

PRÁCTICA 1. VISUALIZACIÓN DE DIFERENTES IMÁGENES DE SENSORES REMOTOS

Material creado para EDUCATEL, web de apoyo a la docencia de la Teledetección
<http://www.educatelweb.com/>

RESUMEN

- Imágenes de satélite: misiones, sensores y formatos. Resoluciones de la imagen.
- Formas de visualización. Análisis visual.
- Inspección estadística de las imágenes.
- Otras herramientas de análisis visual: scatter plot, spectral plot.

DATOS NECESARIOS

- ⇒ Imagen multiespectral **Sentinel-2**:
“Sentinel-2_5_agosto_2016_10m_Bandas2-3-4-8-11-12.pix”
- ⇒ Imagen multiespectral **Landsat-8** corregida atmosféricamente:
“ATCORCorrected_Landsat-8_16julio2016_multiespectral.pix”

SOFTWARE: Focus y PCI Geomatica 2017

PLANTEAMIENTO DE LA PRÁCTICA

En esta práctica se trabaja con dos imágenes de satélite desde el punto de vista de su análisis visual y estadístico, usando herramientas de software e interpretación visual. Se aplican diferentes tipos de visualización y composiciones en color con reales. Asimismo, se analizan los histogramas, el diagrama de dispersión entre bandas y el diagrama espectral de diferentes coberturas de la imagen.

1. Características de las imágenes: sensores y resoluciones

Dentro de la amplia oferta de imágenes de teledetección se proponen, por su mayor aplicabilidad en agricultura y vegetación además de su facilidad de interpretación visual, dos tipos de imágenes en el rango **óptico e infrarrojo** del espectro electromagnético (Figura 1). Estas imágenes provienen de los programas espaciales Landsat-8 y Sentinel-2.

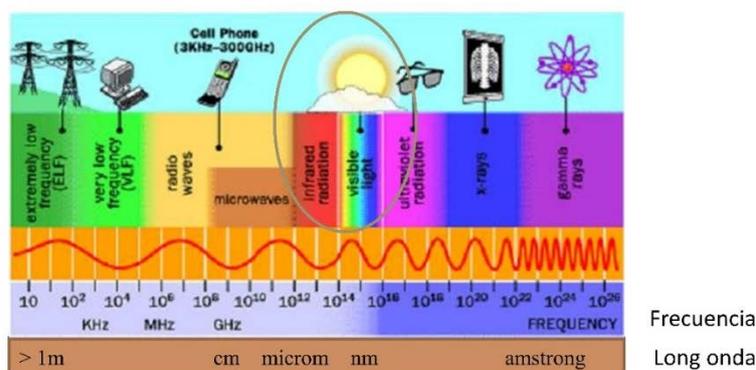


Figura 1. Espectro de la energía electromagnética de aplicación en teledetección y otras aplicaciones.

Antes de cualquier tratamiento de los ficheros imagen es recomendable investigar y recopilar la información más relevante de los sensores/misiones de los que se derivan dichas imágenes. Estas características determinarán su posterior análisis y sus aplicaciones más idóneas. Para los dos programas espaciales Landsat-8 y Sentinel-2 se recopilará información relativa a:

- Características de la misión (empresa pública o privada, vigencia de la misión, ámbito, etc.).
- Resolución espacial genérica del sensor (tamaño del pixel en el terreno). La resolución espacial puede cambiar en función de la banda almacenada.
- Resolución espectral genérica del sensor (bandas de energía que almacena).
- Resolución temporal del satélite (tiempo de revisita).

2. Imágenes de satélite: formatos ráster

Los formatos digitales de las imágenes se derivan de la forma que tienen los sensores de registrar la energía que captan por el objetivo. La imagen almacena la energía que refleja la superficie terrestre de manera natural cuando incide sobre ella la energía solar. El sensor electrónico tiene una placa o 'chip' con millones de unidades fotosensibles, que captan los fotones de energía reflejada y los transforman en respuesta eléctrica que puede ser almacenada. Cada unidad se corresponde con un píxel de la imagen. Por tanto la imagen es una matriz de píxeles que almacenan la energía en formato digital (bits). La visualización de la imagen se realiza asignando un nivel de gris a cada nivel de energía almacenada (Figura 2). Los sensores remotos tienen un chip para cada región de energía electromagnética que se quiere estudiar. A diferencia de una cámara fotográfica convencional, que sólo tiene tres bandas de energía (en el visible: azul, verde y rojo), los sensores de teledetección tienen más de tres bandas y pueden llegar a

decenas, lo que amplía enormemente las posibilidades de análisis. Por ese motivo se llaman imágenes multiespectrales¹.

