

## PRÁCTICO 9

### PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

#### Objetivos

- Utilizar las distintas técnicas de realces y mejoras de la imagen considerando aquellas dirigidas hacia la mejora de la calidad visual de las imágenes.
- tratar de disponer mejor de los datos para su visualización, de tal forma que sean evidentes los rasgos que presenta la imagen
- Efectuar realces temporales y permanentes en las imágenes.

#### Material necesario

Imágenes TM de Landsat, Imágenes SPOT e imágenes, Software Erdas 8 .x

#### Introducción

En esta guía de trabajo PRÁCTICO comenzaremos con el estudio de imágenes digitales satelitales y la utilización de software específico disponible en el laboratorio de percepción Remota de la Facultad de Ciencias Forestales, sobre todo el caso de ERDAS IMAGINE 8.x para el análisis principal de datos ráster y de los software ArcView 3.x y ArcInfo para el análisis de datos vectorial.

En forma específica en esta guía y a los efectos de una introducción teórica en el tema, se tratarán las plataformas espaciales utilizadas para la obtención de imágenes y de los diversos métodos a tener en cuenta para el análisis de las imágenes satelitales.

Por último se hará una pequeña introducción del manejo del software ERDAS del módulo VIEWER.

#### Teledetección o percepción remota:

Es la observación o medida de las propiedades de un objeto a través de un instrumento o sensor que no se encuentra en contacto con él. La utilización de sensores remotos colocados en satélites es una herramienta muy poderosa para la evaluación, estudio y monitoreo de los recursos naturales en la tierra.

#### Plataformas de teledetección espacial:

##### LANDSAT:

Los primeros satélites de la serie tenían un equipo de barrido multiespectral que dio origen a las imágenes LANDSAT MSS, disponibles desde el año 1972. Tienen 5 bandas y una resolución espacial de 79 metros.

Los últimos satélites de esta generación incorporaron un nuevo explorador de barrido denominado Thematic Mapper que dio origen a las imágenes LANDSAT TM, que poseen 7 bandas y una resolución espacial para 6 de ellas de 30 metros. Las imágenes TM tienen por lo tanto un píxel de 30 X 30 metros.

Los satélites giran a una altura aproximada de 900 Km. El satélite vuelve sobre el mismo lugar de la tierra cada 16 días, como existen 2 plataformas con órbitas intercaladas, cada 8 días hay una imagen del mismo área.

Ambas imágenes cubren una superficie de 180 Km. por lado.

## SPOT:

Son satélites franceses que tienen la particularidad de poder variar el ángulo de observación de acuerdo a las necesidades del usuario, para cubrir la misma zona en distintas órbitas y conseguir estereoscopia (ver en 3 dimensiones, como ocurre con los pares de fotografías aéreas). Las imágenes SPOT tienen 3 bandas de color con una resolución espacial de 20 metros y una banda en tonos de grises (Pancromática), con 10 metros de resolución. Son útiles para el análisis visual, especialmente en áreas urbanas.

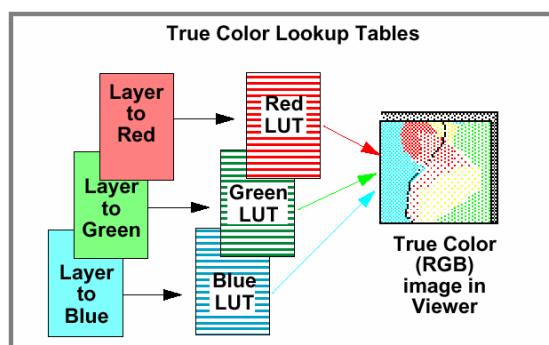
El área cubierta en cada imagen es de 60 Km. por lado. La frecuencia con que vuelve sobre un lugar varía según la latitud, pero puede ser de hasta 3 días.

## TIROS - NOAA:

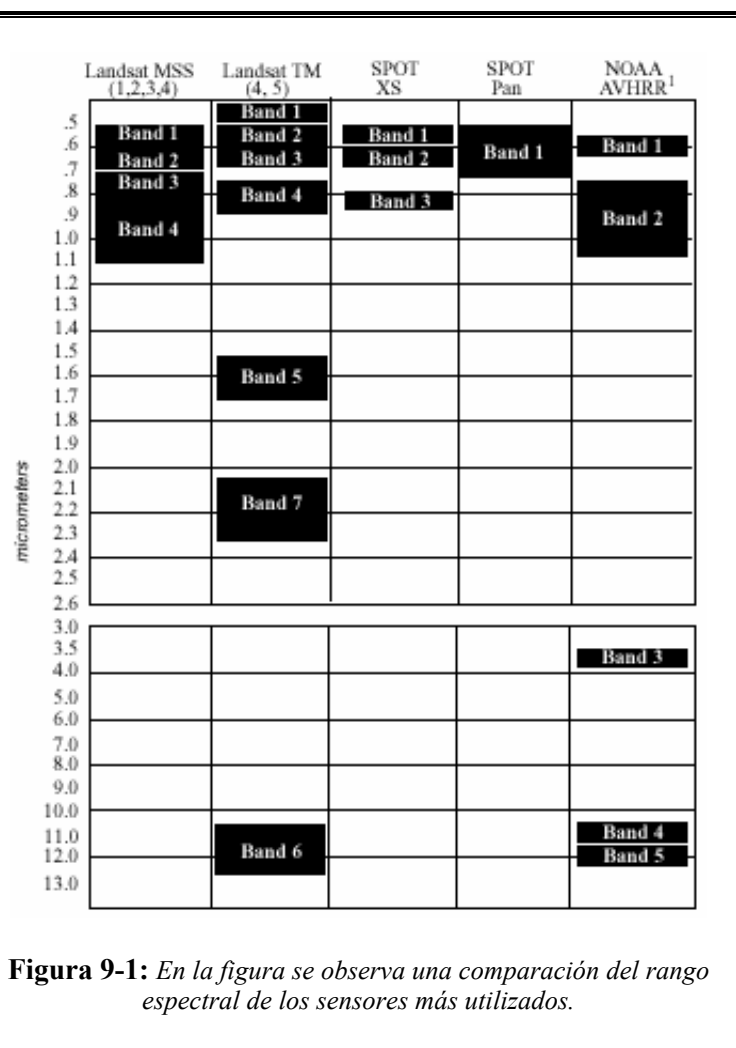
Es uno de los tantos programas diseñados con fines meteorológicos, comenzó con la serie TIROS en 1969 y continuó en 1979 con los NOAA. Las imágenes NOAA tienen 5 bandas, con una resolución de 1.100 metros. Tienen un ciclo muy corto de cobertura, cada 12 horas. Además hay 2 satélites sincronizados que ofrecen entonces una cobertura cada 6 horas. Cada imagen cubre un área de 3.000 Km. de lado.

La gran frecuencia de cobertura y el bajo costo las hace ideales para estudios medioambientales de pequeña escala, permitiendo análisis en períodos cortos de tiempo a escala global. Son útiles para estudiar y monitorear fenómenos dinámicos.

