

Batimetría de lagunas mediante teledetección: ajustes de un modelo empírico en el sureste de Córdoba, Argentina.

A. Degioanni, M. A. Reynero, J. Cisneros y A. Cantero

Correo electrónico: adegioanni@ayv.unrc.edu.ar

Servicio de Conservación y Ordenamiento de Tierras (SECYOT)

Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto

Ruta Nac. 36, Km 601 - X5804BJA Río Cuarto, Argentina

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estimar la batimetría de una laguna mediante el procesamiento de una imagen Landsat y calcular su capacidad de embalse. El mapa batimétrico se generó por correlación entre profundidades medidas y niveles digitales. El mejor ajuste se obtuvo con la banda 3 ($r=0,81$). Se generaron además mapas batimétricos por interpolación de las profundidades medidas. La correlación espacial entre estos mapas y el mapa generado con la imagen arrojó un Índice de Kappa de 0,24. El volumen embalsado se calculó con el método del área media. El volumen calculado sobre el mapa generado con teledetección resultó un veinte por ciento menor que el calculado sobre los mapas generados por interpolación. Se concluye que la utilización de imágenes Landsat para el estudio de lagunas muy someras resulta más apropiado para estimar el volumen total embalsado que para generar mapas batimétricos.

PALABRAS CLAVES: batimetría, Landsat, río Quinto, inundación

ABSTRACT

The objective in this work is to estimate a lagoon's bathymetry by processing a Landsat image, and calculate its reservoir capacity. The bathymetric map was based on the correlation between actual depths and digital numbers. Band 3 delivered the best adjustment ($r=0.81$). More bathymetrics maps were generated by interpolation of actual depths. The spatial correlation between the image based map and the interpolation based maps resulted in a Kappa Index of 0.24. The lagoon's volume was calculated with the mean area method. The volume calculated from the image map was twenty percent less than the volume calculated from the interpolation maps. The conclusion is that Landsat imagery applied to shallow lagoons' studies can better suits volume estimation than the generation of bathymetric maps.

KEY WORDS: bathymetry, Landsat, Quinto river, floods.

INTRODUCCIÓN

En el sureste de la provincia de Córdoba, Argentina, se encuentra un sistema de trece lagunas interconectadas que funciona como regulador de las crecidas del río Popopis o Quinto (Cantero *et al.*, 1998). La cuenca y el cauce del río están afectados por permanentes procesos de erosión, los cuales producen arrastre de sedimentos que se depositan en las lagunas y causan su colmatación. Las consecuencias son, entre otras, la disminución de la capacidad de embalse y de la función reguladora de crecidas de todo el sistema, con el consiguiente aumento del área inundada aledaña a las lagunas y

su extensión hacia las provincias de La Pampa y Buenos Aires (Cisneros *et al.*, 2001). Para la prevención y control de las inundaciones provocadas por el río Popopis o Quinto se realizan actualmente estudios hidrológicos para los cuales resulta imprescindible conocer la capacidad de embalse de las lagunas. A tales fines, la teledetección es una herramienta adecuada, ya que permite determinar el volumen de los cuerpos de agua a partir de la estimación de su extensión y profundidad. La extensión es determinada en base al claro contraste del agua con el resto de las cubiertas terrestres en el espectro electromagnético, lo cual facilita su identificación y delimitación (Jensen *et al.*, 1986; Koeln,

1986; Lunetta y Balogh, 1999; Dewivedi *et al.*, 1998; Gorgas *et al.*, 2000; Degioanni, *et al.*, 2000). Por otro lado, la profundidad puede ser estimada mediante modelos empíricos que establecen una regresión lineal entre ese parámetro y la radiancia del agua en las bandas del visible del espectro electromagnético (Zhang *et al.*, 1999). Lyzenga (1981) y Bierwirth *et al.* (1993) al estimar la profundidad de cuerpos de agua clara, somera y con distribución homogénea de sólidos en suspensión, determinaron que la reflectividad del agua es 1) función lineal del tipo de sustrato del fondo y 2) función exponencial de la profundidad. Smit (2001) confirma que la radiancia que llega al sensor es función de la reflectividad del sustrato del fondo, la atenuación por profundidad y los sólidos en suspensión en la columna de agua. Estas funciones han sido aplicadas con resultados satisfactorios por Corona Hinojosa *et al.* (1994) utilizando las tres bandas del visible del sensor TM del Landsat 5 y por Hamren-Larsson (1998) utilizando sólo la banda del azul del mismo sensor. En este trabajo se aplican esas funciones para estimar la profundidad de un cuerpo lagunar representativo del sistema de lagunas interconectadas del sureste de Córdoba. A partir de la batimetría resultante se calcula el volumen total embalsado por la laguna.

MATERIALES Y MÉTODOS

De las trece lagunas del sistema, se seleccionó la laguna La Margarita por ser la más importante por su extensión y profundidad (Figura 1). Es un cuerpo de agua muy somero, con profundidades en el orden de tres metros, con materiales en suspensión de alta reflectividad (sedimentos arenosos), particularmente durante las crecidas del río Popopis. En el momento del estudio la superficie del espejo de agua era de 761 hectáreas y no se registraba crecida del río.

