

# Visualización y Procesamiento de Imágenes Satelitales

Claudio Delrieux, Gustavo Ramoscelli y Daniel Chiaradía  
Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, (8000) Bahía Blanca, Argentina  
claudio@acm.org, ramoscel@criba.edu.ar

## 1. Descripción de la línea de investigación

El procesamiento de imágenes implica la manipulación e interpretación de imágenes digitales con la ayuda de una computadora. La aplicación de esta técnica al sensado remoto comenzó hace unos treinta años, utilizando datos e imágenes aéreas digitalizadas usando scanners multiespectrales. En 1972 se lanzó el Landsat-1, que hizo ampliamente disponibles las imágenes satelitales digitales. En ese entonces el procesamiento digital era prohibitivo, debido al costo de las computadoras existentes, los tiempos necesarios, y las bajas prestaciones. En la actualidad, una PC estándar con suficiente velocidad de procesamiento, cantidad de memoria y capacidad de disco puede procesar fácilmente imágenes satelitales de muchos de los satélites orientados al estudio civil de recursos de tierra. La Visualización Científica es una disciplina reciente que busca mejorar la comprensión de datos de diverso tipo por medio de la representación visual. Aplicada a las imágenes satelitales, la Visualización propone la utilización de diversas técnicas que permiten mejorar la comprensión y análisis de determinadas características en las mismas.

En esta línea de investigación se busca crear una herramienta de trabajo para el procesamiento y visualización de imágenes satelitales con el propósito de facilitar su uso y comprensión en diversas ramas de la investigación científica. Dicha herramienta está en condiciones de adquirir las imágenes en el formato original del Landsat-5 provistas por la CONAE, procesar las bandas espectrales de manera de obtener una imagen visual adecuada para propósitos específicos, aplicar a las mismas corrección de histogramas, filtrados morfológicos, por convolución, corrección espectral, etc. De esa forma se estará en condiciones de proveer un servicio de gran utilidad a los numerosos usuarios de este tipo de imágenes.

## 2. Obtención de imágenes satelitales

Una *imagen satelital* de un satélite de tipo pasivo, está compuesta de varias *bandas*. Cada banda abarca

el sensado de un segmento específico del espectro en frecuencia de las radiaciones electromagnéticas. En el caso particular del satélite Landsat-5-TM, una foto está compuesta por 7 bandas, perteneciendo las tres primeras bandas al espectro de luz visible y las restantes cuatro al espectro invisible infrarrojo. Luego una imagen satelital se compondrá de una o la superposición de varias bandas mediante algún tipo de asignación de color a cada una. Generalmente se acostumbra a mostrar una banda sola como una imagen en escala de grises, o se opta por la superposición de tres bandas a elección, cada una asignada al rojo, verde o azul del pixel true color en el monitor. Cuando las bandas no corresponden a los colores con que se las pinta, se dice que es una *imagen en colores falsos*. También dentro del mismo proceso de elección de bandas se hace necesaria una ecualización de cada banda usando el histograma de intensidades de cada una. De otra forma se obtendría una imagen oscuras, con bajo contraste, y con poca definición en los niveles de color.

Por último dentro de este proceso de obtención de una imagen satelital, a menudo se hace un recorte de la parte que interesa de la misma. Esto es algo necesario ya que generalmente se requiere trabajar sobre un sector pequeño de la imagen, además del gran espacio de memoria que requiere procesar bandas completas. El formato de las fotos satelitales Landsat que provee la CONAE en Argentina es el denominado Fast Format. Este formato para el caso del Landsat-5-TM está compuesto de 8 archivos, donde siete de ellos contienen cada uno una banda en formato RAW y el octavo, denominado header, contiene información en formato texto. La intensidad de cada pixel de cualquier banda es de 8 bits y todas las bandas tienen la misma resolución y se corresponden pixel a pixel.

Para realizar las tareas de selección de las bandas, ecualización y recorte de la imagen se implementó un programa en un lenguaje de tipo visual. El mismo permite que el usuario busque dentro de su computadora la imagen satelital y seleccione cuales tres bandas va a superponer en cada uno de los canales rojo, verde y azul. También es posible

asignarle un color a cada banda, de manera de poder mostrar más de tres bandas superpuestas. Cada banda puede ser ecualizada por separado, y se le puede aplicar una curva de corrección de brillo y contraste ingresada manualmente (Fig. 1).

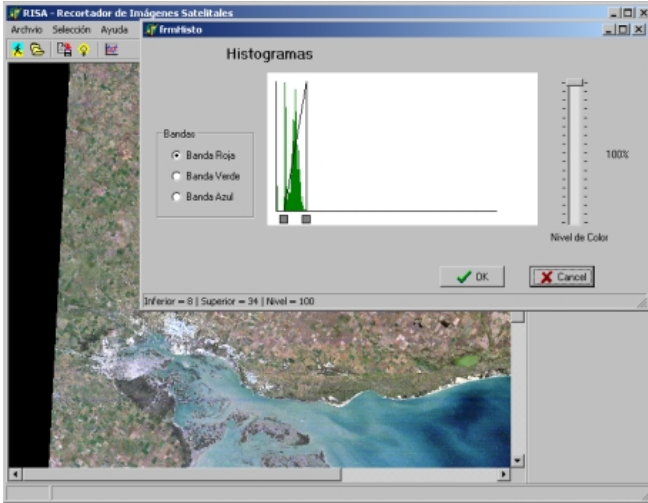


Figura 1: Asignación de bandas a colores y ecualización. (Imagen gentileza CONAE.)

