

LOS DATOS DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA EN LA PLANIFICACION TERRITORIAL DE LAS ISLAS MEDITERRÁNEAS. PROYECTO ISLA.

Santiago Castaño (*), Salomón Montesinos, Angeles
Domínguez y Bernard Denore (**)

geosys@ctv.es

(*) *Instituto de Desarrollo Regional. Campus
Universitario. 02071 Albacete.*

(**) *GEOSYS, S.L. Avda. Pío XII, 92, 2º-4. 28036
Madrid.*

RESUMEN.

En las islas mediterráneas el agua es un recurso natural escaso, lo que unido a la existencia de un turismo y una agricultura de regadío muy desarrollados, hace que la presión ejercida sobre los reservas de agua, superficiales y subterráneas, sea extrema. Ante esta situación, es imprescindible llevar a cabo una gestión integral del territorio y de sus recursos hídricos que permita una mejor distribución de los mismos.

Las técnicas de adquisición y gestión de datos a partir de imágenes de satélite, ofrecen la posibilidad de generar información fiable y actualizada, a un coste económico bajo, en comparación con las técnicas convencionales (encuestas, campañas de campo, fotografía aérea, etc.) para la planificación y gestión del territorio.

La Comisión Europea, consciente de la necesidad de investigar el uso de los datos de Observación de la Tierra en un contexto operativo, ha cofinanciado varios proyectos dentro del área CEO (*Centre for Earth Observation*) del Programa de Clima y Medio Ambiente del IV Programa Marco de I+D. Uno de estos proyectos: ISLA - *Land and Water Management in Mediterranean Islands using Earth Observation Data*, ha sido aprobado en 1998 y supone la consolidación de un Programa de trabajo iniciado en 1994, por la Junta de Aguas de Baleares y GEOSYS, S.L., con objeto de conocer la superficie, distribución y evolución de los cultivos en regadío en las islas Baleares y la posibilidad de liberar recurso con destino al abastecimiento .

Palabras clave: Desarrollo sostenible, Planificación Territorial , Gestión de recursos hídricos.

ABSTRACT.

In the Mediterranean islands, limited water supplies combined with highly developed tourism and irrigation agriculture lead to extreme pressures on surface and ground water. An integrated approach to the management of land and water is needed in order to assume the sustainability of existing resources.

New techniques for satellite data acquisition and management can provide a relatively cost-effective and efficient means of generating accurate information on water use and availability when compared with traditional techniques (questionnaires, field data, air photos, etc.).

The European Commission, recognising the need to develop such techniques in an operational environment, has co-financed several projects within the framework of the IV Environment and Climate Programme. One of these: ISLA - *Land and Water Management in Mediterranean Islands using Earth Observation Data*, was approved in 1998 represents a consolidation of a Work Program developed between GEOSYS, S.L and the Junta de Aguas de Baleares since 1994.

Key words: Sustainable development, Integrated management, Water resources management.

INTRODUCCIÓN.

Las islas del Mediterráneo suponen un paraíso natural donde el turismo se ha desarrollado hasta resultar una de las actividades económicas más importantes que, sin embargo, entra en conflicto con las actividades tradicionales, como la agricultura en regadío. Este es el caso de las islas de Mallorca y Creta, donde la escasez de recursos hídricos crea situaciones límite ante las que los gobiernos han de buscar soluciones, en ocasiones, muy costosas (en las islas Baleares, se han gastado más de 2.000 millones de pesetas al año para llevar agua en barco desde la Península hasta Palma de Mallorca).

En los últimos años, son muchos los esfuerzos realizados para controlar la demanda de agua, pero han sido las técnicas de Observación de la Tierra, las que han abierto nuevas posibilidades de futuro, facilitando una mejor planificación de los recursos naturales del territorio.

No obstante, el manejo de dichas técnicas requiere, de momento, un conocimiento detallado de programas informáticos y metodologías, que los gestores y planificadores no están interesados en

adquirir. Por tanto, es necesario diseñar y desarrollar herramientas de carácter "vertical" que acerquen estas técnicas al usuario final a través de la solución de problemas reales y concretos.

