DAIMIEL

Las Tablas de Daimiel es uno de los Parques Nacionales españoles, lo que en teoría implica el máximo grado de protección legal posible en España, y tiene 1.675 hectáreas inundables (Álvarez et al, 1996). Se encuentra situado en la confluencia de los ríos Guadiana y Gigüela, y solía comportarse como zona de descarga del acuífero "Mancha Occidental" 04.04 (SGOP, 1979). Sin embargo, este humedal ha pasado de ser una zona de descarga del acuífero a ser una zona de recarga (SGOP, 1984; López-Camacho et al, 1996), como respuesta al descenso generalizado de los niveles freáticos (SGOP, 1991).

El área estudiada (Figura 2) en este proyecto, de 75.775 hectáreas, ha sido utilizada en trabajos previos sobre las afecciones causadas por el consumo de agua para los regadíos a Las Tablas de Daimiel (SGOP, 1984)

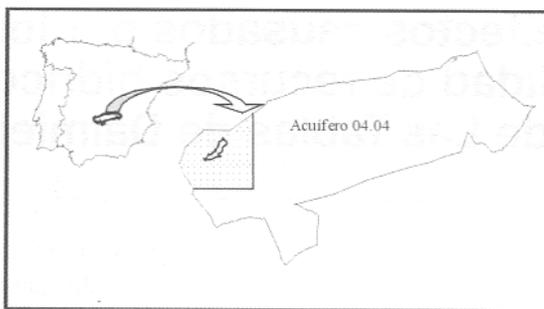


Figura 2. Área de estudio: en la figura se representa el acuífero "Mancha Occidental" 04.04, y dentro de este la zona de estudio de este trabajo y el límite del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel

## METODOLOGIA

Se han generado diferentes capas de información temática. A partir de su combinación ha sido posible generar nueva información evolutiva. A continuación se hace una breve descripción de las mismas:

### 1. Datos de precipitación y de escorrentía

La integración de los datos de pluviometría y de caudales es básica para comprender los niveles de inundación a las Tablas y estudiar los recursos disponibles para el acuífero.

Los datos de precipitación utilizados, pertenecientes a la red del Instituto Meteorológico Nacional, han sido contrastados, homogeneizados y

completados. A partir de estos datos puntuales se han generado mapas ráster por interpolación.

Los datos de escorrentía se han incluido como tablas y gráficos. En estos datos se han incluido los trasvases producidos a la zona de estudio (datos de la Confederación Hidrográfica del Guadiana).

### 2. Evolución de las zonas encharcadas

La superficie inundada ha sido estudiada por medio de imágenes Landsat5-TM. La metodología permite estudiar la evolución de la superficie de agua de forma muy simple. Produce mapas en los que la superficie de agua se obtiene a partir de la siguiente fórmula (modificado de Ángel-Martínez 1995):

$$\text{Superficie inundada} \Rightarrow \frac{\text{Banda 4}}{\text{Banda 3}} - \frac{\text{Banda 4}}{\text{Banda 5}} \geq 0.4$$

### 3. Evolución de la superficie regada

La cuantificación de la superficie regada es fundamental para poder realizar estimaciones del volumen de agua extraído del acuífero. Los mapas de superficies en regadío han sido obtenidos por clasificación supervisada multitemporal de imágenes Landsat5-TM, combinando técnicas de máxima verosimilitud con criterios de decisión en árbol basados en desarrollo fenológico de los cultivos (Martínez-Beltrán, 1999). En estos mapas se han discriminado cuatro clases: regadíos de primavera, regadíos de verano, alfalfa y dobles cosechas. Aplicando las dotaciones medias para la zona suministradas por la Confederación Hidrográfica del Guadiana se obtiene una estimación de los volúmenes de agua consumidos.

