

APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN A LA GESTIÓN INTEGRAL DE RECURSOS HÍDRICOS.

Salomón Montesinos y Lucía De Stefano

geosys@ctv.es

GEOSYS, SL. Avda. Pío XII, 92, 2º-4. 28036.
Madrid.

RESUMEN

Aplicación de las técnicas de teledetección a la gestión integral de recursos hídricos (ASTIMwR) es un proyecto cofinanciado por la Dirección General XII (contrato ENV4-CT96-0366) dentro del programa de Medio Ambiente y Clima del Cuarto Programa Marco de la Comisión Europea.

ASTIMwR (Febrero 1997- Enero 1999) es el resultado del trabajo conjunto de ocho organismos europeos, para proporcionar a los gestores de recursos hídricos aplicaciones operativas basadas en datos de Observación de la Tierra.

Los usuarios participantes en el proyecto son gestores del agua de zonas con características muy distintas: Confederación Hidrográfica del Guadiana (55,412 Km², cuenca del río Guadiana en territorio español), INAG (11,600 Km², cuenca del Guadiana en Portugal) y el Consorzio di Irrigazione e Bonifica di Paestum (307 Km² en la cuenca del río Sele, Italia).

A todos estos niveles de gestión, ASTIMwR ha identificado las necesidades: Dónde, Cuándo, Cómo, Cuánto y Por Quién es utilizada el agua. Los gestores de recursos hídricos necesitan herramientas de fácil manejo que les permitan generar información a partir de datos de Observación de la Tierra.

El proyecto ha diseñado e implementado una aplicación informática compuesta por cuatro módulos que abarca: i) cuantificación de las extracciones de agua subterránea, ii) control de la eficiencia de riego, iii) seguimiento de la evolución de zonas húmedas y iv) cartografía de la evapotranspiración.

El sistema desarrollado en ASTIMwR es una aplicación piloto, que abre el camino a nuevos desarrollos basados en las necesidades específicas de nuevos usuarios.

ABSTRACT

Application of Space Techniques to the Integrated Management of river basin Water Resources (ASTIMwR) is a shared-cost project funded by the Directorate General XII (contract ENV4-CT96-0366) within the Environment and Climate Programme of the EC Fourth Framework.

ASTIMwR (February 1997- January 1999) is the result of the joint effort of eight European partners, with the objective of providing water managers with truly operational applications based on Earth Observation data.

The customers involved in ASTIMwR are water managers of areas of very different size: Confederación Hidrográfica del Guadiana (55,412 Km², Spanish part of the Guadiana catchment); INAG (11,600 Km², Portuguese part of the Guadiana basin) and Consorzio di Irrigazione e Bonifica di Paestum (307 Km², Sele river basin in Italy).

At all these management levels ASTIMwR identified that water managers need to know Where, When, How, How much and by Whom water is used. Water managers ask for friendly tools that help to generate useful information from E.O. data.

The ASTIMwR project has implemented a user-friendly computer application, composed of four independent modules dealing with: i) groundwater extraction control, ii) irrigation performance monitoring, iii) analysis of wetlands evolution and iv) evapotranspiration mapping.

The ASTIMwR application is a pilot system, which is expected to open the way to further developments on the specific requirements and characteristics of other Water Management Authorities.

Palabras clave: Gestión de recursos hídricos, Aguas subterráneas, Eficiencia de riego, Evapotranspiración, Zonas húmedas.

OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto ASTIMwR ha sido poner la información generada a partir de datos de Observación de la Tierra al alcance de los gestores de recursos hídricos, sin necesidad de que éstos deban ser expertos en teledetección, tratamiento digital de imágenes o Sistemas de Información Geográfica.

El proyecto se ha llevado a cabo gracias a la colaboración entre ocho organismos de cuatro países europeos, que han aportado su experiencia y su conocimiento, tanto en la gestión del agua, como en las aplicaciones de las técnicas de teledetección espacial.

i) la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Guadiana es una unidad técnica encargada de la gestión del dominio público hidráulico, del control del régimen de usuarios, de la calidad de las aguas y de la hidrología de la cuenca del Guadiana en territorio español:

iii) el Consorzio di Irrigazione e Bonifica di Paestum-Sinistra Sele (SINSELE), es el equivalente a una Comunidad de Regantes española, de la provincia de Salerno (Italia). Sus competencias abarcan la gestión de la distribución del agua, la planificación de nuevas obras hidráulicas y la búsqueda de la máxima eficiencia de riego en el área regable de Paestum.