En septiembre de 1998 dió comienzo un proyecto cofinanciado por la Comisión Europea para el desarrollo de un Sistema de Información que facilite la planificación y gestión territorial en el contexto y la problemática del área mediterránea. El proyecto, denominado ISLA (ENV4-CT98-0759), tiene un plazo de ejecución de 24 meses (hasta septiembre del año 2000).

ANTECEDENTES.

En el año 1994, la Junta de Aguas de Baleares puso en marcha un Programa para utilizar las técnicas de Teledetección como fuente objetiva y actualizada de datos territoriales y; los Sistemas de Información Geográfica como el entorno más adecuado para el manejo de los datos de satélite y su integración con otros tipos de información.

Este Programa de trabajo surgió ante la necesidad de contar con información objetiva y fiable que permitiera contrastar y actualizar las cifras sobre la superficie en regadío existente en las Islas Baleares, ya que estudios anteriores realizados mediante técnicas convencionales (encuestas y estadísticas de campo) mostraban una gran disparidad entre sí.

Como parte de los primeros proyectos, la Sección de Estudios de la Junta de Aguas de las islas Baleares, se equipó con un sistema de Información Geográfica (ILWIS-*Integrated Land and Water Information System*) que permite manejar de forma integrada la información gráfica y alfanumérica disponible en formato digital (Junta de Aguas de Baleares, 1994).

Los resultados obtenidos en estos proyectos (MONTESINOS Y BARÓN, 1998), tanto por su grado de fiabilidad como por su coste económico, así como la línea abierta por el proyecto europeo ASTIMwR (ENV4-CT96-0366) en el desarrollo de herramientas verticales para abordar problemas concretos en la gestión del agua en zonas áridas y semiáridas, condujeron a la presentación de la propuesta ISLA al IV Programa Marco de I+D de la Unión Europea.

OBJETIVOS DE ISLA.

El objetivo del ISLA es el diseño, desarrollo e implementación de un Sistema de

Información que facilite la planificación y gestión de los recursos en las islas mediterráneas. Todo ello, basado en las necesidades reales de los usuarios y en la información aportada por los datos de Observación de la Tierra. El sistema consta de módulos específicos basados en una interfaz de usuario.

AREAS PILOTO.

Como zonas piloto para el desarrollo del sistema se han seleccionado la isla de Mallorca (España) y el área oriental de la isla de Creta (Grecia), claros ejemplos de desarrollo económico basado en el turismo frente a las actividades agrícolas tradicionales (Figura 1). Ambas actividades compiten por los recursos existentes, principalmente, agua y suelo.

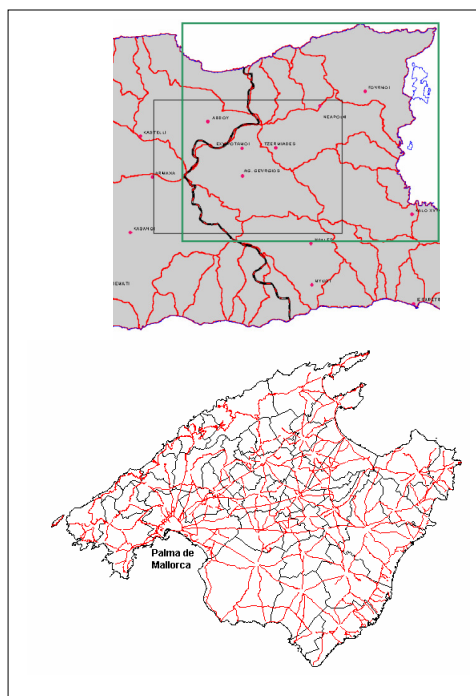


Figura 1.- Localización de las áreas piloto.