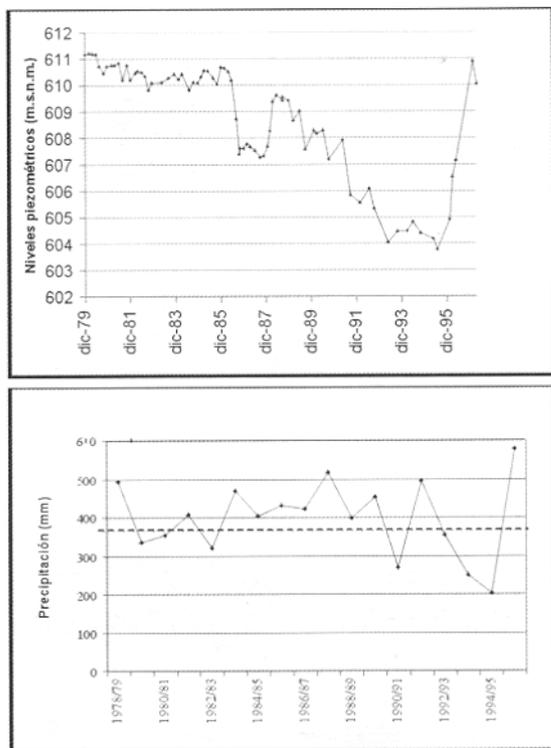
### 4. Niveles piezométricos

A partir de las bases de datos de niveles piezométricos suministrados por la Confederación Hidrográfica del Guadiana ha sido posible la realización de mapas de piezometría. Estos mapas no han podido ser realizados de forma automática, ya que tanto la densidad como la calidad de los datos existentes hacían necesaria la inclusión de criterios hidrogeológicos complejos para que los mapas resultantes tuvieran representatividad. Posteriormente a su elaboración han sido incluidos como capas ráster en el SIG. Los cruces de estos mapas producen mapas de isovariación del nivel freático, muy útiles para comprender la evolución hidrodinámica del sistema.

## RESULTADOS

Los valores de precipitación medios para la zona de estudio son de unos 400 mm al año. El periodo de estudio considerado en el proyecto ASTIMwR (1978/79 1995/96) no es un periodo particular

mente seco, aunque hay algunos años que, considerados por separado si son especialmente secos (25 % por debajo de los valores medios): 1990/91, 1992/93, 1993/94 y 1994/95 (Figura 3).

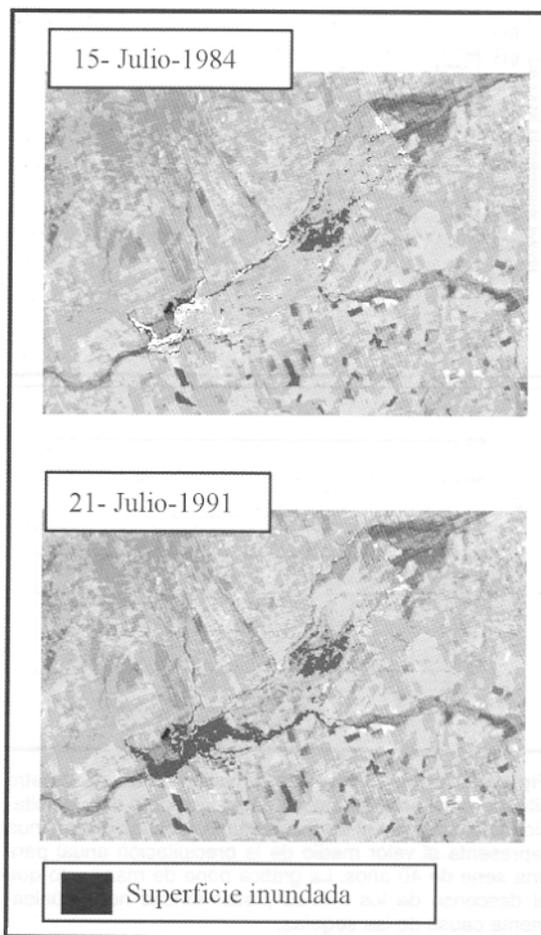


**Figura 3.** Arriba: Ejemplo de evolución de un piezómetro situado en el área de estudio. Abajo: valores de precipitación total anual en el área de estudio. La línea discontinua representa el valor medio de la precipitación anual para una serie de 40 años. La gráfica pone de manifiesto que el descenso de los niveles piezométricos no es únicamente causa de las sequías.

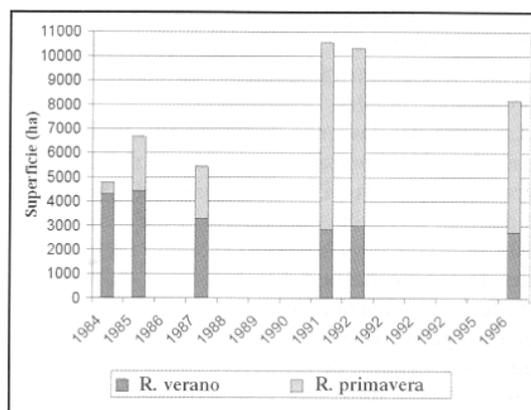
Sin embargo, las afecciones sobre la superficie de agua encharcada en las Tablas son importantes desde 1984 (el primer año del que se dispone de imágenes Landsat-TM). Para este año se observa que, a pesar de tener unos meses de junio y julio con una precipitación que dobla la media de la serie para estos meses, al final del verano la superficie encharcada es muy pequeña (67 hectáreas). Esto se debe a que en este año el nivel freático se encuentra ya desconectado de las Tablas de Daimiel (Figura 4).

Esta situación se agrava año tras año, no siendo ni la construcción aguas abajo de la presa de Puente Navarro ni los trasvases medidas suficientes para mantener la situación original. Incluso en 1996, un año con una precipitación total para la zona de casi 600 mm, se observa que los niveles de encharcamiento descienden rápidamente en cuanto no hay aportes superficiales.