A los efectos de contar con datos de profundidad real se tomaron 75 medidas distribuidas en cuadrícula y cubriendo toda la superficie del espejo de agua. Esta tarea se realizó desde una embarcación utilizando una regla telescópica. Cada registro de profundidad fue georreferenciado con un receptor GPS Garmin. Para el estudio mediante teledetección la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) de Argentina proveyó una imagen Landsat5 TM, capturada en fecha contemporánea a la medición de profundidad.

Los primeros pasos para el procesamiento de la imagen consistieron en la obtención de una ventana abarcando el área de interés y en la transformación de los niveles digitales a valores de radiancia regis-

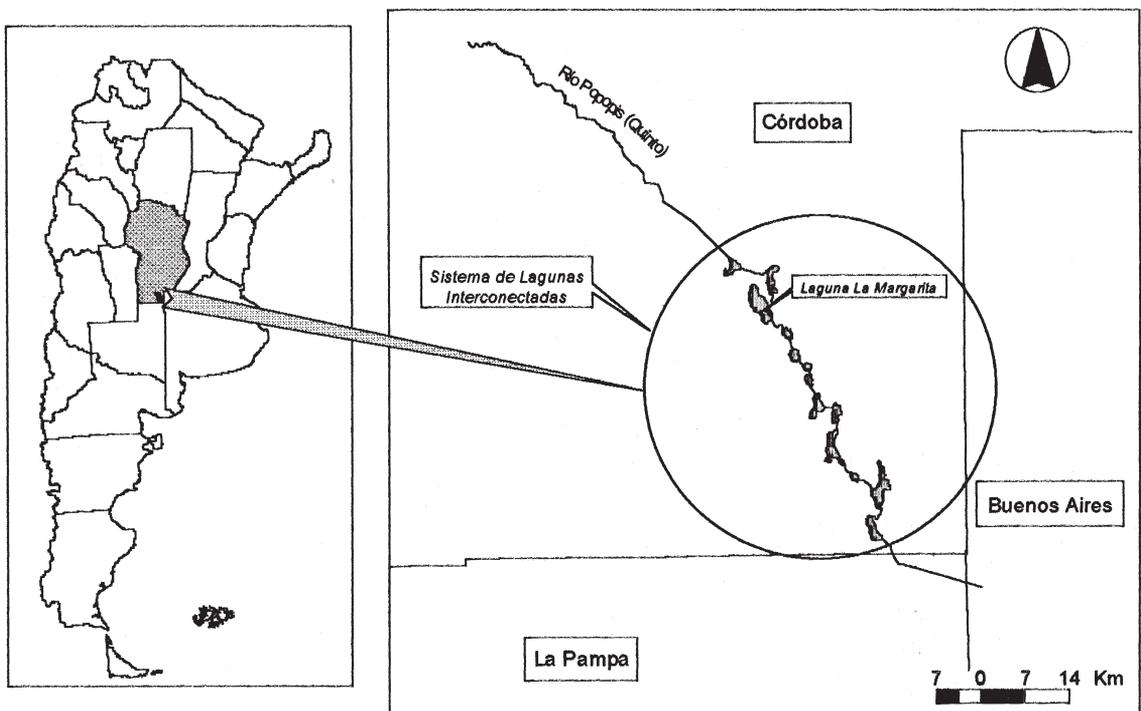


Figura 1. Localización del área de estudio

trados por el sensor, utilizando la siguiente ecuación (Chuvieco, 1996):

$$L_{d,k} = a_{0,k} + a_{1,k} ND_k \quad [1]$$

donde $L_{d,k}$ es la radiancia espectral recibida por el sensor para la banda k (en $W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$), $a_{0,k}$ y $a_{1,k}$ son los coeficientes de calibración para esa banda y ND_k corresponde al nivel digital de la imagen para esa misma banda. Posteriormente, se procedió a la corrección geométrica de la ventana y a su georreferenciación al sistema de proyección cartográfica Gauss Krüger. Para este paso se utilizaron doce puntos de control previamente registrados con el receptor GPS sobre cruces de caminos en el área circundante a la laguna. No se aplicó corrección diferencial a las lecturas GPS por considerárselo innecesario para la corrección geométrica de esta subescena Landsat (Gao, 2001). La ventana georreferenciada se obtuvo mediante el ajuste de una ecuación polinómica de primer grado, en tanto que la transferencia de niveles digitales (ND) se realizó con el método del vecino más cercano. La transformación tuvo un error medio cuadrático (EMC) de 0,82 pixel. Finalmente se digitalizó el perímetro de la laguna sobre la composición falso color 4,5,3 para generar una máscara que excluyó toda el área circundante al cuerpo de agua.