Estas islas, por su situación geográfica, clima, desarrollo económico y características hidrogeológicas, representan dos ejemplos significativos y complementarios en la cuenca mediterránea:

- Recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, escasos. Mientras en Mallorca el 90% del agua es extraída de los acuíferos, ya que prácticamente no existen cursos de agua permanentes; en Creta la mayor parte del agua se almacena en embalses y en los cuerpos de nieve existentes en las montañas de la isla.
- Alta demanda de agua durante la estación seca. Mallorca y Creta se caracterizan por un incremento estacional de la población muy acusado como consecuencia del turismo.
- Conflicto de intereses entre los usuarios del agua, turismo y agricultura, que no desean sufrir restricciones de ningún tipo.
- Necesidad de una gestión integrada del agua y del suelo que permita mantener el nivel socioeconómico actual de las islas, planificando la actividad agrícola y teniendo en cuenta las necesidades del sector turístico.

El proyecto ISLA considera además, la localización de nuevas fuentes de agua para Mallorca (surgencias marinas) y Creta (recursos navales) para su posterior aprovechamiento.

METODOLOGÍA.

La metodología seguida en el proyecto comienza , en una primera fase, con el estudio detallado de las necesidades de los usuarios.

Cuatro módulos temáticos básicos han sido identificados: i) gestión integral de tierra y agua, ii) balance global, iii) estimación de recursos navales y iv) detección de surgencias submarinas como fuente alternativa de agua dulce. Para todos ellos la fuente principal de datos serán imágenes de satélite.

Una vez identificadas las necesidades del usuario y documentadas las técnicas que han de aplicarse a cada uno de los módulos, en una segunda fase, se lleva a cabo el diseño del Sistema de información. Éste incluye una descripción detallada de todos los “inputs” y “outputs”, así como las funciones, cálculos y relaciones entre ellos. Posteriormente, se procede al desarrollo de la herramienta informática y su implementación en los usuarios.

DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS DE ISLA.

El cálculo del balance global de agua se realiza para obtener una estimación de la relación entradas-salidas de agua en los sistemas

hidrogeológicos. Se elabora un modelo de balance hídrico basado en los datos de precipitación y evapotranspiración, calculados a partir de imágenes de satélite. Debido a la variable temporal de estos parámetros, es necesario disponer de medidas muy frecuentes, por lo que, los satélites NOAA y METEOSAT resultan ser los más indicados para obtener este tipo de datos. Además de los parámetros meteorológicos, es necesario conocer una serie de aspectos del territorio, que son tenidos en cuenta por el modelo de balance global. Estos son: usos del suelo, tipos de suelo, pendiente, red de drenaje y geología (litología y fracturación).

La localización de surgencias submarinas en Mallorca y la estimación de la descarga de agua en ellas, se realiza a partir de los datos proporcionados por la banda térmica del satélite Landsat, sensor TM (*Thematic Mapper*). Como verdad terreno, se utilizan imágenes obtenidas mediante el sensor aerotransportado *Daedalus* con una configuración técnica eminentemente térmica. Se propone que tanto las imágenes aerotransportadas como las de satélite sean obtenidas a principios de la estación cálida. La detección de estas surgencias se basa en el hecho de que el agua dulce subterránea, procedente del interior de la isla, presenta una temperatura prácticamente estable durante el día y a lo largo de todo el año, mientras que la temperatura del agua del mar varía según la hora del día y la estación del año, produciéndose las mayores diferencias entre una y otra, en verano. Por otra parte, la menor densidad del agua dulce con respecto al agua salada, hace que la primera tienda a ocupar los estratos altos, próximos a la superficie del mar, produciendo importantes gradientes de temperatura y permitiendo que sean detectados por la banda térmica del sensor Landsat TM.

La estimación de recursos navales se lleva a cabo utilizando imágenes de sensores radar (SAR) y ópticos. A partir de imágenes Landsat TM y NOAA es posible cartografiar la extensión de la cobertera de nieve sobre el terreno, permitiendo además, realizar una clasificación de la calidad de la nieve, así como detectar el momento en que comienza el proceso de deshielo. Por otra parte, de las imágenes captadas por sensores que operan en el rango de las microondas, es posible realizar medidas como: la profundidad de la nieve, su densidad y granulosidad, la cantidad de agua (por fusión de nieve) contenida en la nieve y la rugosidad de la superficie. A partir de estos datos proporcionados por las imágenes de satélite, junto con el modelo digital del terreno y los parámetros climáticos como temperatura, humedad, presión, insolación y precipitación; es posible definir un modelo de escurrimiento que permite calcular la

cantidad de agua equivalente. La resolución temporal del modelo, dependerá de la frecuencia de actualización de los parámetros climáticos y la cartografía de la superficie nevada.