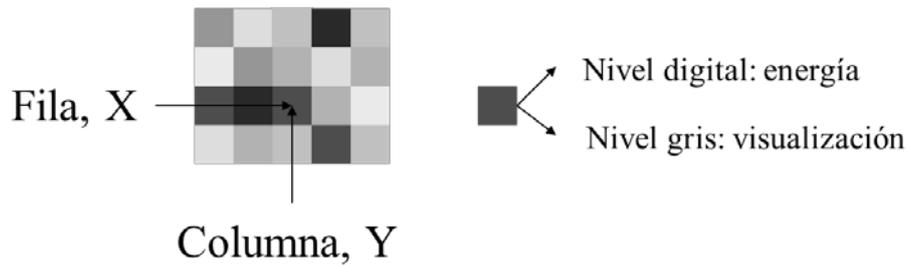


Figura 2. Formato raster, niveles digitales y niveles de visualización.

Los formatos de tipo raster son innumerables (jpeg, gif, bmp, etc.), aunque no tanto los que son capaces de soportar coordenadas (tiff, hdf, img, ceos, etc.). Además de estos formatos genéricos, cada software tiene su propio formato. El formato digital del software PCI es .pix. Estos archivos soportan las imágenes propiamente dichas (las bandas), pero además pueden almacenar datos del sensor, metadatos de la imagen, entidades vectoriales, tablas de color, etc.

3. Formas de visualización. Análisis visual

En Focus, al igual que en el resto de programas de tratamiento de imágenes (remotas o no), la visualización de imágenes se puede realizar al menos de tres maneras:

- Banda a banda en blanco y negro
- Con tres bandas en una composición RGB (Figura 3)
- Una sola banda en pseudocolor o tabla de colores

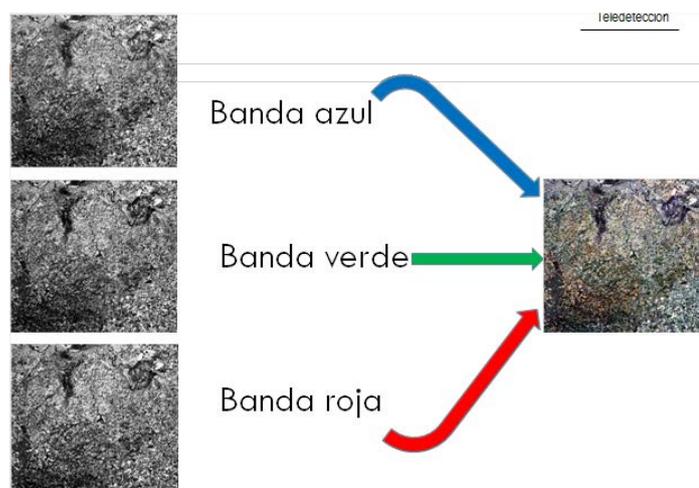


Figura 3. Composición RGB en color verdadero a partir de las bandas azul, verde y roja, que individualmente sólo se pueden ver en niveles de gris.

¹ En algunos casos se habla de imágenes hiperespectrales, ya que pueden llegar a almacenar cientos de bandas.

La visualización banda a banda permite analizar visualmente qué banda tiene más energía, cuáles son las zonas de mayor y menor energía en la zona, si hay algún defecto o característica relevante, etc. La composición RGB usa tres bandas cualesquiera de la imagen y les aplica los tres canales de color azul, verde y rojo. Cuando esos tres canales se aplican precisamente a las bandas de energía en esas zonas del espectro (azul con la banda azul, verde con banda verde y rojo con banda roja, Figura 3) se dice que es una composición en “color verdadero”, ya que corresponde a lo que de forma natural se vería desde el espacio. La composición en color verdadero es la más parecida a nuestra visión y permite un análisis más intuitivo de la realidad que se percibe en las imágenes, por ejemplo para distinguir los usos de suelo, identificar las diferentes zonas, relacionar con la fecha de adquisición, etc. Cuando los canales RGB se aplican a otras bandas (por ejemplo, el infrarrojo) o a otras combinaciones distintas al color verdadero se dice que son en “falso color”. Las combinaciones en falso color permiten destacar cubiertas, distinguir coberturas que no se ven en una composición normal, etc.

