

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LOS NIVELES DE AGUA EN LA LAGUNA DE GALLOCANTA (ZARAGOZA-TERUEL)

M^a P. GARCÍA RODRÍGUEZ, M^a E. PÉREZ GONZÁLEZ y J. J. SANZ DONAIRE

mpilarg@eucmax.sim.ucm.es

Dpto. de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física
Universidad Complutense de Madrid
Ciudad Universitaria s/n
28040 Madrid

RESUMEN: El presente trabajo tiene como finalidad analizar las variaciones intranuales de la humedad en la laguna de Gallocanta durante 1999. Para ello se han escogido tres imágenes del sensor TM en marzo, julio y noviembre y se ha efectuado un minucioso trabajo de campo para una adecuada interpretación. En dicho año la laguna de Gallocanta apenas recogió agua superficial pese a que la interpretación visual, tanto *in situ* como de las imágenes de satélite parezcan indicar lo contrario. Sin embargo, el análisis digital en el vaso lagunar permite discriminar los sectores húmedos, pero sin lámina de agua, y comprobar los valores digitales de otros materiales o cubiertas (sales, algas, etc.).

Palabras clave: perfiles espectrales, Gallocanta, humedad, TM

ABSTRACT: This paper will analyze the moisture variations over the year 1999 at the Gallocanta seasonal lake (provinces of Zaragoza and Teruel, Spain). Therefore, three satellite images were selected and studied using the Thematic Mapper sensor for March, July and November. Very detailed field campaigns were organized to monitor the variability in order to offer an adequate understanding. During the mentioned year the Gallocanta seasonal lake did not receive but a very little amount of run-off water, although field visits (views from the lake's border) and satellite images' interpretation might show it otherlike. Nevertheless, digital analysis of the «lagoon-like» pond gives a good response to wet soils - but without stagnant water - and to other soil covers (salt overlays, algae...)

Key words: spectral profiles, Gallocanta, wetland, TM

INTRODUCCIÓN

La laguna de Gallocanta es el humedal endorreico más grande de España y uno de los espacios naturales más importantes como área de invernada de grullas (*Grus grus*) que utilizan la laguna ("inundada") para refugio de las crías y reposo nocturno. Esta laguna presenta variaciones anuales e interanuales en los niveles de agua, muy acusadas. Algunos autores han relacionado estas oscilaciones con el comportamiento del fenómeno del Niño (Rodó, *et al.* 1997) y con la circulación atmosférica general.

Sin llegar a estos extremos, si es cierto que esta laguna tiene grandes variaciones y, en años hidrológicamente secos carece de agua superficial. No obstante, las grandes dimensiones del vaso lagunar, junto con la humedad del suelo, conducen a un equívoco, si únicamente se observa la laguna desde sus orillas, perci-

biendo la presencia de agua, en lo que realmente podemos considerar un espejismo.

En la bibliografía consultada, existen citas de una altura máxima en la capa de agua próxima a los 2 metros en los años setenta-ochenta (Gracia, 1990), dato que está en consonancia con los registros de pesca en el siglo XVII; pero también se ha utilizado para la extracción de sal en siglos pasados. Desgraciadamente, el año hidrológico de nuestro estudio (1999-2000) no ha sido húmedo, por lo que la laguna apenas ha tenido agua, aunque tanto las fotografías convencionales, como las imágenes del sensor TM, inducen, visualmente, a pensar lo contrario. Al realizar el tratamiento digital de las imágenes y con un minucioso trabajo de campo (con toma de muestra en la laguna en las distintas estaciones del año), se comprueba que la lámina de agua es inexistente.

Para analizar las variaciones en la humedad de la laguna, se han escogido tres imágenes TM del año 1999, con fechas del 30 de marzo, 4 de julio y 9 de noviembre (Fig. 1). El análisis digital se ha efectuado realizando cortes espaciales desde el borde de la laguna (con una longitud aproximada de 1200 metros, desde el extremo NW al SE), a través de todo el vaso siguiendo aquellos puntos en los que visualmente parece que hay más agua. El estudio se ha realizado para los canales visibles e infrarrojos próximo y medio. La banda térmica ya fue objeto de un trabajo anterior (Pérez González y García Rodríguez, 2000).

ESTUDIO DE LOS PERFILES ESPACIALES

Aunque se ha efectuado un análisis de los seis canales espectrales, aquí presentamos los cortes de las bandas 1, 4 y 5 por ser las más representativas ya que recogen la variabilidad de la humedad del suelo, sales, presencia de vegetación (cultivos, vegetación higo-halófito y algas) y contenido en materia orgánica.