## La matriz de datos en una imagen digital



**Figura 9-2**



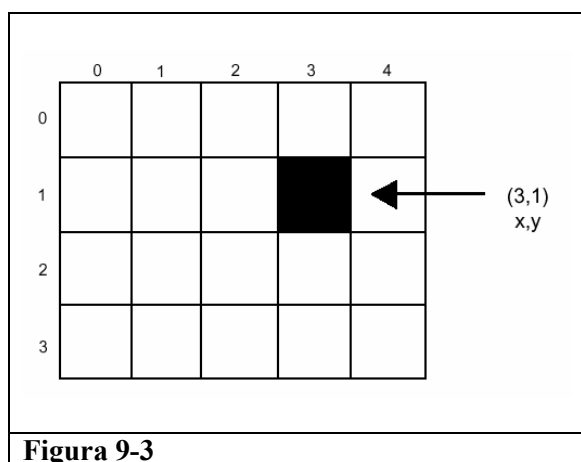
En el caso de los equipos ópticos electrónicos, no existe esta superficie sólida de grabación, ya que el sensor explora secuencialmente la superficie terrestre adquiriendo, a intervalos regulares, la radiación que proviene de los objetos sobre ella situados.

La cadencia con la que el sensor realiza ese muestreo de la superficie terrestre define precisamente la resolución espacial del mismo. Dicho en otras palabras, el sensor detecta la radiancia media de una parcela del terreno equivalente al tamaño del píxel, unidad visual mas pequeña que aparece en la imagen este valor medio se traduce por el sensor a un valor numérico a partir del cual se realiza el tratamiento digital de imágenes.

En consecuencia, cada píxel de la imagen viene definido por un numero entero, traducción de la radiancia recibida por el sensor para una determinada parcela de la superficie terrestre y en una determinada banda del espectro. Este valor numérico se denominara NIVEL DIGITAL (ND). El nombre se justifica por tratarse de un valor numérico, no visual, pero que puede fácilmente traducirse a una intensidad visual o, si se prefiere, a un nivel de gris, mediante cualquier convertidor digital-analógico (un monitor de computadora por Ej.)

Los ND forman imágenes cuando son desplegados sobre un monitor de PC. o en una salida por impresora.

En las imágenes obtenidas por los sensores remotos, cada ND representa un área de la tierra en un lugar específico. El valor de ND asignado al píxel esta en función de la luz reflejada o emitida de la porción de la superficie terrestre.



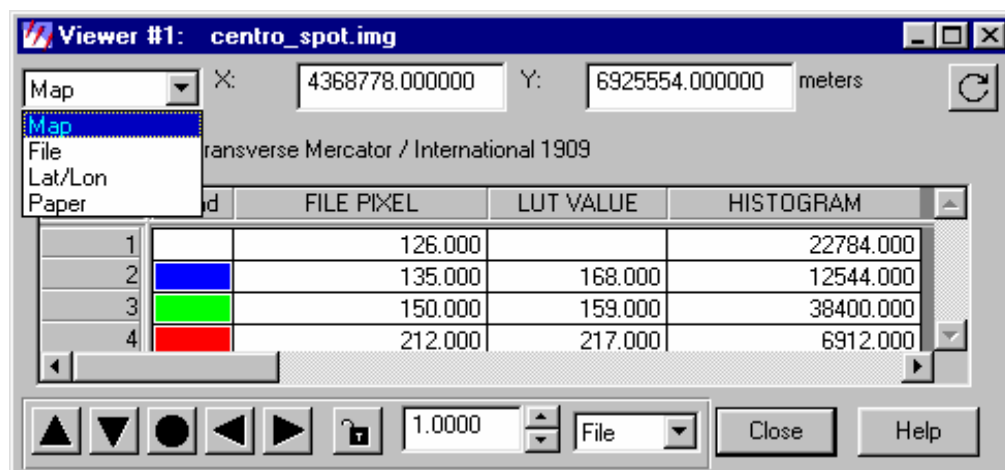
**Figura 9-3**

Los valores de archivo también pueden representar elevaciones como en los casos de modelo de elevación digital. (Archivos DEM y MDT)

La localización de un píxel dentro de un archivo o en una imagen desplegada o impresa es expresada mediante un sistema de coordenadas en dos dimensiones.

Una imagen esta organizada como una grilla de filas y columnas, cada lugar sobre esta grilla esta expresada como un par de coordenadas, genéricamente referida como "x" e "y". Las coordenadas "x" especifican la columna en la grilla y la coordenada "y" especifica la fila. Los datos organizados de esta forma, son conocidos como datos "Raster".

- La localización de un píxel en la pantalla de un computador esta expresada en coordenadas de pantalla.
- Las coordenadas de pantalla comienzan en la esquina superior izquierda con los valores 0,0 columna 0, fila 0, el valor de coordenada de la esquina inferior derecha depende de la resolución del monitor, pudiendo ser 800 x 600, 1.024 x 1.024, 1.280 x 1.024, 1600 x 1.024.
- Las coordenadas de archivo se refieren a la localización del píxel dentro de la imagen (datos de archivo).



**Figura 9-4:** Ventana "Inquire cursor" mostrando las opciones de los distintos tipos de coordenadas, en este caso aparecen los valores de coordenadas de mapa, los valores de ND originales y los ND ecualizados.

Las coordenadas en mapas pueden estar representadas por una o por varios sistemas de proyección-coordenadas.

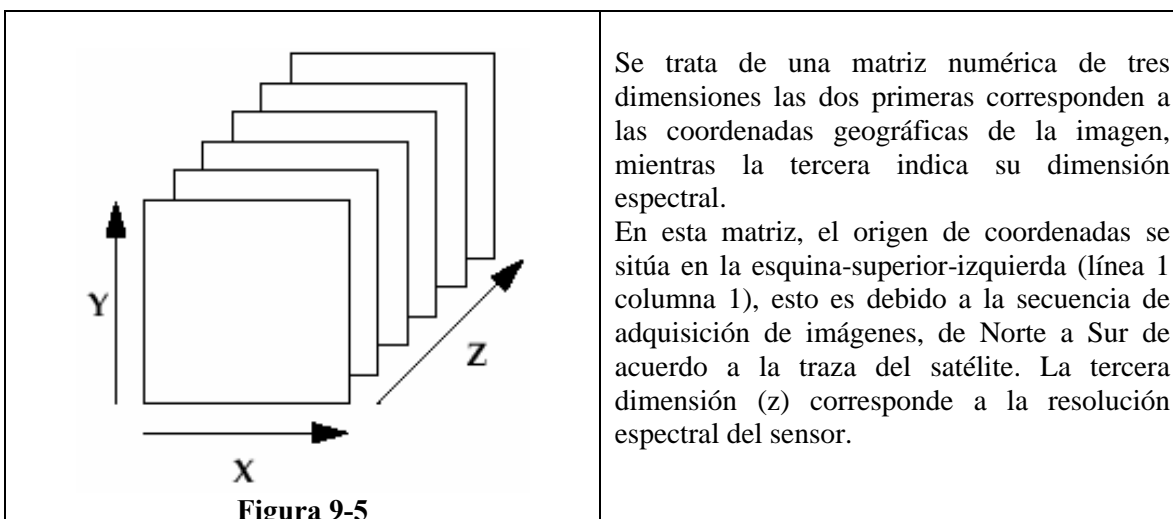
El tipo de coordenadas de mapas usadas por un archivo, depende del método utilizado para crear el archivo (fotografías, sensores remotos, escaneo de mapas existentes, etc.). Dentro de ERDAS los datos de archivo pueden convertirse de un sistema de coordenada de mapa a otro.

Resumiendo, la unidad mínima de información en una imagen digital se denomina píxel, definido por un numero entero, ND, que puede convertirse en una intensidad luminosa o nivel de gris.

Las imágenes pueden estar formadas por varias bandas de información, cada banda es un set de datos de una porción específica del espectro electromagnético (rojo-verde-azul-infrarrojo cercano-infrarrojo medio-termal-etc.), o alguna otra información definida por el usuario creada por combinación o mejoras de las bandas originales o creando nuevas bandas desde otras fuentes.