El procedimiento para estimar la profundidad se inicia con el ajuste por profundidad de los valores de radiancia del agua. Esta función, que es exponencial, se lineariza según la siguiente ecuación (Lyzenga, 1981):

$$D_{a,k} = \ln(L_{d,k} - L_{a,k}) \quad [2]$$

donde $D_{a,k}$ es la radiancia ajustada por profundidad para la banda k , $L_{d,k}$ es la radiancia detectada por el sensor en la banda k y $L_{a,k}$ es la radiancia correspondiente a sitios de agua profunda detectada por el sensor en la banda k . Esta transformación resalta los efectos del fondo, los cuales pueden ser visualizados mediante la correlación entre bandas (Corona Hinojosa *et al.*, 1994). Suponiendo a $L_{a,k}$ constante y contando con datos de profundidad conocidas, se pueden calcular los coeficientes de atenuación por profundidad (p_k) y el efecto del fondo (f_k) mediante el desarrollo de modelos de regresión lineal entre los valores de radiancia ajustados para cada banda

($D_{a,k}$) y las medidas de profundidad (z), según la siguiente ecuación:

$$z = -p_k D_{a,k} + f_k \quad [3]$$

Con los valores de p_k y f_k se estima la profundidad utilizando todas las bandas en conjunto o de manera individual, aplicando la siguiente ecuación (Corona Hinojosa *et al.*, 1994):

$$z = \frac{1}{3} \sum_{k=n}^3 \frac{\ln(D_{a,k}) - \ln(f_k)}{p_k} \quad [4]$$

donde z es la profundidad estimada en metros, $D_{a,k}$ es el valor de radiancia ajustada por profundidad registrada por el sensor en la banda k , p_k es el coeficiente de atenuación por profundidad de la radiancia en la banda k y f_k es el efecto del fondo sobre la radiancia en la banda k .

Con este procedimiento, realizado en Idrisi 2.0 (Eastman, 1997), se obtuvo el mapa batimétrico a partir de la imagen Landsat. Para verificar la calidad de este mapa se generaron dos mapas batimétricos a partir de la interpolación de sesenta registros de profundidad en Surfer Win32 Ver.6.03 (Golden Software, 1996), con dos interpoladores: kriging —opción semivariograma esférico— y triangulación. Se utilizaron los restantes quince registros de profundidad para evaluar el EMC de cada mapa. Para evaluar la correlación espacial de los mapas se aplicó el Índice Kappa de Acuerdos (IK), cuyos valores extremos son 0 y 1 —donde 0 indica que no existe correlación y 1 indica correlación perfecta. La aplicación de este Índice requiere un número igual de categorías en ambos mapas y se realiza mediante tabulación cruzada.

El volumen embalsado por la laguna se calculó con el método del área media (Chow *et al.*, 1994), mediante la siguiente ecuación:

$$S_{j+1} = S_j + \frac{(h_{j+1} - h_j)(A_j + A_{j+1})}{2} \quad [5]$$

donde S_{j+1} es el volumen almacenado correspondiente a la cota de profundidad $j+1$, S_j es el volumen almacenado correspondiente a la cota de profundidad j , h es la distancia vertical entre las cotas j

y $j+1$ y A el área de base para las cotas de profundidad j y $j+1$. El volumen total resulta de la suma de volúmenes (S_{j+1}) entre áreas de base para diferentes cotas de profundidad.

RESULTADOS

Los valores resultantes de aplicar la ecuación [2] a cada banda del visible permiten analizar los efectos del sustrato del fondo y de la atenuación por profundidad sobre la radiancia mediante la correlación entre bandas (Figuras 2 y 3).

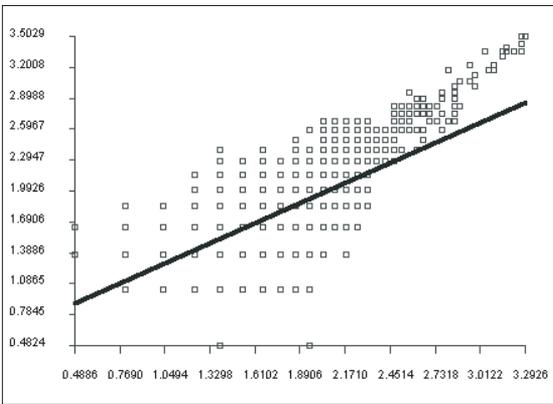


Figura 2. Correlación de la radiancia entre las bandas 1 (B1) y 2 (B2)

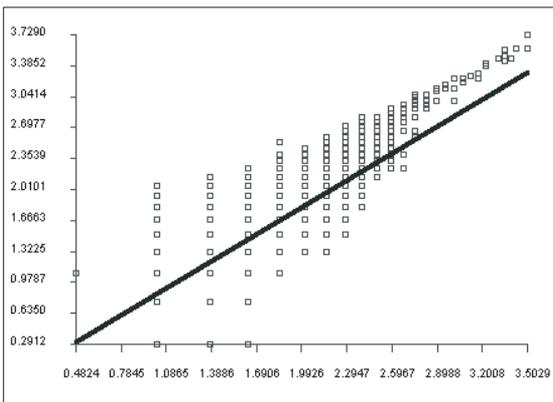


Figura 3. Correlación de la radiancia entre las bandas 2 (B2) y 3 (B3)

En ambos dispersogramas se observa una nube alargada de puntos, lo cual indicaría la existencia de un fondo uniforme en todo el cuerpo lagunar. Este hecho favorece el ajuste del modelo empírico. Se observa también una tendencia a la atenuación de la radiancia por profundidad, aunque con mayor dis-

persión para valores bajos de radiancia (zonas profundas) y menor dispersión para valores altos de radiancia (zonas someras). Esta particularidad se acentúa en las bandas de mayor penetración en el agua (Figura 2) y estaría indicando que la radiancia es afectada por el sustrato del fondo o por los sólidos en suspensión. Esta situación disminuye la calidad del mapa batimétrico.