Una vez determinada la representación de las bandas en true color, es posible generar sobre la imagen completa una ventana de *zoom* que permite seleccionar un sector de la imagen y llevarlo al tamaño total de la pantalla (Fig 2). En cualquier momento que lo desee, el usuario puede guardar la imagen manipulada como archivo gráfico true color en los formatos usuales (bmp, jpg, tiff).

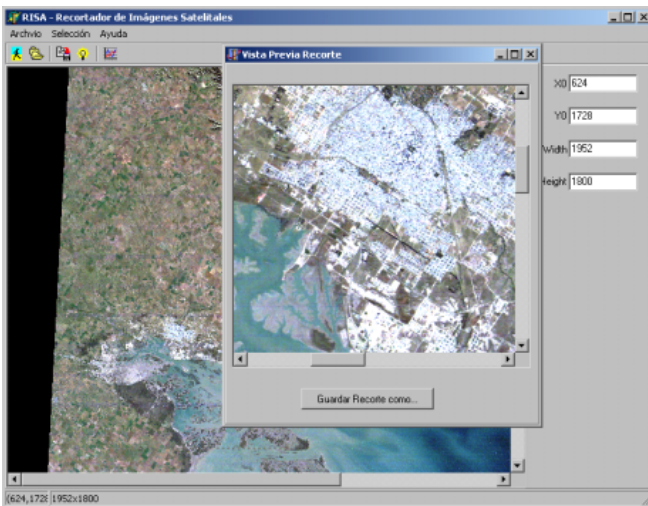


Figura 2: Selección de una porción de la imagen. (Imagen gentileza CONAE.)

### 3. Filtrado y realce

La herramienta que estamos desarrollando incorpora un conjunto de utilitarios de filtrado y realce de determinados aspectos de la imagen. Por ejemplo, para realzar la vegetación se utiliza la relación banda3-banda4. La Banda 3 (0.55 a 0.68  $\mu\text{m}$ , o rojo visible) registra la absorción de luz por la clorofila, mientras que la banda 4 (0.72 a 1.10  $\mu\text{m}$  o infrarrojo cercano) registra la reflexión de luz solar por parte de las hojas de los árboles y plantas. La relación  $(B4-B3)/(B4+B3)$ , entonces, elimina variaciones debidas a las diferencias por elevación solar (ángulo de iluminación) y es usada para medir la distribución de la vegetación en imágenes [Sabins87] (ver Fig. 3). Típicamente, esta aproximación también combina datos de scans sucesivos para obtener el índice espectral de vegetación como función del tiempo. Otras relaciones han sido usados en imágenes para medir concentraciones de fitoplancton en el océano [Russ99].

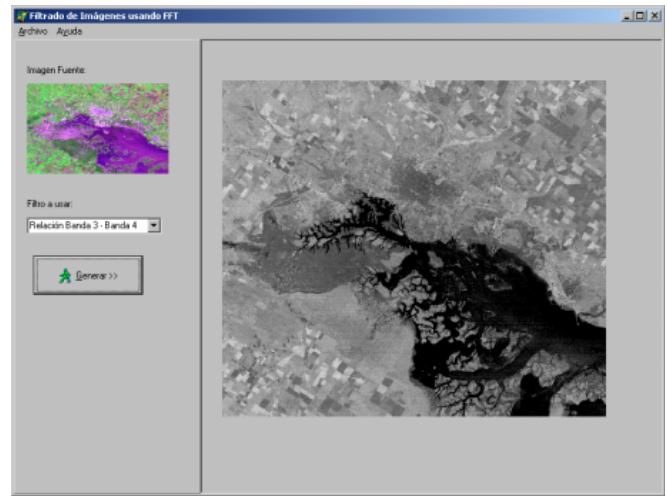


Figura 3: Realce de vegetación con relación Banda3-Banda4. (Imagen gentileza CONAE.)

Otros ejemplos de filtrado implementados son el uso de filtros de gradiente [González93] para el realce de elevaciones montañosas (ver Fig. 4), y el filtrado del ruido térmico por medio de la corrección en la transformada de Fourier de la imagen [Lim90] (ver Fig. 5). El filtrado de gradiente se basa en la aplicación sucesiva (por convolución) de filtros direccionales de Sobel, buscando la norma 1 o norma 2 de las aplicaciones en ambas direcciones. Si bien esta operación es más compleja que la aplicación del Laplaciano, el resultado es más representativo de las

derivadas primeras en la imagen.