La causa del descenso de los niveles freáticos es la explotación intensiva que se hace del acuífero para fines agrícolas. En 1978, unas 1.500 hectáreas se dedican a regadíos de verano. Desde ese año a 1985 se produce un continuo aumento de los regadíos de verano hasta 4.425 hectáreas. A partir de esta fecha comienza a descender la superficie de-



**Figura 4.** En el tono más oscuro se muestra la superficie de agua detectada. Se observa que la presa de Puente Navarro ha causado cambios en la distribución del agua en el humedal creando una zona inundada de forma persistente aguas abajo.



**Figura 5.** Evolución de las superficies dedicadas a regadíos de verano y a los regadíos de primavera (sólo se han incluido los años para los que se ha podido disponer de imágenes óptimas de primavera).

dedicada a regadíos de verano. Por el contrario, la dedicada a los regadíos de primavera (unas 2.000 hectáreas en 1985) sufre una gran expansión hasta las 7.500 hectáreas de 1991-1992 (Figura 5). Estos valores descienden durante los años de la sequía, y se recuperan casi a los valores de 1991 al terminar la misma.

En 1997 se produce una importante disminución de los regadíos de verano que puede ser debida a los efectos positivos del Plan de Compensación de Rentas Agrarias de la UE.

A partir de los datos analizados se puede concluir:

- El aumento de los bombeos para el sostenimiento de los regadíos ha sido la causa principal del descenso continuo de los niveles freáticos.
- El cambio de cultivos de verano por cultivos de primavera no ha producido ahorro de agua, puesto que los cultivos de primavera han aumentado proporcionalmente mucho más que han disminuido los de verano.
- El volumen extraído en el periodo 1987-90 es mayor que el extraído para 1990-93. Esta disminución de los consumos podría estar explicada por la falta de agua en los pozos debido al descenso de los niveles piezométricos, que ha obligado a los regantes a reducir las dotaciones.
- En 1996 y 1997 se ha producido una importante recuperación de los niveles freáticos, aunque dicho dato debe ser considerado con cautela, ya que muchos de los puntos de medida se hallan en zonas de recarga preferente.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos para la zona de estudio indican que la integración de datos obtenidos a partir de imágenes de satélite con datos hidrológicos convencionales en un SIG es de gran interés para el estudio de la hidrología de humedales.

La recuperación de la dinámica natural de las Tablas de Daimiel no es posible mientras no se produzca un cambio en las prácticas agrarias en la región. No es posible solucionar el problema a largo plazo por medio de trasvases desde otras cuencas.

Las tendencias que se observan en 1997 son esperanzadoras en el sentido de una reducción de los consumos y de unas tasas de recarga superiores a las esperadas a partir de algunos estudios previos.

## BIBLIOGRAFIA

- ÁLVAREZ, M., VERDUGO, M. & CIRUJANO, S. 1996. Geografía y Morfometría. En *Las Tablas de Daimiel. Ecología Acuática y Sociedad*. Álvarez M. & Cirujano S. (Eds.). Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- ÁNGEL-MARTÍNEZ, M<sup>a</sup> C. 1994. *Aplicación de la Teledetección en la localización de superficie de agua*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), Madrid.
- CASTAÑO, S., MEJUTO, M., VELA, A. y QUINTANILLA, A. 1999. Wetland monitoring by the integration of remotely sensed data in a GIS tool. 19th Earse1 Symposium, Valladolid.
- LÓPEZ-CAMACHO, B., BUSTAMANTE, I., DORADO, M. & ARAUZO, M. 1996. Hidrología. En *Las Tablas de Daimiel. Ecología Acuática y Sociedad*. M. Álvarez y S. Cirujano (Eds.). Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- LLAMAS, M.R. 1991. Groundwater exploitation and conservation of aquatic ecosystems. En *Aquifer over exploitation*. I.A.H., Islas Canarias.
- MARTINEZ-BELTRÁN, C. 1999. *Identificación y estimación de superficies en cultivos herbáceos de regadío mediante imágenes Landsat TM en la Mancha Oriental*. Trabajo de investigación presentado en la Facultad de Física de la Universitat de Valencia.
- SERVICIO GEOLÓGICO DE OBRAS PÚBLICAS (SGOP) 1979. *Influencia en ws Tablas de Daimiel de la Extracción de Aguas Subterráneas en la Llanura Manchega*. Informe 11/79.
- SGOP 1984. *Estudio de la explotación de aguas subterráneas en las proximidades del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel y su influencia sobre el soporte hídrico del ecosistema*. Informe interno.
- SGOP 1991. Evolución de las extracciones y niveles piezométricos en los acuíferos de la Llanura Manchega y del Campo de Montiel. Informe 05/91.