En el mes de marzo las bandas 1 y 2 muestran los máximos y mínimos valores digitales del corte efectuado, dentro del vaso lagunar, lo que implica que el extremo NW del mismo, ocupado por regadíos, tiene valores similares a los encontrados en el sector central, más húmedo de la laguna. En este canal hay, pues, confusión en la delimitación del vaso, así como en la ocupación de los suelos. No obstante, la humedad queda mejor discriminada en esta banda que en el resto de las visibles. En el infrarrojo próximo (banda 4) el corte muestra los números digitales más altos (próximos a 100) en aquellas áreas cubiertas por vegetación: regadío, algas (*Lamprothamnium papulosum* y *Chara galoide* que muestran el valor máximo, dado que se acumulan en sectores concretos) y especies naturales protegidas (*Puccinellia pungens*, *Salicornia* sp. en el sudeste del corte). En esta banda es imposible discriminar el vaso lagunar. Por el contrario en la banda 5 este vaso queda claramente definido por lo mínimos valores en los números digitales (inferiores a 20), frente al contorno del vaso en los que, aún con marcadas oscilaciones debidas al color y composición de los sedimentos, los valores alcanzan cifras entorno a 170; aunque con valores digitales menos contrastados, la delimitación de vaso también se observa en la banda 7.

En la imagen de verano, en la combinación de las bandas 4, 3 y 2 (asignándoles los cañones rojo, verde y azul respectivamente, fig1) parece que la laguna tiene una gran superficie inundada; nada más lejos de la realidad. El análisis espectral muestra contenidos elevados en sales en toda la laguna, pero no la presencia de una capa de agua. El perfil espacial de la banda 1 presenta

numerosas oscilaciones en los valores digitales, debido a los cambios de reflectividad de los materiales: en su conjunto el corte espectral presenta los valores más bajos fuera del vaso lagunar, con los mínimos en el extremo NW debido a la presencia de cultivos. Estos valores jamás podrían corresponderse con una lámina continua de agua. Por el contrario, la presencia de valores digitales muy altos en el interior de la laguna (superiores a 200) hacen pensar en espesores considerables de sales. La humedad contenida en los sedimentos arcillosos del centro de la laguna y las mismas sales, forman estructuras poligonales en cuyas grietas se acumula la sal, por lo que se producen variaciones en el color y la humedad que se reflejan en las oscilaciones del perfil digital en todas las bandas del visible, si bien en los canales verde y rojo estos contrastes son menos acusados. Los canales del infrarrojo muestran perfiles similares, si bien más contrastados en la banda 5. Esto implica la escasa vigorosidad de la vegetación y su poca influencia en la reflectancia, frente a los altos valores que muestran los suelos secos y, especialmente, las sales. En el canal 5, en las áreas salinas se encuentran valores digitales próximos a 210, frente a los sectores más húmedos del centro de la laguna que no alcanzan valores de 40.

En noviembre, después de unos primeros meses de otoño muy secos, la laguna alcanzó su mínimo contenido en humedad, pudiéndose atravesar prácticamente andando. Como se observa en la imagen TM en esta fecha apenas aparece la humedad reflejada en el centro de la laguna y en los escasos arroyos que la atraviesan siendo estos puntos aprovechados por las grullas (más de 20.000 en esta fecha) para el reposo nocturno y cuidado de las crías. Curiosamente, la visita de la laguna solamente desde sus márgenes, lleva equívocamente a pensar que ésta tiene una somera lámina de agua. Por estas razones en las bandas visibles los perfiles espaciales muestran valores digitales más altos en toda la laguna que en su entorno, lo que implica que no hay agua superficial. Frente a ello, las bandas 5 y 7 tienen un perfil característico de suelos con alto contenido en humedad ya que el vaso lagunar tiene valores espectrales más bajos que su entorno.

CONCLUSIONES

Como conclusión al trabajo podemos señalar que la dinámica hidrológica de esta laguna debe explicarse con un análisis detallado tanto de campo como de las imágenes de satélite, incluyendo siempre un tratamiento digital, puesto que un somero estudio visual, tanto en campo como apoyado sólo por fotografía tradicional y análisis visual de la imagen TM conduce a error, señá-

lando la existencia de láminas de agua allí donde únicamente existe una gran humedad en el terreno. Por ello es muy fácil manipular la información sobre calidad y profundidad de las aguas en los humedales, sin realizar minuciosos trabajos de campo.

BIBLIOGRAFÍA

GRACIA PRIETO, F.J. (1990). Evolución morfológica reciente de la laguna de Gallocanta (Cordillera Ibérica Central). I Reunión Nacional de Geomorfología, Teruel; 277-287.

GRACIA PRIETO, F.J. (1993). Fisiografía de la laguna de Gallocanta y su cuenca. *Xiloca*, 11: 177-204.

PEREZ GONZALEZ, M^a E. y GARCIA RODRIGUEZ, M^a P. 2000. Estudio microclimático de la laguna de

Gallocanta. En AGUADO, I. Y GÓMEZ, M. (Edits). Tecnología Geográfica para el Desarrollo Sostenible, IX Congreso del Grupo de Métodos Cuantitativos, S.I.G. y Teledetección, Universidad de Alcalá, septiembre de 2000, 102-114.

RODÓ, X.; BAERT, E. Y COMIN, F. A. (1997). Variations in seasonal rainfall in Southern Europe during the present century: relationships with the North Atlantic Oscillation and the El Niño-Southern Oscillation. *Climate Dynamics*, 13: 275-284.