- Se propone abrir las imágenes Landsat-8 y Sentinel-2 y analizar en Focus las siguientes características de estas imágenes concretas y ver si coinciden con las características genéricas de la misión investigadas en la sección 1:
 - o Resolución espectral.
 - o Resolución espacial. Nótese que en el caso de Sentinel-2, aunque todas las bandas tienen aparentemente 10 m de resolución, se aprecia visualmente una peor resolución para las bandas SWIR, debido a su peor resolución original.
 - o Resolución radiométrica (capacidad de almacenamiento de niveles digitales de cada imagen en bits/bytes).
 - o Sistema de coordenadas y/o proyección.
- Realizar una composición en color verdadero y tratar de analizar visualmente lo que se puede identificar, en combinación con la fecha de adquisición. Nótese que al ser imágenes georreferenciadas se produce de forma automática la geolocalización al abrirlas en Focus. Ello facilita la interpretación de las imágenes en comparación con otras herramientas (Google Earth, SIGPAC, etc.). Identificar ciudades, cultivos, carreteras, zonas de bosque, ríos, etc. y sus diferentes colores. Interpretar los colores en función de la fecha de adquisición de la imagen, que en ambos casos es verano.
- Realizar alguna composición en falso color en ambas imágenes. Investigar de qué color se ven algunas de las posibles clases anteriores (por ejemplo dehesa, regadío, seco, urbano, agua, u otras que se puedan identificar).

NOTA: utilizar siempre el realce de la imagen para visualizar correctamente la composición de color (Figura 4)



Figura 4. Botones y herramientas de Focus, entre los que se indica el realce visual.

4. Mejora de la visualización. Análisis estadístico

En el apartado anterior se estudió la visualización de las bandas una a una o en composiciones RGB para facilitar el análisis. Existe otro tipo de herramientas de análisis visual que manejan las bandas desde el punto de vista estadístico, ya que la imagen es una matriz numérica y por tanto se le pueden aplicar conceptos estadísticos. Para comprender estas herramientas previamente se ha debido analizar la resolución radiométrica de las bandas, es decir, qué tipo de números (niveles digitales de energía) se almacenan para cada uno de los píxeles imagen: números enteros, con signo, reales, etc. y qué rango de niveles se almacenan (mínimo y máximo).

Desde el punto de vista estadístico, para cada banda se puede construir un diagrama que indique el número de píxeles que tienen un nivel determinado de energía. Esta representación se denomina **histograma**, y representa (Figura 5) en el eje de abscisas la resolución radiométrica o niveles de energía posibles, y en el de ordenadas el número de píxeles. Cada histograma con sus estadísticos se debe estudiar por separado. Al histograma de cada banda (Figura 6) se accede desde varias opciones, con el menú de contexto (botón dcho.) tanto desde la pestaña de “maps” como la de “files”, y desde el menú layer

