

CLASIFICACION DE IMAGENES LANDSAT TM PARA LA ESTIMACIÓN DE SUPERFICIES DE REGADÍO EN LA VEGA BAJA Y CAMPO DE ELCHE, UNIDAD HIDROGEOLÓGICA 07.24, (ALICANTE)

J.C. Gumiel, V. Fabregat, C. Antón-Pacheco, G. Ramos, E. Sánchez.
c.pacheco@itge.mma.es

Instituto tecnológico Geominero de España. Ríos Rosas 23. 28003 Madrid

RESUMEN

Se presenta el trabajo realizado para la estimación de las superficies de regadío en la Vega Baja y Campo de Elche (Alicante). Esta actividad se enmarca en los trabajos de carácter hidrogeológico que el Instituto Tecnológico y Geominero de España está realizando en la zona. La discriminación de las superficies regadas se ha realizado mediante técnicas de clasificación digital de dos imágenes Landsat TM registradas en primavera y verano. La utilización combinada de estas imágenes ha permitido discriminar cítricos, especies arbóreas de hoja caduca, cultivos de huerta y herbáceos. Los resultados obtenidos se han utilizado para estimar los retornos de riego en el modelo matemático que se está elaborando para simular el funcionamiento hidrogeológico del acuífero.

Palabras clave: Imágenes Landsat TM, Clasificación digital, Cultivos de regadío.

ABSTRACT

In the framework of an hidrogeological study in La Vega Baja and Campo de Elche (Alicante), Landsat TM data have been used to map irrigation field surfaces. Two different date images have allowed improving the digital classification of the data. Citrus, deciduous fruit trees, vineyards and crop fields were discriminated despite the moderate spatial resolution of the Landsat data. The availability of the multitemporal data and the rapid obtention of results make this method very adequate to estimate water consumption for irrigation. These data permit to calculate the irrigation water return into the aquifer.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista hidrogeológico, en la Vega Baja del Segura se desarrolla un complejo sistema acuífero que almacena grandes volúmenes de agua subterránea y que actúa como colector de los aportes de otros sistemas adyacentes. En la actualidad existe un potencial de explotación de los acuíferos de la Vega Baja muy superior al que ha habido tradicionalmente, no solo para riego agrícola sino para el aprovechamiento de determinados niveles de aguas salobres en proyectos de desalación a escala industrial.

El Instituto Tecnológico y Geominero de España está realizando un estudio hidrogeológico de la zona sur de la provincia de Alicante mediante un convenio de asistencia técnica con la Diputación Provincial de Alicante. Entre los datos necesarios para la realización del modelo matemático para simular el funcionamiento hidrogeológico del acuífero, hay que considerar el retorno por infiltración de agua de riego. Esta información puede deducirse a partir de las superficies de regadío, utilizando un coeficiente asignado en función de las características del suelo y la dotación de agua aplicada a los diferentes tipos de cultivo.

La Vega Baja del Segura y Campo de Elche, situadas en la provincia de Alicante, son comarcas de gran interés agrícola, con una superficie total del orden de las 52000 ha de cultivo de regadío, principalmente cítricos, huerta y alfalfa además de otros como frutales y parrales.

Con el objetivo de cuantificar las superficies de los diferentes tipos de cultivo de regadío que hay en cada una de las celdas del modelo, se ha considerado la utilización de imágenes Landsat TM para obtener esta información de una manera rápida y objetiva, con la posibilidad y ventaja adicional de poder mejorar y actualizar estas superficies periódicamente con el tratamiento de imágenes sucesivas.

La zona de estudio está incluida en la Unidad Hidrogeológica Vegas Media y Baja del Segura (U.H. 07.24) y se reparte entre la Cuenca del Júcar y la Cuenca del Segura. Se trata de niveles acuíferos constituidos por el relleno aluvial asociado al río Segura y depósitos coluviales cuaternarios, litológicamente formados por gravas y arenas entre un conjunto predominantemente arcilloso, con una distribución horizontal y vertical muy heterogénea que puede alcanzar los 250 m de espesor.

A grandes rasgos, este conjunto de materiales alberga dos acuíferos principales, uno libre superficial de poco espesor y otro cautivo profundo, que puede presentar varios niveles. Aguas abajo de la línea Callosa-Benijófar, el acuífero profundo presenta un espesor más reducido. Por otra parte, existen acuíferos asociados a niveles carbonatados alóctonos del Trias y que constituyen las sierras de Orihuela y Callosa.