Los coeficientes de atenuación por profundidad y de efecto del fondo para cada banda calculados con la ecuación [3] se indican en la Tabla 1. De acuerdo al coeficiente de correlación r el mejor ajuste corresponde a las bandas 3 y 1.

banda	p_k	f_k	r
1	-0.2657	2.0858	0.75
2	-0.2879	2.1607	0.62
3	-0.5311	2.1776	0.76

Tabla 1. Coeficientes de atenuación (p_k), de efecto del fondo (f_k) y de correlación (r)

Los valores de profundidad obtenidos mediante el procesamiento de la imagen Landsat se calcularon para cada banda y para las tres bandas en conjunto con la ecuación [4]. A los cuatro mapas de profundidad resultantes se les aplicó un filtro de paso bajo (filtro de medias, ventana 3x3) para homogeneizar valores extremos. Para verificar la bondad del ajuste se determinó el coeficiente de correlación de Pearson de cada mapa batimétrico con las 75 medidas de profundidad (Tabla 2).

r	B 123	Banda 1	Banda 2	Banda 3
Sin filtro	0.68	0.59	0.48	0.70
Con filtro	0.77	0.78	0.60	0.81

Tabla 2. Coeficientes de correlación de Pearson (r) de los mapas obtenidos con la imagen Landsat

Los valores de la correlación indican mejores ajustes en los mapas filtrados, particularmente para la banda 3, seguido por la combinación de las tres bandas, la banda 1 y la banda 2, en ese orden. El EMC de menor valor es de 0,7 metros, el cual corresponde al mapa batimétrico obtenido sin filtro con la banda 3. Debe tenerse en cuenta que, tal como se indicara precedentemente, la calidad del modelo es influida negativamente por la variabilidad en los valores de radiancia observados en la correlación de las bandas 1 y 2 (Figura 2)

Los mapas batimétricos obtenidos a partir de la interpolación de los registros de profundidad, uno con kriging y otro con triangulación, arrojaron en ambos casos un EMC menor a 15 centímetros. Por otra parte, el grado de concordancia en la distribución espacial de la profundidad es del 85% según el Índice de Kappa (IK) obtenido por tabulación cruzada de ambos mapas, previamente reclasificados en seis categorías en rangos de 0,5 m de profundidad (Tabla 3).

Método	EMC (m)	IK
Kriging	0,14	0,85
Triangulación	0,13	

Tabla 3. EMC (en metros) e IK de los mapas batimétricos generados por interpolación

Con este resultado se puede considerar que ambos mapas son un estimador fiable de la batimetría de la laguna y, en consecuencia, un medio adecuado para evaluar la calidad del mapa batimétrico obtenido con la banda 3 del Landsat TM5. A tal fin, se reclasificó este mapa en seis categorías

(Figura 4) y se evaluó el grado de concordancia mediante el IK.

El IK entre el mapa obtenido por teledetección y cualquiera de los obtenidos por interpolación es 0,24. Por último, se calculó el volumen total embalsado por la laguna mediante la ecuación [5]. En la Tabla 4 se indican la profundidad promedio y el volumen embalsado calculados para cada mapa batimétrico.

Asumiendo que la mejor representación de la profundidad real de la laguna es la batimetría por interpolación, el resultado obtenido mediante teledetección es de calidad muy inferior. Esto se manifiesta en una muy baja correlación espacial entre los mapas y en una subestimación en el orden de 20 al 40 por ciento de la profundidad promedio de la laguna. La inferior calidad del mapa obtenido por teledetección tendría su explicación en el efecto del fondo y la influencia de los sedimentos en suspensión. En cuanto al volumen embalsado, la diferencia entre los resultados obtenidos por ambos procedimientos es menor al 20 por ciento, el cual es un valor aceptable.