AGRADECIMIENTOS

Financiado con el proyecto Complutense PR 64/99-8521.



Bandas 3-2-1 (R-V-A), 30-3-1999.



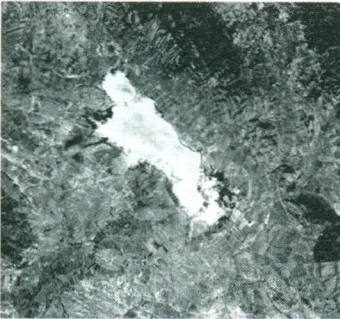
Bandas 4-3-2 (R-V-A), 30-3-1999.



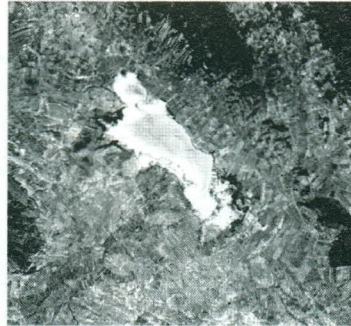
Bandas 3-2-1 (R-V-A), 4-7-1999



Bandas 4-3-2 (R-V-A), 4-7-1999.



Bandas 3-2-1 (R-V-A), 9-11-1999.



Bandas 4-3-2 (R-V-A), 9-11-1999

Figura 1. Imágenes TM de la laguna de Gallocanta.
(Ver figura en color en la página 677)

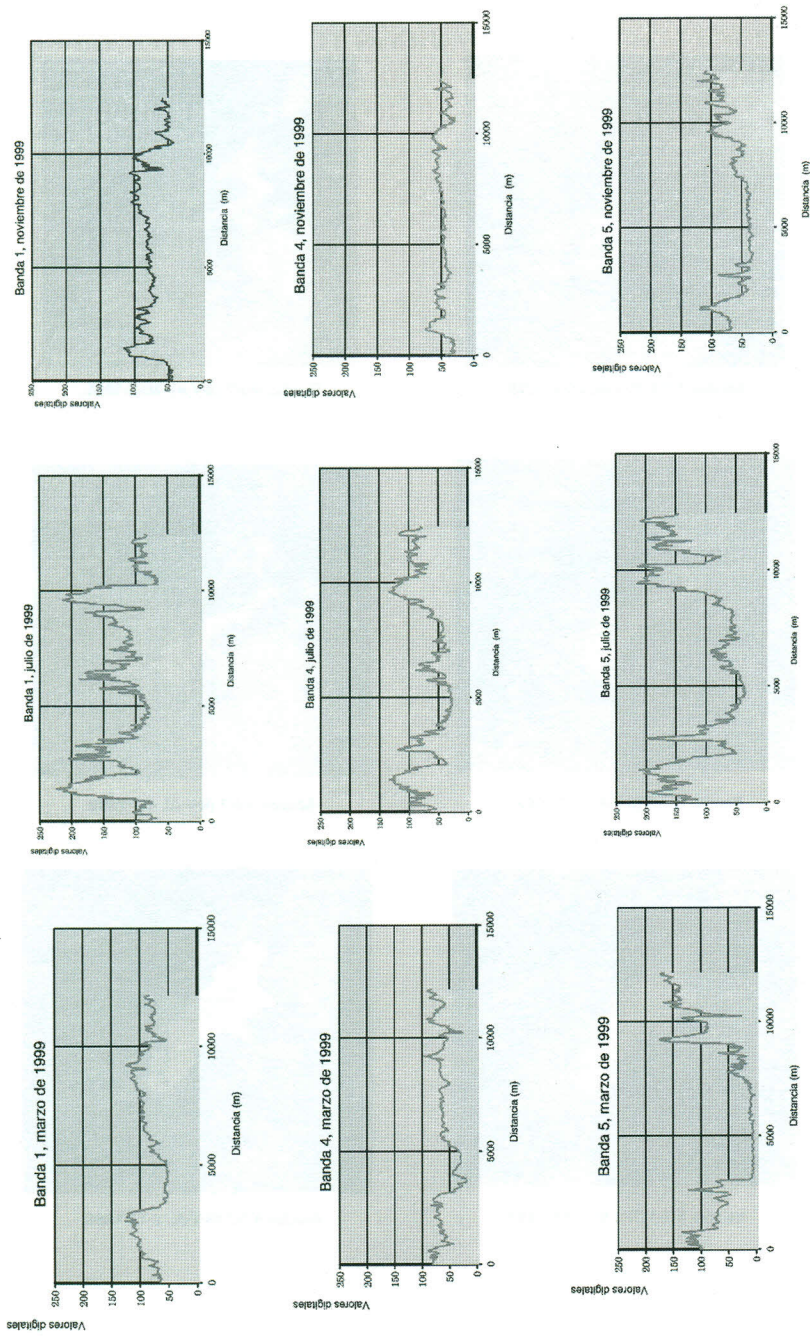


Figura 2. Perfiles espectrales de la laguna de Gallocanta