



Procesamiento de imágenes óptica - Práctico

Docente de la clase: Martín Ignacio Bayala

Los softwares utilizados para el procesamiento de imágenes de satélite leen la imagen y la interpretan como una matriz numérica de columnas y filas, y generalmente poseen un archivo de metadato que acompaña la imagen y contiene la información espacial como el sistema de proyección, datum, zona e información sobre la resolución espacial de cada pixel. En este curso vamos a utilizar el software ENVI 4.3 con licencia cedida por el Instituto de Hidrología de Llanuras. La imagen que utilizaremos para realizar la practica corresponde al sensor Landsat 8 LDCM OLI/TIR para el DOY 279 (06 de octubre) de 2013, Path 224-Row 86.

1.- **Abrir la imagen:** ir a ENVI: Window/ Available Bands List/ File / Open Image File.

2.- Conversión de ND a Reflectividad a tope de la atmósfera (TOA).

Realizar el paso de ND a magnitud física de reflectividad (%) a tope de la atmosfera (TOA) para la imagen de sensor Landsat 8, considerando solamente las bandas 2,3,4,5 (Azul, Verde, Rojo, Infrarojo Cercano) . Utilizar los parámetros de Gains /Bias y ángulo de elevación solar que se encuentran en el archivo MTL.txt incorporándolos a la siguiente expresión matemática:

$$B4 = \text{float}(((0.00002 * B4) - 1) / (\text{COS}(\text{PI} * (90 - \text{Valor de ángulo}) / 180)))$$

$$B5 = \text{float}(((0.00002 * B5) - 1) / (\text{COS}(\text{PI} * (90 - \text{Valor de ángulo}) / 180)))$$

Hacer uso del **Band Math** de ENVI para aplicar la ecuación (Basic Tools/Band Math). Checkear las constantes de calibrado REFLECTANCE_MULT_BAND (0.00002) y REFLECTANCE_ADD_BAND (-.1).

Float significa que es una matriz de números reales (interger) que tienen números de decimales variables que usualmente están en 4 bytes (32 bits = 2³²).

3.- **Empaquetar las imágenes.** ir a ENVI: Basic Tools/Layer Stacking.

4.- Corregir las bandas de reflectividad a TOA de efectos Atmosféricos por Dark Object Subtraction (DOS).

- a).- Seleccionar un área de mar no menor a los 1000 píxeles a partir de la barra de opciones de la ventana de imagen en ENVI/Overlay/Region of interest/ROI Tools.
- b).- En ROI Tools/Stats observar los valores mínimos para cada banda.
- c).- La transmisividad de la atmosfera se calcula en Excel a partir del espesor óptico para la dispersión de Rayleigh ($\tau_{\lambda r}$) para las bandas 4-5 (Kaufman et al., 1989), Las longitudes de onda media efectivas para la banda 4 y 5 son 0.655 y 0.865, respectivamente.

$$\tau_{\lambda r} = 0.008569 \lambda_m^{-4} (1 + 0.0113 \lambda_m^{-2} + 0.00013 \lambda_m^{-4})$$

$$\begin{aligned} Tr4 &= ((0.008569 * ((0.655)^{-4})) * (1 + 0.0113 * ((0.655)^{-2}) + 0.00013 * ((0.655)^{-4}))) \\ Tr5 &= ((0.008569 * ((0.865)^{-4})) * (1 + 0.0113 * ((0.865)^{-2}) + 0.00013 * ((0.865)^{-4}))) \end{aligned}$$

-> 0.047814
-> 0.015541

$$\tau_{\lambda v} = e^{-\left(\frac{\tau_{\lambda r}}{\cos \theta_v}\right)}$$

$$\begin{aligned} Tv4 &= (\text{EXP}(-0.047814 / \text{COS}(\text{PI} * (90 - \text{SUN_ELEVATION}) / 180))) \\ Tv5 &= (\text{EXP}(-0.015541 / \text{COS}(\text{PI} * (90 - \text{SUN_ELEVATION}) / 180))) \end{aligned}$$