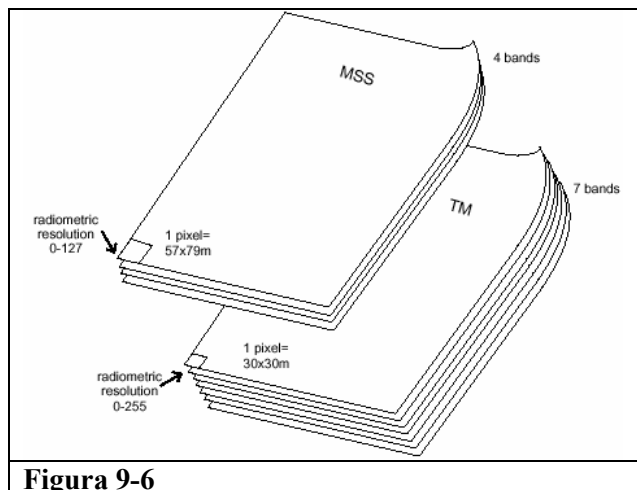
El software ERDAS puede manejar mas de dieciséis bandas en un mismo archivo.

Teniendo en cuenta estos principios la organización de los datos en una imagen digital puede esquematizarse de acuerdo a la figura 9-5.



En consecuencia, habrá tantos planos en la imagen como bandas originalmente detectadas: 7 para el LANDSAT TM, 5 para el AVHRR, 4 para el MSS, o 3 para el HRV (SPOT).

Teniendo presente ese carácter matricial de cualquier imagen numérica, son más fácilmente comprensibles las posteriores transformaciones aplicadas sobre ella. Estas son en muchos casos operaciones estadísticas comunes a otras matrices numéricas. Por Ej., en una imagen digital podemos calcular medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación típica en cada una de las bandas), cambiar su orientación geométrica (rotación de la matriz), realizar combinaciones aritméticas entre bandas (cocientes), sintetizar varias bandas reduciendo la información redundante (componentes principales) o discriminar grupos de ND homogéneos dentro de la matriz (clasificación)

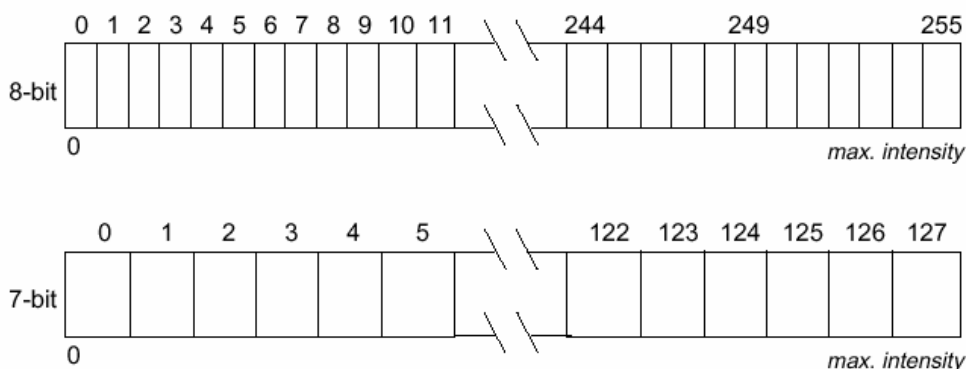


**Figura 9-6**

### Formato de grabación

El formato de grabación indica la organización de los ND que forman la imagen dentro del medio de almacenamiento, cintas magnética CD-ROM etc., en este sentido, conviene considerar la codificación aplicada y la organización lógica de los datos.

En lo que se refiere al primer punto los ND de la imagen se graban en código binario (un BIT 0, 1), la mayor parte de los sensores emplean grupos de 8 bits para almacenar el ND correspondiente a cada píxel. En definitiva, cada píxel se define por un Byte, lo que equivale a un rango de 256 niveles ( $2^8$ , de 0 a 255). Este es también el rango admitido por la casi totalidad de los equipos de tratamiento digital, por lo que el acceso de la imagen se simplifica notablemente. En el caso de algunos sensores, como el NOAA AVHRR, se codifica la información en 1024 niveles (10 bits), por lo que se requiere una labor previa de compresión de datos para poder visualizar la información en pantalla.

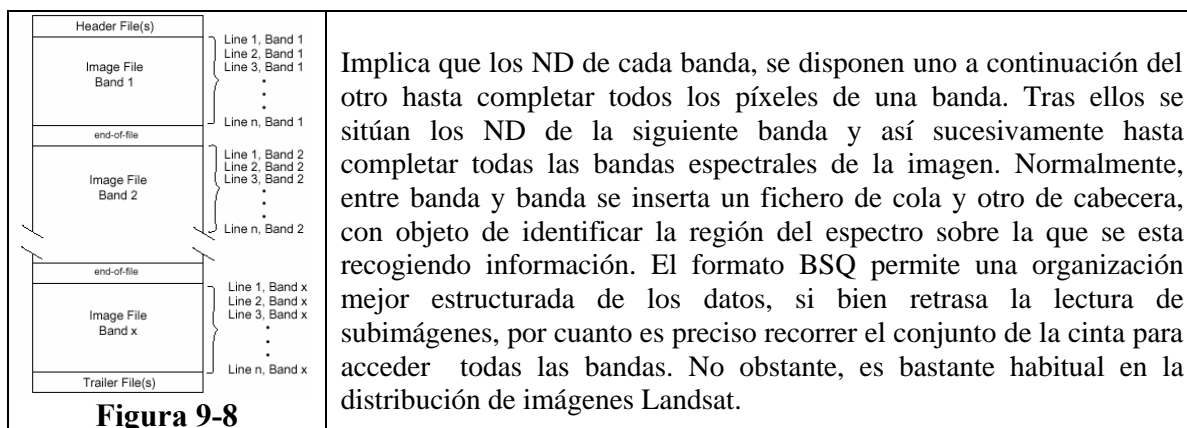


**Figura 9-7:** Niveles de brillo (ND) para el caso de imágenes de 8 bits y para una de 7 bits.

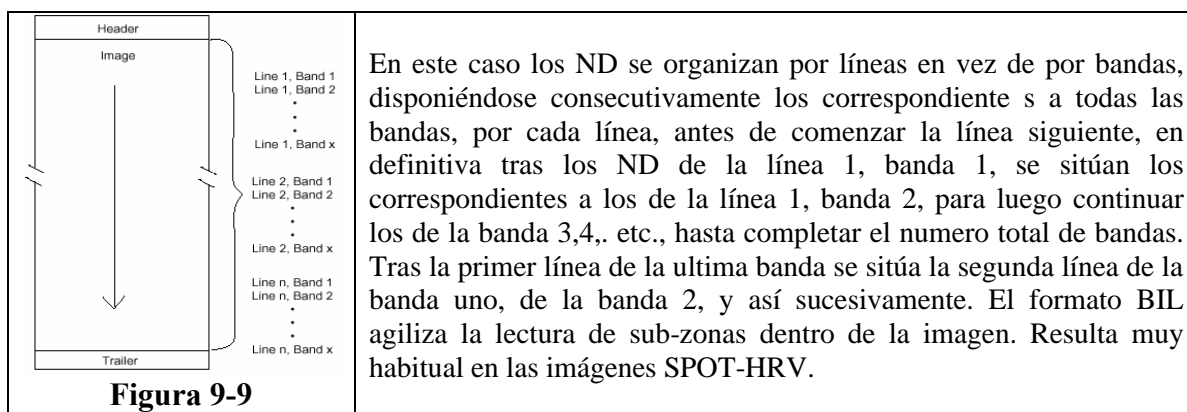
Las imágenes digitales en un medio magnético, se organiza en una serie de ficheros (files), cada uno de los cuales se descompone en registros, (records). Normalmente cada imagen incluye un fichero de cabecera (header files), en donde se almacena el formato con que están grabados los ND que la componen, así como las condiciones en que se adquirió la imagen (tipo de sensor, localización de la escena, día, elevación y azimut solar, etc.), y el tipo de correcciones aplicadas por la estación receptora.