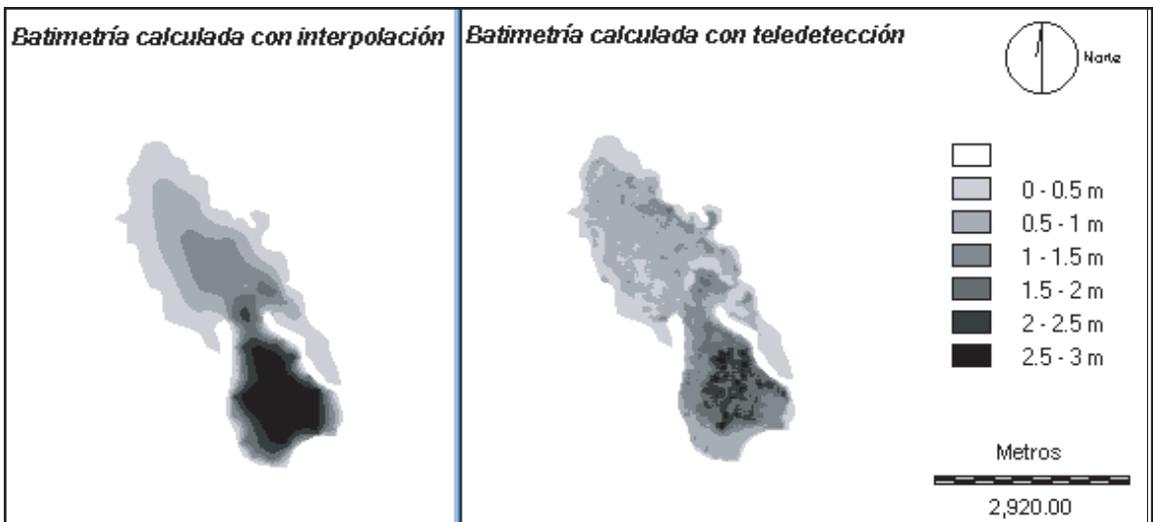


Figura 4. Mapas batimétricos obtenidos por interpolación y teledetección

Kriging		Triangulación		Banda 3 del Landsat TM5	
Prof	Vol	Prof	Vol	Prof	Vol
<i>m</i>	<i>hm³</i>	<i>m</i>	<i>hm³</i>	<i>m</i>	<i>hm³</i>
1,05	8,3	1,4	8,25	0,85	6,8

Tabla 4. Resultados de profundidad (Prof) en metros y volumen embalsado (Vol) en hectómetros cúbicos, calculados para cada mapa batimétrico según método de obtención.

CONCLUSIONES

La aplicación de la teledetección para la estimación de batimetría de lagunas muy someras no escapa a los problemas citados en la bibliografía sobre estudios de aguas más profundas. La influencia del fondo y de los sedimentos, entre otros factores, reducen la calidad del modelo empírico, lo cual se manifiesta en la subestimación de los resultados globales y en una baja calidad de la distribución espacial de la profundidad.

Se concluye en este trabajo que la utilización de imágenes Landsat para el estudio de lagunas muy someras, como las del sistema interconectado del río Popopis, resulta más apropiada para obtener una estimación del volumen total embalsado que para generar un mapa batimétrico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) por la provisión de la imagen Landsat y al alumno David Chesta y su familia por proveer la embarcación para realizar las mediciones de profundidad de la laguna.

BIBLIOGRAFÍA

- BIERWITH, N. P.; LEE, T. J., y BURNE V. R. 1993. Shallow sea-floor and water depth derived by unmixing multispectral imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 59(7): 331-338.
- CISNEROS, J., GIL, H., CANTERO, A., DEGIOANNI, A., REYNERO, M., CHIAPAROLI, A., PEREYRA, C., GEYMONAT, M., ISSALY, L., FREIRE, V., VIGLIOCCO, M. y CHESTA, D. 2001. *Propuesta de creación del Distrito de Ordenamiento Ambiental: Cuenca media y baja del Río Quinto, canales asociados y lagunas interconectadas*. Informe Técnico. Convenio UNRC – Dirección de Saneamiento y Obras Hidráulicas de la Pcia. de Bs.As., 50 p.
- CANTERO, G., A., CANTÚ, M., CISNEROS, J.M., CANTERO, J.J., BLARASIN, M., DEGIOANNI, A., GONZALEZ, J., BECERRA, V., GIL, H., DE PRADA, J., DEGIOVANNI, S., CHOLAKY, C., VILLEGAS, M., CABRERA, A., ERIC, C. 1998. Las tierras y aguas del sur de Córdoba. Propuestas para un manejo sustentable. Edit. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto.
- CHOW, V., MAIDMENT, D. y MAYS, L. 1994. *Hidrología Aplicada*. Ed. McGraw – Hill. Trad. Saldarriaga, J. y G. Santos.
- CHUVIECO, E. 1996. *Fundamentos de teledetección espacial*. II Edición. Rialp. Madrid. 568 p.
- CORONA HINOJOSA, A.; GUTIÉRREZ GARCÍA, C. y HAMMANN, G. 1994. *Estimación de batimetría y tipo de sustrato en lagunas costeras utilizando imagen multiespectral. Un caso de estudio*.
- DEGIOANNI, A. CISNEROS, J y RANG, S. 2001. Teledetección y SIG para la Gestión Hidrológica del Territorio. *Revista de Teledetección*. 15:39- 45.
- EASTMAN, R. 1997. Idrisi for Windows. Version 2.0. Clark University.
- FRAZIER, P. S., Y PAGE, K. 2000. Water body detection and delineation with Landsat TM data *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 66(12):1461–1467.
- GAO, J., 2001. Non-differential GPS as an alternative source of planimetric control for rectifying satellite imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 67(1):49–55.
- GOLDEN SOFTWARE INC., 1996. Surfer Win32 Ver. 6.03.
- GORGAS, J. A., PAPPALARDO, J., TASSILE, J. L., BUSTOS, V., y REYNOSO, D. 2000. Monitoreo satelital de anegamientos de tierras. Grado en que afectan su productividad en el sudeste de Córdoba, Argentina. <http://www.conae.gov.ar/emergencia/index.html>.
- HAMREN-LARSSON, M. 1998. Modelling bathymetry using landsat thematic mapper imagery. <http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/g472/class98/hamren-larsson/bath1.htm>
- JENSEN, W., HODGSON, E., CHRISTENSEN, H., MACKAY, J., TINNEY, L. y SHARITZ, R. 1986 Remote sensing inland wetlands: a multispectral approach. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 52(1):87-100.
- KOELN, G., CALDWELL, D., WESLEY, D. y JACOBSON, J. 1986. Inventory of wetlands with Landsat's Thematic Mapper. *Proceedings of Tenth Canadian Symposium on Remote Sensing*. 153 -162.
- LUNETTA, R. y BALOGH, E. 1999. Application of multi - temporal Landsat 5 TM imagery for wetland identification. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 65(11):1303-1310.