METODOLOGÍA

La mayor parte de los estudios que se realizan con imágenes de teledetección para la determinación de superficies de cultivo utilizan una metodología de toma de segmentos muestrales distribuidos estadísticamente. En la primera fase del estudio que aquí se presenta, no se ha utilizado este método ya que cuando empezó a elaborarse el trabajo no se disponía de fotografía aérea actualizada. En esta primera etapa, se ha realizado la fotointerpretación de distintas combinaciones de bandas e índices de vegetación con el fin de determinar los distintos tipos de cultivos de regadío presentes en el área de estudio. Una vez definidos los polígonos de control de los cultivos considerados, se han aplicado distintos algoritmos de clasificación y se han evaluado los resultados con datos de campo. Posteriormente se han cruzado los datos obtenidos en la clasificación con la malla 1000 x 1000 m del modelo matemático del acuífero con objeto de facilitar los valores estimados para cada una de las celdas.

En una segunda fase, se utilizarán segmentos de 500 x 500 m definidos a partir de la fotografía aérea, recientemente adquirida por la Diputación de Alicante, de una manera dirigida y con una tasa de muestreo del 3% que va a permitir contrastar los resultados así obtenidos con los de esta primera fase.

TRATAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES

Entre las imágenes disponibles del área de estudio, se han seleccionado dos cuartos flotantes de imágenes Landsat TM de marzo de 1997 y agosto de 1998. Ambas fechas resultan complementarias para discriminar cultivos permanentes y cultivos temporales.

Como base cartográfica se han utilizado las hojas topográficas del Servicio Geográfico del Ejército (escala 1:50000) y del Instituto Geográfico Nacional (escala 1:200000). Se han digitalizado los límites provinciales, términos municipales, comunicaciones, núcleos de población, red hidrográfica y límite del

sistema acuífero.

Las imágenes se han corregido geométricamente mediante puntos de control homólogos entre imagen y los mapas topográficos a escala 1:50000. Se ha aplicado un polinomio de segundo grado que ha permitido un ajuste con un error medio del orden de un pixel (30 m). El método de transformación utilizado ha sido el del vecino más próximo. Posteriormente los valores radiométricos se han normalizado con respecto a la imagen de marzo.

En las Figuras 1a y 1b aparecen las combinaciones de bandas TM453 (r,v,a) de las imágenes de primavera y verano respectivamente, para el área correspondiente al sistema acuífero. En la composición de la imagen de primavera se observa una mayor superficie ocupada por cultivos de huerta y herbáceos (maíz, alfalfa, trigo), en avanzado estado de crecimiento en esta fecha. La imagen de verano ha permitido discriminar las distintas especies de hoja caduca (granados, higuera), que en la imagen de primavera no era posible reconocer puesto que en esta época la contribución del suelo es importante en estos campos de frutales. El parral da una respuesta muy alta en la imagen de verano puesto que es cuando alcanza su máximo desarrollo. En ambas imágenes, pueden establecerse diferencias en los cítricos en función de la relación copa/suelo (Lopez-Soria, S, 1998).

La superposición de los índices de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) de cada una de las imágenes ha permitido establecer la máxima superficie regada en ambas fechas,

Los componentes brillo, verdor y humedad de la transformación Tasseled Cap de las imágenes proporcionan información relevante respecto al estado fenológico y a la humedad del suelo. Las parcelas de huerta y de cultivos herbáceos presentan valores altos en los componentes verdor y humedad debido al pleno desarrollo de la planta y a un riego continuo en estas épocas. Por otra parte, parcelas con valores altos en brillo y humedad, corresponden a campos en transformación con un estado fenológico de nascencia y riego continuo. Los cítricos con relación copa/suelo alta y media pueden diferenciarse por los valores de verdor. En ambos casos presentan valores de humedad menores en primavera que verano.

CLASIFICACION MULTIESPECTRAL

En una primera etapa se han realizado clasificaciones de tipo ISODATA, utilizando todos los canales, a excepción del térmico, tanto de las dos imágenes por separado como del conjunto de ambas. A partir de los 29 clusters obtenidos y de su

identificación mediante fotointerpretación de las imágenes mencionadas en el apartado anterior y de los datos de campo, se han establecido 50 polígonos de control correspondientes a 25 clases, de las que 14 corresponden a distintos cultivos de regadío.

En función del grado de cubierta de los cítricos, se han definido tres categorías diferentes: cítricos1 y cítricos2, con cubiertas del 70-80% y 50% respectivamente, y una clase denominada transformación que corresponde a campos de cítricos recién plantados, con recubrimiento inferior al 30%. Se han tomado polígonos de las distintas especies arbóreas caducas (almendros, granados, higueras), parrales, chumbera, huerta, cereal (maíz, trigo), palmeral, invernadero y girasol.