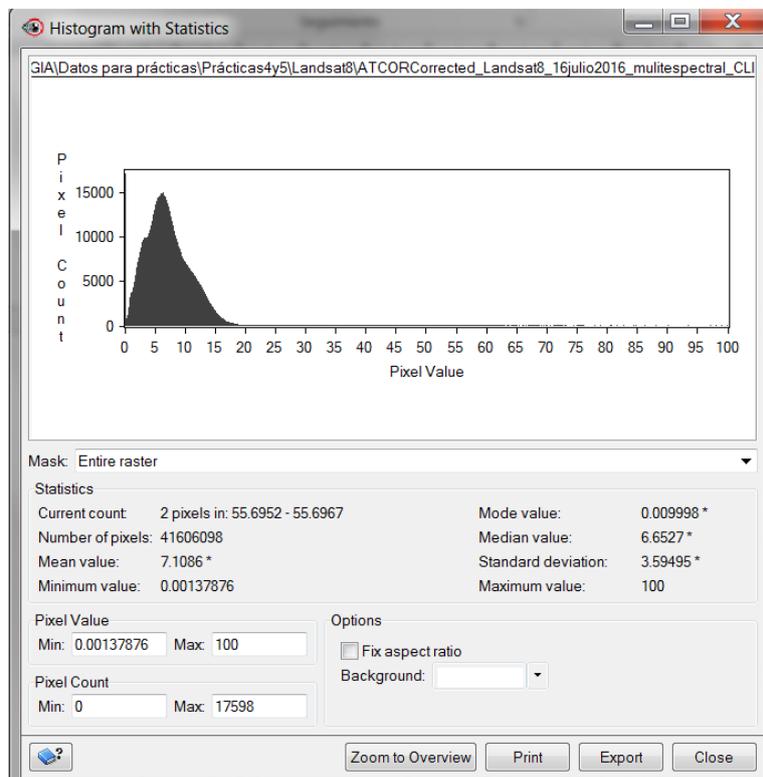


Figura 5. Histograma de una banda con indicación de estadísticos.

El histograma ayuda a la comprensión de la energía de la imagen. La forma indica la distribución de la energía, que normalmente tiene la conocida forma de campana de Gauss (distribución “normal”). Cuanto más apaisada sea la campana, significará una mayor variabilidad de niveles de energía, lo que se refleja en un mayor contraste. Al contrario, si el histograma es muy apuntado, la imagen original tiene menor contraste. La posición del histograma también indica la mayor o menor energía de la banda. En la herramienta de histograma de Focus se indican también los estadísticos de mínimo, máximo, media, desviación estándar, etc. Se deben analizar, para cualquiera de los

ficheros imagen propuestos, las diferencias entre los histogramas de cada banda, y comentar los resultados en relación con la fecha de la imagen elegida.

Como se ha dicho anteriormente, cualquier software de visualización de imágenes, como Focus, convierte todos los niveles digitales de energía originales a una escala de visualización en grises (o en colores). No los modifica, simplemente convierte los números digitales a una escala de visualización, es decir, convierte los niveles de energía en niveles de grises. La asignación se realiza mediante una tabla llamada *Look Up Table* (LUT). Esta tabla se puede configurar, editar, crear, o simplemente se puede escoger alguna conversión de las que ofrece el programa (Figuras 6 y 7).

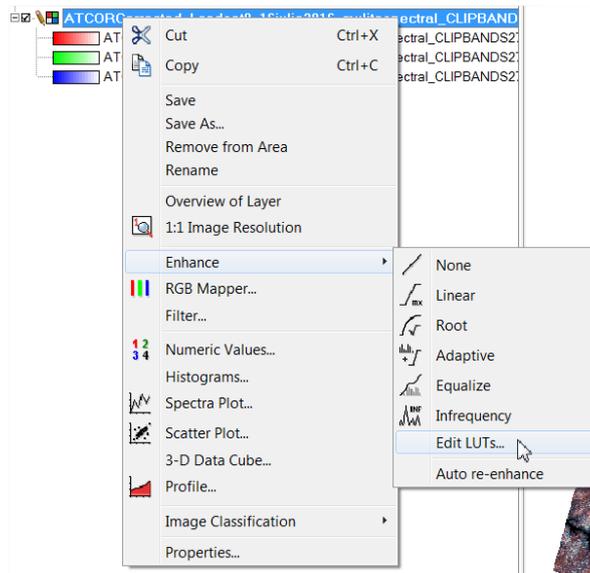


Figura 6. Menú de realces y LUTs. Los realces también están disponibles en el botón “enhancements” de la Figura 4.

A estas herramientas se les llama realces porque permiten visualizar con mejor contraste la imagen. El programa Focus incorpora varios realces automáticos (lineal, ecualizado, etc.). Alternativamente, se podrían también utilizar las herramientas de ajuste de brillo y contraste de forma manual (Figura 4, a la derecha de los realces). En la ventana de edición de la LUT (Figura 7) se observa la diferencia de ver la banda sin LUT ('none') o aplicando cualquiera de ellas. Además, la LUT se puede manipular y personalizar.