GEOSYS S.L., ha sido el responsable del módulo de medida y evaluación de las extracciones de aguas subterráneas con destino a riego, ii) el IDR (Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla- La Mancha) ha sido el encargado del seguimiento de la evolución de humedales; iii) el SC-DLO de la Universidad de Wageningen en Holanda, el responsable de la cartografía, a nivel de cuenca, de la evapotranspiración y iv) el Instituto de Hidráulica de la Universidad de Nápoles (UNAP) ha implementado el control de la eficiencia de riego en colaboración con el SC-DLO.

Como zonas piloto para realizar el estudio se han escogido la cuenca del río Guadiana (55.412 Km² en territorio español y 11.600 Km² en Portugal) y el área regable de Paestum, con una extensión de 307 Km², en la vertiente izquierda del río Sele (Italia).



El estudio se ha llevado a cabo en tres fases: Definición, Desarrollo metodológico e Implementación del sistema (figura 2).

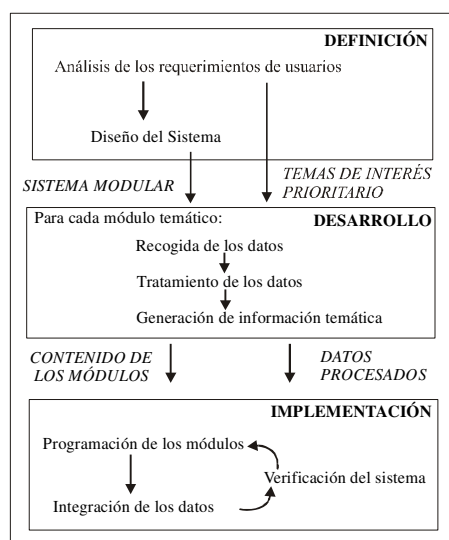


Figura 2.- Diagrama de las actividades del proyecto.

La medida y evaluación de las extracciones de agua subterránea con destino al regadío, responde a la necesidad, derivada de los preceptos de la Ley de Aguas, de ejercer, anualmente, el oportuno control sobre el régimen de explotación, de los acuíferos sobreexplotados. La metodología utilizada se basa en la integración de la superficie de los cultivos en regadío identificados a partir de imágenes multispectrales de alta resolución, con el límite de los aprovechamientos inscritos en el Registro de aguas Privadas de la Cuenca (Montesinos 1990) y (Montesinos y López-Camacho 1991a).

En el seguimiento de la evolución de zonas húmedas se han analizado los factores que influyen en el equilibrio hídrico de los humedales. Para ello se han relacionado los datos meteorológicos y piezométricos de la zona con los cambios producidos en la superficie inundada y en los usos del suelo en los últimos 20-25 años, no en vano el primer satélite de la serie Landsat se lanzó en 1972, aunque las primeras imágenes disponibles de la cuenca del Guadiana que se han podido utilizar son de 1978 (Fernández *et al.* 1996), (Vela *et al.* 1998), y (Montesinos y López-Camacho 1991b).

El control de la eficiencia de riego tiene como objetivo optimizar el uso de agua a escala de zona regable, evaluando la eficiencia de la distribución del agua con respecto a las necesidades de los cultivos y detectando las deficiencias del sistema de distribución. Este control se cuantifica con tres índices de eficiencia de riego o IP (*Irrigation Performance Indices*), que se calculan a partir de la integración de imágenes multispectrales con el volumen de agua consumido, y con datos meteorológicos y edafológicos (Azzali *et al.*, 1991) y (Santini, 1992).

La cartografía de la evapotranspiración se ha basado en la aplicación del modelo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) Bastiaansen (1995) y Pelgrum y Bastiaansen (1995), modificado para mejorar su operatividad y su aplicabilidad en regiones semiáridas. Los datos de evapotranspiración se obtienen a escala de cuenca hidrográfica utilizando imágenes de baja resolución espacial (NOAA-AVHRR) y a escala de zona regable a partir de imágenes multispectrales de alta resolución (LANDSAT TM).

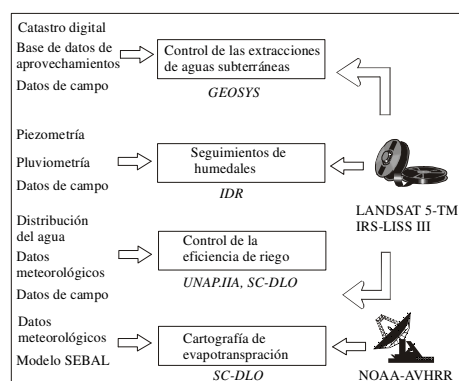


Figura 3.- Esquema de los módulos temáticos contemplados en el proyecto ASTIMwR.