La distribución de los ficheros en un medio magnético de almacenaje, esta en estrecha relación con el formato en que se graban los ND de la imagen. Los tres formatos más habituales son:

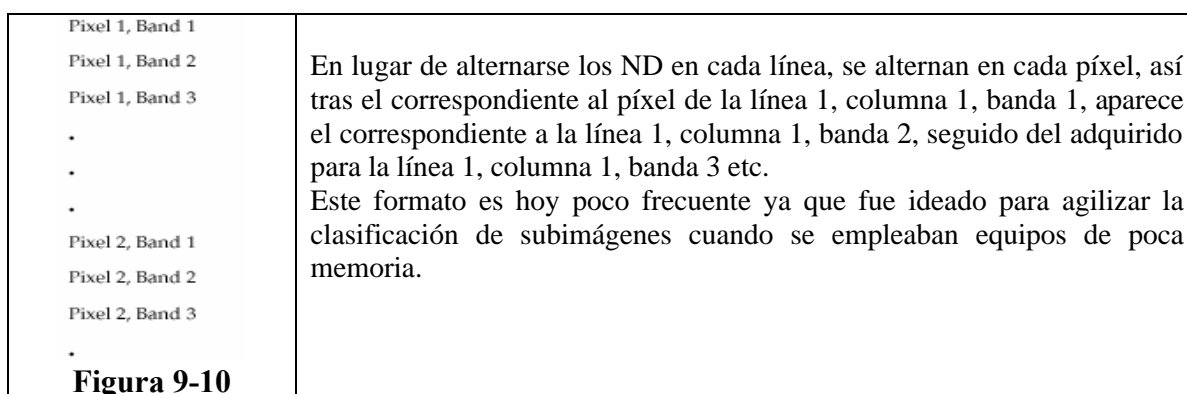
### 1-Bandas secuenciales (band sequential BSQ).



### 2-Bandas intercaladas por líneas ( band interleaved by lines BIL).



### 3- bandas intercaladas por píxeles. (band interleaved by píxel BIP).

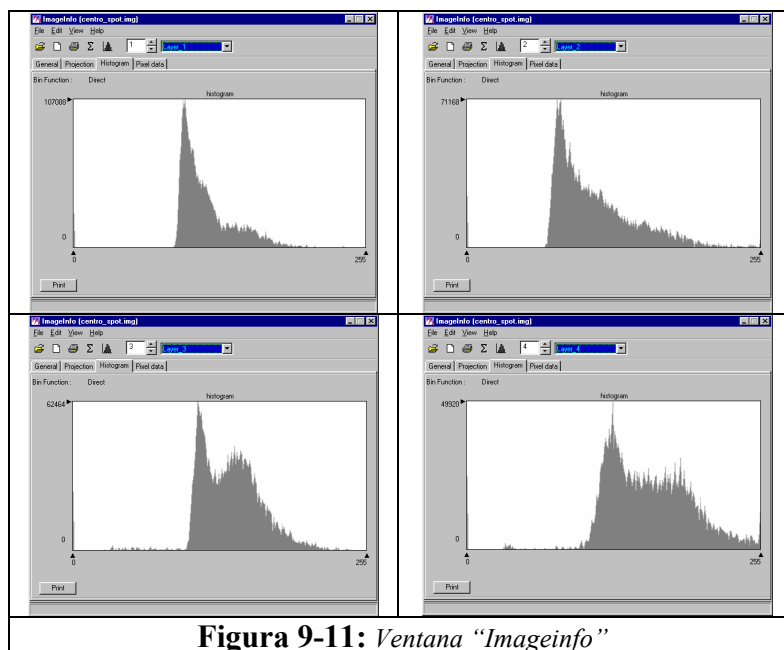


### Calculo de estadísticas e histogramas de la imagen

Ya hemos indicado que cada operación aplicada sobre la imagen parte de su carácter digital. Por tanto, conviene conocer las estadísticas elementales que la definen, para mejorar su interpretación y para orientar los posteriores procesos de realce visual o transformación.

Por estas razones cualquier sistema de tratamiento digital debe ofrecer opciones para calcular estas estadísticas de la imagen, al menos, de las medidas de tendencia central y dispersión más habituales. Estas medidas nos permitirán una primer valoración sobre el carácter de cada una de las bandas y su grado de homogeneidad.

Además de estos valores medios también resulta de gran interés contar con el histograma de frecuencia de cada banda, puesto que nos informa sobre cómo se distribuyen los ND en una determinada escena.



**Figura 9-11:** Ventana "ImageInfo"

La Figura 9-11 Muestra el histograma de ND para las bandas 1, 2, 3, 4.

La localización del Histograma nos permite deducir el contraste presente en la imagen mientras que la presencia de picos relativos, puede ser testigo de determinadas clases de cobertura.

## UTILIDADES PARA LA VISUALIZACIÓN

La capacidad de visualización de la imagen debe considerarse como una de las principales características de un equipo de tratamiento digital. Esta capacidad es dependiente del Hardware y del Software disponible. Las utilidades de visualización más habituales son:

- 1- Conversión digital-analógica de los ND almacenados en la imagen, lo que permite su representación en el monitor gráfico. Consiste básicamente en convertir un valor numérico (el ND de cada píxel) en una señal analógica que se transmite a un tubo de rayos catódicos (CRT) para su representación visual.
- 2- Obtención de coordenadas con la ayuda del digitalizador o ratón electrónico, pueden obtenerse las coordenadas de distintos puntos de interés, de cara a la corrección geométrica de la imagen o a la caracterización espectral de distintas cubiertas. En caso de que la imagen haya sido corregida cartográficamente, esas coordenadas coincidirán con la proyección utilizada (Mercator Transversal, etc.).
- 3- Digitalización de áreas sobre la imagen, realizada también con la ayuda de un cursor móvil. Estas zonas pueden corresponder con campos de entrenamiento para la clasificación o con sectores que pretenden aislarse de la imagen. O también en lo que hace a la inclusión de títulos nombres de calles, ciudades, símbolos cartográficos, líneas, etc.
- 4- Cambios de escala, especialmente en lo que se refiere a magnificaciones. En los sistemas más modernos este proceso se realiza en la memoria de refresco, por lo que se obtiene instantáneamente. Además de aumentar el tamaño de los objetos visualizados, el usuario puede desplazarse sobre la imagen a esa nueva escala, facilitando notablemente la localización de zona de interés.

## Correcciones de la imagen

Con este nombre se indican aquellos procesos que tienden a eliminar cualquier anomalía detectadas en la imagen, ya sea en su localización o en los ND de los píxeles que componen la imagen. Estas operaciones tienden a disponer los datos en la forma más cercana posible a una adquisición idónea, tanto en la posición de los píxeles como en la radiancia que significan.