- LYZENGA, D.R. 1981. Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data. *Int. J. Remote Sensing*. (1): 71-82.
- SMIT, P. 2001. Maximizing information content of landsat imagery for coastal zone applications. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 67 (7).
- ZHANG, M., CARDER, K., MULLER-KARGER, F., LEE, Z. y GOLDGOF, D. 1999. Noise reduction and atmospheric correction for coastal applications of Landsat Thematic Mapper imagery. *Remote Sensing of Environment*. 70(2):167-180. *Sensing*. 11:2061-2078.

Asociación Española de Teledetección

Aprovecha las ventajas que la **AET** ofrece
a sus socios

1. *Recibirás, gratuitamente, los números de la Revista de Teledetección que se publiquen al año*
2. *Descuentos importantes en las inscripciones de las Reuniones Científicas y otras Jornadas Monográficas*
3. *Asistir a los Actos Sociales, Culturales y Reuniones Científicas con voz y voto*
4. *Optar a todos los Cargos Sociales*
5. *Formar parte de Comisiones, Secciones y Grupos Temáticos de Trabajo*
6. *Remitir trabajos para su publicación*

Y...

F O M E N T A R L A T E L E D E T E C C I Ó N

¡Asóciate!



ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE
TELEDETECCIÓN

¿Quién es quién? Departamento de Teledetección de TRAGSATEC

Tecnologías y Servicios Agrarios S.A., TRAGSATEC es una empresa pública que se constituye en 1990 como filial de TRAGSA. Su actividad principal es la asistencia técnica y consultoría en el ámbito de las infraestructuras agrarias, el desarrollo rural y las actividades forestales y medioambientales. TRAGSATEC aborda estas actividades tanto desde la óptica de los estudios y proyectos como de los servicios técnicos que requieren implantación territorial.

TRAGSATEC posee una capacidad de producción anual aproximada a 72 millones de euros (unos 12.000 millones de pesetas). Cuenta con un equipo humano altamente especializado compuesto por más de 1.200 empleados en el año 2002 y dispone de oficinas en las siguientes provincias: Burgos, Badajoz, La Coruña, León, Lugo, Logroño, Madrid, Málaga, Oviedo, Pamplona, Palma de Mallorca, Salamanca, Segovia, Sevilla, Tenerife, Toledo, Valencia, Valladolid, Zamora.

TRAGSATEC dispone de los medios informáticos más avanzados para el desarrollo de proyectos de cartografía automática, SIG, Teledetección y apoyos de campo con GPS. Realiza la gestión de información a través de desarrollos con SGBDR en entornos web y arquitectura cliente-servidor, el diseño y cálculo de estructuras y redes, el replanteo de obras mediante la modelización del terreno y el desarrollo de programas técnicos para aplicaciones en el entorno agrario. Para ello cuenta con una instalación informática en la que se encuentran todos los elementos conectados a una red corporativa con más de 1.000 puestos de trabajo.

TRAGSATEC se estructura en unidades organizativas en torno a las siguientes actividades: Servicios Forestales, Desarrollo Rural, Conservación del Medio Natural, Servicios Agrícolas, Ingeniería Rural, Gestión de Bases de Datos Agronómicas, Tecnologías de la Información (con una unidad de SIG) y Tecnologías del Agua. Los proyectos más representativos son la elaboración de registros e inventarios agrícolas (SIG oleícola, SIG Citrícola y recientemente el nuevo SIGPAC) soportados en bases de datos alfanuméricas y gráficas. La información geográfica de base para su elaboración

y actualización son las ortofotos digitales y las imágenes de satélite. Desde hace unos años dispone de estaciones de fotogrametría digital Leyca Helava Systems con las que ha generado, entre otras, la ortofoto del SIG Oleícola español sobre 34 provincias españolas (ortofoto en B/N con 1 metro de pixel sobre un vuelo 1:40.000 de los años 1997-98).