Independientemente de las áreas regables se han tomado también parcelas de control de monte bajo, matorral, suelos desnudos (canteras, campos abandonados), bosque y vegetación del saladar húmedo de la Laguna del Hondo.

A partir de estos polígonos, se ha generado una clasificación supervisada (Figura 2) utilizando un algoritmo mixto paralelepédico y de máxima probabilidad de las imágenes de primavera y verano. Para la verificación de los resultados de la clasificación se han utilizado 80 puntos tomados aleatoriamente, obteniéndose la matriz de confusión correspondiente.

Los cítricos1 y cítricos2 se discriminan bien, obteniéndose un acierto del 85% para los primeros y del 83 % para los segundos. La clase de transformación da peores resultados (75%) al mezclarse con almendros, campos abandonados y suelos desnudos dada la alta exposición de suelo que presenta esta clase. Las parcelas de huerta y alfalfa, y los cereales dan un porcentaje de acierto del 88% y 66% respectivamente. Los palmerales, que en algunos casos se mezclan con bosques de coníferas, tienen un acierto del 80% al igual que los invernaderos. Por otra parte las especies arbóreas caducas se han unido en una sola clase ya que a efectos de dotación de riego son muy similares.

La clasificación supervisada realizada a partir de los 6 componentes principales de las dos imágenes no mejora los resultados de la clasificación obtenida con las doce bandas originales.

RESULTADOS

Para suavizar la salida cartográfica, se ha utilizado un filtro modal que mejora la exactitud de la clasificación al eliminar las anomalías de celdilla por efecto de borde (Pinilla, C. 1995). El resultado se ha cruzado con el fichero correspondiente a la malla del modelo matemático del acuífero con el fin de calcular

la distribución areal en hectáreas para cada celda del modelo. Las superficies calculadas para cada una de las categorías de la clasificación figuran en la tabla 1.

| CLASE | ha |
|---------------------------------|--------------|
| Invernadero | 227 |
| Palmeral | 2859 |
| Cítricos | 16188 |
| Transformación | 12945 |
| Herbáceos y Oleaginosas | 1282 |
| Vid (Parral) | 248 |
| Hoja caduca (Granado, Higueras) | 1181 |
| Huerta y Alfalfa | 6029 |
| Almendro | 210 |
| Total | 41169 |

Tabla 1.- Superficie en ha de las clases obtenidas en la clasificación digital.

CONCLUSIONES

La superficie total de regadío (41169 ha) calculada con las imágenes Landsat TM es muy similar a la obtenida por otros autores en la misma zona (Quintanilla, et al 1997) y a la estimada mediante técnicas convencionales (ITGE y Diputación de Alicante, 1996).

La imagen de verano ha permitido discriminar las especies arbóreas de hoja caduca de los distintos campos abiertos y en transformación. Los cítricos se han podido diferenciar en ambas imágenes hasta en tres categorías según su estado de desarrollo. Los cultivos de huerta pueden diferenciarse bien según el estado de crecimiento de la planta.

La utilización de imágenes multitemporales es muy útil para la estimación de superficies de regadío en zonas agrícolas muy dinámicas. Dada la complejidad y tamaño de las parcelas en el área de la Vega Baja y Campo de Elche, la moderada resolución espacial de las imágenes Landsat TM limitan la obtención de resultados más precisos.

AGRADECIMIENTOS

A la Excmá Diputación Provincial de Alicante por la documentación aportada para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ITGE y Diputación de Alicante, 1996, Estudio de los recursos de agua salobre en la zona sur de la provincia de Alicante. Memoria del Proyecto. 298 p.

- López Soria, S. 1998, El proyecto piloto del registro cítrico de España: una aplicación operacional de la teledetección en agricultura. Ordenación del territorio y medio marino. V Reunión científica de la Asociación Española de Teledetección. pp 621-633.

- Pinilla, C., 1995, Elementos de Teledetección. Editorial Rama. 311 p.

- Quintanilla, A; Castaño, S; García-Consuegra, J; Navarro, E; Monstesinos, S., 1997, Aproximación al estudio de la evolución temporal de la superficie de regadío en la cuenca del Río Segura mediante técnicas de teledetección y SIG. Teledetección usos y aplicaciones. V Reunión científica de la Asociación Española de Teledetección. Un. Valladolid. pp 39-46.