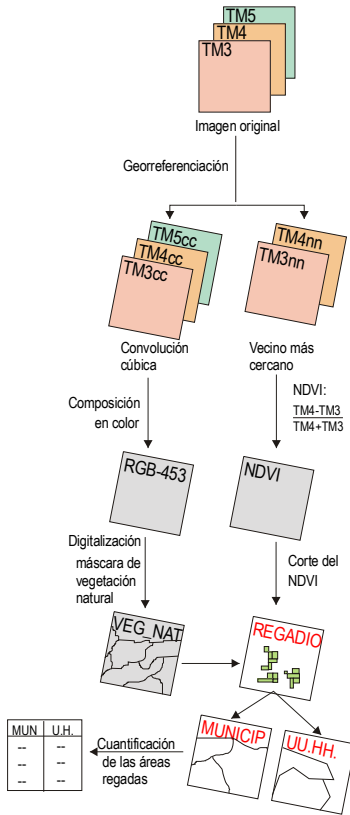


Figura 2.- Tratamiento digital de las imágenes de satélite para la localización y estimación de la superficie en regadío.

Finalmente, para la gestión integral de tierra y agua, se utilizan las imágenes de satélite para actualizar los mapas de usos del suelo y cuantificar las superficies en regadío. En este caso, se sigue la metodología ya aplicada en los proyectos realizados por la Junta de Aguas de Baleares. El tratamiento de las imágenes para el seguimiento y cuantificación de las superficies regadas puede verse en la figura 2. Además, en este módulo se contempla la generación de una base de datos relacional que incluya datos geográficos y numéricos de especial relevancia en la planificación del territorio: parcelario, incluyendo los datos referentes al propietario, número de pozos en explotación y características de dichos pozos; redes principales y secundarias de distribución de

agua, situación de los núcleos urbanos y estadísticas de población residente y estacional, red de calidad del agua; etc. Asimismo, la base de datos cuenta con una historia de regadío para cada parcela, en la que se almacena la evolución de las superficies regadas por hitos (periodos de tiempo significativos), con el fin de poder establecer una estrategia de incentivos, acorde con la historia de explotación de cada parcela y propietario, para el abandono de riego y la vuelta a una agricultura tradicional, sin introducir nuevas tensiones de carácter socioeconómico: migración al sector terciario, abandono de zonas rurales, desertificación, generación de núcleos marginales de población, etc.

BIBLIOGRAFÍA.

Caves, R., Turpin, O., Nagler, T. and Miller, D. 1998. The role of Earth Observation in snowmelt runoff monitoring from high latitude basins: SAR aspects. *Proc. Of IGARSS '98 IEEE catalog Nr. 98CH36174.*

Junta de Aguas de Baleares. 1994. *Evaluación mediante Teledetección de la superficie en regadío existente en la Isla de Mallorca durante los años 1985 y 1994.* Inédito.

Junta de Aguas de Baleares. 1995. *Evaluación mediante Teledetección de la superficie en regadío existente en la Isla de Menorca e Ibiza durante los años 1985 y 1994.* Inédito

Montesinos, S. y Barón, A. 1998. Evaluación de superficies en regadío en las islas Baleares a partir de datos de observación de la Tierra. *Actas del XVI Congreso Nacional de Riegos.* Mallorca.

Rosema, A., Roebeling, R., Peters, S., Garrido, S., de Bruin H.A.R., Saraber, M.J.M., Roozkrans, J.N., Garcia, F., Kok, K., Stolle, F. and Bronsveld, M.C. 1994. *Assessment and monitoring of desertification in the Mediterranean area (ASMODOE), final report, summary.* Project EV5V-CT91-0029. European Commission, Directorate General for Science, Research and Development (XII), Programme in the field of Environment, Topic IV.3.