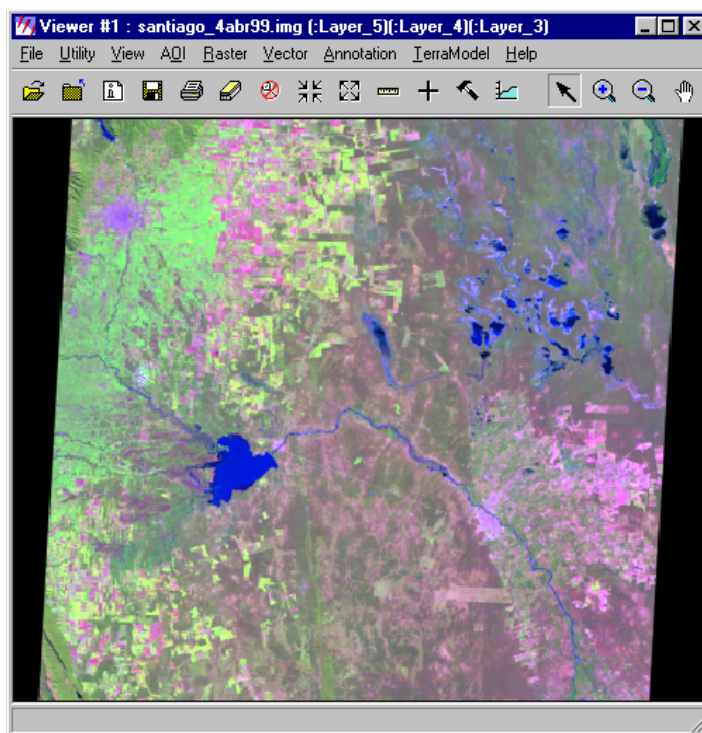
## Fuentes de error en una imagen espacial

Cualquier imagen adquirida por un sensor remoto ya sea aéreo o espacial, presenta una serie de alteraciones radiométricas y geométricas debidas a muy variados factores. Esto explica que la imagen finalmente detectada no coincida exactamente con el tono, posición, forma, tamaño, de los objetos que incluye.

En el caso de las imágenes espaciales, las deformaciones más frecuentes pueden agruparse en cuatro apartados.

Distorsiones originadas por la plataforma. Pese a la gran estabilidad de un satélite de observación, muy superior a la que ofrece un avión, pueden producirse pequeñas variaciones en la altitud de su órbita, en su velocidad o en la orientación de cualquiera de sus tres ejes: aleteo (pitch), cabeceo (roll), giro lateral (yaw). En el primer caso, se producen cambios en la escala de la imagen, mientras en el segundo, distorsiones de distinto tipo en su geometría de adquisición. Ambos factores pueden considerarse como no sistemáticos, puestos que aparecen de forma esporádicas son, por ello, difícilmente predecibles y complejos de modelar.

Distorsiones provocadas por la rotación terrestre. Teniendo en cuenta la altitud orbital de las plataformas espaciales, el efecto de rotación de la tierra aparece claramente en la imagen. Por ejemplo en el caso del MSS del satélite Landsat, cada imagen de 185x185 Km. Se adquiere en aproximadamente 28 segundos. En este lapso de tiempo, desde la primera a la última línea de barrido, la tierra se ha desplazado sensiblemente (unos 8 Km.), lo que causa, junto a la propia inclinación de la órbita, una orientación de la imagen noreste-suroeste.

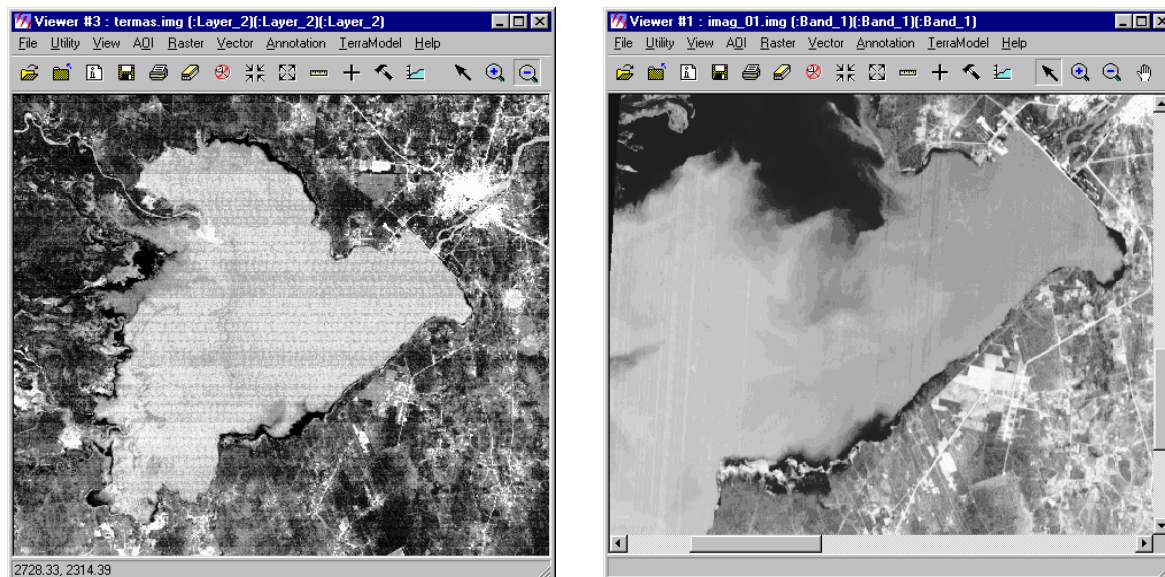


**Figura 9-12:** *Influencia de la rotación + inclinación de órbita, en la geometría de la imagen Landsat.*



### Distorsiones provocadas por el sensor.

Un problema frecuente que plantea el sensor es la falta de calibración entre detectores. En los sensores de barrido la exploración se realiza en varias líneas simultáneamente. En ocasiones el ajuste entre detectores se deteriora, provocándose un efecto de bandeo en la imagen final.



**Figura 9-13:** Figuras en la zona del embalse de Río Hondo, en donde se muestra este efecto tanto para imágenes LANDSAT (izquierda), como para imágenes SPOT (derecha).

Otro efecto es que los sensores de barrido electrónico realizan una exploración perpendicular a la trayectoria del satélite, gracias a un espejo oscilante que envía la radiancia detectada a una cadena de detectores sólidos. Este movimiento de barrido puede alterarse por anomalías del sensor, provocando un efecto de barrido no lineal. El Angulo con que se realiza ese barrido tiene también un importante efecto sobre la geometría de adquisición. En caso de sensores con un amplio campo de visión (NOAA-AVHRR o Meteosat, por ejemplo), se produce una distorsión panorámica, tanto mayor cuanto más nos alejamos del nadir. Asimismo la escala de la imagen puede variar significativamente hacia los extremos. Cuando los sensores poseen menor campo de visión como en el caso de los LANDSAT MSS TM o SPOT HRV, estos efectos son de menor calibre.

- **CORRECCIONES RADIOMÉTRICAS**

Este es un término muy genérico, que designa aquellas técnicas que modifican los ND originales, con objeto de acercarlos a los que habría presentes en la imagen caso de una recepción ideal. Dentro de este concepto se engloban las distorsiones provocadas por la atmósfera, así como los problemas radiométricos derivas del mal funcionamiento del sensor

### Restauración de líneas o píxeles perdidos.

Un mal funcionamiento del sensor o de la antena receptora de la imagen, puede llevar a que esta aparezca en algunas líneas o píxeles perdidos. En una visualización de la imagen, esta presentaría una serie de líneas anómalas (negras o blancas), o incluso una serie de píxeles aislados de similar aspecto. En ambos casos, se trata de información irreparablemente perdida. No puede restaurarse lo que nunca se obtuvo. En consecuencia, los procesos de corrección se dirigen aquí a mejorar artificialmente el aspecto visual de la imagen, facilitando su posterior interpretación.

Puesto que se trata de píxeles perdidos, la forma mas lógica de estimar sus ND estriba en considerar los ND de los píxeles vecinos.