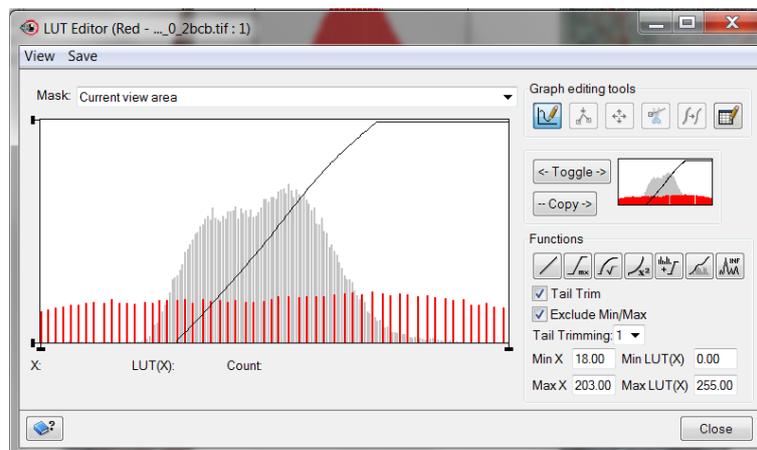


Figura 7. Herramienta de edición de LUTs. Nótese la diferencia entre el histograma original (en gris) y tras la aplicación de la LUT (en rojo).

Otra herramienta que maneja las bandas desde el punto de vista numérico, en este caso tomando bandas dos a dos, es el “*scatter plot*” o diagrama de dispersión. Enfrenta los niveles digitales de una banda frente a otra, comparando cada píxel (Figura 8). En otras palabras, establece la **correlación espacial** (calculada para todos los píxeles) entre dos bandas, enfrentando los niveles digitales. Nótese que esta herramienta proporciona el coeficiente de correlación² entre bandas, y por tanto nos indica el grado de similitud entre ambas. Esta herramienta está disponible desde el menú *layer* o desde el menú contextual de la banda en la vista. Es muy útil para saber qué bandas son más similares entre ellas y por tanto son redundantes y podrían ser eliminadas en los siguientes análisis.

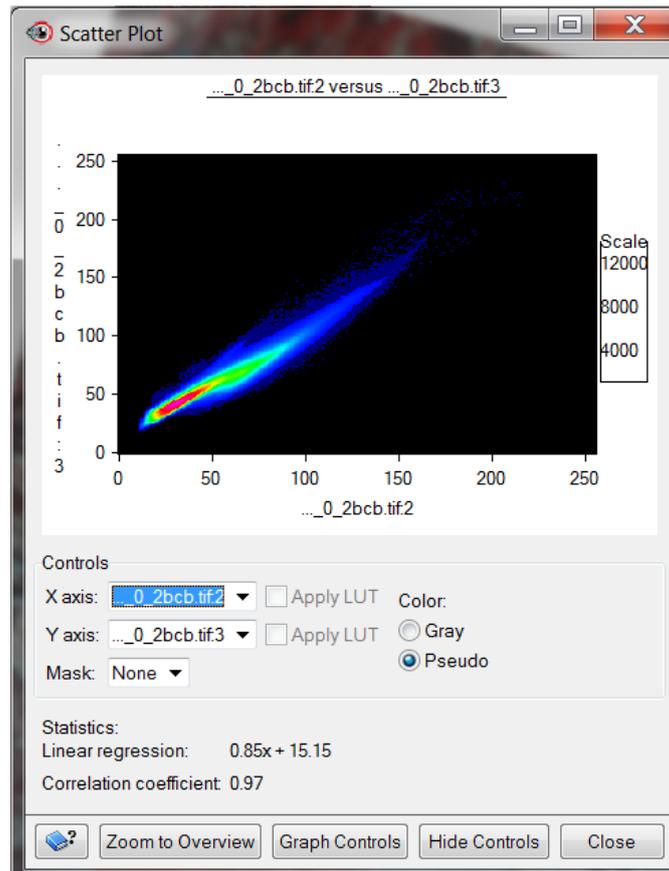


Figura 8. *Scatter plot* para dos bandas landsat

- Analizar los histogramas de cada banda e imagen y discutir los resultados. Analizar qué bandas tienen más energía, qué forma y valores tienen los histogramas, cuáles son los máximos y mínimos, etc.
- Aplicar diferentes realces y evaluar el resultado sobre la visualización de las bandas y las composiciones en color.
- Realizar el *scatter plot* para las bandas de una de las imágenes y comentar y analizar los resultados.

² Coeficiente de correlación, R, de *Pearson*.