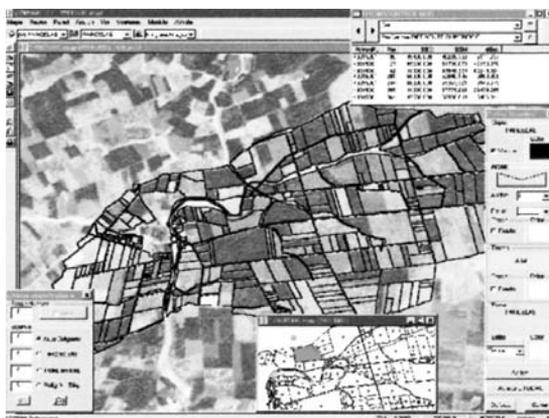
El Departamento de Teledetección se encuentra ubicado en la Subdirección de Desarrollos dentro de la Dirección de Informática. En la actualidad cuenta con 26 técnicos especializados y licencias de los principales programas de análisis de imágenes y GIS: ER Mapper, Erdas Imagine, Arc Info, Orthowarp ER y Dinamap (Software de desarrollo propio de la empresa); además de distintos programas de desarrollo (MS Visual Basic 6.0., EMS Visual Interdev 6.0, Dreamweaver Ultradev 4...)

Los principales proyectos en los que participa son:

- **Teledetección aplicada al Control de las Ayudas PAC.**

TRAGSATEC participa desde 1993, como medio de la Administración española, en la implantación ydel Sistema de Gestión y Control de Ayudas Agrarias de la Unión Europea, destinado a supervisar el régimen de ayudas a los productores de determinados cultivos herbáceos y forrajeros así como del abandono de tierras.

El objetivo de Control de Ayudas a las superficies cultivadas y forrajeras es controlar por técnicas de teledetección una muestra de los expedientes de declaración de ayuda de los agricultores en deter-



minadas zonas denominadas “áreas de control” para apoyar y reducir el costoso control administrativo de campo.

El trabajo que realiza el Departamento de Teledetección en este proyecto consiste en el acopio y análisis de las ortofotos e imágenes de satélite necesarias (unas 4 por zona de control: LANDSAT, SPOT, IRS.) para la determinación de la superficie y el uso en las parcelas declaradas de: Cereales, Forrajeras, Barbecho, Leguminosas, Proteaginosas, Girasol, Lino, Maíz, Algodón, Arroz, etc...

- **Control de las Ayudas Agroambientales en la Albufera**, realizado para la Generalitat Valenciana en las campañas agrícolas 2001 y 2002. Este proyecto consiste en la monitorización del período de inundación invernal de la superficie de arroz en al Albufera con imágenes de satélite multiespectrales y multitemporales (Landsat e IRS Pan y Liss).

- **Estimación de superficies de regadío y demandas de agua para el Plan Nacional de Regadíos**. (MAPA. 1993-1999) en las Cuencas Hidrográficas del: Duero, Guadalquivir, Júcar y Segura. Como resultado de este trabajo se obtuvo una cartografía sobre imágenes de las zonas regables a escalas 1:400.000 y 1:100.000 y la estimación de superficies y demandas de agua de los principales cultivos en regadío.

- **Sistema de Vigilancia y alerta temprana de situaciones de sequía a partir de datos diarios con imágenes NOAA AVHRR para el M.A.P.A.** Junto con el LATUV participa en este proyecto desde 1993 hasta la actualidad, empleándose tanto imágenes de índice de vegetación como de temperatura de superficie.

- **Estudio Piloto para la Constitución del S.I.G. Cítricola en la Comunidad Valenciana**, año 2001. Consistió en la obtención de la superficie de cítricos y regadío para optimizar la selección de los polígonos catastrales y las parcelas a visitar en campo durante la ejecución del Inventario Cítricola de la Comunidad Valenciana.

- **Apoyo a la actualización de series de cartografía temática:**

- *Mapa de Cultivos y Aprovechamientos*. MCA 1:50.000. MAPA 2000-2002.
- *Mapa Forestal Nacional*. MFE 1:50.000. M.M.A para el 3.º IFN.

- *Cartografía de incendios de la Comunidad Valenciana*. C Valenciana - Medio Ambiente.
- *Actualización de la base de datos numérica CORINE LAND COVER 2000*. Da soporte técnico tanto al IGN como a alguna CC.AA. en las distintas fases del proyecto.

- **Suministrador de imágenes y distribuidor de programas**. Esta actividad se centra en:

- La subdistribución en España de las imágenes de satélite comercializadas por EURIMAGE (Landsat, IRS, Ikonos, Quick Bird, etc).
- La subdistribución en España del software de Earth Resource Mapping (ER Mapper e Image Web Server).

- **Desarrollo de aplicaciones web para el servicio de imágenes basadas en tecnología Image Web Server**.

Las aplicaciones que se pueden consultar actualmente a través de Internet son:

- Dinatierra. MAPA. Aplicación para la visualización y consulta del SIG Oleícola: <http://w3.mapya.es/dinatierra v3/>
- Página web de TRAGSATEC: <http://www.tragsatec.es>
- Aplicación de consulta del catálogo de imágenes del CNIG: <http://www.cnig.es/>

Tanto las nuevas tecnologías para el servicio de imágenes a través de la red como la puesta en órbita de los nuevos satélites de alta resolución (Ikonos, QuickBird, Eros, etc) están permitiendo ampliar el campo de aplicación de la Teledetección, haciendo posible su integración en proyectos europeos de envergadura como son El Sistema Integrado de Control de Ayudas Agrícolas y el Registro SIG-PAC.