### Corrección del bandeo de la imagen.

En algunas imágenes obtenidas por equipos de barrido secuencial (MSS o TM), se observa un bandeo de la imagen especialmente perceptibles en las zonas de baja radiancia (grandes embalses, mar). Estas son como vimos anteriormente distorsiones provocadas por el sensor.

Este bandeo, conocido como “striping” en la terminología anglosajona, se debe a un mal calibrado entre los detectores que forman el sensor; esto es, porque alguno de ellos codifican la radiancia que recibe en ND superiores o inferiores al resto.

### Distorsiones provocadas por la atmósfera.

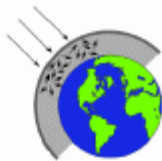
#### Dispersión atmosférica

##### ■ Factores:

- Vapor de agua.
- Partículas en suspensión.

##### ■ Tipos:

- Rayleigh:  $\lambda < \lambda_0$ . Afecta a las más cortas y es la más intensa: cielo.
- Mie:  $\lambda = \lambda_0$ . Afectan a mayores  $\lambda$ : aerosoles y polvo atmosférico).
- No selectiva.  $\lambda > \lambda_0$ . Por igual en cualquier  $\lambda$ : nubes



La radiación electromagnética se ve notablemente afectada por los distintos componentes de la atmósfera. La presencia de aerosoles y vapor de agua dispersa de una forma selectiva la radiación transmitida entre la superficie terrestre y el sensor. Por ello, la radiancia finalmente detectada por éste no corresponde exactamente a la que cuenta con un porcentaje añadido, es decir que implica un aumento de la señal recibida por el sensor a consecuencia del efecto dispersor de la atmósfera.

Este efecto es muy sensible en las longitudes de onda más cortas, que tienen un menor contraste.

Figura 9-14

Desgraciadamente, resulta muy complejo abordar una corrección rigurosa de la dispersión atmosférica, por cuanto requiere una serie de medidas simultáneas a la adquisición de la imagen, ya que su efecto varía en el espacio y en el tiempo.

Para la mejor interpretación visual de las imágenes, consideraremos aspectos tales como:

1. Mejoras de contraste
2. Composiciones coloreadas
3. Cambios de escala
4. Filtrajes.

### 1 AJUSTE DEL CONTRASTE

Los procesos de ajuste de contraste tienden a adaptar la resolución radiométrica de la imagen a la capacidad del monitor de visualización. Cada sensor codifica la reflectancia en un número determinado de número digital. (ND). Ese rango digital puede no corresponder con el número de niveles de visualización (NV) que facilita la consola gráfica (Monitor o salida impresa), por lo que resulta preciso ajustar estos parámetros.

#### Tablas de referencia de color

Una tabla de referencia de color (color lookup table, CLUT), es una matriz numérica que indica el nivel visual (NV) con el que se representa en pantalla cada uno de los ND de la imagen.

La utilización de la CLUT permite modificar la relación entre el ND almacenado en disco y la intensidad de brillo con que se visualiza. En otras palabras cada ND puede hacerse corresponder con un nivel visual NV que no tiene porque ser igual a el.

Tengamos en cuenta de que cuando se esta manipulado una banda lo normal es que la imagen aparezca en pantalla en tonos de gris, esto significa que cada ND tiene el mismo componente de

rojo verde y azul. Un NV de 0,0,0 indica que el píxel se vera negro, para el caso que tenga como valor 127,127,127 será un gris medio, y 255,255,255 será blanco.

### Compresión de contraste

En caso de que el rango del sensor supere el número de niveles de gris que pueden visualizarse en pantalla, resulta preciso comprimir los ND originales, ajustando el rango de la imagen al permitido por el terminal gráfico.

Estos ajustes son necesarios en dos casos

Cuando se cuenta con un sistema gráfico, (monitor + placa de video), de reducida potencia.

Cuando se trabaja con un sensor de gran sensibilidad radiométrica.

- La mayor parte de los equipos de tratamiento digital actualmente cuentan con una resolución en pantalla de 8 bits para cada uno de los tres cañones de color, rojo, verde y azul (RGB por sus siglas en inglés), lo que se traduce en colores de 24 bits que proviene de  $2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 = 2^{24}$ . Como se observa al visualizar cada banda en 256 niveles de grises ( $2^8$ ) una imagen desplegada en tres bandas contendrá unos 16 millones de tonos  $2^{24} = 256^3$ .
- La compresión también es necesaria cuando se pretende visualizar una imagen AVHRR codificado en 10 bits, o también cuando se intenta desplegar un modelo de elevación digital del relieve (16 bits).

### Expansión del contraste

La mayor parte de los sensores actuales codifican la señal recibida en un rango de 256 niveles, que es el habitual en un equipo de tratamiento de imágenes, en ese rango máximo de ND debe aplicarse al conjunto de paisajes que puede detectar el sensor desde los de muy baja reflectividad (zonas marinas) a los de alta reflectividad del desierto o las áreas nevadas.

Lógicamente en una sola escena casi nunca se alberga tanta variedad de paisajes, por lo que el rango final de la imagen no coincide con el número de ND disponibles, y como consecuencia de esto, la imagen aparece poco contrastada, ya que una buena parte de los 256 niveles de grises permitidos por el monitor quedan inactivos.

- Expansión lineal del contraste: es la forma mas elemental de ajustar el contraste de la imagen al permitido por el equipo de la visualización. para ello se crea una CLUT en la que el ND mínimo y máximo de la imagen asociados un NV de 0 y 255 respectivamente, distribuyendo linealmente el resto entre estos dos valores. Las imágenes luego de este proceso aparecen mas contrastadas, mas nítida, su histograma presenta una distribución mas equilibrada. las colas del histograma se han fijado en los extremos del rango y los valores intermedios están mejor repartidos en la escala
- Ecualización del histograma: la expansión lineal del contraste no tiene en cuenta las características del histograma de la imagen, sino solo de sus extremos, puede idearse una técnica de realce mas depurada, en donde se considera la forma de la distribución de frecuencia de los ND originales. La ecualización del histograma supone un realce mas acentuado, a consecuencia de este realce, el histograma de la imagen ofrece una mejor distribución de los datos. El proceso ofrece mejores resultados, especialmente si la imagen original presenta una distribución gaussiana.
- Expansión especial del contraste: supone un caso particular de los métodos anteriormente estudiados,

La novedad radica en restringir el contraste a un rango específico de ND, en donde se manifieste con mayor claridad una cubierta de interés. Por ejemplo en un aplicación sobre extensiones de agua, donde convendrá resaltar la visualización de los valores mas bajos del histograma, aunque se pierda contraste en otros rangos de la imagen. Para ello se señala un umbral máximo y mínimo, acorde con el rango digital de la cubierta que pretende realizarse (método lineal) o limitando el histograma objeto a una ventana de la imagen (AOI), donde esta presente dicha cubierta. En ambos casos esta operación supone afinar mucho mas la representación de esa cubierta en detrimento de todas las demás.

Una muestra de este realce se realizara en clase, para ello se seleccionara un área de bosque, y se observara la variación interna y externa del contraste, ya que la segunda (perdida de nitidez) es como consecuencia de quedar relegado a un rango de visualización mucho menor.

- Empleo del pseudo color: varios autores han puesto en evidencia que el ojo humano es mas capaz de distinguir tonos de color que intensidades de brillo.

Por lo tanto el empleo de color puede facilitar notablemente, el análisis, tanto visual, como la preparación de otros tratamientos digitales. Utilizamos aquí el termino pseudo color para indicar aquellos tratamientos en donde se diseña artificialmente una tabla de color.

Esto puede tener sentido en dos casos

Cuando se pretenda obtener una clave de color en una imagen clasificada.