-> 0.937743
-> 0.979324

$$\tau_{\lambda z} = e^{-\left(\frac{\tau_{\lambda r}}{\cos \theta_z}\right)}$$



Tz4 = float(EXP(-Tr4))
Tz5 = float(EXP(-Tr5))

->0.9533111
->0.9845791

Recordar que Landsat pasa por el nadir, entonces el ángulo es 0.

$$\rho_{\lambda} = \frac{(\rho_{\lambda} - \rho_{\lambda MIN})}{\tau_{\lambda z} \tau_{\lambda v}} + 0.01$$

En Band Math

DOS4 = float(((B4-Reflectividad_MIN_4)/(0.9533111*0.937743))+0.01)
DOS5 = float(((B5-Reflectividad_MIN_5)/(0.9845791*0.979324))+0.01)

5.- Empaquetar las imágenes (*Basic Tools/Layer Stacking*). Abrir la imagen de la banda 5 de reflectividad a TOA y corregida con el método DOS, hacer un link entre las imágenes (*Tools/Link/Link Displays*). Posteriormente, ver la diferencia entre los valores de las imágenes (*Tools/Cursor Location-value*) y observar las diferencias espectrales entre diferentes tipos de cubiertas (*Tools/Profiles/X Profiles*).

6.- **Determinación del NDVI.** *Transform / NDVI.* Banda de NDVI: con las bandas roja (B4) y infrarroja cercana (B5) del Landsat 8.

$$NDVI = \frac{IRC - R}{IRC + R}$$

Siendo

IRC reflectancia en el infrarrojo cercano
R reflectancia en el rojo

Usar expresión siguiente:

$$NDVI = \text{float}((B5-B4)/(B5+B4))$$

Eliminamos valores negativos que puedan llevar a errores en ecuaciones posteriores (*aplicamos una ecuación float(b1) ge 0.0)*float(b1) , que pasa a 0 los valores negativos*).

7.- **Determinación de la Temperatura a TOA o de Brillo.** Aplicamos la expresión matemática inversa a la ley de Plank a la bandas 10 en valores de radiancia ($Wm^{-2}sr^{-1}$).

$$T_{\lambda} = \frac{K_2}{\ln \left[\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1 \right]}$$

Satelites	Bandas	K ₁	K ₂
		W m ⁻² sr ⁻¹ μm ⁻¹	Kelvin
Landsat 8	10	774.89	1321.08
	11	480.89	1201.14

En Band Math

a).- Paso de ND a Radiancia.

$$R10 = \text{float}(((\text{RADIANCE_MULT_BAND_10} * B10) + \text{RADIANCE_ADD_BAND_10}) - 0.29)$$

RADIANCE_MULT_BAND_10 = 0.000342

RADIANCE_ADD_BAND_10 = 0.1

b).- Paso de Radiancia a Temperatura de Brillo.

$$TB10 = \text{float}(1321.08 / (\text{ALOG}((774.89 / B10) + 1)))$$



c).- Mapa color de temperatura de superficie: asignamos a la imagen final colores para poder ver la variabilidad en la temperatura de la superficie. *Image Menu / Tools / Color Mapping / ENVI color tables / Hue Sat Value 2.*

8)- Realizar análisis de los datos de reflectividad y térmicos.

- a)- Hacer un scatter plot 2D con las bandas 5 y 4 corregida a efectos atmosféricos.
- b)- Abrir la imagen de temperatura de brillo y linkearla con el display de la banda 5.
- c)- Seleccionar diferentes clases e identificar la **recta de suelo** desnudo en la ventana del scatter plot.
- d)- Realizar un análisis de la relación entre los datos de reflectividad y la temperatura de superficie.

Tarea extra:

Repetir el punto 8 para las imágenes EOS-MODIS Terra del 02012013 a 1 km de resolución espacial. Carpeta EOS-MOD02_02012013. Deben ingresar el modis_conversion_toolkit.sav a directorio donde se encuentra ENVI en el disco raíz (**C:\Program Files\ITT\IDL80\products\envi48\save_add**). Posteriormente en Envi el modulo se encuentra en *File/Open External File/EOS/Modis Conversion toolkit*.