5. Diagrama espectral

Es una herramienta que sirve para conocer los niveles digitales de un determinado píxel (que se ha indicado con el cursor) en cada banda (Figura 9). De esta forma se proporciona la signatura o firma espectral de ese píxel, y por tanto de la cobertura o uso que tiene ese píxel. Cuantas más bandas tenga el sensor, más completa y precisa será esa firma espectral. Puesto que cada uso de suelo tiene un diagrama espectral diferente, esas diferencias servirán para clasificar los píxeles de la imagen en dichos usos de suelo, como se verá en la práctica siguiente.

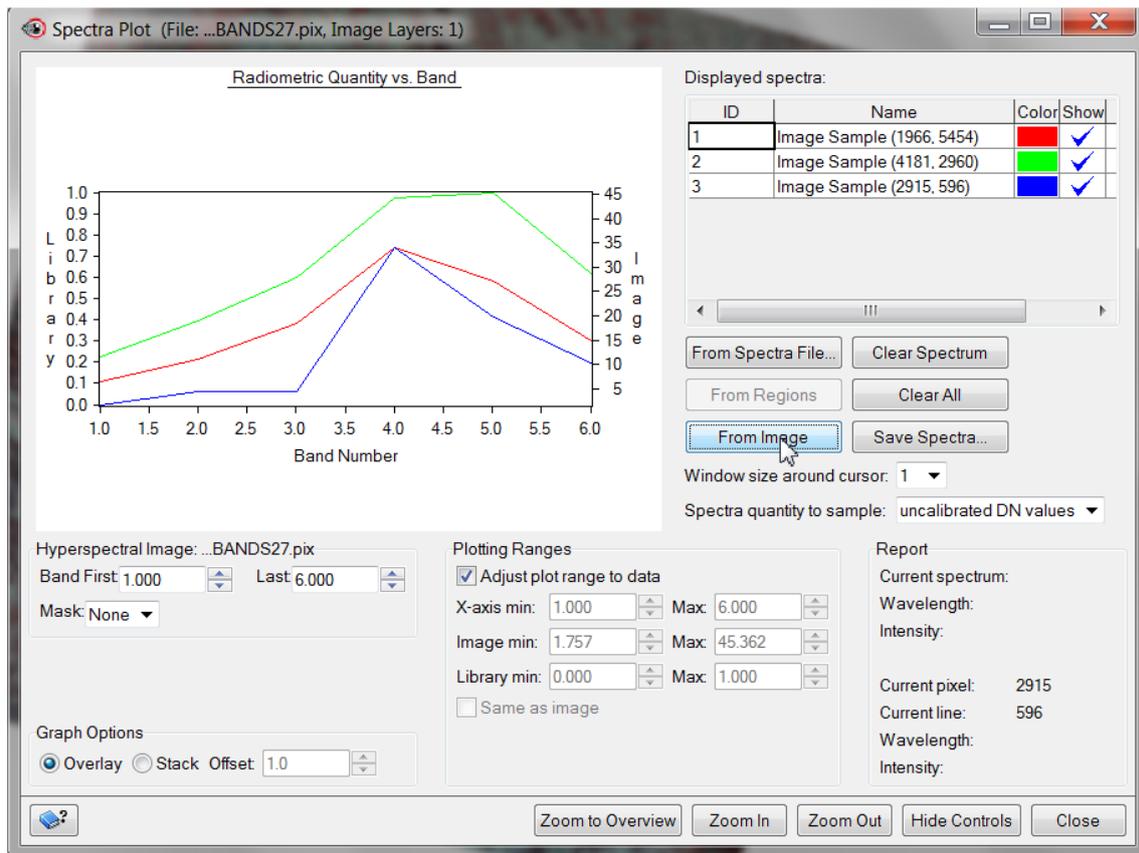


Figura 9. Diagrama espectral para varios píxeles de la imagen que se han tomado desde la imagen "from image", pinchando en la vista.

Se propone realizar y analizar el diagrama espectral de las clases antes comentadas:

- Utilizando alguna de las imágenes, observar el diagrama espectral de píxeles de diferentes usos o coberturas (secano, regadío, urbano, bosque, etc.) y estudiar la diferente respuesta o signatura espectral de cada uno.
- Comparar el diagrama de una misma localización del terreno en cada una de las imágenes propuestas y analizar el resultado.