Cuando se intente realizar el análisis de una imagen, sustituyendo los niveles de gris por tonos de color.

## 2 COMPOSICIONES EN COLOR

A partir de la información multispectral que generan la mayor parte de los sensores espaciales, pueden obtenerse distintas composiciones de color, basta para ello aplicar a cada uno de los tres colores "primarios", a una banda distinta de la imagen seleccionada con el criterio y en el orden que se estime mas oportuno. El proceso permite visualizar, simultáneamente imágenes de distinta porciones del espectro, lo que facilita la relimitación visual de algunas coberturas. Por tratarse de tres bandas distintas, la CLUT aplicada a una composición en color presenta tres columnas con distintos valores.

La elección de las bandas para realizar la composición y el orden de los colores destinados a cada una, dependen del sensor sobre el que se trabaje y de la naturaleza del trabajo a realizar.

La composición mas habitual es la denominada falso color fruto de aplicar los cañones rojo verde y azul sobre las bandas correspondientes al infrarrojo cercano, rojo y verde.

El sensor TM dotado de 7 bandas espectrales, ofrece la posibilidad de realizar un amplio numero de composiciones coloreadas.

Se desarrollaron diversos métodos para seleccionar aquella que albergue un mayor contenido informativo. Se trata de identificar la composición multibanda que entre las 35 posibles (7 tomadas de 3, sin repeticiones), recoja la mejor estructura del conjunto de la imagen. Los resultados de estas técnicas muestran que en la mayor parte de los casos, la composición elegida incluye una banda en el visible, otra en el infrarrojo cercano y otra en el medio.

## 3 CAMBIOS DE ESCALA

Conviene manejar con cierta precaución el concepto de escala cuando se habla de sensores ópticos electrónicos, ya que la escala final de la imagen esta en función del tamaño con que representemos el píxel, unidad mínima de información. Ahora bien la superficie real que ocupa el píxel es la misma, así como el ND que lo define, independientemente del tamaño con el que este se represente sobre el monitor o papel.

El tratamiento digital de imágenes requiere aumentar o disminuir el tamaño del píxel en pantalla, por cuanto la resolución del monitor es constante (solo admite un numero determinado de píxeles. el cambio de escala debe realizarse a través del muestreo de los píxeles que forman la imagen.

Si pretende visualizarse un área con un número de píxeles superior a la capacidad de pantalla, basta seleccionar una muestra, es decir uno de cada 2, 3, 4 píxeles etc. Naturalmente esto supone hacerlo con menos detalle ya que se está seleccionando solo una parte de los ND originales.

El Proceso contrario a la reducción se denomina magnificación, ampliación o simplemente Zoom, se trata de ampliar el tamaño del píxel sobre el monitor, y constituye una de las operaciones más frecuentes de tratamiento digital

#### 4 FILTRAJES

El filtrado se aplica en análisis digital, para componentes de interés. en este caso los filtros aplicados sobre la imagen pretenden suavizar o reforzar los contrastes espaciales presentes en los ND que la componen. En otras palabras se trata de transformar los ND originales de tal forma que se asemejen o diferencien más de los correspondientes a píxeles vecinos.

Las técnicas de filtraje se dirigen directamente al realce visual de la imagen, ya sea eliminando valores anómalos o para resaltar rasgos lineales de interés, sin embargo a diferencia de las operaciones ya comentadas, el filtraje implica modificar los ND originales y no solo la forma en que se representan visualmente.

De acuerdo al objetivo que se persiga suelen distinguirse dos tipos de filtros:

Filtros de paso bajo (low pass filtering), que tiende a aislar el componente de homogeneidad en la imagen, seleccionando áreas donde la frecuencia de cambio es baja.

Filtros de paso alto (high pass filtering), dirigidos a los componentes de alta frecuencia, es decir a aquellas áreas de alta variabilidad, donde el contraste espacial es intenso

La forma concreta de efectuar este proceso es aplicar sobre los ND originales una matriz móvil de coeficientes de filtraje. Esta matriz (kernel) puede tener un tamaño variable, en función del número de píxeles vecinos que queramos implicar en el proceso. Lo habitual es 3x3, 5x5 y 7x7, cuanto mayor sea esta, el efecto suavizado o realce espacial es más intenso.

Los filtros de paso bajo suelen utilizarse para restaurar los errores aleatorios que puedan presentarse en los ND de la imagen, por defectos en la adquisición, o recepción de los datos

Los filtros de paso alto son utilizados para remarcar los contrastes entre píxeles vecinos enfatizando los rasgos lineales presentes en la imagen, como carreteras, parcelas o accidentes geológicos.

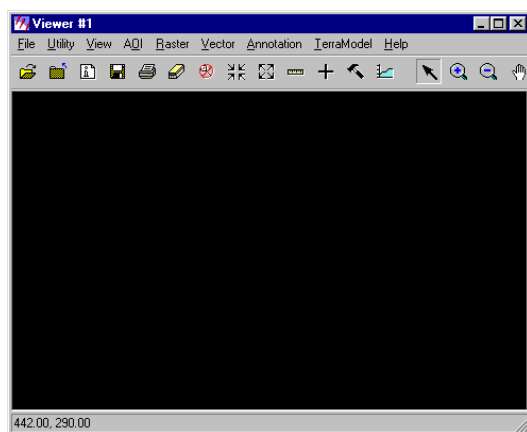
Este tema se abordará más profundamente en la Guía de trabajos Prácticos 11. CLASIFICACIÓN.

## MANEJO DEL SOFTWARE ERDAS

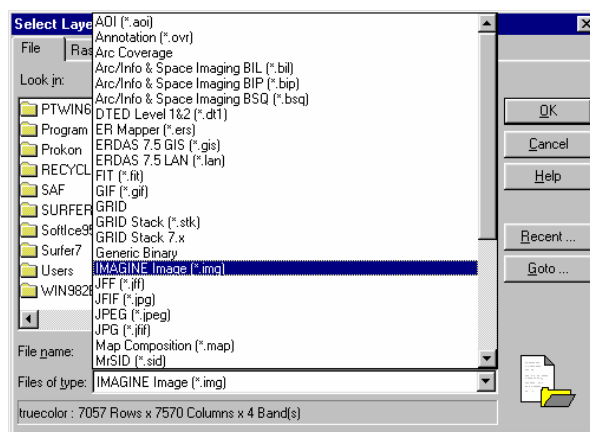
La primera actividad a realizar es el despliegue de una imagen utilizando para ello el modulo VIEWER.



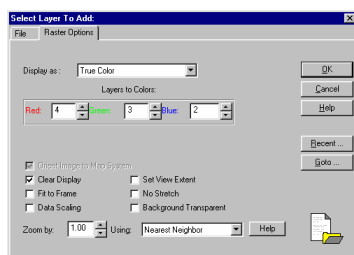
**Figura 9-15:** Esquema de la interfase del ERDAS donde se observan los diferentes módulos que lo componen.



**Figura 9-16::** Ventana del modulo viewer donde se desplegarán las imágenes, en cualquiera de los diferentes formatos tanto ráster como vector, soportados por ERDAS. Obsérvese en la parte superior la barra de menú, y la barra de iconos.

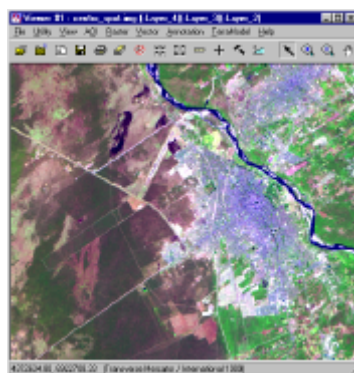


**Figura 9-17::** Ventana en donde se observan los formatos soportados por ERDAS. Y en donde se elegirá la imagen a desplegarse.