Calendario

Congresos, Seminarios y Conferencias

CONGRESOS

Octubre 2002

Hyperspectral Data Analysis Workshop

Fecha: 28-31 de Octubre
Lugar: Boulder, CO (Estados Unidos)
Organiza: AIGLIC
Contacto: <http://www.aiglic.com>

Geomatics 2002

Fecha: 30-31 de Octubre
Lugar: Montreal (Canadá)
Organiza: Canadian Institute of Geomatics
Contacto: info@geomatics2002.com
www.geomatics2002.com

Noviembre 2002

X Simposio Latinoamericano de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial

Fecha: 11-15 de Noviembre
Lugar: Cochabamba (Bolivia)
Organiza: SELPER
Contacto: <http://umsanet.edu.bo/selperbolivia>
selper@clas.umss.edu.bo

Integrating Remote Sensing at the Global, Regional and Local Scale

Fecha: 10-15 de Noviembre
Lugar: Denver, CO (Estados Unidos)
Organiza: ASPRS-ISPRS
Contacto: www.asprs.org/Pecora-ISPRS-2002
www.isprs.org

Taller de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección en Ecología

Fecha: 21-22 de Noviembre
Lugar: Alcalá de Henares
Organiza: Dpto. Ecología (Univ. Alcalá)
Contacto: pablo.sastreolmos@uah.es

VI Congreso Nacional de Medio Ambiente

Fecha: 25-29 de Noviembre
Lugar: Madrid
Organiza: CONAMA
Contacto:
<http://www.conama.es/sobreconama/default.htm>

23rd Asian Conference on Remote Sensing

Fecha: 25-29 de Noviembre
Lugar: Katmandú (Nepal)
Organiza: Asian Association of Remote Sensing
Contacto: info@acrs2002kathmandu.gov.np

Diciembre 2002

Conference on Spectral Remote Sensing of Vegetation

Fecha: 3-5 de Diciembre
Lugar: Las Vegas, NE (Estados Unidos)
Organiza: United States Environmental Protection Agency
Contacto: <http://www.epa.gov/nerlesd1/land-sci/srsv/default.htm>

Resource and Environmental Monitoring

Fecha: 3-6 de Diciembre
Lugar: Hyderabad (India)
Organiza: ISPRS-Indian Society of Remote Sensing
Contacto: <http://www.commission7.isprs.org>

Advanced Workshop on InSAR for measuring topography and deformation of the Earth surface

Fecha: 16-17 de Diciembre
Lugar: Hong Kong (China)
Organiza: Chinese University of Hong Kong
Contacto: msliao@cuhk.edu.hk
www.jlkgis.cuhk.edu.hk

Enero 2003

Coastal GeoTools 03

Fecha: 6-9 de Enero

Lugar: Charleston, SC(Estados Unidos)
Organiza: NOAA
Contacto: Geo.Tools@noaa.gov
www.csc.noaa.gov/GeoTools/.

Febrero 2003

5ª Semana Geomática "Cartografía, Telemática y Navegación"

Fecha: 11-14 de Febrero
Lugar: Barcelona
Organiza: Instituto de Geomática
Contacto: infosg@ideg.es
<http://setmanageomatica.IdeG.es>

Mayo 2003

2003 ASPRS Annual Conference

Fecha: 5-9 de Mayo
Lugar: Anchorage, Alaska
Organiza: ASPRS
Contacto: www.asprs.org/alaska2003

Junio 2003

4th International Workshop Remote Sensing and GIS Applications to Forest Fire Management

Fecha: 5-7 de Junio
Lugar: Gante (Bélgica)
Organiza: EARSeL
Contacto:
http://www.geogra.uah.es/EARSeL/SIG_group.htm
www.earsel.org

Septiembre 2003

AAPG International Conference & Exhibition Crossroads of Geology, Energy and Cultures

Fecha: 21-24 de Septiembre
Lugar: Barcelona
Organiza: Institut Cartogràfic de Catalunya
Contacto:
<http://www.aapg.org/meetings/bar03/index.html>

Octubre 2003

Geo-Information for Practice

Fecha: 15-18 de Octubre
Lugar: Zagreb (Croacia)
Organiza: ISPRS-State Geodetic Administration of the Republic of Croatia-Croatian Section of Photogrammetry and Remote Sensing
Contacto: ulrike@eng.uct.ac.za

Noviembre 2003

30th International Symposium on Remote Sensing of Environment

Fecha: 10-14 de Noviembre
Lugar: Honolulu (Hawai)
Organiza: ISRSE-NASA
Contacto: <http://www.symposia.org>
isrse@email.arizona.edu

CURSOS

Máster en SIG y Teledetección

Fecha: Noviembre 2002 - Junio 2003
Lugar: Zaragoza
Organiza: Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio (Universidad de Zaragoza)
Contacto: delariva@posta.unizar.es
http://wzar.unizar.es/servicios/ciclo3/titulos_propios.html

NOTA: Los interesados en enviar noticias referentes a la celebración de Congresos, Seminarios, Conferencias o Cursos deben hacer constar, al menos, los siguientes datos: título del evento, fecha, lugar, organizador y contacto del responsable. Todas las notas se enviarán a "Revista de Teledetección, Calendario, a la att. De José Luis Labrandero (labrandero@ieg.csic.es), Pinar, 25, 28006-MADRID".