CONCLUSIONES

ASTIMwR ha permitido trasladar las técnicas de teledetección desde el campo de la investigación básica a un contexto operativo, permitiendo evaluar la capacidad que tienen los datos de Observación de la Tierra, en la actualidad, en la solución de problemas reales relacionados con la gestión de recursos hídricos.

ASTIMwR ha hecho posible canalizar esfuerzos y especialidades muy distintas al servicio de los gestores del agua. Así mismo, ha permitido profundizar en el conocimiento de la problemática ligada a los recursos hídricos en la cuenca mediterránea, constituyendo una base sólida para el estudio del agua en las regiones áridas y semiáridas.

El proyecto ASTIMwR ha sido el primer proyecto piloto que ha finalizado sus trabajos dentro del área de Centro de Observación de Tierra del Cuarto Programa Marco de la Comisión Europea.

Más detalles del trabajo y de los resultados científicos del proyecto pueden verse en el Final Report (ASTIMwR 1999).

BIBLIOGRAFIA

L.A. 1986. *Legislación de Aguas*. Editorial Tecnos s.a., Madrid.

ASTIMwR 1999. *Application of Space Techniques to the Integrated Management of basin Water Resources*, Final Report. DG XII. Bruselas.

Azzali, S., Menenti, M., Meuwissen, Y.J.M. and Visser, T.M.N. 1991. *Application of remote sensing technique to map crop coefficients in an Argentinian irrigation scheme*, in *Advances in Water Resources Technology*. Ed. G. Tsakiris. Balkema. Rotterdam.

Bastiaanssen, W.G.M. 1995. *Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain*. Ph.D. Thesis. Wageningen Agricultural University.

Fernández, M., Castaño, S. y Vela, A. 1996. *Consideraciones sobre la gestión de los recursos hídricos y su situación en Castilla-La Mancha*. Ensayos, Albacete, no. 11: 217-226.

Montesinos, S. 1990. *Teledetección: su utilización en la cuantificación y seguimiento de recursos hidráulicos aplicados al regadío*. Informaciones y Estudios, SGOP, Madrid, no.51.

Montesinos, S. y López-Camacho, B. 1991a. *La Teledetección en la evaluación de la extracción de aguas subterráneas*. 9ª Conferencia Internacional sobre Hidrología General y Aplicada, SMAGUA'91, Zaragoza, 265-272.

Montesinos, S. y López-Camacho, B. 1991b. *Estudio mediante teledetección de los efectos derivados del plan de Regeneración Hídrica del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel*. 9ª Conferencia Internacional sobre Hidrología General y Aplicada, SMAGUA'91, Zaragoza,

Pelgrum, H. and Bastiaanssen W.G.M. 1995. *Determination of the regional surface energy budget of the EFEDA grid*. Interne mededeling 331, DLO-Winand Staring Centre. Wageningen. The Netherlands. pp.50.

Santini A. 1992. *Modelling water dynamics in the soil-plant-atmosphere system for irrigation problems*. *Excepta*, No. 6, Milano.

Vela, A., Calera, A., Mejuto, M.F., Castaño, S., y Ruiz, J.R. 1998. *Application of remote sensing techniques to the evaluation of water consumption*. *Proceedings of SPIE Europto Series*. Volume 3499. pp. 58-69.

Agradecimientos: Los autores quieren mostrar su más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, con su trabajo, esfuerzo y dedicación, han permitido llevar a cabo el proyecto ASTIMwR: A. Mendes, I. Guilherme, y J.P. Avillez (INAG); A. Perdigão (IHERA); S. Castaño, A. Quintanilla, A. Vela, y M. Fernández (IDR); A. Meijerink, J. de Meijere, H. De Brouwer, G. Parodi, y W. Li Chung (ITC); M. Menenti, J.C. de Zeeuw, S. Azzali, C. Jacobs y B. Su (SC-DLO); M. Arpino (SINSELE); A. Santini, G. D'Urso y M. Boss (UNAP.IIA); José Ramón Aragón y Emilio Luna (Confederación del Guadiana); y R. Manzano, G. Martínez y C. Montesinos (GEOSYS S.L.).