**Figura 9-18::** Ventana "Raster options", en donde elegiremos no solo las bandas a desplegar, sino también el orden que ocupara en cada plano RGB del monitor.

Las imágenes con extensión "\*.img" tienen al menos una banda y hasta 7 en el caso del sensor TM. Usualmente se seleccionan para desplegar una o tres bandas, según sea monocromático o color respectivamente.



**Figura 9-19::** Ejemplo de una imagen desplegada.

En este caso los diferentes valores de archivo son cargados en la memoria de la imagen y representados en la pantalla del monitor RGB mediante valores de grises asignados por el lookup tables (LUT).

El estudiante deberá examinar la imagen de muestra mediante la utilización de las herramientas correspondientes (icono en forma de mano y el manejo de las herramientas de Zoom y de cambio de escala).

En la barra de iconos de la ventana disponemos de los iconos de Zoom (lupas + y -), y en el menú View -Scale - Scale Tool, encontrara la forma de escalar la imagen o de definir la extensión

ya sea de la imagen o de la ventana en uso.

### Actividades a realizar

- Se trabajara con una imagen SPOT 4, correspondiente al área de la Ciudad Capital en Santiago del Estero.

Extraer una porción de imagen con coordenadas de archivo (type file).

ulx 1160 lrx 2108

uly 11 lry 861

Trabaje con la herramienta Inquire box (Botón derecho del mouse).

- De la Imagen extraída ubique el punto con coordenadas planas (mapa).

X = 4374258 Y = 6926004

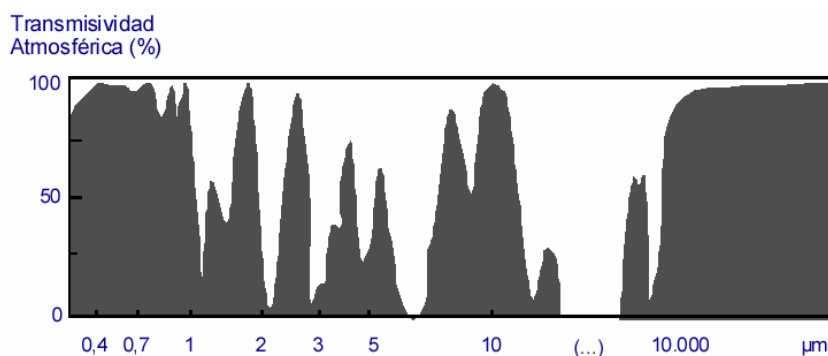
Luego de ubicar la posición, conteste a que tipo de edificación corresponde.

---



---

- El siguiente grafico muestra la transmisividad atmosférica en función de la longitud de onda, teniendo en cuenta al espectro electromagnético como continuo. (Los limites son artificiales y puestos por el hombre para facilitar su estudio).



**Figura 9-20:**

Razone

Hay alguna limitación en las porciones del espectro captada por los sensores sobre satélites.

¿Que zonas deberían tratar de evitarse?

---



---



---

Calcule las estadísticas para las imágenes Spot y Landsat en estudio. Llene las siguientes tablas.

SPOT

|   | Mínimo | Máximo | media | mediana | modo | Desv. Stan. |
|---|--------|--------|-------|---------|------|-------------|
| 1 |        |        |       |         |      |             |
| 2 |        |        |       |         |      |             |
| 3 |        |        |       |         |      |             |
| 4 |        |        |       |         |      |             |

## LANDSAT

|   | Mínimo | Máximo | media | mediana | modo | Desv. Stan. |
|---|--------|--------|-------|---------|------|-------------|
| 1 |        |        |       |         |      |             |
| 2 |        |        |       |         |      |             |
| 3 |        |        |       |         |      |             |
| 4 |        |        |       |         |      |             |
| 5 |        |        |       |         |      |             |
| 6 |        |        |       |         |      |             |
| 7 |        |        |       |         |      |             |

- Del directorio de trabajo desplegar la imagen spotline.img. ¿Que tipo de error observa?. Corrija el error, describa brevemente el proceso.

-----

-----

-----

-----

- Despliegue la imagen de satélite correspondiente al centro de la ciudad, para las siguientes combinaciones de bandas, y complete la siguiente tabla con los tonos observados.

## SPOT

|                             |  | 4,3,2 | 3,2,1 | 1,1,1 | 4,4,4 |
|-----------------------------|--|-------|-------|-------|-------|
| Ciudad                      |  |       |       |       |       |
| Agua                        |  |       |       |       |       |
| Parque Aguirre              |  |       |       |       |       |
| Monte al oeste de la ciudad |  |       |       |       |       |
| Incendios recientes         |  |       |       |       |       |
| Incendios Antiguos          |  |       |       |       |       |

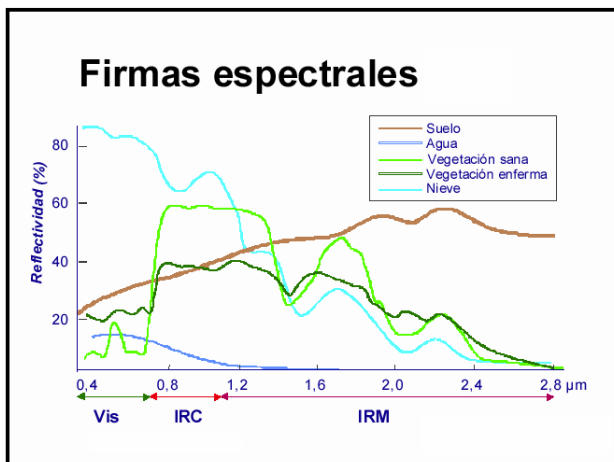
## LANDSAT

|                             | 3,2,1 | 5,4,3 | 4,3,2 | 1,1,1 | 4,4,4 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ciudad                      |       |       |       |       |       |
| Agua                        |       |       |       |       |       |
| Parque Aguirre              |       |       |       |       |       |
| Monte al oeste de la ciudad |       |       |       |       |       |
| Incendios antiguos          |       |       |       |       |       |

- En base a los conocimientos teóricos sobre las porciones del espectro ocupado por cada banda espectral correspondiente al Sensor Landsat TM. y teniendo en cuenta el siguiente gráfico,



correspondiente a las firmas espectrales medias para: agua, suelo, Vegetación Sana, Vegetación enferma y nieve. Razone.



**Figura 9-21:** En función de las firmas espectrales esquematizadas responda.

¿Que bandas utilizaría para discriminar los siguientes elementos? Fundamente su respuesta.

Suelo – Agua ..... \_\_\_\_\_  
 Veg. Sana - Veg. enferma.. \_\_\_\_\_  
 Nieve – suelo..... \_\_\_\_\_  
 Vegetación sana – suelo..... \_\_\_\_\_

- Aplique filtros a las imágenes y observe los efectos producidos por cada uno de ellos. (Menú Raster → Filtering → Convolution y Statistical Filtering). Tenga en cuenta sobre todo los de convolución (detector de bordes, mejorador de bordes, paso alto y paso bajo).

Describa con sus palabras los efectos del filtrado en las imágenes.

- Aplique contrastes a las imágenes con y sin AOI (área of interest) y observe los efectos producidos. (Menú Raster → Contrast → General contrast).

Edite manualmente los breakpoints. Realice un ajuste lineal aplicando solo 2 breakpoints al inicio y al final del histograma.

Razone y explique ¿Es posible atenuar el efecto atmosférico, aplicando esta herramienta?