El filtrado del ruido térmico es un ejemplo de lo poderosas que son las técnicas de manipulación del espectro de Fourier en una imagen. En la Fig. 5 se observa un problema típico de la Banda 6 (infrarrojo lejano o temperatura), en la cual aparece una señal indeseada, la cual por ser periódica tiene un espectro localizado, el cual puede ser filtrado por medio de máscaras ingresadas en forma manual (ver Fig. 5).

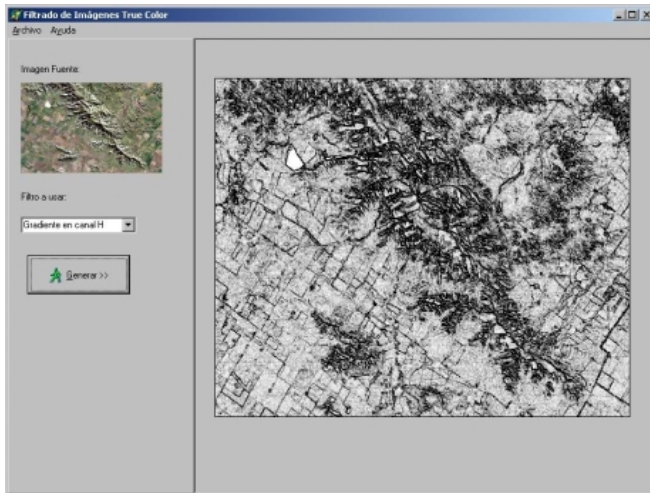


Figura 4: Filtrado por gradiente para realzar relieves montañosos.. (Imagen gentileza CONAE.)

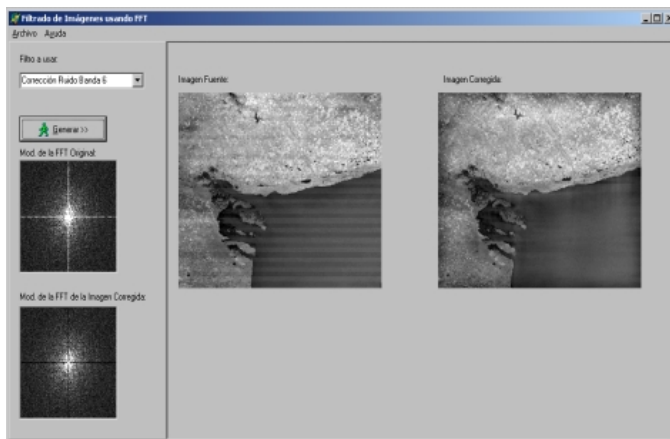


Figura 5: Filtrado del ruido térmico en la transformada de Fourier. (Imagen gentileza CONAE.)

#### 4. Futuras Implementaciones

Una de las extensiones indispensables para nuestro trabajo es poder utilizar imágenes provistas por otros satélites (Landsat-7, SAC-C, etc.). Esto es posible porque en principio el sistema es independiente del formato inicial, por lo que solamente se requiere

generar la interfase de software para adquirir imágenes satelitales con otros formatos. Más dificultoso será adaptar las ideas implementadas a otro tipo de imágenes satelitales, por ejemplo multiespectrales e hiperespectrales.

Otra implementación de creciente necesidad es la georeferenciación automática. Esta utilidad sería realmente útil para un gran grupo de aplicaciones, y sería natural poder ensamblar la posibilidad de almacenar las imágenes georeferenciadas en el formato GeoTiff de reciente estandarización.

También se está trabajando en la implementación del reconocimiento y clasificación automática de cultivos, ciudades, bosques, clasificación de aguas, estudios cronológicos de evolución de terrenos, etc. [Lillesand2000, Schowengerdt97].

Por último, a efectos de dotar a nuestra implementación de mayor portabilidad, se está trabajando en migrarla a Java, para poder depositar en la WEB un servicio de teleprocesamiento de imágenes destinado a usuarios en general.

**Agradecimiento:** Deseamos agradecer a la CONAE por la provisión de las imágenes satelitales utilizadas en este trabajo.

#### Referencias

- [González93] Rafael González y Richard Woods. Digital Image Precessing. Addison-Wesley, Reading, MA, 1993.
- [Lillesand2000] Thomas Lillesand y Ralph Kiefer. Remote Sensing and Image Interpretation (4th. Ed.). Wiley & Sons, NY, 2000
- [Lim90] Jae Lim. Two Dimensional Signal and Image Processing. Prentice Hall, New Jersey, 1990.
- [Russ99] John Russ. The Image Processing Handbook (3rd. Ed.). CRC Press & IEEE Press, Boca Ratón, FL, 1999.
- [Sabins97] F. Sabins, Jr. (1987) Remote Sensing: Principles and Interpretation (2nd Ed.). W. H. Freeman, New York.
- [Schowengerdt97] Robert Schowengerdt. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. Academic Press, San Diego, 1997.